

- NICHOLLS, J. W. P., and BROWN, A. G.: The ortet-ramet relationship in wood characteristics of *Pinus radiata*. *Appita* 25: 200–209 (1971). — NICHOLLS, J. W. P., PAWSEY, C. K., and BROWN, A. C.: Further studies on the ortet-ramet relationship in wood characteristics of *Pinus radiata*. *Silvae Genet.* 25: 73–79 (1976). — OLESEN, P. O.: On transmission of age changes in woody plants by vegetative propagation. Royal Vet. & Agric. Uni. Copenhagen. Yearbook, 64–70 (1973). — OLESEN, P. O.: The variation of the basic density level and tracheid width within the juvenile and mature wood of Norway spruce. For. Tree Impr., Arbor., Hørsholm No. 12, 1–21 (1977). — PANSHIN, A. J., and DE ZEEUW, C.: *Textbook of wood technology*. 3rd ed. New York (1970). — Queensland For. Dep.: Report of director of forests for year ending 30th June 1958, 35–36. (Not seen, quoted from DINWOODIE 1961). — ROBBINS, W. J.: Topophysis, a problem in somatic inheritance. Proc. Amer. Phil. Soc. Vol. 108: 5, 395–403 (1964). — ROBINSON, L. W., and WAREING, P. F.: Experiments on the juvenile-adult phase change in some woody species. New Phytol. 68: 67–78 (1969). — ROMBERGER, J. A.: An appraisal of prospects for research on juvenility in woody perennials. Acta Hort. 56: 301–317 (1976). — ROULUND, H.: The effect of the cyclophysis and the typophysis on the rooting and behaviour of Norway spruce cuttings. Acta Hort. 54: 39–50 (1975). — SAX, K.: Aspects of ageing in plants. Annual Review of Plant Physiology 13: 489–506 (1962). — SCHAFFALITZKY DE MUCKADELL, M.: Investigations on ageing of apical meristems in woody plants and its importance in silviculture. Forstl. Forsøgsrv. Danm. 25: 307–455 (1959). — SEELINGER, R.: Topophysis und Cyclophysis pflanzlicher Organe und ihre Bedeutung für die Pflanzenkultur. Angew. Bot. 6: 191–200 (1924). — VÖCHTING, H.: Über die Regeneration der Araucaria excelsa. PRINGSHEIM. Jb. wiss. Bot. 40: 144–155 (1904). (Not seen, quoted from MOLISCH 1915). — WAREING, P. F.: Problems of juvenility and flowering in trees. J. Linn. Soc. (Bot.) 56: 282–289 (1959). — WAREING, P. F., and FRYDMAN, W. M.: General aspects of phase change, with special reference to *Hedera Helix* L. Acta Hort. 56: 57–69 (1976). — WRIGHT, J. W.: An introduction to forest genetics. Academic Press, New York (1976). — ZIMMERMAN, R. H.: Juvenility and flowering in woody plants. A review. Hort. Sci. 7: 447–455 (1972). — ZIMMERMANN, M. H., and BROWN, C. L.: *Trees structure and function*. Springer-Verlag, Berlin (1974).

Zur Stecklingsvermehrung bei *Nothofagus procera* (Poepp. et Endl.) Oerst

Von A. BECKER¹⁾ und H. DAUTZENBERG²⁾

(Eingegangen Mai 1978)

Zusammenfassung

Der an sich wünschenswerte Versuchsanbau mit *Nothofagus procera* wird durch Schwierigkeiten der Saatgutbeschaffung und eine empfindliche Jugendphase der Baumart erschwert. Ein Ausweg besteht in der vegetativen Vermehrung durch Stecklinge. Anhand der Versuchsergebnisse der Jahre 1976 und 1977 im Gewächshaus Burgholz wurde dargelegt, daß die vegetative Vermehrung von *N. procera* durch Grünstecklinge unter Sprühnebel mit wirtschaftlich diskutabilem Erfolg möglich ist, wenn eine geeignete Steckperiode (etwa 1. Junihälfte) gewählt wird und geeignetes Sprühwasser zur Verfügung steht. Anschlußversuche zur Optimierung des Verfahrens durch Substratwahl, Wuchsstoffbehandlung und Terminierung nach phänologischen Merkmalen werden empfohlen.

Summary

The experimental cultivation of *Nothofagus procera* while desirable in itself, is impeded by difficulties in seed-supply and by sensitive juvenile stage. An alternative is to use vegetative propagation by cuttings. Results of trials in 1976 and 1977 in the greenhouse at Burgholz near Wuppertal have shown, that vegetative propagation of *N. procera* by leaf cuttings under mist is possible with economic usefulness, if a suitable planting period (around the first fortnight in June) is chosen and sufficient water for irrigation is available. Experiments aimed at optimising by choosing rooting medium, treatment with growth-regulators and phenological identification of the optimum period are recommended.

