

Der Vergleich der Ergebnisse der chemischen Analysen und der Kreuzungen ist bei der Gattung *Pinus* von einem Interesse, weil er die taxonomische Verwendbarkeit verschiedenartiger Ergebnisse beleuchtet. LINDSTEDT (3) hat über neuere Untersuchungen des Kernholzanteiles der Kiefer berichtet. Er zeigt, daß die Untergattung *Haploxyylon* und *Diploxyylon* durch vier Anteilklassen klar voneinander getrennt sind. In der Untergattung *Haploxyylon* finden sich freilich klare Unterschiede zwischen Arten und Artengruppen, während in der Untergattung *Diploxyylon* eine große Gleichförmigkeit im Kernholzanteil besteht. Folglich hat auch diese Untersuchungsart ungleichen Wert bei den verschiedenen Untergattungen, genau wie das für die Kreuzbarkeit der Fall ist, welche bei *Haploxyylon* sehr viel weniger brauchbar ist als bei *Diploxyylon*. Die flüchtigen Bestandteile des Oleoresins (MIROV 4) ermöglichen keine scharfe Trennung zwischen *Haploxyylon* und *Diploxyylon*, wohl aber innerhalb dieser beiden Untergattungen, weshalb sie von erheblichem Interesse für die Abgrenzung bestimmter Artenpaare und die Vereinigung bestimmter Artengruppen sind. Daher scheint es, als könne sich keine umfassende taxonomische Anordnung

ausschließlich nur auf ein einziges Untersuchungsmerkmal verlassen.

Vom Standpunkt des Kiefernzüchters hat ein taxonomisches Schema, welches die Kreuzbarkeit in Rechnung stellt, praktisches Interesse. Zahlreiche Bearbeiter der Kiefer haben auf die ökologischen und morphologischen Ähnlichkeiten zwischen *P. silvestris* einerseits und *P. contorta* und *P. Banksiana* andererseits besonders hingewiesen. Versuche, *P. silvestris* mit diesen beiden nordamerikanischen Arten zu kreuzen, sollten und werden durchgeführt werden. Trotzdem ist für die vorliegende Aufgabe der Erfolg dieser Versuche weniger wichtig, als vielmehr die Anstellung anderer Versuche, die zur Herstellung von wichtigen und interessanten anderen Bastarden führen. Zweifellos werden einige Kreuzungen, welche heute noch schwierig oder unmöglich erscheinen, durch Fortschritte der Technik erleichtert werden, aber in der Zwischenzeit scheint es das Beste für die Forstpflanzenzüchter zu sein, wenn sie innerhalb der ihnen gesetzten Grenzen Kreuzungen zwischen solchen Arten ausführen, die nach dem heutigen Stand unserer Erkenntnis am sichersten erfolgversprechend sind.

(Aus dem Forstbotanischen Institut der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen in Hann. Münden und dem Lehrforstamt Escherode)

Untersuchungen über die Wirkung synthetischer Wuchsstoffe auf die Stecklingsbewurzelung bei Waldbäumen

Von HANS-HERMANN HEITMÜLLER

(Eingegangen am 10. Mai 1952)

1. Einleitung

Über die Bedeutung, die eine vegetative Vermehrung der Holzarten für die praktische Verwendbarkeit züchterischer Ergebnisse haben kann, bedarf es keiner besonderen Hinweise. Zuletzt haben SCHMUCKER (1951) und RUNDQUIST und STEFANSSON (1951) dazu Stellung genommen. Daß noch bis vor einigen Jahren verhältnismäßig wenige Versuche in dieser Richtung durchgeführt wurden, hatte verschiedene Gründe. Einmal war die Wichtigkeit einer vegetativen Vermehrung der Waldbäume noch nicht erkannt worden, zum anderen wurde allgemein angenommen, daß sämtliche Holzarten, außer Pappel und Weide, sich entweder gar nicht oder nur mit großen Schwierigkeiten vegetativ vermehren lassen. Zwar soll bereits vor 1900 Oberforstrat GANGHOFER in Augsburg die Bewurzelung von Fichtenstecklingen gelungen sein (HARRER 1941), und schon MAYR (1906) und BEISSNER (1909) berichten über Stecklingsvermehrungen und sonstige vegetative Vermehrungsarten der Bäume, aber noch 1918 konnte BÜHLER (1918) schreiben, daß über die Forstpflanzung der Fichte durch Absenker wenig bekannt sei. Jedoch schon um das Jahr 1930, wurde, durch die Erfolge der pflanzlichen Hormonforschung angeregt, die für die forstliche Züchtung notwendige vegetative Vermehrung von Waldbäumen näher untersucht. Erfolge auf diesem Gebiet gehörten zunächst zu den Seltenheiten. Beginnend mit den Versuchen von THIMANN (1934) und LAIBACH (1934) gelingt MIROV (1938) und KOMISSAROV (1938) die Bewurzelung von Kiefernstecklingen. DÖPP (1939) hatte mit *Pinus silvestris* und *Picea excelsa* keinen Erfolg, jedoch mit *Populus tremula*. AFANASIEV'S (1939) Bewurzelungsversuche mit Stecklingen von *Populus tremuloides*, die im Juli und August geschnitten und mit Indolylbuttersäure behandelt wurden, schlügen fehl. Dagegen hatten sie Erfolg bei der Kreuzung *Populus alba* X *Populus nivea* und bei *Betula populifolia*. Bei *Acer saccharum*, dessen Stecklinge Ende

