

Die Reinigung hat sich demnach noch im gleichen Jahr recht günstig ausgewirkt, was besonders aus den Zählungen auf den Parzellen 1:5 und 1:10 zu ersehen ist.

Die Nachprüfung der Ernte im folgenden Jahr wird erweisen, wieweit bei den Frühinfektionen das Virus noch in den Samen gelangen konnte. Nach dem Dahlemer Versuch zu schließen, dürfte das Saatgut der Versuchspartzellen nur sehr wenig infizierte Samen enthalten und auch bei den Kontrollpartzellen dürfte der Anteil in

diesem Jahr relativ gering sein. Es ist überhaupt zu erwarten, daß die Mosaikkrankheit in Bromberg nicht den gefährlichen Charakter wie bei Berlin und Wien annimmt. In gleicher Weise werden zahlreiche andere Anbauorte im Reich nur dann stärker unter dieser Virose zu leiden haben, wenn eine größere Zahl von Überträgern für eine schnelle Ausbreitung sorgt. In Süd-, Südwest- und Mitteldeutschland scheinen die Voraussetzungen hierfür in den meisten Jahren gegeben zu sein.

(Aus der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle Müncheberg (Mark) des Reichsamts für Wetterdienst — Luftwaffe —, in Zusammenarbeit mit dem Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Erwin Baur-Institut, in Müncheberg/Mark).

Über die Bedeutung der Unterkühlung für die Selektion frostresistenter Bohnenpflanzen.

Von **Josef Seemann.**

Die Schaffung frostresistenter Kulturpflanzen ist seit längerer Zeit eines der großen Ziele der Pflanzenzüchter. Als frostresistent bezeichnet man bekanntlich solche Pflanzen, die gegen Frosttemperaturen bis zu gewissen Graden unempfindlich sind. Man kann hierbei eisbeständige und nicht eisbeständige Arten unterscheiden, d. h. Pflanzen, die in ihrem Gewebe die Bildung von Eiskristallen ertragen, im Gegensatz zu solchen, die durch Eisbildung getötet werden. Viele von diesen nicht eisbeständigen Pflanzen halten aber trotzdem Temperaturen unter dem Gefrierpunkt aus, ohne zu erfrieren. [Z. B. *Solanum tuberosum* nach STELZNER (14) bis -8°C]. Hierfür muß die Unterkühlung als Ursache angesehen werden. Diese Annahme ist bereits von PFEFFER (9) 1904 in seiner Pflanzenphysiologie wie folgt dargelegt worden: „Für die Pflanze ist es von wesentlicher Bedeutung, daß Eis erst nach einer gewissen Überschreitung des Gefrierpunktes, also nach einer gewissen Unterkühlung (Überkältung) entsteht. Denn auf diese Weise vermögen eine gewisse Abkühlung unter den Gefrierpunkt auch solche Pflanzen zu ertragen, die durch Eisbildung getötet werden.“ Dieser Hinweis ist bisher in der Frostresistenzzüchtung nur wenig beachtet worden. RUDOLF (10) hat in neuester Zeit wiederum hierauf aufmerksam gemacht und auf Grund seiner Erfahrungen mit Phaseolus-Bohnen darauf hingewiesen, daß somit gerade die Unterkühlungsfähigkeit als „Resistenzprinzip“ möglicherweise eine Rolle spielt. Ein Grund dafür, daß man in der züchterischen Praxis diesen Tatsachen noch wenig Beachtung schenkt, mag wohl darin zu suchen sein, daß

zum Teil noch bis heute die Meinung vertreten wird, der Unterkühlung sei in der Natur keine wesentliche Bedeutung beizumessen. Dies ist eine Anschauung, die in der Hauptsache auf Untersuchungen von MEZ (5), VOIGTLÄNDER (17), SCHAFFNITT (11) und SCHANDER u. SCHAFFNITT (12) zurückzuführen ist. Die Ergebnisse länger zurückliegender Untersuchungen des Unterkühlungsproblems bei der Pflanze von MÜLLER-THURGAU (7, 8), MOLISCH (6), MEZ (5), VOIGTLÄNDER (17), WIEGAND (19) u. a. m. reichen nicht aus, um hierin eine allgemein gültige Entscheidung fällen zu können. WARTENBERG (18) hat in seinen „Studien über den Kältetod der Pflanze“ die Ergebnisse dieser früheren Untersuchungen über die Bedeutung der Unterkühlung für den Kältetod der Pflanze einander gegenübergestellt und das „Für“ und „Gegen“ zum Teil durch treffende theoretische Erwägungen zu klären versucht.