Key words: *Nothofagus procera*, propagation by cuttings, propagation period, vegetative propagation.

Einleitung

Die bisherigen Anbau-Erfolge mit *Nothofagus procera* in Deutschland und England (HOGREBE 1973, MITCHELL 1975) sowie der Holzwert dieser Baumart (KÖNIG et al. 1972, KOZDON 1958, TESDORFF 1963) lassen zumindest weitere Versuchsanbauten wünschenswert erscheinen (KRÜSSMANN 1977). Hierbei ist der Umstand hinderlich, daß die Beschaffung generativen Vermehrungsmaterials nicht immer ohne weiteres möglich ist.

Es kommt hinzu, daß die Sämlinge der Baumart offensichtlich in der Jugend früh- und winterfrostempfindlich sind. Diese Erfahrung machte im Gegensatz zu der Annahme KRÜSSMANNS (1938, 1977) schon REINHEIMER (1961); sie wird durch Beobachtungen an einjährigen Sämlingen der Herkunft Las Nabras Prov. Nuble (750–800 m) aus einer norddeutschen Baumschule bestätigt, welche im Winter 1976/77 zu großen Teilen stark zurückfroren und teilweise ganz erfroren. Ältere (8- bis 17jährige) Pflanzen im Anbaurevier Burgholz bei Wuppertal weisen solche Frostempfindlichkeit nicht mehr auf. Die Vermutung REINHEIMERS (1961), daß es sich um eine altersphasenbedingte vorübergehende Erscheinung handelt, scheint berechtigt. Eine mit hohem Risiko belastete Jugendphase ist jedoch, sei sie auch kurz, ein schwerwiegender Mangel einer Baumart, der zur Abhilfe herausfordert. Es lag daher nahe, eine Methode der vegetativen Vermehrung von *Nothofagus procera* zu erarbeiten, um einerseits die Schwierigkeiten der Saatgutbeschaffung zu umgehen, andererseits unter Ausnutzung der bekannten „Cyclophysis-Effekte“ (LYR et al. 1967) die frostempfindliche Jugendphase zu überspringen.

Material und Methode

Seit Sommer 1976 wurden im Gewächshaus Burgholz des Forstamtes Mettmann unter Leitung der LÖLF bisher insgesamt 3230 Stecklinge von zehn 8- bis 17jährigen Mutterpflanzen abgesteckt.

¹⁾ Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW, (LÖLF), Recklinghausen.

²⁾ Forstbetriebsbezirk Burgholz des Forstamtes Mettmann, Rhld.

Versuch 1976/77:

Im ersten Versuch wurden ab 5. 7. 1976 von nur einer 17-jährigen Ausgangspflanze in Abständen von 3 Wochen je 50 Stecklinge mit 5 Wuchsstoff-Varianten und 5 Wiederholungen in ein Torf/Sand-Gemisch unter einer Sprühlanlage mit entkarbonisiertem Leitungswasser abgesteckt, zuletzt am 8. 11. 1976. Als Wuchsstoff wurde Indolessigsäures Kalium in Talcum-Puder in den Konzentrationen 0,01, 0,05, 0,1, 0,5 und 1,0% verwendet. Nach jeweils 12 Wochen fand eine Kontrolle des Bewurzelungserfolges statt. Dieser Versuch wurde 1977 mit den Steckterminen 24. 5., 7. 6., 21. 6. und 5. 7. fortgesetzt, diesmal mit Stecklingen von 5 Mutterbäumen. Einer davon war 17-jährig und 1976 bereits benutzt worden; 4 Mutterbäume sind 14-jährig und 1977 erstmals verwendet. Eine Aufnahme dieses Anschlußversuches erfolgte am 30. 8. 1977 (Abb. 8).

Versuch 1977:

Da der Erfolg des angewendeten Verfahrens sehr gering und eine Auswertung des Versuches wegen der geringen Überlebensrate kaum möglich schien, wurde bereits während der Laufzeit des ersten ein zweiter Versuch zur Stecklingsvermehrung von *N. procera* geplant.

Diesmal wurden 5 8jährige Mutterpflanzen (Bäume Nr. 12 bis 16) verwendet, von denen am 20. 5., 3. 6., 16. 6. und 1. 7. 1977 jeweils 24 Stecklinge in 4 Wiederholungen bei einheitlicher Wuchsstoffbehandlung in ein Kies-Sprühbeet abgesteckt wurden. Als Wuchsstoff-Präparat wurde eine 5000 ppm-Lösung von Indolbuttersäure in 50%igem Isopropanol verwendet, in welche die Stecklingsbasis jeweils 5 sek. lang eingetaucht („gedippt“) wurde. Nach dem Abtrocknen der Stecklinge ist eine Nachbehandlung der

Schnittfläche mit 5%igem Benomyl-Talcum-Puder erfolgt.

