

ger-Verlag 1924. — 48. MENDEL, G.: Experiments in Plant Hybridisation. MENDEL's original papers in English translation with Commentary and Assessment by the late Sir Ronald A. FISHER, edited by J. H. BENNETT. Edinburgh and London: Oliver & Boyd 1965. — 49. NÄGELI, C.: Ueber die abgeleiteten Pflanzenbastarde. Sitz. Ber. k. bayer. Akad. Wiss. München 1, 71—93 (1866). — 50. NÄGELI, C.: Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München und Leipzig: R. Oldenbourg 1884. — 51. NÄGELI, C., u. A. PETER: Die Hieracien Mittel-Europas. München: R. Oldenbourg 1885. — 51a. OLBY, R. C.: Origins of Mendelism. London: Constable 1966. — 52. OREL, V.: Die Publizität der klassischen Arbeit Gregor MENDELS vor der Wiederentdeckung im Jahre 1900. (Manuskript) 1965. — 53. PEARSON, K.: The Life, Letters and Labours of Francis GALTON. Vol. III a: Correlation, Personal Identification and Eugenics. Cambridge: University Press 1930. — 54. PETER, A.: Über spontane und künstliche Gartenbastarde der Gattung Hieracium sect. Piloselloidea. Englers Bot. Jahrb. 5, 203—286, 448—496 (1884); 6, 111—136 (1885). — 55. PLATT, R.: DARWIN, MENDEL and GALTON. Medical History 3, 87—99 (1959). — 56. PUNNETT, R. C.: An early Reference to MENDEL'S Work. Nature (London) 116, 606 (1925). — 57. RICHTER, O.: 9. Gregor MENDEL'S Reisen. Verh. naturf. Ver. Brünn 63, 1—11 (1931). — 58. RICHTER, O.: 75 Jahre seit MENDEL'S Großtat und MENDEL'S Stellungnahme zu DARWIN'S Werken auf Grund seiner Entdeckungen. Verh. naturf. Ver. Brünn 72, 110—173 (1940). — 59. RICHTER, O.: Johann Gregor MENDEL wie er wirklich war. Neue Beiträge zur Biographie des berühmten Biologen aus Brünns Archiven. Verh. naturf. Ver. Brünn 74 (2), 1—262 (1942). — 60. RIMPAU, W.: Kreuzungsprodukte landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Berlin: Parey 1891. — 61. ROBERTS, H. F.: Plant Hybridization before MENDEL. Princeton: University Press 1929. — 62. RODGERS, A. D.: Liberty Hyde BAILEY: a story of American Plant Sciences. Princeton: University Press 1949. — 63. ROYAL SOCIETY OF LONDON: Catalogue of Scientific Papers. Bd. 4 (1800—1863), 1870; Bd. 8 (1864—1873), 1879. — 64. ROMANES, G. J.: Hybridism. In: Encyclopedia Britannica 12, 422—426 (1881 bis 1895). — 65. SAJNER, J.: Gregor MENDEL'S Krankheit und Tod. Sudhoff's Archiv für Geschichte der Medizin u. der Naturwissenschaften (Wiesbaden) 47, 377—382 (1963). — 66. SAJNER, J.: G. MENDEL'S Memorial Symposium 1865—1965. Symposium on Mutational Process. 4.—7. August in Brünn und 9.—11. August 1965 in Prag (CSSR). Naturw. Rundschau 18, 201—202 (1965). — 67. SCHIFFNER, V.: Über Verbascum-Hybriden und einige neue Bastarde des Verbascum pyramidatum. Bibliotheca botanica 1, H. 3, 1—15 (1887). — 68. SCHINDLER, A.: Gedenkrede auf Prälat Gregor Joh. MENDEL anlässlich der Gedenktafelenthüllung in Heinzendorf, Schlesien, am 20. Juli 1902. Separatum 1902. — 69. SCHMALHAUSEN, I. (in russischer Transskription SCHMALGAUSEN): O rastitelnych pomesjach-nabljudenija iz peterburkof

flory. Dissertation Universität Petersburg 1874. — 70. SCHMALHAUSEN, I.: Beobachtungen über wildwachsende Pflanzenbastarde. Bot. Ztg. 33, 489—496, 505—508, 521 bis 534, 541—546 (1875 a). — 71. SCHMALHAUSEN, I.: Aufzählung der im Gouvernement von St. Petersburg vorkommenden Bastard- und Zwischenformen. Bot. Ztg. 33, 537—540, 553—560, 569—578 (1875 b). — 72. STOMPS, J.: On the rediscovery of MENDEL'S work by Hugo de VRIES. J. Hered. 45, 293—294 (1954). — 73. STUBBE, H.: Kurze Geschichte der Genetik bis zur Wiederentdeckung der Vererbungsregeln Gregor MENDEL'S. Beitrag 1 zu: Genetik. Grundlagen, Ergebnisse und Probleme in Einzeldarstellungen. Herausg. H. STUBBE. 2. Aufl. Jena: G. FISCHER Verl. 1965. — 74. TSCHERMAK-SEYSENEGG, E.: Über künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*. Ber. dtsh. bot. Ges. 18, 232—239 (1900 a). — 75. TSCHERMAK-SEYSENEGG, E.: Über künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*. Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Oesterreich 5, 465—555 (1900 b). — 76. TSCHERMAK-SEYSENEGG, E.: Historischer Rückblick auf die Wiederentdeckung der Gregor MENDEL'Schen Arbeit. Verh. Zool. Bot. Ges. Wien 92, 25—35 (1951 a). — 77. TSCHERMAK-SEYSENEGG, E.: The rediscovery of Gregor MENDEL'S work. An Historical Retrospect. J. Hered. (Washington) 42, 163—171 (1951 b). — 78. TSCHERMAK-SEYSENEGG, E.: 60 Jahre Mendelismus. Geschichte der Wiederentdeckung der MENDEL'Schen Vererbungsgesetze und ihre ersten Anwendungen auf Pflanze, Tier und Mensch. Verh. Zool. Bot. Ges. Wien 100, 14—25 (1960). — 79. VRIES, H. DE: Intracellulare Pangenesis. Jena: Fischer 1889 — (dto. in Hugo de VRIES Opera e peridicis collata 5, 1—149. Utrecht: A. Oosthoek 1918—1927). — 80. VRIES, H. DE: Sur la loi de disjonction des hybrides. C. R. Acad. (Paris) 26, 845—847 (1900 a). — 81. VRIES, H. DE: Das Spaltungsgesetz der Bastarde. Vorläufige Mitteilung. Ber. dtsh. bot. Ges. 18, 83—90 (1900 b). — 82. WEILING, F.: Die MENDEL-Gedächtnisfeiern in Brünn und Prag. Samen-fachhandel und Pflanzenzucht H. 10, 3—7 (1965 a). — 83. WEILING, F.: Die MENDEL'Schen Erbversuche in biometrischer Sicht. Biometr. Zeitschr. 7, 230—262 (1965 b). — 84. WEINSTEIN, A.: The reception of MENDEL'S paper by his contemporaries. Proc. X. Intern. Congr. of the History of Sciences. Ithaca 26. 8.—2. 9. 1962, p. 997—1001. Paris: Hermann 1962. — 85. WICHURA, M.: Die Bastardbefruchtung im Pflanzenreich, erläutert an den Bastarden der Weiden. Breslau: E. Morgenstern 1865. — 85a. WIDMER, E.: Die europäischen Arten der Gattung *Primula*. München: R. Oldenbourg 1891. — 86. ZIRKLE, C.: Some oddities in the delayed discovery of Mendelism. J. Hered. 55, 65—72 (1964).

**Nachtrag während der 2. Korrektur:** Anlässlich eines Forschungsaufenthaltes in Brünn fand Verf. September 1966 mit freundlicher Unterstützung durch den Leiter des Mendeleanus, Herrn Dr. OREL, in der ehemaligen Klosterbibliothek ein weiteres (fünftes) Exemplar der „Versuche über Pflanzen-Hybriden“.

## Beiträge zur Züchtungsforschung an Pflaumen

### IV. Untersuchungen zur Frostresistenz an Pflaumenklonen und -unterlagen

HORST MITTELSTÄDT

Institut für Acker- und Pflanzenbau der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin  
in Müncheberg

#### Contributions to breeding research on plums

#### IV. Experiments on frost resistance of plum clones and rootstocks

**Summary.** 1. During the winters of 1960/61, 1961/62 and 1962/63 a number of plum clones and stocks were tested outdoors for frost resistance. Artificial cold (−13 to −25 °C) was produced by means of a portable cooling system, taking natural temperature conditions into account.