Frostversuche mit Phaseolus-Bohnen im Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung in Müncheberg gaben Anlaß, die Untersuchung des Unterkühlungsproblems erneut aufzunehmen. Im Rahmen der züchterischen Arbeiten wurden in einem künstlich bewetterten Tiefkühlgewächshaus Bohnen durch künstliche Selektion auf ihre Frostfestigkeit geprüft (RUDOLF 10). Da man anfangs glaubte, die Bohne als eisbeständig annehmen zu können und der Unterkühlung, wie bereits erwähnt, für den Anbau im Freiland nur wenig Bedeutung zumaß, wurde bei der künstlichen Selektion eine möglicherweise auftretende Unterkühlung zu vermeiden gesucht. Die Pflanzen wurden daher vor dem Kühlen mit

Wasser besprüht und dann mit Eiskristallen (Schnee) bestreut. Dies ist ein Verfahren, das von den Pflanzenzüchtern zur Vermeidung der Unterkühlung sehr häufig angewandt wird (STELZNER 14). Durch das Gefrieren der feuchten Pflanzenoberfläche soll gleichzeitig die Eisbildung in der Pflanze eingeleitet werden. Bei der Verwendung dieser Selektionsmethode stellte sich aber heraus, daß Bohnen, aus der Kreuzung *Phaseolus vulgaris* × *Phaseolus multiflorus*, bei Temperaturen erfroren, die sie im Freiland unter natürlichen Verhältnissen (ohne mit Eis bestreut zu werden) ausgehalten hatten. Andererseits blieben bei dieser künstlichen Selektion einzelne Pflanzen am Leben, während danebenstehende Pflanzen gleicher Nachkommenschaft im selben Pikierkasten erfroren waren. Durch diese Tatsache entstanden bei der Selektion Schwierigkeiten, zu deren Behebung die hier vorliegenden Untersuchungen beitragen sollten.

Die folgenden Untersuchungen waren vor allem dazu bestimmt, einen Einblick in den Temperaturverlauf in der Pflanze unter der Wirkung des künstlichen Frostklimas im Tiefkühlhaus zu verschaffen, um daraus wiederum Schlüsse auf die Gestaltung der künstlichen Selektionsmethode und damit auf die Wirkung der natürlichen Klimaverhältnisse beim Anbau im Freiland ziehen zu können. Es war daher zunächst die Unterkühlbarkeit der Bohnenpflanzen unter den gewächshausklimatischen Verhältnissen zu untersuchen und die Wirkung des oben angeführten Verfahrens zur Vermeidung der Unterkühlung nachzuprüfen.

Zum Nachweis der Unterkühlung wurde die Blattemperatur und die Temperatur im Stengel der Bohne gemessen. Für die Blattemperaturmessung kam das Einfadenwiderstandsthermometer zur Verwendung (MÄDE 1). Die Brauchbarkeit dieser Meßmethode zum Studium der Unterkühlung in Blättern ist aus den Arbeiten von ULLRICH u. MÄDE (14, 15) bekannt. Die Temperaturen im Stengel wurden mit einem Thermoelement gemessen, das an der einen Lötstelle zu einer feinen Nadel (Thermonadel) ausgezogen ist, und das mit seiner Spitze bereits längere Zeit vor Beginn der Messung möglichst tief in das Gewebe eingeführt worden war. Die Wundstelle wurde mit Lanolin verklebt.

Zur Messung der Lufttemperatur dienten RWD-Widerstandsthermometer. Die Registrierung der Lufttemperaturmeßwerte erfolgte mit einem Sechsfarbenpunktschreiber (Kreuzpulgerät) der Firma Hartmann & Braun, Frankfurt a. M. Die Blatt- und Stengeltemperaturen wurden jeweils getrennt mit Multiflexgalvanometern

der Firma Lange, Berlin-Dahlem, photographisch registriert. Die zweite Lötstelle des Thermoelements war direkt neben dem RWD-Widerstandsthermometer frei aufgehängt, so daß bei der Auswertung der Messung mit dem Thermoelement die Lufttemperaturen zugrunde gelegt werden konnten.

Die Bohnen waren für diese Versuche einzeln in etwa 700 cm³ Boden fassenden Blumentöpfen angezogen worden. Die Pflanzen wurden nach voller Entwicklung der Primärblätter mehrere Stunden vor Beginn der Messung in das bis auf etwa +4 bis +2°C vorgekühlte Gewächshaus gestellt. Auf diese Weise konnten Störungen durch zu raschen Temperaturwechsel vermieden werden.

Bisher sind die Pflanzentemperaturen fast ausschließlich nur an abgeschnittenen Organen untersucht worden. Von den hierbei ermittelten Werten wurde dann allgemein auf den Wärmehaushalt der ganzen Pflanze geschlossen. Dieses Verfahren ist für eine exakte Untersuchung des Temperaturverlaufs in der Pflanze während des Erfrierens — oder für die Untersuchung des Wärmehaushalts der Pflanze im allgemeinen — nicht brauchbar. Einmal treten in den abgeschnittenen Organen durch Änderung der Transpiration usw. Temperaturverhältnisse auf, die sich mit denen in nicht abgeschnittenen Organen kaum in Beziehung bringen lassen und zum andern ermöglicht diese Methode keinen Einblick in die Abhängigkeit der Pflanzentemperatur von der Temperatur des Bodens, in dem die Pflanze verwurzelt ist. Es wird dabei die Einwirkung der Bodentemperatur und des dadurch entstehenden Wärmenachschubs vernachlässigt, was beides für den Temperaturverlauf in der Pflanze nicht belanglos sein dürfte. Um den Wärmenachschub erfassen zu können, wurde die Blatt- und Stengeltemperatur gleichzeitig gemessen. Die Thermonadel wurde etwa 4 bis 5 cm über dem Boden in den Stengel eingeführt, das Einfadenwiderstandsthermometer auf eines der Primärblätter aufgelegt und die Lufttemperatur in unmittelbarer Nähe des Blattes gemessen (vgl. Abb. 1). Vor jeder Messung wurden die Thermometer geeicht.

