

Gebieten besitzen. Anfänger oder theoretisierende, ein Steckenpferd reitende Beamte versagen bzw. werden kaum Erfolg haben. Die Arbeitsvorbereitung, die Gerätefrage, die Arbeitsorganisation, Arbeitsablauf und Menschenführung müssen in ihrer Vielfalt im Zusammenhang beherrscht werden. Darüber hinaus ist es nötig, daß ein klares Urteil über Leistungsfragen, insbesondere über die zeitliche Auswirkung von Fehlern besteht. Betriebsüberprüfungen und -beratungen schützen den Arbeitslehrer, in ein theoretisches „Lehrwissen“ zu verfallen. Er wird gezwungen, in der Vielfalt der Praxis sein Wissen und Können immer wieder zu prüfen und lernt Grenzen und Schwerpunkt der Einsatzmöglichkeiten von Gerät, Arbeitsablauf und der möglichen geforderten Leistung kennen.

Literatur

1. Leistungssteigerung in der Waldarbeit. RdErl. d. Rfm. v. 22. 7. 1944 - Sp. 163, 0400 - 344 -.
- 2. Erhebungen über Betriebsverhältnisse. Sonderdruck des ehemaligen Reichsforstamtes.
3. Betriebsprüfungsbericht D für Einsatz deutscher Arbeitskräfte. Sonderdruck des ehemaligen Reichsforstamtes.
- 4. Erhebungsbogen über Arbeitstechnik und Arbeitsleistung des Landes Hessen (Lehrbetrieb Rhoden und Mehrenberg).
- 5. PLATZER: Erfahrungen mit dem EHT. Forst u. Holz 1949, S. 227.
- 6. PLATZER: Erfahrungen mit arbeits technischen Betriebsüberprüfungen im Raum Süd-Niedersachsen. Forst- u. Holzwirt 1955, S. 91.

Winterfrostschäden 1955/56 im Forstlichen Exotenversuchsgelände Grafrath¹

Von R. DIMPFLMEIER

*Veröffentlichung aus dem Institut für Forstsaamenkunde und Pflanzenzüchtung der
Forstlichen Forschungsanstalt München*

Im Grafrather Versuchsgelände (sog. Heinrich-Mayr-Garten) werden seit 1881 viele ausländische Baumarten auf ihre Anbauwürdigkeit erprobt (3). Im Gegensatz zu den einzelstammweisen Anpflanzungen der botanischen Gärten werden hier die fremdländischen Baumarten vorwiegend waldmäßig in Horsten, in Klein- und Mischbeständen angebaut. So ergeben sich für die forstliche Praxis aus diesen langfristigen Anbauversuchen wertvolle Hinweise auf die klimatischen Ansprüche, die Wuchsleistung und Holzgüte, die Krankheitsresistenz und über das ökologische Verhalten dieser fremdländischen Bäume. In Fortführung der schon über 70 Jahre sich erstreckenden Beobachtungen sollen nachfolgend die Wirkungen des ungewöhnlichen Winters 1955/56 auf die im Grafrather Pflanzgarten und im Exotengelände vorhandenen fremdländischen Baumarten geschildert und mit den Erfahrungen aus dem strengen Winter 1928/29 (1) verglichen werden.

I. Witterungsablauf im Winter 1955/56

Die überaus milde und niederschlagsreiche Witterung im Dezember und Januar mit Temperaturen, die südlich der Donau im Durchschnitt um + 2 ° bis + 3 ° C über den

¹ Manuskript bei der Schriftleitung am 31. 8. 1956 eingegangen.

langjährigen Mittelwerten für diesen Zeitabschnitt lagen, bewirkte ein vorzeitiges Erwachen der Pflanzenwelt. Die Bäume kamen in Saft, die Knospen schollen stark an und alle Vegetation bereitete sich auf den nahenden Frühling vor. Um so vernichtender wirkte sich der in den letzten Januartagen plötzlich einsetzende Witterungsumschwung aus. Die hereinbrechenden Wellen außerordentlich kalter russischer Polarluft brachten die für diese Jahreszeit viel zu weit fortgeschrittene Entwicklung der Pflanzen schlagartig zum Stillstand. Diese Kaltluftmassen aus dem Osten verursachten in Süddeutschland den kältesten Februar seit Beginn der amtlichen Wetterbeobachtungen. Dabei wichen die Tagesmittelwerte der Temperatur um -5°C bis -20°C von den Normalwerten ab. Im Grafrather Versuchsgarten wurde am 10. Februar 1956 in 2 m Höhe die Tiefsttemperatur von $-29,5^{\circ}\text{C}$ gemessen. In den Tal- und Muldenlagen und an den windexponierten Stellen des Versuchsgartens mag dieser Temperaturwert noch unterschritten worden sein. In der letzten Februarwoche und im Monat März entsprachen die Durchschnittswerte wieder etwa den langjährigen Mittelwerten. Die täglichen Temperaturschwankungen waren jedoch sehr stark und betrug bis zu 30°C . Gerade diese Tatsache hat sich auf die Entwicklung der Blüten bei den frühblühenden Baumarten, vor allem bei Erle und Lärche, besonders schädlich ausgewirkt. Der nachfolgende kalte April und der durch häufigen Wechsel von Warmluftvorstößen und Kaltluftereinbrüchen gekennzeichnete Mai blieben ebenfalls nicht ohne Wirkung auf die Frühjahrsentwicklung unserer Waldbäume (2).

II. Beobachtungen aus dem Versuchsgelände Grafrath

Zunächst einige Standortangaben:

Der Forstliche Versuchsgarten Grafrath liegt etwa 7 km nördlich des Ammersees und gehört geologisch dem Jungmoränengebiet an. Die Jahresmitteltemperatur (1881–1931) beträgt $7,2^{\circ}\text{C}$, die Mitteltemperatur der Monate Mai bis August $14,7^{\circ}\text{C}$. Von den durchschnittlich 880 mm Jahresniederschlägen entfallen auf die Vegetationszeit von Mai bis August 434 mm.

An Bodenarten sind vertreten:

1. Ziemlich flachgründiger, steiniger Kieslehm Boden mit geringem Feinerdeanteil und Kiesuntergrund
2. Mittel- bis tiefgründiger sandiger Lehmboden mit Mergeluntergrund
3. Alluviale Ablagerungen mit anmoorigen und vernästen Teilflächen.

Diese wenigen, keineswegs erschöpfenden Hinweise sollen etwaige Vergleiche erleichtern, aber zugleich auch erinnern, daß unter anderen standörtlichen Verhältnissen sich abweichende Beobachtungen und Folgerungen ergeben können.

A. Schäden im Pflanzgarten

In Saat- und Verschulbeeten konnte eine Vielzahl ausländischer Jungpflanzen in ihrer Anfälligkeit gegen Winterschäden beobachtet werden. Alle Sämlinge und Jungpflanzen haben, soweit sie unter der schützenden Schneedecke Unterschlupf finden konnten, den strengen Winter gut überstanden. Die älteren und höheren Pflanzen, die mit ihrem Gipfeltrieb über die Schneedecke herausragten, wurden z. T. stark beschädigt. Meist waren die Gipfeltriebe, zumindest aber die Gipfelknospen erfroren. Dank der Schutzwirkung des Schnees blieben die unteren Pflanzenteile gesund, und der Schaden beschränkte sich vorwiegend auf Zwieselbildung oder buschigen Aufwuchs der Jungpflanzen.