2. Of the plum woods tested, the lowest frost resistance was found in *Prunus insititia* and *Prunus cerasifera*, particularly in the tetraploid clone B IV, 19.13 and the diploid clones B IV, 20.6 and B IV, 17.15. These types froze in December after 2 days of hardening at −20 °C;

only after 4 or more days of hardening was their frost resistance increased sufficiently to allow survival at −20 °C. After short warm spells in mid winter they became less hardy rapidly and froze at −15 °C. Prolonged thaw delayed their ability to acquire renewed frost resistance.

3. The hexaploid plum rootstocks 'Ackermann', 'Brünker' and 'Schwamborn 103' survived a temperature of −20 °C after a two day period of hardening; 'Naundorf 102' and 'Brompton' required four days. A short warm spell followed by two days of hardening reinstated their high frost resistance, but the relatively high sensitivity of these plums to frost made them lose this resistance again after only one day's exposure to warm weather: they froze at 24 °C.

4. Representatives of North American plum varieties such as *Prunus americana* and 'Assiniboine' showed the highest resistance to frost. After two days of hardening they survived  $-20^{\circ}\text{C}$  undamaged, a temperature of  $-25^{\circ}\text{C}$  after four days. Their resistance to cold was more stable than that of *Prunus cerasifera* and of the hexaploid strains.

5. An attempt was made to group the plums tested, using the characteristics "hardening" and "loss of hardening" as criteria.

6. Two methods for improving frost resistance in plums are suggested to breeders: 1. The production of progeny from hexaploid forms that show adequate resistance to frost; 2. Interspecific hybridization with North American species known to be frost resistant.

7. New means for the breeding of plum rootstocks must be used, and hardy diploid species are particularly suitable for this purpose.

### 1. Einleitung

Eine genaue Analyse und ausführliche Beschreibungen der Gewebeschäden, die durch künstliche Frosteinwirkung an Pflaumensorten hervorgerufen wurden, hat bereits MÜLLER (1939) vorgenommen. Der Autor war bestrebt, die von ihm auf Frostresistenz geprüften Pflaumensorten in eine Rangfolge einzustufen. Als Maßstab diente ihm der festgestellte Frostschaden nach künstlicher Frostbelastung. In seinen Gefrierexperimenten hat MÜLLER sorgfältig auf die Herkunft des Materials und die angewendete Gefriertemperatur, -zeit und -methode geachtet, hat aber die klimatischen Einflüsse, denen die Pflaumen bis zum Einsammeln der Reiser und bis zum Beginn der Frostversuche ausgesetzt waren, nicht erwähnt. Häufig wurde in früheren Arbeiten auf diesem Gebiet die vorangegangene, natürliche Temperatureinwirkung auf die Versuchspflanzen zu wenig beachtet (SORAUER, 1905; SCHWECHTEN, 1935).

Nach den heutigen Kenntnissen über die Bedeutung der Abhärtung für die Pflanzen ist es von großem Interesse, in direkten Frostversuchen den Einfluß des natürlichen Klimaverlaufs auf die Obstgehölze als Frostfaktor zu prüfen und kennenzulernen. Unter Abhärtung der Pflanzen gegen Frost ist „... die

tischer und geographischer Herkunft mit stark abweichenden Genqualitäten.

Es handelte sich im folgenden um 2 hexaploide Sorten: 'Große Grüne Reneklode' und 'Wangenheims Frühzwetsche', 1 diploide Sorte 'Assiniboine' — eine Selektion von *Prunus nigra* —, 5 Unterlagensorten vom *Prunus domestica*-Typ: 'Brompton', 'Ackermann', 'Brünker', 'Schwamborn 103' und 'Naundorf 102', 1 Unterlagensorte vom *Prunus cerasifera*-Typ: 'Myrobalane alba' und 18 Münchberger Zuchtklone. Von diesen stammen 3 von hexaploiden *Prunus domestica*-Sorten ab; die restlichen sind diploide Kreuzungsnachkommenschaften von *Prunus cerasifera* mit Ausnahme vom Klon B IV, 19, 13, der tetraploid ist (MURAWSKI und BLASSE, 1954). Eine Selektion von *Prunus insititia*, eine Selektion von 'Assiniboine': (Assiniboine 455) u. *Prunus americana* vervollständigten das Untersuchungsmaterial.

Die meisten Sorten und Zuchtklone konnten wiederholt in einem Winter zu verschiedenen Terminen gefrostet werden. Zu diesem Zweck waren die Versuchspartellen in mehrfacher Wiederholung angelegt worden. Die Maße der Partellen betragen  $4\text{ m}^2$ , auf der maximal 200 einjährige Sämlinge oder 7 Sorten zu je 10 Individuen aufgepflanzt werden konnten.

Die Frosttemperaturen für die Gefrierversuche erzeugte ein Gefrierhaus, das von Parzelle zu Parzelle gefahren werden kann (MURAWSKI, 1961). Im Frühjahr wurde der frostbedingte Schaden an Hand des Knospenaustriebs und in der ersten Juli-Hälfte das Trieb- und Blattwachstum festgestellt. Die zweite Bonitur diente uns zur Bestimmung der 'Überwindungsresistenz', die jedoch in der vorliegenden Arbeit nicht gesondert betrachtet wird. Gleichzeitig mit der zweiten Bonitur stellten wir auch den Holz- und Rindenschaden fest; er wurde nach dem Grad und dem Ort der Verfärbung ermittelt, wozu wir uns eigens eine Bonitierungstabelle anfertigten.

Es bedeutet:

#### Zerstörtes Gewebe

0 = ohne Schaden

1 = Mark, Sklerenchymparenchym, stellenweise Primärholz und letzte Holzzuwachszone

2 = Primärholz, letzte Holzzuwachszone, stellenweise (selten) Sekundärrinde und Kambium

3 = stellenweise stark geschädigte Sekundärrinde, leichtgeschädigtes Kambium und Holzmarkstrahlen

4 = Sekundärrinde, Holzmarkstrahlen, stellenweise stark geschädigtes Kambium, stellenweise Holz und Primärrinde

5 = alle Gewebeteile des Sprosses erfroren

durch äußere Umstände bedingte Zunahme der Frostresistenz“ zu verstehen (JEREMIAS, 1956). Diesem Frostresistenz-Faktor soll vorliegende Arbeit besonders Rechnung tragen.

### 2. Material und Methoden

Im Verlaufe mehrerer Winter untersuchten wir insgesamt 30 Pflaumentypen unterschiedlicher gene-

#### Merkmale am Sproßquerschnitt

keine Bräunung

hellbraunes Mark, brauner Ring in der Rindenmitte

dunkelbraunes Mark, dunkelbrauner Ring in der Rindenmitte, hellbrauner Ring um den Holzkörper und um das Mark

Schwarzbraunes Mark, schwarzbrauner Ring in der Rindenmitte, brauner Ring um Holz und Mark, stellenweise hellbraunes Gewebe zwischen Holz und dem schwarzbraunen Rindengewebe

äußerer, dunkelgrüner Ring der Rinde, Holz stellenweise leicht gebräunt, alle anderen Gewebepartien braun bis schwarzbraun

total braun

Über weitere Einzelheiten der Versuchsmethoden wurde früher schon berichtet (MITTELSTÄDT, 1965).

### 3. Ergebnisse

In der vorliegenden Arbeit können nur einige vergleichbare und typische Ergebnisse besprochen werden. Sie charakterisieren jedoch das Wesentliche der Frostresistenz von Pflaumengehölzen. Die Schilde-

Tabelle 1. Gefrierversuche im Freiland an einigen Pflaumenklonen und Sämlingen von 'Myrobalane alba' im Winter 1960/61 mittels eines fahrbaren Gefrierhauses.