Zur Bewetterung des Tiefkühlgewächshauses (vgl. MÄDE u. RUDOLF 3, MÄDE 2, SEEMANN 13) sei kurz folgendes erwähnt: Die Kühlung erfolgt durch Zufuhr kalter Luft, die von einer Kühlanlage aus mit Hilfe eines Gebläses am Boden des Gewächshauses eingeführt wird. Unterhalb des Glasdaches wird die warme Luft abgesaugt. (Die Temperaturregulierung erfolgt automatisch durch ein Kontaktthermometer, das in gleicher

Höhe mit den Pflanzen auf einem Tisch aufgestellt ist.) Während der „Kühlphase“ entsteht somit eine leichte, kaum spürbare Luftbewegung im Raum, während der „Erwärmungsphase“ herrscht völlig stille Kühlung. Bei den zunächst beschriebenen Kühlversuchen wurde die Bewetterung so eingestellt, daß während der Dauer der Messung keine „Erwärmungsphase“ eintrat, d. h. also die Luft wurde im Gewächshaus sehr langsam (etwa in 5 bis 6 Stunden) gleichmäßig auf eine festgelegte Temperatur heruntergekühlt.

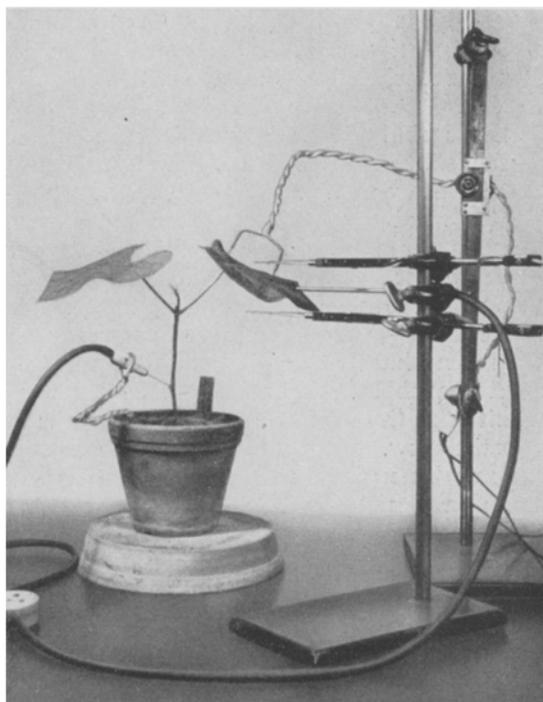


Abb. 1. Temperaturmessung an einer Bohnenpflanze. Thermometeranordnung.

Der Temperaturverlauf in einer Bohnenpflanze während der Abkühlung bei der oben beschriebenen Versuchsanordnung ist in Abb. 2 dargestellt. Die Temperaturen wurden etwa von 3°C Lufttemperatur ab registriert, nachdem die „Kühlphase“ bereits einige Zeit vorher begonnen hatte. Zunächst kühlt sich die Pflanze im Blatt und Stengel gegenüber der Luft nur langsam ab. Nach einer gewissen Kühldauer (in diesem Falle etwa 45 Min.) hat das Blatt und die Luft für kurze Zeit die gleiche Temperatur angenommen, dann liegen die Temperaturen des Blattes tiefer als die der Luft. Die Stengelttemperatur bleibt weiter bis zu 1°C höher als die Lufttemperatur. Nach $6\frac{1}{2}$ Stunden ist die Luft auf $-3,6^{\circ}$ abgekühlt, die Blattemperatur beträgt nun $-4,6^{\circ}$. Hier setzt anschließend im

Blatt bei annähernd gleichbleibender Lufttemperatur eine plötzliche Erwärmung ein. Die Temperatur steigt in etwa 9 Minuten um $2,4^{\circ}\text{C}$ an. Im Blatt hat die Bildung von Eiskristallen eingesetzt, wobei Wärme frei geworden ist. Dieser Vorgang hat im Stengel fast gleichzeitig

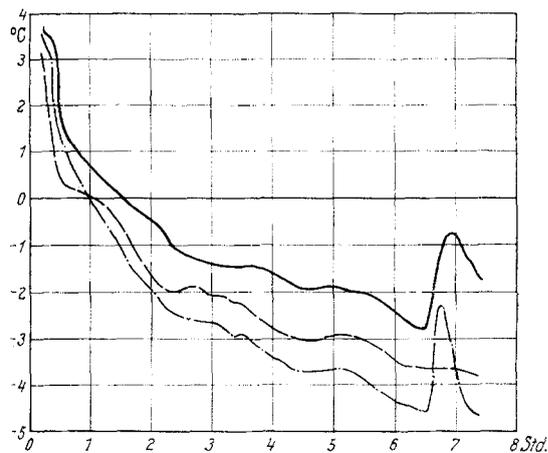


Abb. 2. Temperaturverlauf in einer erfrierenden Bohnenpflanze bei normaler Bewetterung des Tiefkühlgewächshauses. — Lufttemperatur. — — — Blattemperatur. — — — Stengelttemperatur.