Besonders stark betroffen wurden neben unserer einheimischen Tanne fast alle fremdländischen Tannenarten.

Bei *Abies grandis*, *Abies cephalonica* und *Abies nordmanniana* waren große Unterschiede in der Frostgefährdung je nach Herkunft zu beobachten. Auch die bei

uns bereits als eingebürgert geltende Douglasie hat starke Schädigungen erlitten, aber dank ihres Aushilfvermögens sich sehr rasch erholt. Erwähnenswert sind die starken Schäden bei *Picea orientalis*, die geringen, aber doch deutlich erkennbaren Schwächungen bei *Tsuga canadensis*, *Tsuga heterophylla*, *Acer argutum*, *Thuja plicata* und *Thujopsis dolabrata*.

Bei *Amorpha fruticosa*, einer strauchförmigen Leguminose aus den Südstaaten der USA, die in letzter Zeit für den Unterbau und zur Bodenverbesserung in Pappelkulturen in der „harten Au“ empfohlen wird, zeigten sich zunächst starke Erfrierungen an den Trieben und Knospen, die zu den schlimmsten Befürchtungen Anlaß gaben. Erstaunlicherweise hat sich diese Strauchart bis Mitte Juli wieder so gut erholt, daß nennenswerte Folgeschäden nicht mehr ersichtlich sind.

Gut überstanden haben im Pflanzgarten diesen kalten Winter alle Fichten-, Lärchen-, Kiefern- und Erlenpflanzungen und fast alle angezogenen Arten dieser Gattungen. Die Tannenkreuzungen *Abies nordmanniana* ♀ × *Abies concolor* ♂ und *Abies grandis* ♀ × *Abies concolor* ♂ waren weitgehend kälteresistent.

Zahlreiche 80–140 cm hohe Exemplare des Urveltmammutbaumes *Metasequoja glyptostroboides* blieben ohne jegliche Schäden. Es wäre sehr hoffnungsvoll, wenn sich diese erst seit wenigen Jahren in Erprobung befindliche Baumart neben der vermuteten Rauchfestigkeit auch noch als winterhart erweisen würde.

Im Pappelgarten konnten nur an *Populus deltoides* (Marsh.) erfrorene Triebspitzen beobachtet werden, während in anderen Teilen Bayerns 2jährige Pappel-

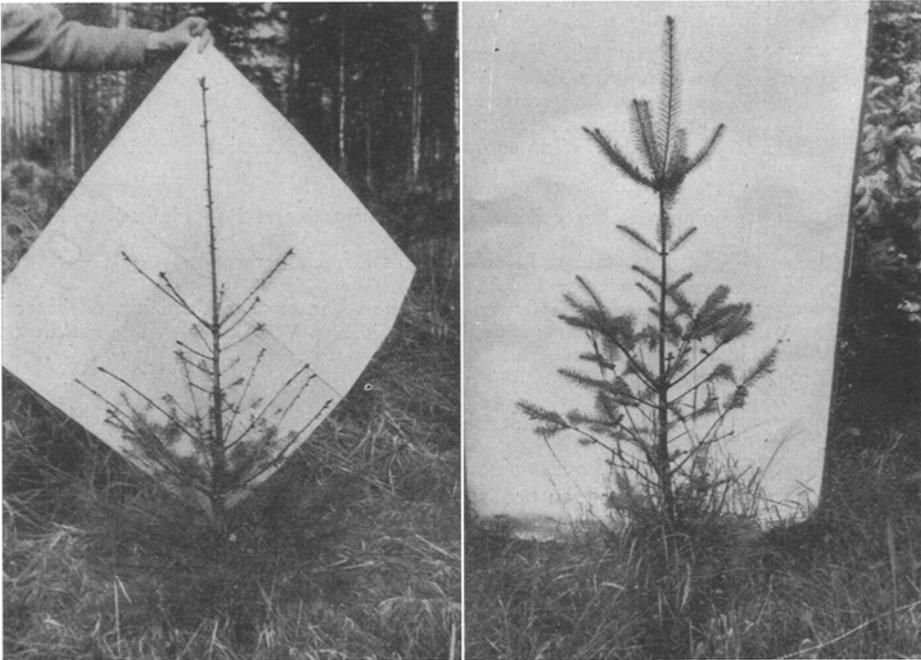


Abb. 1 u. 2. 7jährige *Pseudotsuga taxifolia viridis*.

Abb. 1. Aufnahme vom 4. April 1956 – stärkste Frostschäden geben nur geringe Hoffnung auf ein Fortkommen dieser Pflanze.

Abb. 2. Die gleiche Douglasie vier Monate später – zunehmende Gesundung erinnert kaum mehr an den kläglichen Frühjahrszustand.

heister schwere Kambialerfrierungen oberhalb der Schneedecke erlitten hatten. An Graupappelfreilandpflanzungen traten vereinzelt Rindenrisse auf. Die Pappel-Neuzüchtungen unseres Institutes aus den letzten Jahren blieben ohne Beschädigung.

B. Schäden im Exotengelände

Einen weit besseren Einblick über das Verhalten der ausländischen Baumarten bieten die bis zu 70jährigen Anbauversuche im Grafrather Exotengelände. Zur Ergänzung der im nächsten Abschnitt dargelegten Zusammenstellung und Einstufung aller vorhandenen ausländischen Baumarten nach dem Schadensausmaß sollen hier zunächst kurz einige Beobachtungen an den forstlich wichtigsten Baumarten mitgeteilt werden.

Die Douglasie zählt zu den wenigen fremdländischen Baumarten, die sich einen festen Platz in unserem Wald gesichert haben. In Grafrath sind sowohl 67jährige Baumbestände, 40jährige Stangenhölzer als auch mehrere 6–8jährige Jungwuchsfelder vorhanden. Der Schaden durch Winterkälte in den älteren Beständen ist gering und wirtschaftlich kaum nennenswert. Viel schlimmer sah es auf den Kulturflächen aus. Ihr Anblick war Ende März geradezu entmutigend. Rorleuchtende Gipfeltriebe und z. T. fast völlig entnadelte Jungpflanzen ließen nur wenig Hoffnung übrig. Doch es hat sich gelohnt, keine voreiligen Entschlüsse zu fassen, die gleiche 7jährige Kultur ist 4 Monate später kaum wiederzuerkennen (Abb. 1 und 2). Die erstaunliche Vitalität der Douglasie hat sehr rasch zur Ausheilung der eingetretenen Schäden geführt. Auffallend sind die großen individuellen Unterschiede innerhalb der gleichen Art und Herkunft (Abb. 3 und 4). Für den Pflanzenzüchter ergeben