Das Wasser der Sprühlanlage war im Gegensatz zum früheren Versuch durch eine Ionenaustausch-Patrone vom Typ B 43 d der Fa. Behr entionisiert (Leitfähigkeit 0—10 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Die bisherige Steuerung der Sprühlanlage über einen Baumwollfaden-Hygrostaten, welche auf dem Prinzip der Leitfähigkeit des ionenhaltigen Kapillarwassers im Baumwollfaden beruhte, funktionierte nun nicht mehr. Stattdessen wurde eine Tauwaage eingesetzt. Alle 14 Tage erfolgte eine Behandlung mit jeweils wechselnden Fungiciden (es wurden je 0,2prozentige Brühen von Orthocid, Benomyl und Euparen verwendet). Die Feststellung des Bewurzelungserfolges fand am 30. 8. 1977 statt.

Für die statistische Auswertung haben wir Herrn Forstrat BACKWINKEL von der Zentraleinrichtung der Landesanstalt für Ökologie NW zu danken. Er hat die Daten einem T-Test sowie einem $k \times 2$ Felder- χ^2 -Test nach BRANDT-SNEDECOR (SACHS 1974) unterzogen.

Ergebnisse

Versuch 1976/77:

Die Bewurzelungsrate des Versuches 1976/77 war sehr niedrig, so daß eine Auswertung nach Termin- und Wuchsstoff-Behandlungen nicht möglich war.

Insgesamt wurden von 2750 Stecklingen nur 66 bewurzelt, d. s. 2,4%. Betrachtet man jedoch die Absteckung 1977 aus diesem Versuch für sich, so sind die Ergebnisse etwas günstiger: von 480 Stecklingen waren 50, d.s. 10,4%, bewurzelt. Die Durchleuchtung dieses, vor allem aber des Versuches 1977 zeigt, daß in erster Linie die Stecktermine für die

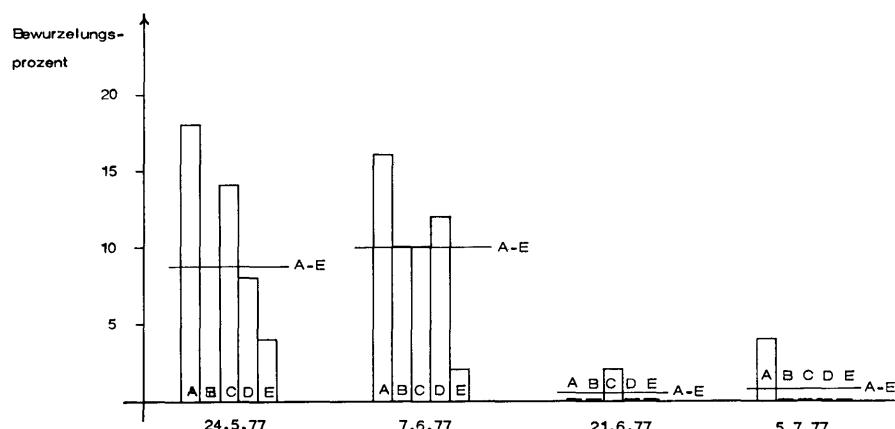


Abb. 1. — *Nothofagus-procera*-Steckversuch 1976/77 in Sand/Torf. Einfluß des Stecktermins (im Durchschnitt aller 5 Klone) beim Teilversuch 1977. (A-E = Wiederholungen/Blöcke).

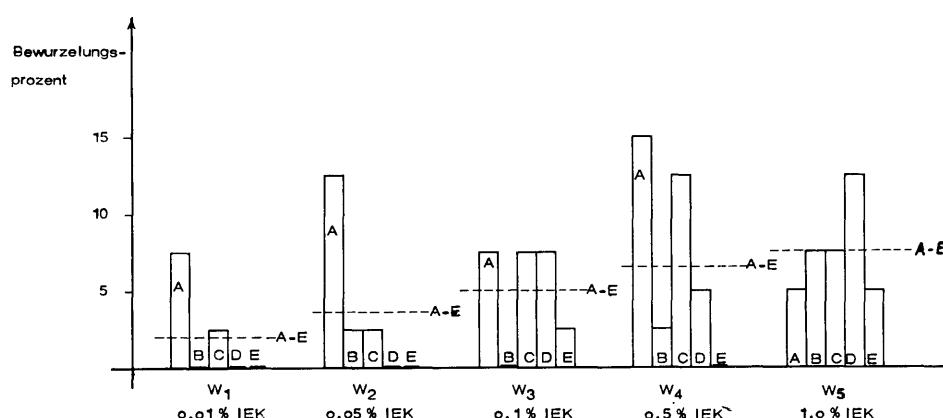


Abb. 2. — *Nothofagus-procera*-Steckversuch 1976/77 in Sand/Torf. Einfluß der Wuchsstoffbehandlung im Teilversuch 1977. (A-E = Wiederholungen/Blöcke).