Versuchs-Nr.	Versuchsdatum	Temperatur des Gefrier-versuchs °C	Dauer der künstlichen Frostbelastung Std.	Zustand der Pflanzen vor dem Gefrier-versuch	Selektionen von <i>Pr. cerasifera</i>									
					Knospenaustrieb der Versuchspflanzen im Frühjahr in %					Holz/Rindenschäden der Versuchspflanzen				
					B IV, 19, 13	B IV, 20, 6	B IV, 17, 7	B IV, 17, 15	Myrobalane alba	B IV, 19, 13	B IV, 20, 6	B IV, 17, 7	B IV, 17, 15	Myrobalane alba
5	2. — 5. 1. 61	-15	85	enthärtet 1 Tag	13	15	50	22	38	2,0	2,0	1,7	2,1	2,0
15	10. — 14. 2. 61	-6; -9; -13; -20	91	ohne Härtung	48	54	90	57	66	1,7	1,7	1,2	1,4	1,2
22	1. — 2. 3. 61	-13	35	ohne Härtung	3	3	12	1	3	3,9	3,9	2,9	4,1	3,8
23	2. — 5. 3. 61	-5; -9; -15; -19	60	ohne Härtung	23	16	30	11	19	3,3	3,2	2,8	3,3	3,6

rung aller Versuche würde zu umfangreich werden, zumal die vielen Versuche für eine Überprüfung der relativen Frostresistenz angelegt worden waren und nicht nur zur Untersuchung ihres dynamischen Verhaltens gegen Frost wie beim Apfel (MITTELSTÄDT, 1965). In den Schilderungen der Ergebnisse wird daher die Frostresistenz nur von einigen der geprüften Sorten und Auslesen berücksichtigt. Es kam uns insbesondere auf eine Analyse des dynamischen Verhaltens der Pflaumengehölze gegen Frost an, und dazu eigneten sich mehrere Versuche nicht, da sie ohne Wiederholung angelegt waren.

### 3.1. Versuchsergebnisse des Winters 1960/61

*Versuch 5.* Seit dem 27. 12. 60 wurde milder Frost registriert. Die Minimatemperaturen erreichten in Bodennähe nicht ganz  $-3^{\circ}\text{C}$ . Am 1. 1. 61 erwärmten sich die Luftmassen, und zwar sehr rasch. Am 2. 1. um 10,00 Uhr bei einer Freilandtemperatur von  $0^{\circ}\text{C}$  begann der Versuch, der bis zum 5. 1. andauerte. Die gewünschte Versuchstemperatur von nur  $-15^{\circ}\text{C}$  wurde innerhalb einer Stunde erreicht. Die Wahl der geringen Frosttemperatur erfolgte auf Grund der veränderten Temperaturverhältnisse.

Wie aus den frostbedingten Schäden, die in Tabelle 1 zusammengefaßt wurden, hervorgeht, waren die Pflaumensorten infolge der Warmwetterperiode enthärtet worden, obwohl die Lufterwärmung nicht länger als einen Tag andauerte. Die frostbedingten Schäden an den Pflaumengehölzen sind

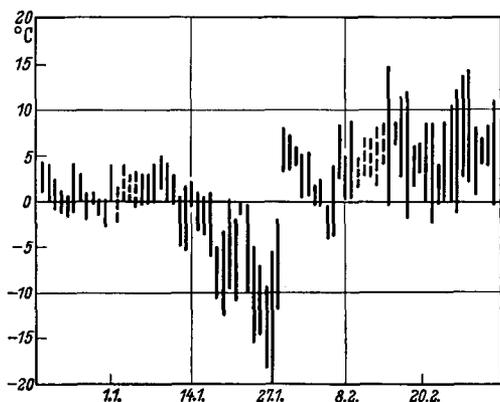


Abb. 1. Temperaturverlauf im Winter 1960/61 — Unterbrochene Linien: Zeit der Frostbehandlung.

trotz der geringen Frostbelastung sehr erheblich. Mit Ausnahme von B IV, 17,7 (nur 50% Knospenausfall) erfroren an den Pflaumtypen B IV, 17,15, B IV, 20,6 und B IV, 19,13 durchschnittlich 80% aller Knospen. Etwas besser erwiesen sich dagegen die Pflanzen von 'Myrobalane alba', sie besaßen noch rund 40% intakte Knospen.

*Versuch 15.* Seit dem 7. 2. 61 begann bereits der frühlingshafte Temperaturanstieg mit einem Tagesmaximum über  $+5^{\circ}\text{C}$  und seit März über  $+10^{\circ}\text{C}$ , während nur kurzfristig leichter Frost auftrat (Witterungsbericht für Groß-Berlin, Bezirk Potsdam, Frankfurt (Oder) und Cottbus, 1960 und 1961, Abbildung 1).

Am 10. 2. um 11,00 Uhr bei einer Lufttemperatur von  $+4^{\circ}\text{C}$  begann der Versuch, der bis zum 14. 2. dauerte. Erfahrungsgemäß war uns bekannt, daß die Pflanzen innerhalb von 4 Warmwettertagen enthärtet werden. Wir wendeten daher eine künstliche Stufenhärtung von 24stündigen Intervallen an. Die Temperaturstufen betragen:  $-6$ ,  $-9$ ,  $-13$  und  $-20^{\circ}\text{C}$ . Bei der tiefsten Stufe wurden die Versuchspflanzen 18 Stunden belassen. Durch die Stufenhärtung erreichten wir eine ausreichende Frosthärtung, so daß nur geringe Frostschäden zu verzeichnen waren (Tab. 1).

Dennoch zeigten sich zwischen den Typen deutliche Unterschiede. So hatte B IV, 17,7 fast schadlos die Frostbelastung überstanden (erfrorene Knospen: 10%, Holz/Rindenschäden: Note 1,2). Weit größer waren die Erfrierungen an B IV, 17,15, B IV, 20,6 und 'Myrobalane alba' (erfrorene Knospen: 30–50%, Holz/Rindenschäden: Note 1,2–1,7). Am empfindlichsten erwies sich der tetraploide Klon B IV, 19,13. Die 10 Pflanzen dieses Klones zeigten nur noch einen Austrieb von 48%.

*Versuch 22.* Nach einer 23tägigen, frühlingshaften Witterung waren die zu prüfenden Pflaumengehölze soweit enthärtet, daß eine Frostbelastung von  $-13^{\circ}\text{C}$  (Versuchsbeginn 1. 3. 61, Versuchsdauer 35 Std.) sie fast restlos vernichtete (Tab. 1). Nur vereinzelt entfalteten sich wenige Knospen dicht oberhalb des Erdbodens. Den relativ geringsten Schaden zeigte B IV, 17,7 mit 12% Knospenaustrieb und Holz/Rindenschäden der Noten 2,9 im Gegensatz zum Austrieb der anderen Pflaumen-

typen von nur 1–3% und Holz/Rindenschäden der Noten 3,8–4,1.

*Versuch 23.* Obwohl die Pflaumengehölze, bedingt durch die Witterung, total enthärtet waren und schwellende Knospen besaßen, konnten wir ihre Frostverträglichkeit durch eine stufenweise Abhärtung erneut etwas erhöhen. Die angewendeten Stufen betragen  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (14 Std.),  $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$  (16 Std.),  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  (20 Std.). Bei der tiefsten von  $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$  verblieben die Pflanzen 10 Stunden. Wie die Ergebnisse in Tabelle 1 zeigen, waren im Gegensatz zu den Ergebnissen des Versuchs 22 im Durchschnitt 10–20% weniger Knospen und nur das oberste Drittel der Triebe erfroren. Infolgedessen verzeichneten wir auch an den Klonen B IV, 17,15, B IV, 20,6 und B IV, 19,13 wesentlich geringeren durchschnittlichen Holz/Rindenschäden. Unter den gegebenen Umständen erwies sich B IV, 17,7 wieder als widerstandsfähigster Klon: 30% aller Knospen trieben bei ihm aus, im Gegensatz zu 11% bei B IV, 17,15, 16% bei B IV, 20,6, 23% bei B IV, 19,13 und 19% bei 'Myrobalane alba'. Durch eine Auswahl anderer Kühlzeiten für die einzelnen Stufen, auch durch Wahl anderer Temperaturstufen (Differenzen 2–3 °C) ist sicherlich eine noch bessere Abhärtung als im geschilderten Versuch zu erzielen, um dadurch auch am Ende des Winters die Frostverträglichkeit bereits natürlich enthärteter Obstgehölze erneut und wesentlich zu steigern (KRASAVZEV, 1961). Zum Ausgang des Winters vernichteten strenge Fröste bereits enthärtete Obstgehölze nur dann, wenn sie als plötzlicher Kälteeinbruch ohne langsame Temperaturübergänge auftreten und den Pflanzen die Möglichkeit zur Kälteadaptation fehlt.