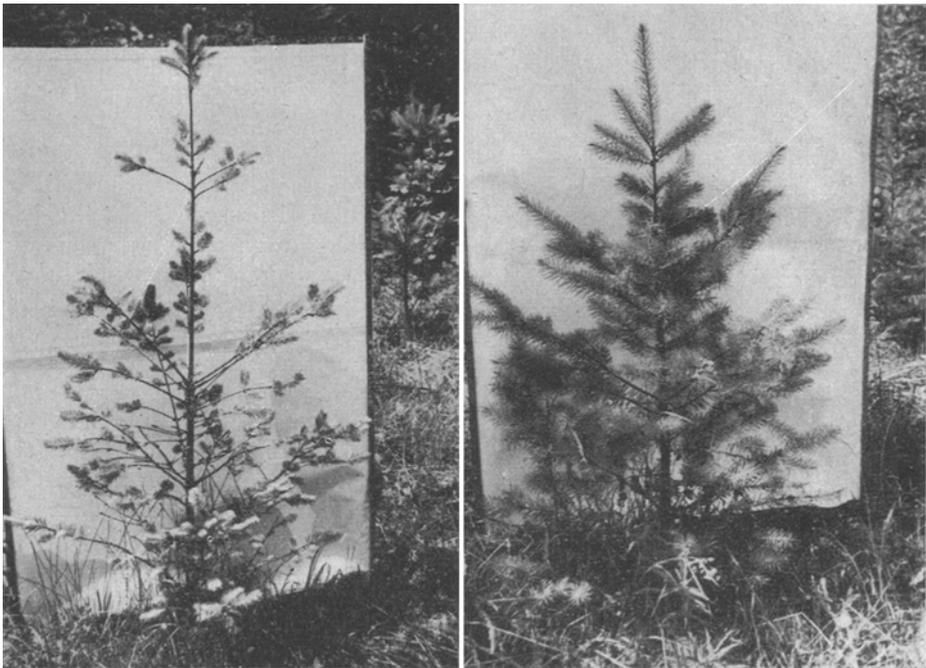


Abb. 3 u. 4. Individualunterschiede in der gleichen 7jährigen Douglasienkultur.

Abb. 3. Ein stark geschädigtes Individuum. Abb. 4. Ein gesundes und wuchskräftiges Individuum nach dem Austreiben.

(Beide Pflanzen aufgenommen am 9. 7. 1956)

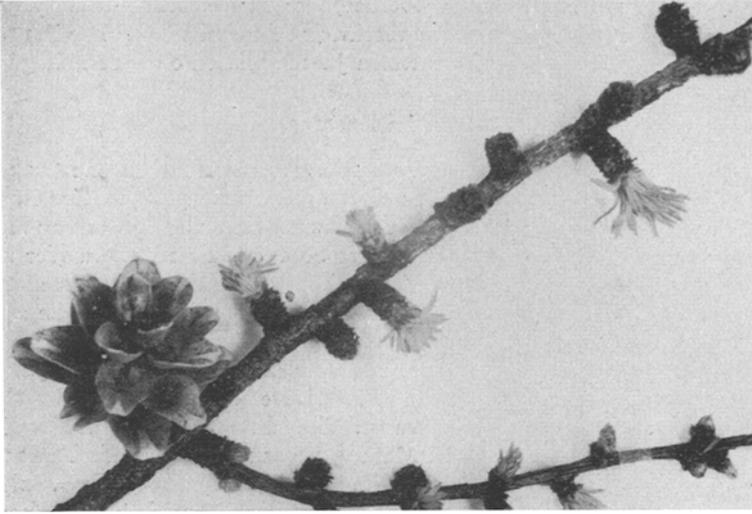


Abb. 5. Zweigstück einer Kurilenlärche (*Larix gmelini* v. *japonica*) mit erfrorenen Blütenknospen, im Zeitpunkt des Austreibens der Nadelknospen aufgenommen.



Abb. 6. Ein etwa 35jähriges Exemplar von *Zelkova keaki* (Dippel) mit stärksten Winterschäden.

sich hier wertvolle Hinweise und Ansatzpunkte für die Selektion winterharter Sorten.

Die große amerikanische Küstentanne (*Abies grandis* Lindl.) hat sich – wie schon 1928/29 – in viel höherem Maße als kälteresistent erwiesen als unsere einheimische Tanne, die sehr starke Kälteschäden erlitten hat. Kulturen, Dickungen und junge Baumbestände haben nur leichte Schäden durch Nadelerfrierungen davongetragen. Zwei in unmittelbarer Nachbarschaft stehende 22jährige Dickungen mit *Abies grandis* verhielten sich geradezu konträr. Stärkste Frostschäden in der einen, fast völlige Gesundheit in der anderen Fläche unterstreichen auch hier die Bedeutung der Samenherkunft.

Alle übrigen Tannenarten haben mehr oder weniger starke Winterschäden davongetragen. Mit Ausnahme der *Picea orientalis* und *Picea sitchensis* erwiesen sich fast alle Fichtenarten als ungefährdet. *Pinus strobus* und *Pinus murrayana*

überstanden den strengen Winter ebenfalls gut.

Auch die Gattung *Larix* hat keine nennenswerten Schäden an den Assimilationsorganen erlitten, die Entwicklung der Blüten war bei einigen Arten jedoch entscheidend gehemmt und gestört. So konnte bereits Ende Februar im Rahmen der vom Institut vorgenommenen Materialbeschaffung für zytologische Untersuchungen festgestellt werden, daß ein Großteil der männlichen und weiblichen Blütenknospen abgestorben waren. Bei den Vorbereitungen der für dieses Frühjahr geplanten künstlichen Lärchenkreuzungen bestätigte sich diese Tatsache. Waren es bei manchen einheimischen Lärchen noch vorwiegend die weiblichen Blütenknospen, die vielfach erfroren waren, die männlichen Blüten spendeten auffallend wenig Pollen, so steigerte sich der Schaden bei den ostasiatischen Lärchenarten wie *Larix gmelini*, *Larix gmelini* var. *japonica*, *Larix gmelini* var. *principi ruprechtii* zu einem totalen Absterben aller Blütenknospen im Laufe deren Entwicklung (Abb. 5).

So konnte z. B. in einem 38jährigen *Larix-gmelini*-Bestand bis Ende Mai nicht eine lebensfähige weibliche Blüte mehr beobachtet werden. Dazu wird ausdrücklich bemerkt, daß durch tierische Schädlinge hervorgerufene Ausfälle streng von den Folgen durch Winterkälte getrennt wurden.

Zu ähnlichen Erscheinungen kam es in einer 4jährigen Erlenpflanzung. Mit den ersten warmen Märztagen setzte die Entwicklung der Blüten zunächst normal ein. Im Zeitpunkt der Vollblüte verschlechterte sich der Blütenzustand stetig. Ein erheblicher Teil der männlichen Blüten entwickelte sich nur unvollständig, die Kätzchen streckten sich plötzlich nicht mehr und lieferten nur sehr wenig Pollen. 316 männliche Kätzchen reichten gerade aus, um 56 weibliche Blüten künstlich zu bestäuben. Trotz sorgfältigster Behandlung gelang es bis zum 17. Mai 1956 nur 9 befruchtete Blütenstände zu erhalten, also 16 %.