stattgefunden, obwohl die Stengelttemperatur erst $-2,8^{\circ}$ beträgt. Die Pflanze muß bis zu diesem Zeitpunkt demnach unterkühlt gewesen sein. (Der Gefrierpunkt des Zellsafts liegt etwa

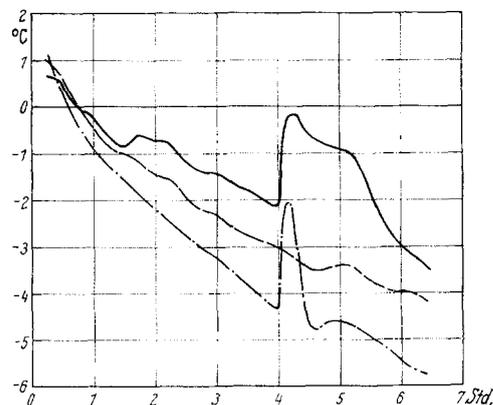


Abb. 3. Temperaturverlauf in einer erfrierenden Bohnenpflanze bei verstärkter Luftströmung. — Lufttemperatur. — — — Blattemperatur. — — — Stengelttemperatur.

um $-0,8$ bis -1°C . Daß die Temperatur im Blatt hierbei nicht bis zur Gefrierpunkttemperatur ansteigt, ist durch die gleichzeitige starke Wärmeabgabe durch das Blatt an die Luft hauptsächlich zu erklären.) Unter den gleichen Versuchsbedingungen konnte bei vielfacher Wiederholung der Messungen an anderen Bohnenpflanzen stets Unterkühlung festgestellt werden. Auch

bei Verstärkung der Luftströmung durch einen Ventilator trat der gleiche Effekt ein (Abb. 3), im Gegensatz zu früheren Annahmen, wonach durch Wind die Unterkühlung aufgehoben werden soll. (Vgl. WARTENBERG 18 und dort angegebene Literatur.)

Da sich die Blätter bei der zuletzt angeführten Versuchsanordnung durch den künstlich erzeugten Luftstrom so stark bewegten (Windgeschwindigkeit etwa 1 m/Sek.), daß der Kontakt zwischen Blattoberfläche und Widerstandsthermometer gestört worden wäre, wurde das Blatt auf ausgespannte Zwirnsfäden aufgelegt. Eine Beeinflussung der Unterkühlungsfähigkeit durch das Festlegen des Blattes, das somit nicht bewegt wurde, kann nicht erfolgt sein. Wie man aus allen anderen Messungen feststellen kann, setzt in der unterkühlten Pflanze stets in der ganzen Pflanze, wie aus Blatt- und Stengeltemperatur hervorgeht, die Eisbildung fast gleichzeitig ein, sobald in einem Gewebeteil die Unterkühlung aufgehoben ist. Es konnte daher auch in den freistehenden Blättern keine Verhinderung der Unterkühlung stattgefunden haben.

Eine Unterkühlung der Pflanze läßt sich auch dann nicht vermeiden, wenn bei normaler Bewetterung die Pflanzen vor Beginn der Messung bei etwa 0° Lufttemperatur mit 1 bis 2° C warmem Wasser stark besprüht werden (Abb. 4). (Vgl. hierzu ebenfalls WARTENBERG 18.) Der Unterkühlungspunkt liegt in diesem Falle sogar um rund 1° C tiefer als bei nicht angefeuchteten Pflanzen. Außerdem ist die Temperatur von feuchten Blättern sehr stark an die der umgebenden Luft angepaßt. Dies kann so erklärt werden, daß die Verdunstung durch die Blätter, die sonst neben der Wärmeausstrahlung der Blattoberfläche in der Hauptsache zur Erniedrigung der Blattertemperatur unter die Temperatur der Luft beiträgt, fast völlig unterbleibt. Es bildet sich um die Blattoberfläche eine Hülle von wasserdampfgesättigter Luft. Die geringe Luftbewegung im normalbewetterten Tiefkühlgewächshaus reicht nicht aus, um einen Ausgleich mit der übrigen trockeneren Raumluft herbeizuführen. Inwieweit eine Wärmeabgabe durch das aufgesprühte Wasser an die Pflanze erfolgt (KESSLER u. KAEMPFFERT 4) läßt sich hier nicht entscheiden.

Eine sichere Vermeidung der Unterkühlung konnte erst dann erreicht werden, wenn die Blätter bei einer Temperatur von wenig über 0° C mit Eiskristallen bestreut und einige Kristalle auf das Blatt leicht aufgedrückt wurden, d. h. wenn also eine Impfung des Blattes mit Eiskristallen vorgenommen wurde. In diesem

Falle erfror das Blatt ohne vorherige Unterkühlung (vgl. Abb. 5).