Juli 47 Stunden mit Indolylbuttersäure (10 mg/Liter) behandelt wurden, bewurzelte sich von 660 Stecklingen nur ein einziger. PLANK (1939) bewurzelte im Januar gesteckte Stecklinge von *Pinus caribaea* mit Indolylbuttersäure und zwar mit einer Lösung von 10 mg auf einen Liter Wasser. Erfolgreich waren bisher besonders DEUBER und FARRAR (1940) mit *Picea excelsa* LINK. Behandlung der Stecklinge mit Lösungen von Indolylbuttersäure, — 2,5; 5; 10; 40; 60; 80 Milligramm je Liter Waser; — 24 Stunden lang. GRIFFITH (1940) gelang es, festzustellen, daß die Wuchsstoffe nicht gleich wirken, sondern daß jede Spezies die besten Resultate bei Anwendung bestimmter chemischer Stoffe mit Wuchsstoffcharakter ergibt. GRIFFITH bewurzelte Douglasien und Sitkafichtenstecklinge mit Vorbehandlung von Indolylbuttersäure, Indolylessigsäure und Alpha-Naphthylessigsäure. Für beide Holzarten wurde festgestellt, daß die Wurzeln am zeitigsten und in großer Anzahl während der Vegetationsruhezeit vom 20. Februar bis 30. März gebildet werden. LIESE (1941) schlägt für die Douglasie und Strobe vor, bereits an der Mutterpflanze die zukünftigen Stecklinge mit Wuchsstoffpaste zu behandeln. Ein Verfahren, welches schon in den USA Erfolg hatte. Nach den bisherigen Ergebnissen scheinen die verschiedenen Rassen der Douglasie nicht gleichmäßig auf Wuchsstoffe zu reagieren, vielleicht, meint LIESE, liegen erhebliche individuelle Unterschiede vor. So zeigten Stecklinge der Küsten- und Gebirgsform große Unterschiede in der Kallusbildung, obwohl sie in gleicher Weise mit Beta-Indolylessigsäure behandelt waren. Die Küstenform reagierte positiv, die Gebirgsform dagegen negativ.

Die nachfolgenden eigenen Versuche haben den Zweck, nach neuen aussichtsreichen Methoden zur Lösung des Problems zu suchen. Es wurde besonders Wert darauf gelegt, Wuchsstoffe, Wuchsstoffkombinationen, Wuchsstoffkonzentrationen sowie Dauer der Wuchsstoffeinwir-

kungen für die einzelnen Holzarten in größerem Rahmen zu variieren und Versuche zu grundsätzlich verschiedenen Jahreszeiten, wie in der Vegetationsruhe, zu Beginn der Vegetationszeit und während der Vegetationsperiode vorzunehmen.

Komplizierte Vorbehandlungen, Behandlung mit Vitaminen (Aneurin, nach WARNER und WENT [1939] und mit Magnesium- und Mangansalzen nach AMLONG und NAUNDORF [1938]) kamen nicht zur Anwendung.