Diese beiden Beispiele bestätigen, daß gerade Baumarten aus dem kontinentalen Klimabereich und die frühblühenden Arten unter den Witterungsverhältnissen des vergangenen Winters stark zu leiden hatten.

Bei den Laubbaumarten wurde zwar keine der für uns wirtschaftlich bedeutsamen Arten betroffen, doch traten auch hier starke Winterschäden auf. Im Exotengarten starben fast alle Exemplare von *Zelkova keaki* (= *Z. serrata*) ab oder wurden lebensbedrohend geschädigt (Abb. 6).



Abb. 7. Mehrere abgestorbene japanische Spitzeschen (*Fraxinus longicuspis*) in Mischung mit der nur geringfügig beschädigten *Fraxinus mandshurica*.

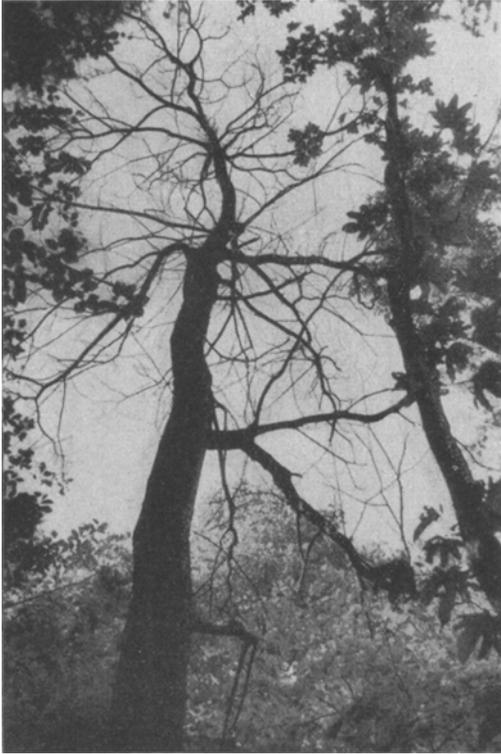


Abb. 8. Abgestorbene 54jährige Edelkastanie (*Castanea sativa*) aus einem Mischbestand mit *Aconthopanax septemlobus*.

Die japanische Spitzesche (*Fraxinus longicuspis*) hatte den Winter 1928/29 ohne Nachwirkungen überstanden. Der vergangene Winter brachte dieser Baumart tödliche Erfrierungen. Eine 57jährige, von Prof. HEINRICH MAYR ausgeführte Pfropfung auf *Fraxinus nigra* ist ebenfalls fast abgestorben und hat nur aus wenigen schlafenden Augen etwas ausgetrieben (Abb. 7).

Größte individuelle Unterschiede im Ausmaß der Kälteschäden zeigen sich bei der Edelkastanie *Castanea vesca*, Gaertn. Restlos erfrorene Kulturen und Altbäume wechseln in bunter Folge ohne standortsbedingte Ursachen mit gesunden Jung- und Altbäumen (Abb. 8).

C. Baumartenweise Zusammenstellung

In Fortsetzung der von Professor FABRICIUS (1) für 1928/29 durchgeführten Erfassung der Winterschäden an allen im Grafrather Exotengelände angebauten Baumarten, werden nachfolgend die im Frühjahr und Sommer 1956 durchgeführten Beobachtungen baumartenweise zusammengefaßt. Die Winterschäden 1955/56 wurden am 31. März, 4. April, 12. April und in der Zeit vom 9. bis 11. Juli 1956 eingewertet. Insgesamt sind 62 Nadelbaumarten und 45 Laubbaumarten erfaßt. Zur besseren Vergleichbarkeit wird die Nummernfolge, die botanische Bezeichnung und die Schadenabstufung aus der Veröffentlichung von Prof. FABRICIUS vom Jahre 1930 beibehalten. Inzwischen abgestorbene, der Sturmkatastrophe vom 28. Juli 1946 zum Opfer gefallene oder bei den Schadenermittlungen nicht erfaßten Baumarten werden in der Nummernfolge weggelassen. Schäden an den Blütenorganen sind bei der Einstufung nicht berücksichtigt.

a. Nadelbaumarten

1. *Taxus cuspidata* Sieb. et Zucc., Japanische Eibe. Zahlreiche 2 bis 4 m hohe und ca. 37jährige Exemplare. Die vorhandene leichte Beschirmung durch *Pinus murrayana* und einzelne Lärchen reichte nicht aus, um Schäden zu verhindern. So ist vor allem ein Großteil des vorjährigen Nadeljahrgangs abgestorben und abgefallen.

Beigemischte *Taxus baccata* – unsere einheimische Eibe – hat ebenfalls unter der Winterkälte gelitten.

2. *Cephalotaxus drupacea* Sieb. et Zucc., Japan. Alle über den Schnee herausragenden Triebe wurden abgetötet. Die Pflanze schlägt von unten her wieder aus.