Wurden die Blätter nach der bisher üblichen Methode angefeuchtet und mit Eiskristallen nur oberflächlich bestreut, dann war der Erfolg nicht eindeutig. Einige Pflanzen zeigten Unter-

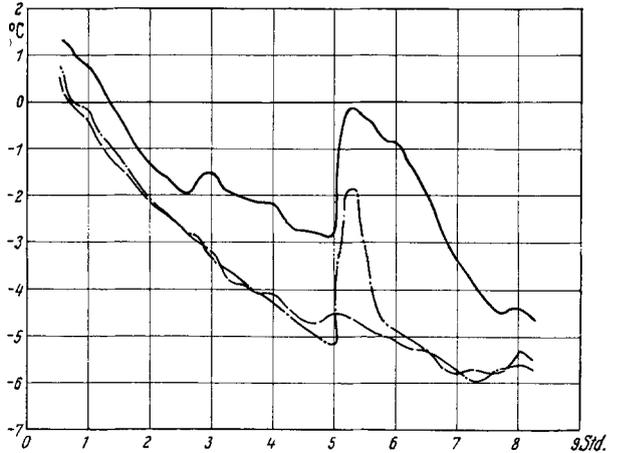


Abb. 4. Temperaturverlauf in einer erfrierenden Bohnenpflanze. Die Pflanze ist bei etwa 0° C Lufttemperatur mit Wasser besprüht worden. --- Lufttemperatur. - · - · - Blattertemperatur. — Stengeltemperatur.

kühlung, in anderen bildeten sich ohne Unterkühlung Eiskristalle. Die Unsicherheit, die dieser letzteren Methode anhaftet, ist in der

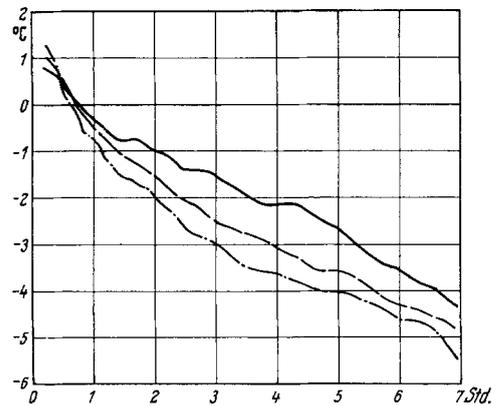


Abb. 5. Temperaturverlauf in einer erfrierenden Bohnenpflanze. Die Pflanze ist bei etwa 0° C Lufttemperatur mit Eiskristallen geimpft worden. --- Lufttemperatur. - · - · - Blattertemperatur. — Stengeltemperatur.

Hauptsache in zwei Punkten zu erblicken. Einmal muß dabei darauf geachtet werden, daß sowohl die Luft- wie auch die Pflanzentemperatur bereits so weit heruntergekühlt sind, daß die kleinen Eiskristalle nicht vorzeitig schmelzen. Zum anderen scheint bei dieser Methode nicht immer eine Verbindung zwischen Oberflächenfeuchtigkeit bzw. Oberflächeneis und dem Interzellularraum stattzufinden, wodurch eine Imp-

fung der Gewebeflüssigkeit erfolgen könnte. Durch das Aufdrücken der Eiskristalle kommt eine Impfung dagegen sicher zustande.

Mit diesen vorausgegangenen Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß ohne gründliche Vorkehrungen die Unterkühlung der Bohnenpflanze bei der künstlichen Selektion nicht verhindert werden kann. Es muß dabei schon zu Mitteln gegriffen werden, die in der Natur recht ungewöhnlich sind. Es kann daher sehr wohl angenommen werden, daß die Bohnenpflanze auch im Freiland, wo sie weit günstigeren klimatischen Bedingungen ausgesetzt ist (vgl. WARTENBERG 18) als bei den hier angeführten Versuchsbedingungen, unter normaler Einwirkung der Frühjahrsfröste vor der Eisbildung im Ge-

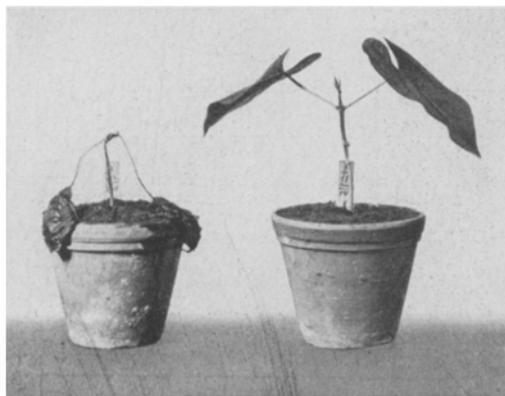


Abb. 6. Bohnenpflanzen gleicher Nachkommenschaft nach dem Kühlversuch (auf $-3,5^{\circ}\text{C}$ Lufttemperatur gekühlt).
Links: Mit Eiskristallen geimpft. — Rechts: Nicht geimpft.

webe unterkühlt wird. Dies konnte durch Temperaturmessungen an einer im Freiland aufgestellten Bohne (*Ph. vulg.* \times *Ph. mult.*) im Mai 1942 auch bestätigt werden. Bei $-2,5^{\circ}\text{C}$ Lufttemperatur (in 5 cm Höhe über freiem Ackerboden mit strahlungsfreiem RWD-Widerstandsthermometer gemessen) war in der Pflanze kein Eis gebildet worden. Die Pflanze war nur unterkühlt. Leider ließen sich diese Versuche nicht öfter wiederholen, da Maifröste in diesem Jahr in der näheren Umgebung der Forschungsstelle nur selten und zu gering waren.