3.2. Gefrierversuche des Winters 1961/62

In diesem Winter konnten Vertreter der diploiden Pflaumengruppe nordamerikanischer Herkunft und eine *Prunus-insititia*-Auslese geprüft werden. Als Vergleichssorten wählten wir 'Myrobalane alba', den diploiden *Prunus cerasifera*-Klon B IV, 17,7 und den

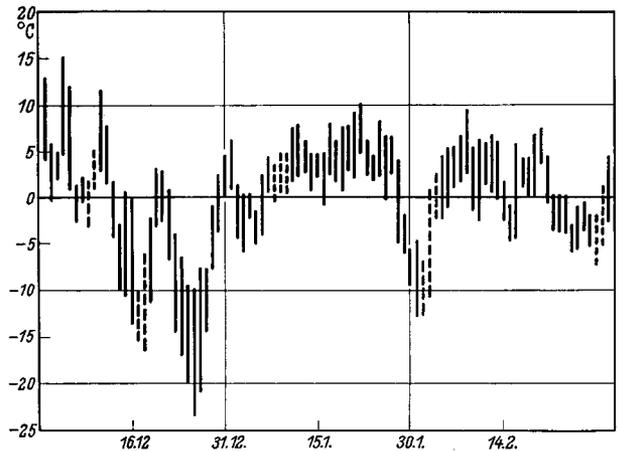


Abb. 2. Temperaturverlauf im Winter 1961/62 – Unterbrochene Linien: Zeit der Frostbehandlung.

tetraploiden *Prunus cerasifera*-Klon B IV, 19,13, deren Frostresistenz uns bereits bekannt war.

*Versuch 30.* Nach einer 2tägigen, mäßigen, abhärtenden Witterung wurden am 9. bis 10. 12. die Versuchspflanzen ohne Übergang mit Frosttemperaturen von  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  belastet (Abb. 2).

Unter diesen Umständen erfroren die Vergleichssorten 'Myrobalane alba', B IV, 19,13 und auch B IV, 17,7 sowie *Prunus insititia* fast restlos. Erstaunlich war dagegen die Resistenz der nordamerikanischen Pflaumengehölze. Besonders ist hierbei 'Assiniboine' hervorzuheben. Sie zeigte im Frühjahr einen durchschnittlichen Knospenaustrieb von 82% und nur einen Rindenschaden der Note 1,3 (Tab. 2).

*Versuch 32.* Nach einer kurzen Zwischenerwärmung vom 10.–12. 12. sank die Außentemperatur kontinuierlich ab (tiefster Wert  $-13,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  am 16. 12. 61). Unter diesen Bedingungen hatten sich ausnahmslos alle Pflaumengehölze gut gehärtet. Bei einer Frosttemperatur von  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , die vom 17. bis 18. 2. 62 auf die Gehölze einwirkte, war kein nennenswerter Schaden zu verzeichnen (Tab. 2).

Tabelle 2. Gefrierversuche im Freiland an verschiedenen Pflaumentypen im Winter 1961/62 mittels eines fahrbaren Gefrierhauses.

Versuchs-Nr.	Versuchsdatum	Temperatur während des Gefrier-versuches °C	Dauer der künstlichen Frostbelastung Std.	Zustand der Pflanzen vor dem Gefrier-versuch	Knospenaustrieb der Versuchspflanzen im Frühjahr in %						Holz/Rindenschaden der Versuchspflanzen							
					B IV, 19,13	B IV, 17,7	<i>Pr. insititia</i>	Assiniboine	Assiniboine 455	<i>Pr. americana</i>	Myrobalane alba	B IV, 19,13	B IV, 17,7	<i>Pr. insititia</i>	Assiniboine	Assiniboine 455	<i>Pr. americana</i>	Myrobalane alba
30	9. – 10. 12. 61	-20	40	schwach gehärtet 2 Tage	3	5	1	82	27	21	5	4,5	3,7	3,9	1,3	2,1	2,5	4,2
32	17. – 18. 12. 61	-20	24	erneut gehärtet 4 Tage	99	99	98	99	100	100	99	2,0	1,5	0,9	1,1	0,9	1,0	1,7
39	8. – 10. 1. 62	-18	54	enthärtet 1 Tag	20	30	16	99	88	87	20	2,0	2,0	1,7	1,0	1,0	1,0	2,0
41	1. – 3. 2. 62	-24	52	erneut gehärtet 4 Tage	13	45	15	99	100	87	12	2,5	1,7	1,9	1,3	1,1	1,3	2,0
49	1. – 2. 3. 62	-21	48	erneut gehärtet 8 Tage	10	46	16	97	93	80	25	2,4	2,1	1,3	1,1	1,3	1,1	2,4

*Versuch 39.* Großen Schaden verursacht eine plötzliche Frostbelastung an Pflaumengehölzen, wenn diese zuvor enthärtet wurden, auch wenn die Enthärtung nur einen Tag lang andauerte und dieser Vorgang sich im Januar abspielte. Vom 8.—10. 1. waren die Versuchspflanzen einer Frostbelastung von  $-18^{\circ}\text{C}$  für 24 Stunden ausgesetzt.

Sehr starke Knospenschäden und erfrorene Triebspitzen kennzeichneten die Versuchspflanzen. Der Knospenschaden betrug bei ihnen durchschnittlich 70—80%. Die *Prunus insititia*-Auslese war ebenfalls fast restlos erfroren. Dagegen betrug für die nordamerikanischen diploiden Typen der Knospenschaden nur 1—13% mit Noten 1 für die Holz/Rindenschäden. Offensichtlich besaßen sie noch eine sehr gute Abhärtung, die zur Charakteristik ihrer Frostresistenz gehört, und stellen damit einen deutlichen Gegensatz zu den geprüften Pflaumen der *Prunus cerasifera*-Gruppe dar.

*Versuch 41.* Nach längerem mildem Winterwetter sank die Temperatur gegen Ende der letzten Januardekade auf Tiefstwerte von  $-13^{\circ}\text{C}$ . Die Versuchspflanzen dieser Parzelle hatten vor Beginn des Versuchs, am 1. 2., 4 Tage unter dem Einfluß natürlicher Kälte gestanden. Die Versuchstemperaturen betragen für 52 Std.  $-23^{\circ}\text{C}$ .

Unter den in Tabelle 2 aufgezeichneten Ergebnissen fällt besonders auf, daß keine oder nur geringe Erfrierungen an 'Assiniboine', 'Assiniboine 455' und *Prunus americana* zu verzeichnen waren. Diese Ergebnisse charakterisierten abermals die größere Frostresistenz dieser Pflaumen gegenüber 'Myrobalane alba', *Prunus insititia* und den Zuchtklonen B IV, 19,13 und B IV, 17,7. Nach der mehrwöchigen Enthärtung reichte eine 4tägige, natürliche Abhärtung offenbar nicht aus, um die Frostresistenz dieser Pflaumengehölze erneut so zu steigern wie bei den nordamerikanischen. Von den Vergleichssorten läßt lediglich der Klon B IV, 17,7 eine als mittelmäßig zu bezeichnende Frostresistenz erkennen. Der Klon ist aber weitaus resistenter als B IV, 19,13, *Prunus insititia* und 'Myrobalane alba'. Bereits in den Gefrierversuchen des Winters 1960/61 konnten wir seine relativ bessere Frostverträglichkeit im Gegensatz zu den übrigen Klonen feststellen.

*Versuch 49.* Ähnliche Ergebnisse erhielten wir nach einem Gefrierversuch am 1. 3. 62. Obwohl vor Beginn dieses Versuchs die Gehölze sogar einer 8tägigen, abhärtenden Temperatur ausgesetzt waren, zeigten die Versuchspflanzen, 'Myrobalane alba' und *Prunus insititia*, bedeutende Erfrierungen (Tab. 2). Wahrscheinlich kann bei diesen Pflaumen trotz wöchentlicher, abhärtender Temperaturbeeinflussung im Nachwinter die Frosthärte nicht mehr in der Weise gesteigert werden wie im Dezember oder Januar (Versuch 32, 63 und 68). Was bei Äpfeln ohne weiteres möglich ist, gelingt bei diesen Pflaumen nicht. Im Gegensatz dazu verkörpern die diploiden, amerikanischen Pflaumen den für unser Klimagebiet erwünschten Typ der Resistenz. Ihr Verhalten gegenüber unseren winterlichen Klimaverhältnissen gleicht in vieler Hinsicht den frostresistenten Äpfeln.