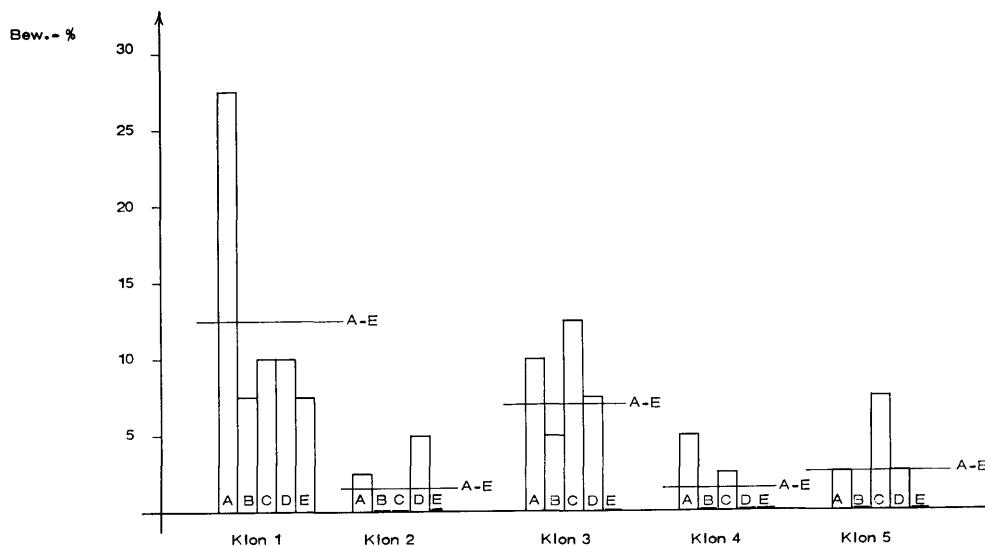


Abb. 3. — *Nothofagus*-Steckversuch 1976/77 in Sand/Torf. Einfluß des Mutterbaumes (des Klons) auf den Bewurzelungserfolg im Teilversuch 1977. (A-E = Wiederholungen/Blöcke).

Tabelle 1. — Zusammenstellung der Bewurzelungsergebnisse nach Steckterminen und Mutterpflanzen im Versuch 1977

Termin	Mutterpflanze	Anzahl bewurzelter Stecklinge	Anzahl unbewurzelter Stecklinge
20. 5. 1977	12	14	10
	13	1	23
	14	4	20
	15	13	11
	16	12	12
3. 6. 1977	12	20	4
	13	7	17
	14	8	16
	15	15	9
	16	15	9
16. 6. 1977	12	18	6
	13	7	17
	14	5	60
	15	10	14
	16	20	4
1. 7. 1977	12	1	23
	13	0	24
	14	1	23
	15	2	22
	16	5	19
Sa.	178	302	480

unterschiedlichen Bewurzelungsraten verantwortlich sind (Abb. 1).

Wuchsstoff-Behandlung und Mutterpflanze verursachen ebenfalls einen Teil der Varianz (Abb. 2 u. 3).

Versuch 1977:

Bei dem Versuch 1977 wurden von 480 Stecklingen 178, d. s. 37,08%, bewurzelt. Dieses durchschnittliche Ergebnis erlaubt erstmalig auch einen Einblick in die Ursachen der Bewurzelungsunterschiede. Tabelle 1 enthält eine Zusammenstellung der wichtigsten Grunddaten. Eine statistische Überprüfung der Wiederholungen (Blöcke) ergibt, daß bei den Wiederholungen 2 bis 4 hochsignifikante Vergleichbarkeit vorliegt; Wiederholung 1 ist deutlich unterschieden, möglicherweise durch günstige kleinklimatische Bedingungen an betreffender Stelle des Gewächshauses verursacht. Die Gleichartigkeit der Wiederholungen insgesamt ist aber ausreichend (Abb. 9).