Eine weitere Bestätigung dafür, daß Bohnen auch im Freiland unterkühlt werden, ist aus folgender Tatsache zu ersehen. Jede der hier untersuchten Bohnenpflanzen wurde getötet, wenn sich in ihrem Gewebe Eis gebildet hatte, gleichgültig, ob sie vor der Eisbildung unterkühlt oder ob durch Impfen mit Eiskristallen die Unterkühlung verhindert worden war. Wurde dagegen die Pflanze nur unterkühlt, dann trat keine Schädigung ein.

Für diese Untersuchungen wurden mehrere Bohnen der gleichen Nachkommenschaft gleichzeitig in der bereits beschriebenen Weise im Tiefkühlgewächshaus untersucht. Bei einem Teil der Pflanzen wurde die Unterkühlung durch Impfen mit Eis verhindert, die übrigen Pflanzen wurden unter normalen Bedingungen gehalten. Die Kühleinrichtung war für diese Versuche so eingestellt, daß sich die Luft um die Pflanze nur bis auf $-3,5^{\circ}\text{C}$ abkühlte. Nach etwa 4- bis 5stündiger Kühlung wurde die Luft wieder langsam erwärmt. Das Ergebnis dieser Versuche war: Alle Pflanzen, in deren Gewebe sich Eis gebildet hatte, waren getötet, alle nur unterkühlten Pflanzen blieben ungeschädigt. (Die Wirkung des Kühlversuchs auf eine mit Eis geimpfte und eine nicht geimpfte *Ph. vulg.* \times *Ph. mult.* ist aus Abb. 6 zu ersehen.) Da aber Bohnen aus der angeführten Kreuzung im Freiland Temperaturen bis unter -2°C aushalten können, kann dann auch hierbei nur Unterkühlung und keine Eisbildung stattfinden.

Mit diesen zuletzt besprochenen Versuchen ist die Annahme von RUDORF (10), daß *Phaseolus* nicht eisbeständig ist, ebenfalls bewiesen.

Bei der Betrachtung der Temperaturkurven fällt auf, daß die Temperaturen im Stengel stets höher sind als die des Blattes und ebenfalls höher als die Lufttemperaturen. Diese Tatsache ist auf die Wärmeleitung vom Boden in die Pflanze zurückzuführen. Es besteht demnach ein Temperaturgefälle in der Pflanze von der Wurzel nach den Blättern hin. Die Größe des Gefälles wird in der Hauptsache einmal von der Wärmeabgabe oder der Wärmezufuhr durch die Blätter bei der Aus- bzw. Einstrahlung und zum anderen von der Temperatur des Erdbodens abhängig sein. Es lag nahe anzunehmen, daß die Wärmezufuhr aus dem Boden für die Pflanzentemperatur und vielleicht gar für den Grad der Unterkühlbarkeit eine Rolle spielt. Wie sich ein größerer oder geringerer Wärmenachschub aus dem Boden auf den Temperaturverlauf in der Pflanze während des Kühlversuchs auswirkt, zeigen die Temperaturkurven in Abb. 7 und 8.

Bei diesen Messungen wurde einmal (Abb. 7) der Boden warm gehalten und ein anderes Mal stark abgekühlt (Abb. 8). In beiden Fällen wurde aber sonst unter gleichen Versuchsbedingungen gearbeitet. Die verschiedenen Bodentemperaturen konnten sehr einfach dadurch erreicht werden, daß der Boden vor dem Versuch angewärmt oder vorgekühlt wurde und dann die Blumentöpfe in ein großes Thermogefäß gestellt und somit wärmeisoliert waren. Bei der Messung in Abb. 7 kühlte sich so der Boden während der

6stündigen Versuchsdauer von 20° auf 10° C gleichmäßig ab. Der Boden wurde im Vergleich zur Lufttemperatur also ziemlich warm gehalten. Die Pflanze wird bei diesen Bodentemperaturen bis zu $-3,1^{\circ}$ Lufttemperatur unterkühlt. Bei der in Abb. 8 dargestellten Messung ist dem Boden bereits vor Beginn der Messung ein großer Teil der Wärme entzogen worden. Die Bodentemperatur beträgt zu Beginn $+4^{\circ}$ und kühlt sich während der Versuchsdauer von 6 Stunden auf -1° C ab. Die Unterkühlung wird in diesem Falle, im Gegensatz zum Versuch in Abb. 7, bei -4° Lufttemperatur aufgehoben. Bei niedrigen Bodentemperaturen und somit bei geringerem Wärmenachschub aus dem Boden läßt sich die Pflanze tiefer unterkühlen als bei höherem Wärmenachschub und höherer Bodentemperatur. Die größere Wärmezufuhr aus dem Boden macht sich in den höheren Pflanzentemperaturen, vor allem in der stärkeren Erwärmung des Stengels nach freiwerdender Kristallisationswärme (bis zu $+0,3^{\circ}$ C, also weit über den Gefrierpunkt des Zellsafts hinaus!) bemerkbar, die Eisbildung und damit das Erfrieren der Pflanze tritt aber hierbei wesentlich früher ein. Diese Tatsache, daß Pflanzen, die in warmem Boden stehen, bei höheren Temperaturen erfrieren als solche in kaltem Boden, kann mit seit längerem bekannten Beobachtungen, wonach turgorizonte Pflanzen leichter erfrieren als welke, in Einklang gebracht werden, da die Aufnahmefähigkeit von Wasser in stark gekühltem Boden gegenüber in warmem Boden für die Pflanze herabgesetzt wird. (Vgl. auch ULLRICH u. MÄDE 16.)