### 3.3. Gefrierversuche des Winters 1962/63

Im Winter 1962/63 prüften wir hauptsächlich Pflaumenunterlagen. Um das Verhalten der Unterlagen besser einschätzen zu können, wurden in jeder Parzelle zum Vergleich Pflanzen des Zuchtklons B IV, 19,6 und 'Myrobalane alba' mit aufgepflanzt. Der Temperaturverlauf des Winters 1962/63 in Münchenberg ist in Abbildung 3 dargestellt worden.

*Versuch 62.* Nach einer längeren Wärmeperiode Mitte Dezember begann am 17. 12. 62 die den gan-

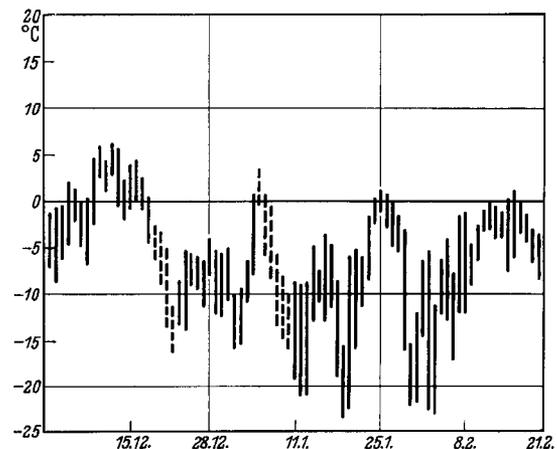


Abb. 3. Temperaturverlauf im Winter 1962/63 — Unterbrochene Linien: Zeit der Frostbehandlung.

Tabelle 3. Gefrierversuche im Freiland an einigen Pflaumenunterlagen im Winter 1962/63 mittels eines fahrbaren Gefrierhauses.

Versuchs-Nr.	Versuchsdatum	Temperatur während des Gefrier-versuchs $^{\circ}\text{C}$	Dauer der künstlichen Frostbelastung Std.	Zustand der Pflanzen vor dem Gefrier-versuch	Knospenaustrieb der Versuchspflanzen im Frühjahr in %						Holz/Rindenschaden der Versuchspflanzen							
					Ackermann	Brünker	Schwaborn 103	Naundorf 102	B IV, 19,6	Brompton	Myrobalane alba	Ackermann	Brünker	Schwaborn 103	Naundorf 102	B IV, 19,6	Brompton	Myrobalane alba
62	19.—20. 12. 62	-21	51	gehärtet 2 Tage	81	78	74	50	2	40	2	2,4	4,0	2,9	2,9	4,7	4,0	4,4
63	21.—23. 12. 62	-24	40	gehärtet 4 Tage	84	81	89	92	95	97	95	2,3	3,1	2,5	2,8	1,9	2,9	3,5
67	5.—7. 1. 63	-24	60	enthärtet 1 Tag	6	1	5	10	1	1	1	4,0	4,7	3,8	3,9	4,8	4,6	4,7
68	7.—10. 1. 63	-24	68	erneut gehärtet 2 Tage	80	80	74	52	80	40	80	1,9	3,1	2,1	2,4	2,5	3,3	2,1

zen Winter bestimmende Kälteperiode. Am 19. 12., also nach 2tägiger Abhärtungszeit, belasteten wir die Versuchspflanzen mit einer Frosttemperatur von  $-21^{\circ}\text{C}$  51 Std. lang. Die Temperatur sank innerhalb von 3,5 Std. von  $-5^{\circ}\text{C}$  Lufttemperatur zu Beginn des Versuchs auf die gewählte Versuchstemperatur.

Wie aus dem Zahlenmaterial in Tabelle 3 hervorgeht, ergaben sich, abgesehen von 2 Ausnahmen, nur geringe bis mittelmäßige Knospenerfrierungen. Die Werte für den Holz/Rindenschaden lehren jedoch, daß das Material mäßig abgehärtet war. Den geringsten Schaden insgesamt gesehen zeigte 'Ackermann' (Knospenschaden: 19%, Holz/Rindenschaden: Note 2,4); es folgt 'Schwamborn 103' (Knospenschaden: 26%, Holz/Rindenschaden: Note 2,9). 'Brünker' mit einem Knospenschaden von nur 22% wies jedoch einen Holz/Rindenschaden der Note 4,0! auf. Die restlichen Unterlagen der *Prunus domestica*-Gruppe, 'Naundorf 102' und 'Brompton', zeigten 50–60% Knospenausfälle, unterschieden sich jedoch deutlich im Holz/Rindenschaden. Totale Frostschäden erlitten die Unterlage 'Myrobalane alba' und der Klon B IV, 19,6. Beide gehören zur diploiden Formengruppe von *Prunus cerasifera* (Abb. 4).

**Versuch 63.** Bis zum Beginn des Versuchs 63, am 21. 12., waren die Lufttemperaturen stetig abgesunken. Die Frostresistenz aller Sorten hatte sich offensichtlich stark erhöht, denn es wurden nach der 40-stündigen Frostbelastung von  $-24^{\circ}\text{C}$  nur geringe Frostschäden verzeichnet. Ein deutlicher Unterschied zwischen den einzelnen Sorten konnte nicht festgestellt werden.

**Versuch 67.** Am 4. 1. registrierte die Wetterstation in Müncheberg eine Frostmilderung. Der Tageshöchstwert betrug  $+0,8^{\circ}\text{C}$  und die tiefste Nachttemperatur vom 4. zum 5. 1. nur  $-0,4^{\circ}\text{C}$ . Bei einer Lufttemperatur von  $+1,5^{\circ}\text{C}$  wurden die Pflaumengehölze am Vormittag des 5. 1. mit einer Gefriertemperatur von  $-24^{\circ}\text{C}$ , die nach 2,5 Std. erreicht wurde, belastet.

Wie aus den Versuchsergebnissen hervorgeht, erlitten sämtliche Pflaumensorten Totalschaden. Nur noch ein geringer Prozentsatz von Knospen an der Stammbasis der Gehölze trieb im Frühjahr aus (Abb. 5). Die Ergebnisse bestätigten unsere Kenntnis



Abb. 4. Versuch 62, 6 Pflaumenunterlagen und ein Vergleichsklon, Versuchsbeginn: 19. 12. 1962, nach erneuter 2tägiger Abhärtung, Frostbelastung  $-21^{\circ}\text{C}$ .  
1. Reihe (v.l.n.r.) B IV, 19,6; 2. Reihe 'Brünker'; 3. Reihe 'Brompton';  
4. Reihe 'Myrobalane alba'; 5. Reihe 'Schwamborn 103'; 6. Reihe 'Ackermann';  
7. Reihe 'Naundorf 102'.

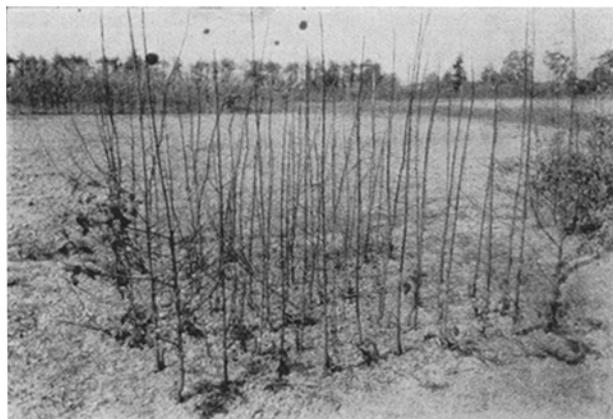


Abb. 5. Versuch 67, 6 Pflaumensorten und ein Vergleichsklon, Versuchsbeginn: 5. 1. 1963 nach kurzfristiger Erwärmung, Frostbelastung  $-24^{\circ}\text{C}$ .

von der allgemeinen raschen Enthärtungsfähigkeit der Pflaumen. Diese negative Eigenschaft der Pflaumengehölze ist besonders in diesem Versuch sehr auffällig. Infolge der vorangegangenen, natürlichen Witterung mit tiefen Frostgraden, die relativ lange andauerten, wäre trotz dieser unbedeutenden kurzfristigen Temperaturerhöhung in Nullpunkt-Nähe eine ausreichende Abhärtung zu erwarten gewesen, wie sie von Apfelsorten bekannt ist (MITTELSTÄDT, 1965). Dabei muß berücksichtigt werden, daß die fehlende Toleranz bis  $-24^{\circ}\text{C}$  nicht bedeuten muß, daß  $-20^{\circ}$  von den Pflaumengehölzen nicht vertragen werden konnten.