Nach Abbildung 4 ist eine deutliche Abhängigkeit des Bewurzelungserfolges vom Stecktermin zu vermuten. Die statistische Auswertung bestätigt diese Annahme (s. Tab. 2). Sie zeigt, daß zwischen allen Steckterminen außer den beiden mittleren gesicherte Bewurzelungsunterschiede auf dem Signifikanzniveau von 5% bestehen. Eine optimale Steckperiode liegt demnach in der ersten Junihälfte. Aus Abbildung 5 lassen sich ferner merkliche Eignungsunterschiede der verwendeten Mutterpflanzen ablesen. Die statistische

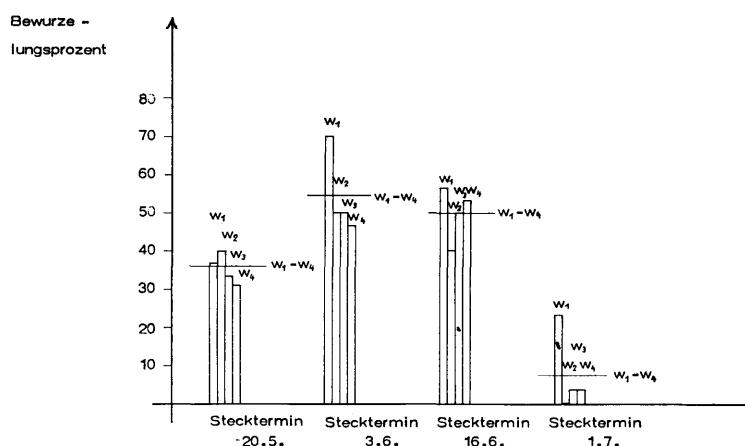


Abb. 4. — *Nothofagus*-Steckversuch Kies 1977. Einfluß des Stecktermins auf das Bewurzelungsergebnis. (W₁-W₄ = Wiederholungen).

Tabelle 2. — Paarweiser Vergleich von Klonen bzw. Steckterminen im Nothofagus-Steckversuch 1977 in Kies: Ergebnisse der $k \times 2$ Felder χ^2 -Tests nach BRANDT-SNEDECOR. Tabellenwert für χ^2 bei FG 1 und 5% Signifikanzniveau: 3,84. Die unterstrichenen Werte zeigen auf dem 5%-Signifikanzniveau gesicherte Unterschiede.

Klone	χ^2 -Werte für die Paare									
	Klon 12/ Klon 13	Klon 12/ Klon 14	Klon 12/ Klon 15	Klon 12/ Klon 16	Klon 13/ Klon 14	Klon 13/ Klon 15	Klon 13/ Klon 16	Klon 14/ Klon 15	Klon 14/ Klon 16	Klon 15/ Klon 16
	32.880	27.377	3.524	0,021	0,329	15.926	31.385	11.957	25.990	3.005
Stecktermine	20.5./ 3.6.	20.5./ 16.6.	20.5./ 1.7.	-	3.6./ 16.6.	3.6./ 1.7.	-	16.6. 1.7.	-	-
	7.412	4.344	29.664	-	0,417	61.270	-	40.366	-	-

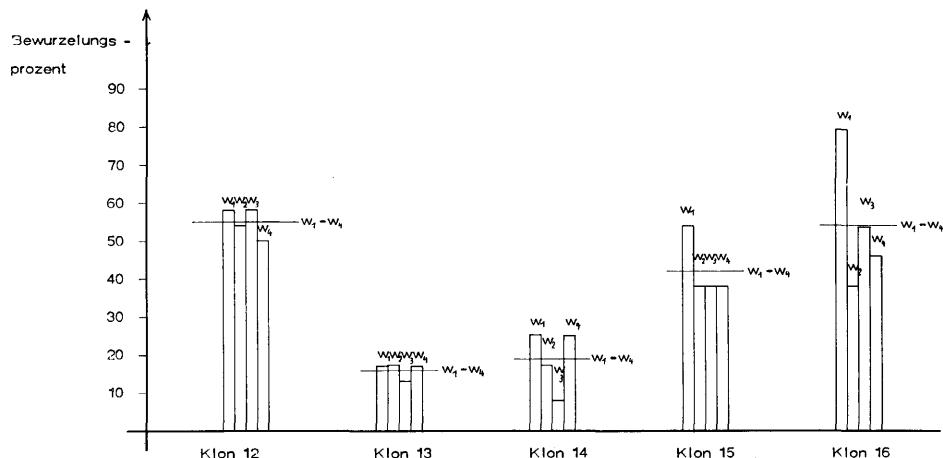


Abb. 5. — Nothofagus-Steckversuch Kies 1977. Einfluß der Mutterpflanze (des Klons) auf das Bewurzelungsergebnis (W_1-W_4 = Wiederholungen/Blöcke).



Abb. 6. — Gut bewurzelte Stecklinge aus dem Kiesbeet.

Auswertung (s. Tab. 2) ergibt, daß mit ausreichender Sicherheit 2 Gruppen von Mutterpflanzen unterschieden werden können, nämlich 12, 15 und 16 einerseits und 13 und 14 andererseits. Erstere besitzen eine bessere Bewurzelungsfähigkeit. Bezüglich der Bewurzelungsgüte (Wurzelmasse) ergaben sich ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen den Klonen. Die Stecklingsnachkommen des Mutterbaums 16 waren stets am kräftigsten entwickelt, dies galt auch für die oberirdischen Teile.