3. *Tsuga sieboldii* Carr., Ostasien, Japan. Ein 57jähriger Einzelbaum zeigt nur leichte Nadelverfärbung.
4. *Tsuga diversifolia* Mast., Japan. Zwei 6 bis 7 m hohe Einzelstämme ohne nennenswerte Beschädigung.
5. *Tsuga canadensis* Carr., nördl. Nordamerika. Mehrere Einzelbäume und ein 57jähriger Bestand mit nur geringfügigen Schäden in den unteren Kronenteilen durch verstärkten Nadelabfall.
6. *Tsuga heterophylla* Sarg., westliches Nordamerika. Mehrere 57jährige Exemplare, in Mischung mit *Tsuga canadensis* stehend, haben durch teilweises Absterben der unteren Kronenpartien etwas gelitten.
7. *Tsuga pattoniana* Engelm., Nordamerika. Kaum nennenswerte Nadelerrfrierungen.
8. *Pseudotsuga douglasii* Carr., westliches Nordamerika. Zahlreiche Kulturen, Dickungen und Baumbestände. Mit zunehmendem Alter abnehmendes Schadensausmaß. Starke Rötung der Nadeln bis in eine Höhe von 9 m und nachfolgender teilweiser Nadelabfall. Doch alle Individuen haben während der neuen Vegetationsperiode kräftig ausgetrieben, so daß größere Zuwachsverluste nicht zu erwarten sind. Stark beschädigt wurden die vorhandenen 6- bis 8jährigen Kulturen mit *Pseudotsuga taxifolia* var. *viridis*. Auffallend die enorme Regenerationsfähigkeit und die großen Unterschiede je nach Herkunft und Individualveranlagung.
9. *Abies nordmanniana* Spach., Kaukasus. In den Kulturen große individuelle Unterschiede. Vorwiegend sind die über den Schnee herausragenden Gipfeltriebe erfroren. Die 38- bis 46jährigen Horste waren weniger betroffen. Nadelrötungen und Nadelabfall bis in eine Höhe von 6 m. Randstämme am Südhang haben am stärksten gelitten.
10. *Abies cephalonica* Loud., Griechenland. Starke Nadelrötung und nachfolgender Nadelabfall, z. T. absterbend.
11. *Abies pinsapo* Boissier, Spanien. Mehrere Einzelbäume weisen starke Frostschäden auf. Weniger gut entwickelte zwischenständige Individuen besonders gefährdet.
12. *Abies numidica* De Lann., Nordafrika. Einzelne 44jährige Stämme mit mäßigen Schäden durch teilweise Entnadelung. In einer anderen Gruppe bis in eine Höhe von 6 m fast alle Äste abgestorben. Mehrere Stämme zeigen Frostrisse.
13. *Abies cilicica* Carr., Libanon. Starke Schäden in einer 4 bis 6 m hohen Gruppe. Ein 46jähriger Einzelstamm weist starke Frostschäden bis in eine Höhe von 16 m auf.
15. *Abies homolepis* Sieb. et Zucc., Japan. Nur leichte Nadelverfärbung an einem 43jährigen Bestand. Jüngere Individuen haben in der bodennahen Zone stärkere Schäden davongetragen.
16. *Abies amabilis* Forb., nordwestliches Nordamerika. 7 m hoher Einzelstamm inmitten anderer Tannen mit leichten Nadelschäden.
18. *Abies concolor* Lindl. et Gord., Amerika. Bis 49jährige Gruppen und Kleinbestände zeigen kaum Schäden an den Assimilationsorganen. Ältere Stämme sind tödlich gefährdet durch die am unteren Stammteil auftretenden Frostrisse. Die meisten Stämme weisen seit dem strengen Winter 1928/29 immer wieder Frostrisse auf, aus denen der aufsteigende Saftstrom ausfließt. Kulturen dieser Baumart haben den strengen Winter auffallend gut überstanden.
19. *Abies grandis* Lindl. et Gord., Nordkalifornien. Die Beobachtungen von 1928/29 haben sich bestätigt. Die *Abies grandis* ist wesentlich frosthärter als unsere einheimische Tanne. Dies gilt gleichermaßen für Kulturen, Dickungen und Baumbestände. Leichte Frostschäden an Nadeln wurden rasch ausgeheilt. Ein stark ge-

schädigter Kleinbestand – als Ausnahme – weist auf die Wichtigkeit der Herkunftsfrage bei der Saatgutwahl hin.

20. *Abies nobilis* Lindl., Oregon. 22jähriger Horst durch Nadelabfall leicht geschädigt. Individualunterschiede. Ältere Bäume Nadelrötung bis auf 10 m Höhe.

22. *Abies balsamea* Mill., Nordamerika. Einzelbäume und ein 7 bis 12 m hohes Stangenholz etwas beschädigt. Einzelne Bäume wurden gipfeldürr und sterben vermutlich ganz ab. Ob diese Schäden ausschließlich auf den strengen Winter zurückzuführen sind, ist fraglich.

23. *Abies subalpina* Engelm., nordwestliches Nordamerika. Leichte Nadelschäden im unteren Kronenteil eines 12 m hohen Einzelbaumes.

24. *Abies arizonica* Merr., Mittelamerika. Eine 22jährige Dichtung hat diesen Winter ohne Schäden überstanden. Ältere 6 bis 8 m hohe Trupps sind z. T. ziemlich schütter benadelt und geschwächt. Ob bei letzteren der Winterfrost als Schadensursache allein in Frage kommt, ist sehr zweifelhaft.

25. *Abies sibirica* Ledeb., nördl. und mittleres Ostrußland. 41jähriger Kleinbestand. Keine Winterschäden. Jedoch sehr spätfrostgefährdet.

26. *Abies veitchii* Lindl., Japan. 38jähriger Bestand. An den Randstämmen ältere Nadeljahrgänge geringfügig betroffen. Die Entwicklung der männlichen und weiblichen Blüten hat bei dieser Baumart, im Gegensatz zu den meisten anderen Tannenarten, nicht unter dem strengen Winter gelitten.

26 a) *Abies holophylla* Max., Mandschurei, Korea. 29jährige Gruppe mit geringen Winterschäden. Nach dem Austreiben keine Schäden mehr erkennbar. Ebenfalls kaum erwähnenswerte leichte Nadelerfrierungen wurden bei *Abies nephrolepis* Maxim. beobachtet.

26 b) *Abies alba* Mill., Europa. Stärkste Winterfrostschäden in allen Altersstufen.

27. *Picea obovata* Ledeb., Sibirien. Unbeschädigt.

28. *Picea schrenckiana* Fisch. et Mey., Zentralasien. 9 m hoher Einzelbaum völlig gesund.

31. *Picea orientalis* Lk. et Carr., Kleinasien. 29jähriger Kleinbestand im Frühjahr stark gerötet und Nadeln z. T. bereits abfallend. An den Randbäumen fast lebensbedrohende Schäden. 47jähriger Baumbestand nur gering beschädigt.

32. *Picea nigra* Link, östl. Nordamerika. Geringe Schäden durch Nadelabfall an einem 25jährigen 7 bis 9 m hohen Kleinbestand.

33. *Picea alba* Link, östl. Nordamerika. Kulturen und Einzelbäume nahezu unbeschädigt.

35. *Picea pungens* Engelm., westl. Nordamerika. Ohne Schäden.

36. *Picea omorica* Panc., Balkan. Ohne Schäden.

37 a) *Picea glehnii* Mast., Japan. 25jähriger Kleinbestand; völlig unbeschädigt.

38. *Picea sitchensis* Carr., nordwestl. Nordamerika. 8jährige Kultur mit schwachen bis mäßigen Winterschäden. Ältere 38–41jährige Horste in Frostmulden haben wesentlich stärker gelitten, (vermutlich verschiedene Standortsrassen).

40. *Larix leptolepis* Gord., Japan. Assimilationsorgane unbeschädigt. Männliche und weibliche Blütenknospen etwas geschädigt.

41. *Larix sibirica* Ledeb., nordöstliches Rußland. Einzelne von den wenigen vorhandenen 29jährigen Exemplaren abgestorben. Kränkeln seit Jahren. Winterkälte vermutlich nicht die alleinige Ursache dafür.

42. *Larix principis rupprechtii*, Mayr, Nordchina. 29jähriger Bestand. Keine Schädigung der Kurz- und Langtriebknospen. Dagegen sämtliche männlichen und weiblichen Blütenknospen erfroren.

43. *Larix kurilensis* Mayr, Nordjapan. Mehrere bis 62jährige Einzelbäume und Kleinbestände. Kurz- und Langtriebe unbeschädigt. Sämtliche Blütenknospen erfroren.

46. *Cedrus atlantica* Manelli, Nordafrika. 3 Stück (1,1 m bis 1,5 m) abgestorben. Ein etwa 5 m hohes Exemplar hat alle Nadeln verloren, aber noch einmal zaghaft ausgetrieben. Eine 25 cm hohe Pflanze hat im Schutze der Schneedecke den Winter gut überstanden.