Welche neuen Erkenntnisse konnten nun aus den mitgeteilten Untersuchungen für die Selektion frostresistenter Bohnen gewonnen werden?

1. Bei Frostversuchen unter normalen Bedingungen ist bei der Bohne sowohl im künstlichen als auch im natürlichen Klima mit Unterkühlung zu rechnen.

2. Verhindert man die Unterkühlung, so daß die Pflanze nach Unterschreitung des Gefrierpunkts sogleich Eis bildet, dann wird kein positiver Selektionserfolg zu erwarten sein, weil auch die von uns untersuchte Auslese aus der Kreuzung *Phaseolus vulgaris* \times *Phaseolus multiflorus*, die bisher als kältebeständigste Bohne angesehen werden kann, nicht eisbeständig ist.

3. Der Grad der Frostresistenz — oder besser gesagt der Kälteresistenz — ist vom Grad der Unterkühlbarkeit abhängig.

4. Der Grad der Unterkühlung wird durch äußere Faktoren, z. B. Luftfeuchtigkeit oder Bodentemperatur, beeinflusst.

Zusammenfassend kann nach den vorangegangenen Ausführungen festgestellt werden, daß für die Selektion frostresistenter Bohnen die Unterkühlung von ausschlaggebender Bedeutung ist. Eine Tatsache, die außerdem den Schluß nahelegt, daß auch bei anderen Pflanzen, vor

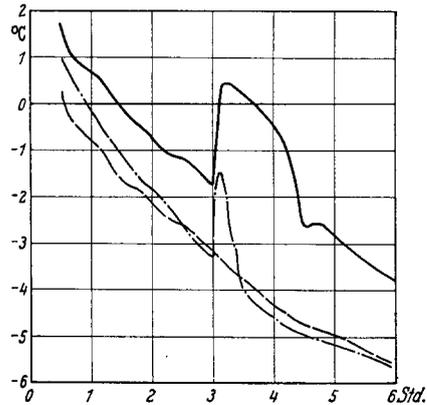


Abb. 7. Temperaturverlauf in einer erfrierenden Bohnenpflanze in warmem Boden.
--- Lufttemperatur. — Blatttemperatur. — Stengeltemperatur.
Bodentemperatur: Beginn der Messung 20° C, nach 6 Stunden 10° C.

allem bei nicht eisbeständigen, ähnliche Verhältnisse vorliegen werden. Wieweit die Unterkühlung für die Kälte- und Frostfestigkeitszucht

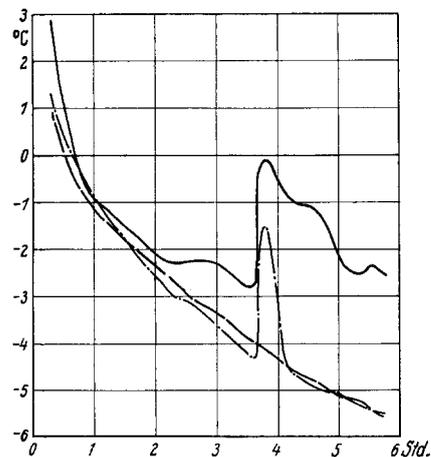


Abb. 8. Temperaturverlauf in einer erfrierenden Bohnenpflanze in kaltem Boden.
--- Lufttemperatur. — Blatttemperatur. — Stengeltemperatur.
Bodentemperatur: Beginn der Messung $+4^{\circ}$ C, nach 6 Std. -1° C.

tung unserer Kulturpflanzen überhaupt als ein Resistenzfaktor gelten kann, läßt sich auf Grund dieser Erkenntnisse natürlich noch nicht entscheiden. Dies nachzuprüfen bleibt eine Aufgabe des Pflanzenzüchters.

Literatur.