Nach der kurzfristigen Erwärmung vom 4. 1. bis zum 6. 1. setzten sich wieder kalte Luftmassen durch, und die Temperaturgrade fielen rapide. Die Außentemperatur betrug am 7. 1., als der Versuch begann,  $-12^{\circ}\text{C}$ . Die Gefriertemperatur von  $-24^{\circ}\text{C}$  wurde innerhalb von 2 Std. erreicht und dauerte 68 Std. an.

Nach dieser verhältnismäßig kurzen Kälteeinwirkung hatten sich die Pflaumensorten abgehärtet. Der Knospenschaden war bei den meisten Sorten einheitlich; er betrug bei 'Ackermann', 'Brünker', 'Myrobalane alba', B IV, 19,6 nur 20% und bei 'Schwamborn 103' 26%. Stärkere Erfrierungen erlitten 'Naundorf 102' (48%) und 'Brompton' (60%).

Die Sortenunterschiede deuten an, daß die Unterlagenarten 'Naundorf 102' und 'Brompton' nicht die gleiche Fähigkeit wie die übrigen Sorten besitzen, nach kurzfristiger Abhärtung die schon einmal vorhandene Frostresistenz (Toleranz für  $-24^{\circ}\text{C}$ , Versuch 63), die vorübergehend verloren gegangen war, wiederzuerlangen.

Die Vergleichssorten 'Myrobalane alba' und B IV, 19,6 erwiesen sich in dem Versuch 62 deutlich frostanfälliger gegenüber den 5 Unterlagenarten. Das zeigte sich ganz besonders am Holz/Rindenschaden, der an ihnen am höchsten war. Auffallend war dagegen ihre gute Resistenz im Versuch 68. Obwohl nur die gleiche Abhärtungszeit zur Verfügung stand wie im Versuch 62 und die Gefriertemperatur sogar durchschnittlich um  $3^{\circ}\text{C}$  tiefer lag, zeigten sie sehr geringen Frostschaden an Knospen, Holz und Rinde. Es ist möglich, daß das unterschiedliche Verhalten trotz ähnlicher Versuchsbedingungen auf den Abhärtungsfaktor zurückzuführen ist. Zu Beginn des Winters reichten offenbar 2 Tage abhärtender Temperaturen noch nicht aus, um die Frostresistenz der

beiden Vergleichssorten so zu steigern wie bei den 5 Unterlagensorten. Nach der kurzfristigen Erwärmung war die Abhärtung soweit verloren gegangen, daß  $-24^{\circ}\text{C}$  nicht mehr toleriert werden konnten. Das bedeutet jedoch nicht, daß die Abhärtung gänzlich fehlte. Ein gewisser Abhärtungsgrad muß noch vorhanden gewesen sein, der sogar noch etwas größer gewesen sein muß als im Versuch 62 und der somit innerhalb von 2 Frosttagen wieder gesteigert werden konnte, so daß danach ein annähernd gleicher Resistenzgrad bestand wie zuvor (Versuch 63). Das bedeutet, daß B IV, 19,6 und 'Myrobalane alba' am 19. 12., also am Winteranfang, noch nicht abgehärtet waren, um  $-21^{\circ}\text{C}$  zu tolerieren. Nach der kurzfristigen Erwärmung waren sie jedoch nicht völlig erhärtet und nach 2 darauffolgenden Frosttagen erneut abgehärtet, um  $-24^{\circ}\text{C}$ , lediglich mit geringen Schäden, zu überstehen.

Die Knospenschäden an den Unterlagensorten 'Ackermann', 'Brünker', 'Schwamborn 103', 'Naundorf 102' und 'Brompton' sind in den Versuchen 62 und 68 gleich groß, jedoch die Schäden an Holz und Rinde sind im Versuch 62 an den genannten Sorten eindeutig größer. Diese unterschiedlichen Holz/Rindenschäden deuten ebenfalls darauf hin, daß die Abhärtung der Gehölze bis zum Beginn des Versuchs 62 unvollkommen war.

#### 4. Besprechung der Ergebnisse

##### 4.1. Abhärtung und Frostresistenz

Die Frostresistenz ist keine statische Eigenschaft oder Erscheinung von Pflanzen, sondern ein dynamischer Prozeß. Das wird deutlich, wenn Pflanzen starken Frostbelastungen nach Ablauf verschiedener Witterungsercheinungen eines Winters ausgesetzt werden. Diese Dynamik wird nach unseren heutigen Kenntnissen in erster Linie von dem Witterungsablauf hervorgerufen. Mit Beginn der kalten Jahreszeit steigt die Frostresistenz an, und zwar um so mehr, je länger die Kälte auf die Pflanzen einwirkte. Diese Vorgänge werden Abhärtung genannt (SCARTH, 1944). In dieser Zeit durchlaufen die pflanzlichen Zellen verschiedene physiologische Prozesse, die eine Art Anpassung an die Kälte hervorrufen und den kältegehärteten Pflanzen eine Toleranz gegenüber tiefen Frostgraden ermöglichen. Wie tief die Temperaturen sein dürfen, um toleriert werden zu können, hängt von der Abhärtungszeit und von der Fähigkeit der Pflanzen ab, sich in einer bestimmten Zeit abhärten zu können. Nach unseren heutigen Kenntnissen kann die Ansicht, daß die Frostresistenz von einem sogenannten „Kälteprodukt“ abhängen soll, nicht mehr aufrechterhalten werden (SCHWECHTEN, 1935). Es ist durchaus nicht egal, ob Temperaturen mit hoher Intensität und kurzer Dauer oder geringer Intensität mit langer Dauer auf die Pflanzen einwirken. Eine lange Kühldauer härtet nämlich die Pflanzen ab, wogegen schon eine kurzfristige tiefe Frosttemperatur die Pflanzen erheblich oder sogar total schädigt, wenn sie ungehärtet gefroren werden.

Diese allgemeine Charakteristik der Frostresistenz wird außerdem noch von entwicklungsphysiologischen Faktoren verändert; das ergab sich aus den Untersuchungen der Pflaumen im Vergleich zu den Äpfeln. Bekanntlich führt eine Erwärmung kälte-

gehärteter Pflanzen zum teilweisen oder totalen Verlust ihrer Frostresistenz. Auch diese Erscheinung ist von der Einwirkungsdauer der Wärme und den Sorteneigenschaften abhängig (MITTELSTÄDT, 1965). Gerade hierbei zeigte es sich nun, daß Pflaumen und Äpfel unterschiedlich reagieren. Eine kurzfristige Erwärmung von nur einem Tag führt zu einem teilweisen Verlust der Kältehärtung an Pflaumengehölzen. Äpfel sind dagegen deutlich stabiler. Die Ursache wird in einer früheren Entwicklungsbereitschaft der Pflaumengehölze gesehen. Offenbar besitzen sie ein geringeres Kältebedürfnis und treiben leichter aus und verlieren infolgedessen ihre aktuelle Frostresistenz, denn bekanntlich ist aktives oder in Aktivität übergetretenes Pflanzengewebe sehr frostempfindlich.

##### 4.2. Verhalten der Sorten gegenüber Frost

Die Ergebnisse der Gefrierversuche an Pflaumensorten gestatten, eine grobe Einschätzung der Frostresistenz vorzunehmen. Für die Aufgliederung der geprüften Pflaumensorten in eine Rangliste ihrer Frostresistenz ließen wir uns von der Reaktionsfähigkeit der Pflaumengehölze auf abhärtende Temperaturen während des Winters leiten. Nur die Sorten wurden zu Gruppen zusammengestellt, die unter den gewählten Versuchsbedingungen 0–50% erfrorene Knospen hatten (Tab. 4).