47. *Cedrus deodara* Law., Himalaya. In Grafrath nur eine 30 cm große Pflanze vorhanden. Unbeschädigt, da unter der Schneedecke geschützt. Im Forstamtsgarten in Weinheim a. d. Bergstraße sind alle über den Schnee herausragenden Triebe erfroren.

49. *Pinus peuce* Gris., Balkan. Bestände und Einzelbäume verschiedener Altersstufen weisen keine Winterschäden auf.

51. *Pinus monticola*, Dougl. westl. Nordamerika. Ein 7 bis 9 m hoher Horst ohne Schäden.

53. *Pinus parviflora* Sieb. et Zucc., Japan. 37jähriger unter Schirm stehender Trupp und 50–63jährige Solitärstämme sind gesund.

55. *Pinus flexilis* James, östl. Nordamerika. Nur leichte Nadelrötung an einer 6 bis 7 m hohen Gruppe.

56. *Pinus cembra* L., mitteleurop. Hochalpen und Sibirien, keine Schäden. *P. cembra* var. *sibirica* mäßige Nadelschäden.

57. *Pinus koraiensis*, Sieb. et Zucc., Korea, Japan, Mandchurei. Völlig unbeschädigt.

59. *Pinus rigida* Mill., östl. Nordamerika. 50- bis 55jährige Einzelbäume ohne Schäden.

60. *Pinus ponderosa* Dougl., westl. Nordamerika. 28jähriger Kleinbestand unbeschädigt.

61. *Pinus jeffreyi* Murr., östl. Nordamerika. Ohne Schäden.

62. *Pinus banksiana* Lamb., östl. Nordamerika. Alle Einzelbäume ohne Schäden.

63. *Pinus contorta* Dougl., westl. Nordamerika, früher auch als *P. murrayana* Balf. bezeichnet. 33jähriger Bestand und zahlreiche Exemplare verschiedener Altersstufen sind unbeschädigt.

65. *Pinus laricio* Poir., Süd- und Osteuropa. Ohne Schäden.

69. *Sciadopitys verticillata* Sieb. et Zucc., Japan. Zwei 4 m hohe freistehende Exemplare mit erheblichen Nadelerfrierungen.

70. *Sequoia gigantea* Torr., Kalifornien USA. Ein 60jähriger und 30 m hoher Einzelstamm zeigt nur im unteren Kronenteil geringe Nadelverfärbung. 35jährige Stämme sind bis in eine Höhe von 6 bis 8 m zurückgefroren und stark geschädigt. Ihr Fortkommen ist in Frage gestellt. Bei diesen Bäumen handelt es sich um die Überreste einer größeren 1923 angelegten Kultur, von der im strengen Winter 1928/29 die meisten Pflanzen erfroren sind. Nur die ganz vom Schnee bedeckten Pflanzen und einige im Seitenschutz eines Nachbarbestandes stehende blieben erhalten und wurden jetzt schwer getroffen.

71. *Cryptomeria japonica* Don., Japan. 150 cm hohe Kultur fast restlos erfroren. Ältere 46–60jährige Stämme waren bis in die Kronenspitzen rot gefärbt. Ein Teil davon hat wieder gut ausgetrieben. Mit mehreren Ausfällen und Schwächung auf Jahre hinaus ist zu rechnen.

72. *Thuja dolabrata* Sieb. et Zucc., Japan. Ein 42jähriger Kleinbestand mit stark geröteten und weitgehend abgestorbenen schuppenförmigen Nadeln hat stark gelitten.

74. *Thuja occidentalis* L., Nordamerika. Leichte Verfärbung und Beschädigung an mehreren Individuen erkennbar.

75. *Thuja gigantea* Nutt., westl. Nordamerika. Geringe Schäden erkennbar.

78. *Chamaecyparis nutkaensis* Spach., westl. Nordamerika. Geringe Schäden an Jungwuchsgruppen und älteren Einzelbäumen, besonders an den Südseiten.

79. *Chamaecyparis lawsoniana* Parl., Kalifornien. In einem 48jährigen dichtgeschlossenen Bestand wurden vorwiegend nur die Randstämme stärker beschädigt. Braunfärbung bis in eine Höhe von 4 bis 6 m. Bis 1 m hoher Jungwuchs stark geschädigt und z. T. absterbend. Auffallend die ausgeprägten individuellen Unterschiede.

80. *Chamaecyparis obtusa* Sieb. et Zucc. Geringfügige Schäden in allen Altersstufen. Ein 50jähriger Einzelstamm etwas stärker betroffen.

81. *Chamaecyparis pisifera* Sieb. et Zucc., Japan. 4 bis 8 m hoher Bestand am Südhang mit ausgeprägten Winterschäden. Ein Teil der Individuen hat gut ausgetrieben und verspricht den Schaden bald zu überwinden. Andere Kleinbestände wurden nur geringfügig beschädigt.

b. Laubbaumarten

1. *Juglans sieboldiana* Maxim., Japan, Sachalin, China. Zwei 65jährige Solitär-bäume stark, jüngere Stämme nur wenig beschädigt.

2. *Juglans nigra* L., nördl. Nordamerika. Ein alter Solitärstamm abgestorben. 6- bis 10jährige Kulturen unter Schirm sind gesund. Große Individualunterschiede bei den mittelalten Stämmen.

3. *Juglans cinerea* L., nördl. Nordamerika. 5- bis 9jährige Kulturen völlig gesund.

4. *Carya alba* Nutt., Nordamerika. Unbeschädigt.

5. *Carya tomentosa* Nutt., Nordamerika. Ein 3,50 m großer Einzelbaum ohne Schäden.

6. *Pterocarya fraxinifolia* K. Koch, Kaukasus. Unbeschädigt.

9. *Betula maximowiczii* Reg., nördl. Japan. Unbeschädigt.

10. *Betula lenta* L., östl. Nordamerika. 52jähriger Solitärbaum; ohne Schäden.

11. *Betula lutea* Mchx., östl. Nordamerika. 8jährige Kultur; ohne Schäden.

12. *Betula ermani* Cham., Mandschurei, Japan. 45- bis 52jährige Solitärstämme unbeschädigt. Eine 9jährige Kultur in einer Frostmulde hat etwas gelitten.

13. *Betula papyrifera* Marsh., östl. Nordamerika. 4 etwa 45jährige Stämme ohne Schäden.

14. *Quercus phellos* L., östl. Nordamerika. Zwei etwa 65jährige Solitärstämme mit geringen Schäden.

17. *Quercus rubra* L., östl. Nordamerika. Alle Altersstufen unbeschädigt.

19. *Quercus macranthera* Fisch. et May., Kaukasus. 65jähriger Solitärbaum. Ohne Schäden.

20. *Quercus conferta* Kit., Süd- und Osteuropa. Etwa 60jährige Pflanzung auf *Quercus pedunculata*. Geringe Schäden.

24. *Quercus dendata* Thbg., Japan, China. Die Stockausschläge eines gefällten Altstammes sind restlos erfroren. Eine allgemeine Einstufung ist nicht möglich.