Die bewurzelten Stecklinge aus dem Kiesbeet machten, verglichen mit denjenigen aus dem Torf-Sand-Beet, durchschnittlich einen sehr guten Eindruck (vgl. Abb. 6); das Wurzelsystem der letzteren war weniger kompakt und teilweise bereits durch Fäulnis mehr oder weniger stark geschädigt.

Diskussion

Die Ergebnisse des Versuches 1977 zeigen, daß die Absteckung von Grünstecklingen in ein Kiesbeet in der ersten Junihälfte und die Intervall-Besprühung mit entionisiertem Wasser ein durchaus brauchbares Verfahren zur Stecklingsbewurzelung bei *Nothofagus procera* darstellt. Die deutlichen Unterschiede der Bewurzelungsergebnisse je nach Mutterbaum der Stecklinge können genetisch und/oder physiologisch bedingt sein. Eine Optimierung des Verfahrens sollte durch Sekundär-Absteckung der inzwischen bewurzelten Stecklinge versucht werden. Unterschiede des geeigneten Zeitpunktes der Absteckung je nach Mutterpflanze lassen ferner eine Terminierung nach phänotypischen Merkmalen der Bäume angeraten erscheinen. Wenn nämlich ein Mutterbaum eine deutliche Verzögerung des besten Stecktermins gegenüber den anderen Bäumen er-

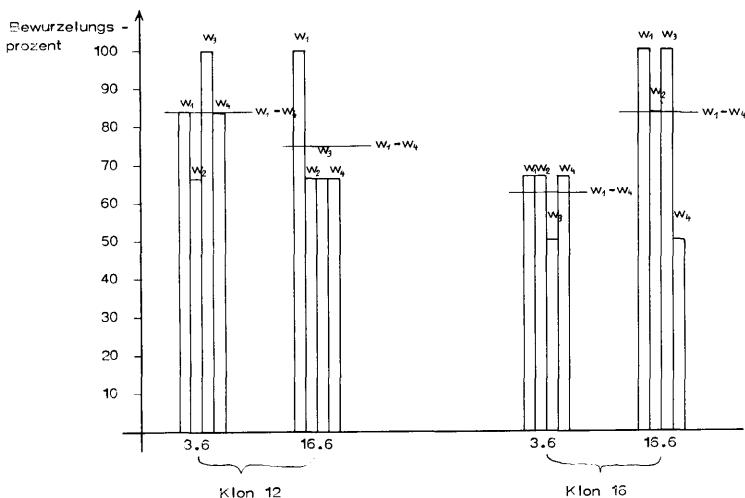


Abb. 7. — *Nothofagus*-Steckversuch 1977 Kies. Bewurzelungsergebnis bei den beiden „besten“ Klonen und den beiden mittleren Steckterminen.

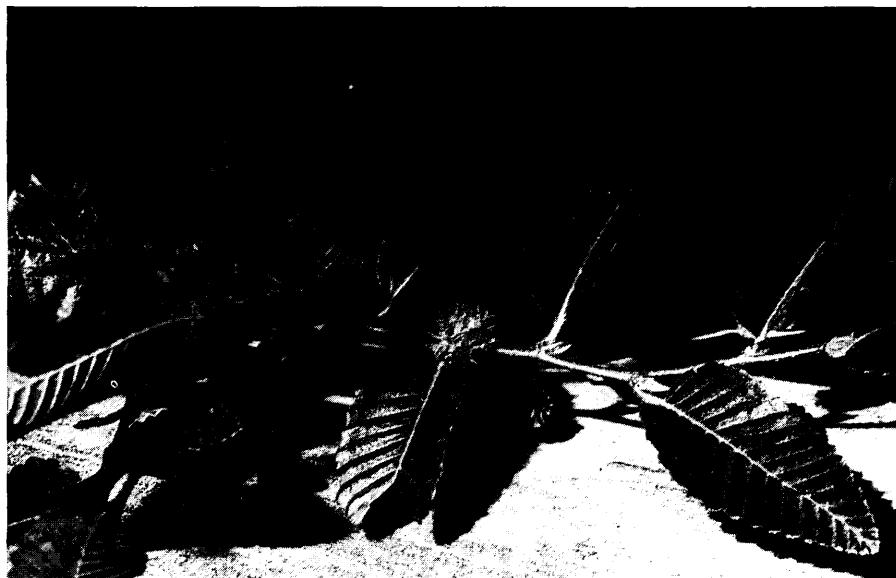


Abb. 8. — Fruktifizierender Zweig von *Nothofagus procera* (14j.), Abt. 202 g Burgholz, Aufn. 14. 7. 77.