Betrachten wir zunächst die Gruppen, die nach dem Merkmal „Abhärtung“ aufgestellt wurden. Auf Grund der Ergebnisse scheint es zweckmäßiger zu sein, innerhalb der Abhärtungsgruppen zwischen „Winteranfang“ und „Mittwinter“ sowie „künstliche Abhärtung“ zu unterscheiden. Die erste Gruppe setzt sich zusammen aus den Sorten 'Assiniboine', 'Ackermann', 'Brünker' und 'Schwamborn 103'. Diese Sorten besitzen die Fähigkeit, nach einer 2tägigen abhärtenden Kälteperiode am Winteranfang  $-20^{\circ}\text{C}$  zu tolerieren. Sie sind dann auf Grund dieser Fähigkeit den anderen geprüften Sorten und Klonen in der Frostresistenz deutlich überlegen. Erst eine weitere Abhärtungszeit von 2 Tagen (am Winteranfang) erzeugt für die Sorten 'Assiniboine 455', *Prunus americana*, 'Naundorf 102', 'Brompton', 'Myrobalane alba' und B IV, 19,6 die gleiche bzw. eine noch bessere Toleranz nämlich bis  $-24^{\circ}\text{C}$  (4. Gruppe). Unter den gleichen Vorbedingungen erzielen die Sorten *Prunus insititia* und B IV, 19,13 nur eine Frostverträglichkeit bis  $-20^{\circ}\text{C}$  (5. Gruppe). Die 2. Gruppe, vertreten durch 'Ackermann', 'Brünker', 'Schwamborn 103' und B IV, 19,6 erreicht dagegen bereits nach einer 2tägigen erneuten Kälteperiode im Mittwinter eine Toleranz bis  $-24^{\circ}\text{C}$ . In diesem Versuch erwiesen sich die Unterlagensorten 'Brompton' und 'Naundorf 102' relativ frostanfälliger. Das berechtigt ihre Einordnung in die 4. Gruppe, denn auch zu Beginn des Winters zeigten sich an diesen Sorten erhebliche Frostschäden nach einer 2tägigen Kälteperiode. Für die vergleichende Zusammenstellung der Sortenresistenz haben wir die Ergebnisse eines Versuchs mit Stufenhärtung herangezogen. Er dokumentiert eindrucksvoll die relativ größere Frostverträglichkeit des Klones B IV, 17,7 nach einer langfristigen Warmwetterperiode während des Mittwinters 1960/61, die sich offenbar durch die künstliche Frosteinwirkung innerhalb von 3 Tagen

Tabelle 4. Versuch einer Rangordnung einiger Pflaumensorten nach ihrer Frostresistenz.

## 1. Merkmal: Härtung

1	2	3	4	5	6
2 Tage gehärtet, (Winterbeginn) Toleranz bis $-21^{\circ}\text{C}$	2 Tage gehärtet, (im Mittwinter, nach kurzer Erwärmung) Toleranz bis $-24^{\circ}\text{C}$	3 Tage (künstlich) gehärtet, Toleranz bis $-21^{\circ}\text{C}$	4 Tage gehärtet (Winteranfang) Toleranz bis $-24^{\circ}\text{C}$	4 Tage gehärtet, Toleranz bis $-20^{\circ}\text{C}$	mehr als 4 Tage Härtung nötig für eine Toleranz bis $-20^{\circ}\text{C}$
Assiniboine Ackermann Erünker Schwamborn 103	B IV, 19,6 Ackermann Brünker Schwamborn 103 Myrobalane alba	B IV 17,7	Assiniboine 455 <i>Pr. americana</i> Naundorf 102 Brompton Myrobalane alba B IV, 19, 6	B IV, 19, 13 <i>Pr. insititia</i>	B IV, 17, 15 B IV, 20, 6

## 2. Merkmal: Enthärtung

1	2
1 Tag enthärtet, Toleranz bis $-20^{\circ}\text{C}$	1 Tag enthärtet, Toleranz bis $-15^{\circ}\text{C}$
Assiniboine Assiniboine 455 <i>Pr. americana</i>	B IV, 17, 7

erneut entwickelt hatte (3. Gruppe). Bedeutend geringer war in diesem Fall die Frostverträglichkeit von 'Myrobalane alba' und besonders B IV, 17,15, B IV, 20,6 und B IV, 19,13. Die Klone B IV, 17,15 und B IV, 20,6 benötigen wahrscheinlich eine noch längere Abhärtungszeit, als sie in den Versuchen vorkam, um bei den angewendeten Gefriertemperaturen überleben zu können (6. Gruppe).

Nehmen wir eine Rangordnung nach dem Merkmal „Enthärtung“ vor, so können wir nur 2 Gruppen aufstellen. Die erste enthält 'Assiniboine', 'Assiniboine 455' und *Prunus americana*. Ihr Merkmal ist eine Frostresistenz für  $-18^{\circ}$  bis  $-20^{\circ}\text{C}$  nach einer eintägigen, winterlichen Erwärmung. Der Klon B IV, 17,7 verträgt unter ähnlichen Vorbedingungen nur noch  $-15^{\circ}\text{C}$ . Wie rasch die allermeisten Pflaumengehölze enthärtet werden können beweist die Tatsache, daß die Klone B IV, 19,13, B IV, 20,6 und B IV, 17,15 nach einer eintägigen Erwärmung durch eine Versuchstemperatur von nur  $-15^{\circ}\text{C}$  sehr stark geschädigt wurden. Diese Tatsache ist negativ zu bewerten, weil diese Vorgänge bereits in den ersten Januararten beobachtet wurden, also zu einer Zeit, in der unter ähnlichen Versuchsbedingungen an Apfelsorten kein Frostschaden festgestellt wurde (MITTELSTÄDT, 1965). Die geringe Stabilität der Pflaumenklone wird noch dadurch unterstrichen, daß der Klon B IV, 17,7, der gerade noch in die zweite Gruppe eingestuft werden konnte (Tab. 4), nach einer Enthärtungszeit von einem Tag (Versuch 39) eine Versuchstemperatur von  $-18^{\circ}\text{C}$  nicht mehr verträgt und  $-24^{\circ}\text{C}$  den totalen Frosttod hervorruft. Auf Grund der geschilderten Tatsachen ist es leicht einzusehen, daß die Pflaumengehölze am Ende des Winters nach mehr als zotägiger Erwärmung erst recht keine Toleranz, auch nicht mehr für  $-10^{\circ}\text{C}$ , besitzen.

Nach unseren bisherigen Befunden besitzt 'Assiniboine' und mit einem geringen Abstand 'Assiniboine 455' sowie die Wildform *Prunus americana* die beste

Frostresistenz. Die Unterlagensorten 'Ackermann', 'Brünker' und 'Schwamborn 103' können wir nicht so günstig beurteilen, da eine kurzfristige Erwärmung einen deutlichen Resistenzverlust verursacht. Der größte Teil der Pflaumensorten zeigt erst nach 4 und mehr Tagen ein günstiges Frostresistenzverhalten, das jedoch innerhalb eines Tages durch eine Warmwetterperiode verloren gehen kann.

## 4.3. Schlußfolgerungen für die Züchtung

Die Erfahrungen der Vergangenheit lehren, daß die Formengruppen von *Prunus domestica* in hohem Grade frostanfällig sind. Um den Anbau hochqualitativer Pflaumensorten zu fördern, ist die Verbesserung ihrer Frostresistenz eine sehr dringende Forderung. Seitdem bekannt ist, daß frostresistente Obstsorten diese Eigenschaft in starkem Maße an ihre Nachkommenschaften vererben, hat der Züchter die Möglichkeit, bei geeigneter Wahl der Kreuzungspartner und mit Hilfe sicherer Selektionsverfahren neue und frostresistente Obstsorten zu züchten. Außerordentlich wichtig ist dafür die Kenntnis der Frostresistenz der Sorten, die in die engere Wahl als Kreuzungspartner gelangen.

Zur Verbesserung der Frostresistenz können verschiedene Wege beschritten werden. Am unkompliziertesten erscheint uns die Kreuzung von ausreichend frostresistenten hexaploiden Formen und Selektion auf Frostresistenz in der Nachkommenschaft. Bis jetzt läßt sich jedoch über den Erfolg eines derartigen Programms noch nichts sagen, da in dieser Richtung die Arbeiten noch nicht umfangreich genug durchgeführt werden. Bei der Kreuzung hexaploider Formen untereinander sind keine Fertilitätsstörungen zu erwarten wie nach Artbastardierungen.