28. *Castanea vesca* Gaertn., Südeuropa. Stark unterschiedliches Verhalten. Drei 54jährige Stämme eingegangen. Eine 1,50–2,00 m hohe Kultur restlos erfroren. Mehrere 5 bis 7 m große Individuen ziemlich gering, einzelne Altstämme überhaupt nicht beschädigt.

29. *Zelkova keaki* Dippel, Japan, Ostasien. Mehrere 30- bis 55jährige Bäume abgestorben oder lebensbedrohend geschädigt.

30. *Magnolia kobushi* Mayr, Japan. Die 150 cm hohen Stockausschläge eines früher gefällten Stammes sind gesund.

31. *Magnolia hypoleuca* Sieb. et Zucc., Ostasien. Zahlreiche bis 55jährige Bäume zeigen nur geringe Schäden durch Zurückfrieren der Gipfeltriebe und Zweigspitzen.
33. *Liriodendron tulipifera* L., Nordamerika. Ohne Schäden.
34. *Cercidiphyllum japonicum* Sieb. et Zucc., Japan. Ohne Schäden.
36. *Prunus serotina* Ehrh., westl. und mittleres Nordamerika. Alle Altersstufen ohne Beschädigungen.
37. *Prunus laurocerasus* L., Kleinasien. Alle Teile über der Schneedecke abgestorben; von unten kräftig nachtreibend.
40. *Robinia pseudoacacia* L., Nordamerika. Kulturen und Altbäume ohne Schäden.
42. *Buxus sempervirens* L., Südeuropa. Leichte Blattverfärbungen. Nur geringfügiger Schaden.
43. *Buxus japonica* Müll.-Arg., Japan. Leichte Blattschäden.
45. *Acer macrophyllum* Pursh., westl. Nordamerika. Jüngere Stämme abgestorben. 65jähriger Solitärbaum mit zahlreichen abgestorbenen Zweigen.
46. *Acer circinatum* Pursh., Japan. 65jähriger Solitärbaum mit leichten Frostschäden.
47. *Acer carpinifolium* Sieb. et Zucc., Japan. 5 m hohes Exemplar mit Wipfeldürre. Ursache unbestimmt.
48. *Acer negundo* L., östl. Nordamerika. Leichte Frostschäden an der Südseite.
49. *Acer laetum* C. A. Mey, Asien. Zwei Solitärstämme unbeschädigt.
50. *Acer miyabei* Maxim. Japan. Ein 3 m hohes unterständiges Exemplar. Ohne Schaden.
51. *Acer palmatum* Thbg., Japan. Zwei 4 bis 5 m hohe Bäume abgestorben. Mehrere andere Stämme teils kaum, teils stark geschädigt.
52. *Acer saccharum* Marsh., östl. Nordamerika. 40jähriger Bestand unbeschädigt.
- 52 a) *Acer saccharinum* L., östl. Nordamerika. Ohne Schaden.
53. *Acer argutum* Maxim., Japan. Mehrere Einzelstämme verschiedener Altersstufen. Ohne Schäden.
54. *Tilia japonica* Simk., Japan. Einzelbaum. Ohne Schaden.
55. *Acanthopanax ricinifolius* Seem., Ostasien. Zwei 70jährige Solitäräume stark zurückgefroren. Jüngere Stämme geringere Schäden.
58. *Nyssa silvatica* Marsh., westl. Nordamerika. 50jähriger Einzelstamm völlig gesund.
60. *Catalpa speciosa* Warder, Nordamerika. Ein 3 m hoher Einzelbaum. Triebspitzen leicht beschädigt. 10jährige Kultur (60 cm hoch) friert jedes Jahr durch Spätfrost zurück.
61. *Fraxinus ornus* L., Südeuropa. Mehrere 40jährige Exemplare; untere Äste vereinzelt abgestorben.
62. *Fraxinus mandshurica* Rupr., Ostasien. Ohne Schäden.
63. *Fraxinus longicuspis* Sieb. et Zucc., Japan. Mehrere etwa 60jährige Exemplare abgestorben bzw. tödlich geschädigt. Auch eine Pfropfung auf *Fraxinus nigra* als Unterlage hat nur noch aus dem Stamm gering ausgetrieben.
64. *Celtis sinensis* Pers., Japan, Korea. Solitärbaum stark geschädigt.

Vergleicht man die tabellarische Zusammenstellung der Schadensausmaße von 1928/29 mit den Ergebnissen von 1956, so ergibt sich eine gute Übereinstimmung bei den einzelnen Baumarten. Die starken Schwankungen im Wetterablauf haben jedoch häufig neben den ungewöhnlich tiefen Februartemperaturen gegenüber dem Winter 1928/29 zu einer Verstärkung der Winterschäden um ein bis zwei Schadensstufen geführt. Im Gegensatz zum Sommer 1929, der anomal warm und trocken war, verursachte der diesjährige niederschlagsreiche Vorsommer keinerlei Trockenschäden, so