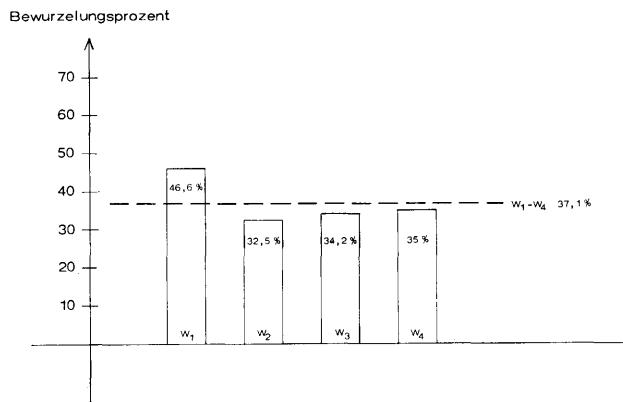


Abb. 9. — Versuch zur Bewurzelung von *Nothofagus*-Grünstecklingen im Kiesbeet 1977. Einfluß der Wiederholungen (der Blöcke) auf die Bewurzelungsrate (im Durchschnitt aller Klone und Termine).

kennen läßt, (so z. B. Baum 16), so kann dies z. B. eine Folge des späteren Austriebs sein, so daß insgesamt eine Terminangabe nach Kalenderdaten unzweckmäßig erscheint,

Auffällig ist auch in diesem Zusammenhang die weiter unten mitgeteilte Beobachtung der Herbstverfärbungstermine: Von den als „Spätentwickler“ ermittelten Klonen 12 und 16 schneidet zumindest der letztere bei dem späteren der beiden mittleren Termine günstiger ab (Abb. 10).

Schließlich könnte durch Variation der Wuchsstoffanwendung nach Art und Konzentration eine weitere Verbesserung des Verfahrens erzielt werden. Welchen Einfluß das verwendete Stecksubstrat auf den Bewurzelungserfolg hat, läßt sich zur Zeit nicht sagen. Auffällig sind immerhin die großen Unterschiede in den Bewurzelungsergebnissen im Torf-Sand-Beet bzw. Kiesbeet. Aus einem parallel durchgeföhrten Versuch zur Fichten-Stecklingsbewurzelung läßt sich allerdings der Schluß ziehen, daß hauptsächlich die Qualität (Salzfracht, pH-Wert, Chlorid-Konzentration) des verwendeten Sprühwassers die Erfolgsunterschiede bewirkt. Bei einem Chloridgehalt von rd. 220 mg/Liter des Leitungswassers war ein Mißerfolg bei der Bewurzelung und ein Absterben bereits bewurzelter Stecklinge fast zu erwarten. Die zeitweilig vorgesetzte Entkarbonisierungsanlage hat durch Verschiebung des $\text{Na}^+/\text{Ca}^{++}$ -Verhäl-

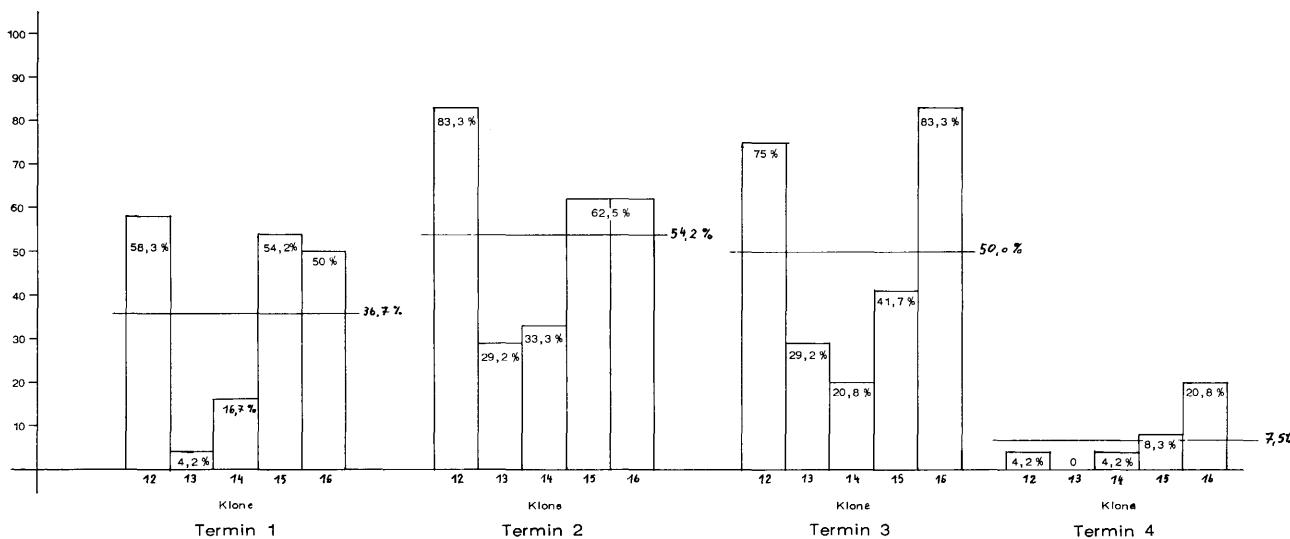


Abb. 10. — Versuch zur Bewurzelung von *Nothofagus*-Grünstecklingen im Kiesbeet 1977. Terminabhängigkeit der Bewurzelungsrate bei den Klonen

nisses zugunsten des Na+ die Qualität des Wassers weiter verschlechtert.