Eine zweite Möglichkeit, die Frostresistenz zu verbessern, ist durch Artbastardierung gegeben. Die Gruppe der Pflaumen enthält Arten, die über eine als gut zu bezeichnende Frostresistenz verfügen und deren Einbeziehung in die Züchtung zur Verbesserung des Resistenzmerkmals Frost Fortschritte erwarten lassen. Besonders Sorten der diploiden Arten *Prunus americana* und *Prunus nigra* sind hier zu nennen. Die in unseren Versuchen als sehr frostresistent erkannte Sorte 'Assiniboine' würde z. B. die erwünschten Voraussetzungen für die Verbesserung der Frostresistenz von Pflaumen mitbringen. Über die Möglichkeiten einer systematischen Artbastardierung

liegen umfangreiche Untersuchungen vor (ENDLICH u. MURAWSKI, 1962; ROUSI, 1964; RYBIN, 1936 u. 1951).

Weniger ist bisher bekannt über die auf diesem Wege erreichte Steigerung der Frostresistenz der erhaltenen Bastarde. Hierzu sind weiterhin entsprechende Versuche notwendig, um die geeignetsten Kombinationen mit der besten Frostresistenz zu gewinnen. Durch die Ausnutzung aller züchterischen Möglichkeiten für die Herstellung eines geeigneten Ausgangsmaterials wird es gelingen, ausreichende Frostresistenz mit guter Fruchtqualität zu vereinen.

Neue Wege müssen auch bei der Unterlagenzüchtung beschritten werden, da *Prunus cerasifera*, die am meisten benutzte Pflaumenunterlage, über eine zu geringe Frostresistenz verfügt. Für die Unterlagenzüchtung sind daher besonders die diploiden frostharten Arten von Bedeutung. Sie können direkt für die Unterlagenzüchtung oder nach Kreuzung mit *Prunus cerasifera*, deren Verträglichkeit mit den Kultursorten besser ist, verwendet werden.

### Zusammenfassung

1. In den Wintern 1960/61, 1961/62 und 1962/63 wurde mit künstlicher Kälte ( $-13$  bis  $-25$  °C), die ein fahrbares Kälteaggregat erzeugte, die Frostresistenz von Pflaumenzuchtmaterial und einer Reihe von Pflaumenunterlagen im Freiland geprüft. Besondere Berücksichtigung fand dabei der natürliche Temperaturverlauf.

2. Von den geprüften Pflaumengehölzen zeigte die geringste Frostresistenz eine Auslese von *Prunus insititia* und die Auslesen von *Prunus cerasifera*, besonders der tetraploide Klon B IV, 19,13, die diploiden Klone B IV, 20,6 und B IV, 17,15. Diese Typen erfroren nach einer zweitägigen, natürlichen Abhärtung im Dezember bei  $-20$  °C; erst nach einer längeren Abhärtungszeit von 4 Tagen und mehr war ihre Frostresistenz gesteigert worden, so daß sie  $-20$  °C schadlos überlebten. Nach kurzfristigen, witterungsbedingten Erwärmungen im Mittwinter wurden diese Formen derart schnell enthärtet, so daß sie bei Temperaturen um  $-15$  °C erfroren. Nach längerem Tauwetter im Mittwinter erlangten sie nur sehr langsam eine erneute Frostresistenz.

3. Insgesamt etwas besser zu beurteilen waren einige hexaploide Unterlagensorten, wie 'Ackermann', 'Brünker' und 'Schwamborn 103'. Sie tolerierten nach ztägiger Abhärtung  $-20$  °C; 'Naundorf 102' und 'Brompton' jedoch erst nach 4 Tagen. Ebenso stellt sich nach einer kurzfristig erfolgten Erwärmung nach ztägiger, erneuter Abhärtung wieder eine hohe Frostresistenz ein. Die relative Frostempfindlichkeit der geprüften Unterlagen kam darin zum Ausdruck, daß sie nach einer eintägigen Erwärmung im Mittwinter bei  $-24$  °C total erfroren.

4. Die beste Frostresistenz zeigten Vertreter der nordamerikanischen Pflaumen, wie *Prunus americana* und 'Assiniboine'. Bereits nach einer zweitägigen Abkühlung Anfang Dezember überlebten sie schadlos  $-20$  °C; nach 4 Tagen  $-25$  °C. Ihre erreichte Frost-

resistenz war auch bedeutend stabiler als die der geprüften Auslesen von *Prunus cerasifera* und der hexaploiden Unterlagen.

5. Es wurde der Versuch unternommen, einige der geprüften Pflaumentypen nach ihrer Frostverträglichkeit zu gruppieren, wobei die Merkmale „Abhärtung“ und „Enthärtung“ Berücksichtigung fanden.

6. Zur Verbesserung der Frostresistenz der Pflaumen werden der Züchtung zwei Wege vorgeschlagen: 1. Herstellung von Nachkommenschaften aus genügend frostresistenten hexaploiden Formen; 2. Artbastardierungen mit bekannt frostresistenten Arten nordamerikanischer Herkunft.

7. Neue Wege müssen auch in der Unterlagenzüchtung beschritten werden. Es wäre sinnvoll, dafür besonders diploide frostharte Arten als Kreuzungspartner zu berücksichtigen.

Herrn Dr. H. MURAWSKI möchte ich für die wertvollen Anregungen und Hinweise zu dieser Arbeit meinen herzlichsten Dank aussprechen; ebenso Frau U. HEIN für die technische Assistenz.

Die Angaben über den Temperaturverlauf der Winterstammen aus den Aufzeichnungen der Agrarmeteorologischen Versuchsstation Müncheberg des MHD der DDR. Für die freundliche Mitteilung der Werte danke ich Herrn Dr. KOITZSCH ganz besonders.

### Literatur

1. ENDLICH, J., und H. MURAWSKI: Beiträge zur Züchtungsforschung von Pflaumen. III. Untersuchungen an Artbastarden von *Prunus spinosa* L.  $\times$  *Prunus cerasifera* Ehrh. und die Frage der Entstehung von *Prunus domestica* L. Der Züchter **32**, 121–133 (1962). — 2. JEREMIAS, K.: Zur Physiologie der Frosthärtung unter besonderer Berücksichtigung von Winterweizen. Planta (Berl.) **47**, 81–104 (1956). — 3. KRASAVZEV, O. A.: Die Härtung von Laubgehölzen für extrem niedere Temperaturen (russ.). Izvestija Akad. Nauk SSSR **26**, 228–232 (1961). — 4. MITTELSTÄDT, H.: Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel. VIII. Untersuchungen zur Frostresistenz an Sorten, Unterlagen und Zuchtmaterial. Der Züchter **35**, 311–327 (1965). — 5. MÜLLER, G.: Untersuchungen über die Kältefestigkeit der Pflaumensorten. Z. f. Pflanzenzüchtung **23**, 91–144 (1939). — 6. MURAWSKI, H.: Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel. VI. Untersuchungen über die Vererbung der Frostresistenz an Sämlingen der Sorte Glogierowka und Jonas Hannes. Der Züchter **31**, 52–57 (1961). — 7. MURAWSKI, H., und W. BLASSE: Untersuchungen an autotetraploiden Formen von *Prunus cerasifera* Ehrh. I. Morphologische, pomologische und cytologische Untersuchungen. Der Züchter **24**, 4–11 (1954). — 8. OLDÉN, E. J.: The present work with stone fruits in Balsgård. Vorgetragen auf der Eucarpia 1964 in Balsgård. — 9. ROUSI, A.: Cytological studies on the pentaploid hybrid *Prunus spinosa*  $\times$  *domestica*. Der Züchter **34**, 51–59 (1964). — 10. RYBIN, W. A.: Spontane und experimentell erzeugte Bastarde zwischen Schwarzdorn und Kirschkpflaume und das Abstammungsproblem der Kulturpflaume. Planta **25**, 22–58 (1936). — 11. RYBIN, W. A.: Experimentelle Ergebnisse zu Fragen der Bastard-Natur der Hauspflaume *Prunus domestica* L. (russ.). Trudy krymskogo Filiala Akademii Nauk SSSR **1**, 45–61 (1951). — 12. SCARTH, G. W.: Cellphysiological studies of frost resistance: a review. New Phytol. **43**, 1–12 (1944). — 13. SCHWECHTEN, A.: Untersuchungen über die Kältefestigkeit von Obstunterlagen. Gartenbauwiss. **9**, 575–616 (1935). — 14. SORAUER, P.: Experimentelle Studien über die mechanischen Wirkungen des Frostes bei Obst- und Waldbäumen. Landw. Jahrbücher **35**, 469–525 (1905).