Tabellarische Zusammenstellung

Schaden	Nadelbäume	Laubbäume
1. Groß	<i>Cephalotaxus drupacea</i> Sieb. et Zucc., <i>Abies cephalonica</i> Loud., <i>Abies pinsapo</i> Boissier, <i>Abies cilicica</i> Carr., <i>Abies alba</i> Mill., <i>Cedrus atlantica</i> Manelli, <i>Cedrus deodara</i> Law., <i>Sequoia gigantea</i> Torr., <i>Cryptomeria japonica</i> Don.	<i>Zelkova keaki</i> Dippel, <i>Prunus laurocerasus</i> L., <i>Acer macrophyllum</i> Pursh., <i>Fraxinus longicuspis</i> Sieb. et Zucc., <i>Celtis sinensis</i> Pers.
2. Ziemlich groß	<i>Taxus cuspidata</i> Sieb. et Zucc., <i>Pseudotsuga douglasii</i> Carr., <i>Abies nordmanniana</i> Spach., <i>Abies numidica</i> De Lann., <i>Abies concolor</i> Lindl. et Gord., <i>Picea orientalis</i> Lk. et Carr., <i>Picea sitchensis</i> Carr., <i>Sciadopitys verticillata</i> Sieb. et Zucc., <i>Thujopsis dolobrata</i> Sieb. et Zucc., <i>Chamaecyparis lawsoniana</i> Parl.	<i>Juglans sieboldiana</i> Maxim., <i>Castanea vesca</i> Gaertn., <i>Acer palmatum</i> Thbg. <i>Castalpa speciosa</i> Warder.
3. Ziemlich gering	<i>Tsuga heterophylla</i> Sarg., <i>Abies homolepis</i> Sieb. et Zucc., <i>Abies nobilis</i> Lindl., <i>Abies balsamea</i> Mill., <i>Thuja gigantea</i> Nutt., <i>Chamaecyparis obtusa</i> Sieb. et Zucc.	<i>Juglans nigra</i> L., <i>Buxus japonica</i> Müll.-Arg., <i>Acanthopanax ricinifolius</i> Seem.
4. Gering	<i>Tsuga sieboldii</i> Carr., <i>Tsuga canadensis</i> Carr., <i>Tsuga pattoniana</i> Engelm., <i>Abies amabilis</i> Forb., <i>Abies grandis</i> Lindl. et Gord., <i>Abies subalpina</i> Engelm., <i>Abies arizonica</i> Merr., <i>Abies veitchii</i> Lindl., <i>Abies holophylla</i> Max., <i>Picea nigra</i> Link, <i>Thuja occidentalis</i> L., <i>Chamaecyparis nutkaensis</i> Spach., <i>Chamaecyparis pisifera</i> Sieb. et Zucc.	<i>Quercus phellos</i> L., <i>Quercus conferta</i> Kit., <i>Magnolia hypoleuca</i> Sieb. et Zucc., <i>Buxus sempervirens</i> L., <i>Acer circinatum</i> Pursh., <i>Acer negundo</i> L., <i>Fraxinus ornus</i> L.
5. Nicht	<i>Tsuga diversifolia</i> Mast., <i>Abies sibirica</i> Ledeb., <i>Picea obovata</i> Ledeb., <i>Picea schrenkiana</i> Fisch et Mey., <i>Picea alba</i> Link., <i>Picea pungens</i> Engelm., <i>Picea omorica</i> Panc., <i>Picea glehnii</i> Mast., <i>Larix leptolepis</i> Gord., <i>Larix principis rupprechtii</i> Mayr, <i>Larix kurilensis</i> Mayr, <i>Pinus peuce</i> Gris., <i>Pinus monticola</i> Dougl., <i>Pinus parviflora</i> Sieb. et Zucc., <i>Pinus flexilis</i> James, <i>Pinus cembra</i> L., <i>Pinus koraiensis</i> Sieb. et Zucc., <i>Pinus rigida</i> Mill., <i>Pinus ponderosa</i> Dougl., <i>Pinus jeffreyi</i> Murr., <i>Pinus banksiana</i> Lamb., <i>Pinus contorta</i> Dougl., <i>Pinus laricio</i> Poir.	<i>Juglans cinerea</i> L., <i>Carya alba</i> Nutt., <i>Carya tomentosa</i> Nutt., <i>Pterocarya fraxinifolia</i> K. Koch, <i>Betula maximowiczii</i> Reg., <i>Betula lenta</i> L., <i>Betula lutea</i> Mhx., <i>Betula ermani</i> Cham., <i>Betula papyrifera</i> Marsh., <i>Quercus rubra</i> L., <i>Quercus macranthera</i> Fisch. et May, <i>Magnolia kobushi</i> Mayr, <i>Liriodendron tulipifera</i> L., <i>Cercidiphyllum japonicum</i> Sieb. et Zucc., <i>Prunus serotina</i> Ehrh., <i>Robinia pseudo-acacia</i> L., <i>Acer laetum</i> C. A. Mey, <i>Acer miyabei</i> Maxim., <i>Acer saccharum</i> Marsh., <i>Acer saccharinum</i> L., <i>Acer argutum</i> Maxim., <i>Tilia japonica</i> Simk., <i>Nyssa silvatica</i> Marsh., <i>Fraxinus mandshurica</i> Rupr.
6. Zweifelhaf	<i>Larix sibirica</i> Ledeb.	<i>Quercus dendata</i> Thbg., <i>Acer carpinifolium</i> Sieb. et Zucc.

daß die Feststellung der reinen Winterschäden mit größter Sicherheit möglich war. Baumarten und Herkünfte, welche die beiden strengen Winter 1928/29 und 1955/56 ohne oder mit nur geringen Schäden überstanden haben, kann man unter den mit Grafrath vergleichbaren Standortsverhältnissen mit gutem Gewissen als winterfrosthart bezeichnen.

Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Das Ausmaß der nach dem Winter 1955/56 infolge der strengen Kälte des Monats Februar 1956 aufgetretenen Winterschäden an fremdländischen Waldbäumen ist durch die anomal warme Dezember- und Januarwitterung erhöht worden. Viele Pflanzenarten waren durch die warme und niederschlagsreiche Witterung der Monate Dezember 1955 und Januar 1956 bereits in Saft gekommen und besaßen Ende Januar geschwollene Knospen.

2. Die Folgen der strengen Winterkälte an 62 Nadelbaumarten und 45 Laubbaumarten, die im Versuchsgelände Grafrath in Oberbayern vorwiegend in bis zu 70jährigen Horsten und Kleinbeständen (manchmal auch nur als Einzelbäume) angepflanzt sind, wurden beschrieben. Das Schadensausmaß ist in Tabellenform für alle beobachteten Fremdländer vom stärksten Schadensgrad bis zur völligen Winterfrosthärte in fünf Abstufungen angegeben.

3. Wenn das Schadensausmaß nach Wintersende, jedoch vor Beginn der neuen Vegetationsperiode bei einzelnen Baumarten und Individuen auch sehr schlimm und manchmal lebensbedrohend aussah, so erholten sich viele Bäume erstaunlich gut. Bei Koniferen ist daher selbst bei vollständiger Entnadelung die auf den Winterfrost folgende Vegetationszeit abzuwarten, ehe man über stark beschädigte Bäume das Todesurteil spricht. Fälle besonders guter Regeneration wurden bei *Pseudotsuga taxifolia*, *Cryptomeria japonica*, *Thujaopsis dolabrata* und anderen Arten beobachtet.

4. Bei gleicher Baumart wurden je nach der Herkunft des Saatgutes erstaunlich große Unterschiede in der Winterfrosthärte beobachtet, so daß durch diese Feststellung die Notwendigkeit der sorgfältigen Herkunftswahl auch bei fremdländischen Baumarten im Hinblick auf Winterkälteschäden unterstrichen wird.

5. Bei gleicher Baumart und einheitlicher Herkunft ergaben sich oft erstaunliche Individualunterschiede in der Winterfrosthärte. Von zwei nebeneinanderstehenden Pflanzen war die eine durch Kälte sehr stark, die andere überhaupt nicht geschädigt. Diese Tatsache ermöglicht für die Züchtung eine Selektion winterfrostharter Sorten innerhalb einer Standortrasse.

6. Bei frühblühenden Baumarten, deren Laub- bzw. Nadelknospen durch die Winterkälte nicht geschädigt wurden, konnten teilweise erhebliche Frostschäden an männlichen und weiblichen Blütenknospen festgestellt werden, so besonders bei Angehörigen der Gattung *Alnus* und *Larix*. Diese bisher wenig beachteten Blütenschäden können in Zukunft für die künstliche Artkreuzung in Samenplantagen auch wirtschaftliche Bedeutung erlangen.

Literatur

1. FABRICIUS, L.: Die Schäden des Winterwetters 1928/29 an den fremdländischen Holzarten des forstlichen Versuchsgartens in Grafrath bei München. — Forstw. Cbl. 1930. S. 35. —
2. Monatlicher Witterungsbericht des deutschen Wetterdienstes. — Nr. 1 bis 5, 1956. —
3. ROHMEDE E. und LEDERHUBER M.: Anbauversuche mit fremdländischen Baumarten im Forstlichen Versuchsgarten Grafrath. — Deutsche Baumschule, 1954, S. 233—249.