Der Einfluß des Alters der Mutterpflanze auf den Bewurzelungserfolg konnte bei den geschilderten Versuchen nicht geklärt werden, da die Mutterpflanzen jedes der Versuche etwa gleich alt waren. Aus zahlreichen früheren Untersuchungen anderer Autoren (HARTMANN et al. 1975, HEYBROCK et al. 1976, KLEINSCHMIT 1977, LYR et al. 1967) läßt sich jedoch auch für *Nothofagus* eine höhere Bewurzelungsrate mit abnehmendem ontogenetischem Alter der Ausgangspflanze erwarten.

In der Tat wurden in einem kleinen (leider nicht repräsentativen) Nebenversuch bei Verwendung von 2jährigen Sämlingen (Klongemisch) als Ausgangsmaterial selbst bei ungünstiger Terminwahl (18. 7. 1977) und bei ungeeignetem Sprühwasser ziemlich unabhängig vom verwendeten Wuchsstoff-Präparat (Wurzelfix, Seradix, 5000 ppm IBA, 10 000 ppm IBA, 0,5% IEK, 0,5% IBK) recht hohe Bewurzelungsprozente zwischen 48 und 76% erzielt.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch das Ergebnis der Beobachtung der herbstlichen Laubverfärbung bei den Mutterpflanzen: Zuerst (Anfang Oktober 1977) verfärbte Baum 13; die Bäume 14 und 15 verfärbten im ersten Novemberdrittel, während bei den Bäumen 12 und 16 die frischgrüne Belaubung bis zum ersten starken Frost Ende November erhalten blieb. Die wurzelwilligsten Klonen sind demnach diejenigen mit dem spätesten Vegetationsabschluß. Wenn man weiterhin mit LYR, POLSTER und FIEDLER (1967) davon ausgeht, daß eine Hemmung des Laubwurfes

Ausdruck der Jugendlichkeit von Baumindividuen bzw. von Teilen derselben ist, dann wurden in vorliegendem Fall unterschiedliche Jugendlichkeits-Grade der Mutterpflanzen durch das Bewurzelungsergebnis bei ihren vegetativen Nachkommen offenkundig.

Möglicherweise kann man anhand dieser Zusammenhänge aus Baumpopulationen die bewurzelungsfähigsten Individuen und bei denselben die geeigneten Kronenteile verhältnismäßig leicht ausfindig machen.

Die Ergebnisse zeigen insgesamt, daß eine erfolgreiche Bewurzelung von Grünstecklingen der *Nothofagus procera* unter den hier beschriebenen Bedingungen möglich ist.

Literatur

- HARTMANN, H. T., and KESTER, D. E.: Plant Propagation. 3. Ed., Englewood Cliffs, N.J. (1975). — HEYBROCK, H. M., and VISSER, T.: Juvenility in fruit growing and forestry. Acta Horticulturae 56 (1976). — HOGREBE, H.: *Nothofagus*-Anbauten im Burgholz bei Wuppertal. Mitt. der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft Bd. 66 (1973). — KLEINSCHMIT, J.: Probleme bei der vegetativen Vermehrung. Allg. Forst- u. J.-Ztg. 148, 5 (1977). — KÖNIG, E., u. a.: Holzlexikon. Stuttgart 1972. — KOZDON, P.: *Nothofagus*, die Buche der Kordilleren. Mitt. der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft B. 60 (1957/58). — KRÜSMANN, G.: Die Ansprüche der Gehölze an Lage und Boden. Mitt. d. Deutschen Dendrologischen Gesellschaft Bd. 51 (1938). — KRÜSMANN, G.: Handbuch der Laubgehölze, Bd. II. Berlin-Hamburg (1977). — LYR, H., POLSTER, H., und FIEDLER, H. J.: Gehölzphysiologie. Jena 1967. — MITCHELL, A.: Die Wald- und Parkbäume Europa's. Übers. v. G. KRÜSMANN. Hamburg u. Berlin (1975). — REINHEIMER, G.: Beobachtungen über die Anzuchtmöglichkeiten von drei *Nothofagus*-Arten aus Chile in Norddeutschland. Forstarchiv 32 (1961). — TESDORFF, H.: Wirtschaftliche Buchenwälder der Süd-Kordillere Argentiniens. Mitt. d. Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, Bd. 62 (1961/63).