1. MÄDE, A.: Biokl. Beibl. I, II (1939). —
2. MÄDE A.: Wiss. Abh. D. R. f. W. 1942. —

3. MÄDE, A., u. W. RUDORF: Biokl. Beibl. 1938. 145. — 4. KESSLER, O. W., u. W. KAEMPFERT: Wiss. Abh. D. R. f. W. 6 (1940). — 5. MEZ, C.: Flora oder Allg. bot. Ztg. 94, 89 (1905). — 6. MOLISCH, H.: Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanze. Jena 1897. — 7. MÜLLER-THURGAU, H.: Landw. Jahrb. 1880. — 8. MÜLLER-THURGAU, H.: Landw. Jahrb. 1886. — 9. PFEFFER, J.: Pflanzenphysiologie 1904. — 10. RUDORF, W.: Z. ges. Kälteind. 8, 121 (1941). — 11. SCHAFFNITT, E.: Z. allg. Physiologie 1911. — 12. SCHANDER, R., u. E. SCHAFFNITT: Landw. Jb. 52, 1 (1911). — 13. SEEMANN, J.: In Vorbereitung. — 14. STELZNER, G.: Züchter 10, 271 (1938). — 15. ULLRICH, H., u. A. MÄDE: Planta 28, 344 (1938). — 16. ULLRICH, H., u. A. MÄDE: Planta 31, 251 (1940). — 17. VOIGTLÄNDER, H.: Cohns Beitr. z. Biol. d. Pfl. 9, 133 (1909). — 18. WARTENBERG, H.: Ernähr. Pflanze 34, 21 (1938). — 19. WIEGAND, K. M.: Bot. Gaz. 41, 373 (1906).

(Aus der Saatzucht der Terra AG., Aschersleben.)

Neues Zuchtziel bei der Tomatenzüchtung.

Von **Nikola Koleff**.

Die züchterische Arbeit mit der Tomate ist in den letzten Jahren sehr stark verbreitet, und immer wieder neue Zuchtziele sind aufgestellt, um frühreifende, ertragreiche, pilzfeste und lagerungsfeste Sorten für den Anbau bereitzustellen.

Die von tropischen und subtropischen Gebirgsländern Zentral- und Südamerikas stammende Tomatenpflanze findet nicht die günstigsten Bedingungen in Klima und Boden Mitteleuropas für vollkommenes Wachstum und Entwicklung. Große Schäden erleidet der Tomatenanbau durch Spät- und Frühfröste, die in einigen Gebieten häufige Erscheinungen sind. Kühle Sommertemperaturen wirken auch stark hemmend auf die Frucht reife der Tomaten ein.

Mit der Steigerung der wirtschaftlichen Bedeutung dieses wertvollen und in den letzten Jahren bereits zu einem wichtigen Volksnahrungsmittel gewordenen Gemüses steigt auch das Interesse der Züchter für die Tomatenpflanze. An einer ganzen Reihe in- und ausländischer Stätten wird die Tomate züchterisch bearbeitet, sowohl wissenschaftlich wie praktisch. Die Zuchtziele werden bestimmt einmal durch die Anforderungen der Märkte, zum anderen durch die Boden- und klimatischen Bedingungen in den einzelnen Anbaugebieten.

Eines der wichtigsten Ziele bei der Tomatenzüchtung ist die Schaffung frühreifer Sorten. Eine besondere Rolle bei der Erreichung dieses Zuchtzieles, wie überhaupt bei der züchterischen Arbeit mit der Tomate, spielt die Art *Lycopersicon racemigerum*, und zwar die Kreuzungen zwischen dieser Wildart und den verschiedenen Sorten der *Lyc. esculentum*.

Wie in Müncheberg festgestellt wurde (3), blüht und reift die Wildart *Lyc. racemigerum* durchschnittlich etwa 8—14 Tage früher als einige der besten Tomatensorten (Bonner Beste, Dänische Export).

Durch die Kreuzung der großfrüchtigen *Lyc. esculentum* mit der zwar frühreifen, aber kleinfrüchtigen Wildart *Lyc. racemigerum* konnten verhältnismäßig viele frühreife, aber nur eine geringe Zahl großfrüchtiger Pflanzen erhalten werden.

Nach HACKBARTH, LOSCHAKOWA u. v. SENGBUSCH (3) besteht eine starke positive Korrelation zwischen Frühblüte und Frühreife, sowie zwischen Fruchtknotengröße und Fruchtgewicht, so daß eine Selektion für Frühreife und Fruchtgewicht kurz nach Beginn der Blüte ziemlich erleichtert wird. Von FRIMMEL (1) wurde die Kreuzung zwischen den Sorten des Cooperstyps und den frühesten Typen der sehr gerippten Sorten Pomidori Arbanaski und Ficarazzi bei der Selektion auf Frühreife mit Erfolg benutzt.

Von großer Bedeutung bei der Tomatenzüchtung auf Frühreife ist die von SCHLÖSSER (7) festgestellte negative Korrelation zwischen Fruchtstandshöhe und Frühreife bei der Tomate. Nach SCHLÖSSER erfolgt die Reife um so früher, je niedriger ein Fruchtstand steht. In diesem Falle ist nicht die absolute Ansatzhöhe des ersten Blütenstandes über dem Boden entscheidend, sondern der Umstand, im wievielten Internodium er steht.

In den Gegenden mit kurzer Entwicklungsperiode ist von großer Bedeutung die Zahl der Früchte auf den ersten Blütenständen, die in dieser kurzen Zeit der Entwicklung die Reife erreichen können. Die Sorte Prinz Borgese ist ein typisches Beispiel einer überaus reichblütigen Tomatensorte. Diese Sorte ist aber sehr spät reif, und für den Massenanbau in Gegenden mit verhältnismäßig kurzer Entwicklungsperiode kann sie überhaupt nicht in Frage kommen. Wie FRIMMEL und LAUCHE (2) nachgewiesen haben, ist es durch Kreuzungen zwischen einer Früh-tomatensorte und den von ihnen mit gegabelten