2. Das Untersuchungsmaterial

Das Stecklingsmaterial wurde von Einzelstämmen verschiedener Holzarten gewonnen. Die Auslese richtete sich einmal nach den Fragestellungen hinsichtlich der Bewurzelung, zum anderen wurde bereits versucht, solche Bäume heranzuziehen, deren vegetative Vermehrung möglicherweise von wissenschaftlicher und praktischer Bedeutung sein könnte. So dienten bei der Douglasie als Ausgangsbäume zwei besonders hervorragende Stämme des Forstamtes Westerhof-Harz (Distr. 54 b, 46jährig, wahrscheinlich aus Saatgut amerikanischer Herkunft, stärkster Stamm $h = 36$ m, $d 1,3\text{ m} = 58$ cm, 5,6 fm Inhalt), ebenfalls die beiden stärksten Stämme des Forstamtes Lonau (Distr. 135 b, 67jährig), sowie die beiden stärksten Stämme aus dem Frhrl. v. Grone'schen Privatwald Kirchbrak, Kreis Holzminden (Alter 65 Jahre, stärkster Stamm $h = 38$, $d 1,3\text{ m} = 81$ cm). Ferner fanden Douglasien des Forstamtes Lonau, Distr. 113 b (20jährig), welche Professor Dr. ZYCHA (Hann. Münden) seit mehreren Jahren auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Rhabdoeline untersuchte, Verwendung, und zwar in besonderem Maße eine dem grauen Formenkreis angehörige Douglasie, die seit der Beobachtung sich schon mehrere Jahre hindurch als resistent gegen Rhabdoeline pseudotsugae und Gilletteella (Douglasienlaus) erweist, obwohl sie von kranken und von der Douglasienlaus stark befallenen Stämmen umgeben ist und sogar von den Zweigen dieser Bäume berührt wird. Dieser resistente Stamm (Lonau, Distr. 113 b, Nr. 5) ist außerdem im weiteren Umkreis auch der stärkste. Von mehreren Douglasien aus dem Gräfl. Bernstorff'schen Forstamt Gartow (Jagen 154 a, Alter 46 Jahre, $h = 23$ m, $d 1,3\text{ m} = 38$ cm), die nach Untersuchungen von ZYCHA sich gegenüber anderen Herkünften im dortigen Forstamt durch besondere Frosthärte unterscheiden und nicht von der in Gartow häufig vorkommenden, verheerend wirkenden Phomopsis pseudotsugae befallen werden, wurden ebenfalls Stecklinge geworben.

Als Zuchtbau für die Fichte diente ein im Forstamt Westerhof gefällter Stamm, der über die geforderten Qualitäten verfügte (Distr. 50 b, Alter 130 Jahre, $h = 40$ m, Mittendurchmesser 34 cm). Die Stecklinge wurden hier getrennt aus 40 m und 30 m Höhe genommen, um später ein eventuell unterschiedliches Verhalten bei der Bewurzelung zu beobachten. Um außerdem eine artspezifische Wirkung der Wuchsstoffe, wie sie LIESE (1941) für möglich hält, prüfen zu können, wurde für die Gattung *Picea excelsa* LINN. zusätzlich *Picea omorica* PANC. und in geringem Umfang auch *Picea pungens* L. zu den Untersuchungen hinzugenommen. Für beide Arten lieferte der Botanische Garten der Forstlichen Fakultät Hann. Münden die Reiser.

Das Stecklingsmaterial der Lärche wurde für *Larix europaea* D. C. und *Larix laricina* K. KOCH von den 33jäh-

rigen Exemplaren der beiden Arten aus dem Botanischen Garten Hann. Münden entnommen.

Für die Kiefer gilt das gleiche wie für die Lärche. Und zwar wurden Stecklinge genommen von *Pinus sylvestris* L. und *Pinus strobus* L., Alter 33 Jahre.

Die Tannen - Stecklinge, *Abies grandis* LINN. stammen von einem 70- bis 80jährigen Baum aus dem Mündener Botanischen Garten, der nach Freistellung am ganzen Stamm Klebreiser gebildet hatte und die dann als Stecklingsmaterial Verwendung fanden; bei *Abies nordmanniana* SPACH. wurden mehrere 10jährige Pflanzen verwendet.

Von den Laubhölzern wurden bei Buche, *Fagus silvatica* L., Stecklinge von 80jährigen Stämmen des Forstamtes Steinkrug (Deister), getrennt nach Früh- und Spättriebern genommen und bei *Fagus orientalis* LIPSKY solche von mehreren 40jährigen Exemplaren, ebenfalls aus dem Forstamt Steinkrug, Distr. 7 d.

Die Ulmen, *Ulmus campestris* SPACH. und *Ulmus montana* WIRTH. stammen von den beiden 35jährigen Stämmen des Mündener Botanischen Gartens.

Der Ahorn: ein 130jähriger Stamm von einigen im Göttinger Stadtwald vorkommenden 120- bis 140jährigen Exemplaren von *Acer pseudoplatanus* L., der besonders schöne Maserung nach Art des Vogelaugenahorns zeigte (Untersuchung am Institut für Forstbenutzung in Hann. Münden). Außerdem normaler *Acer pseudoplatanus* L. und *Acer carpinifolia* L. von 20jährigen Stämmen des Botanischen Gartens Hann. Münden.

Schließlich wurde für sämtliche Holzarten Stecklingsmaterial von jüngeren im allgemeinen 10jährigen Bäumen genommen, um ein eventuell unterschiedliches Verhalten der Stecklinge von jüngeren und älteren Stämmen bei der Bewurzelung zu untersuchen.

Für die Durchführung der Versuche wurde unterschieden nach Stecklingen:

1. von verschiedenen alten Mutterbäumen,
2. von verschiedenem Alter (halbjährig nicht verholzt und verholzt, einjährig und zweijährig),
3. von Zweigen 1., 2. und 3. Ordnung,
4. mit und ohne Ansatz älteren Holzes,
5. mit und ohne ausgebildeter, sowie entfernter Terminalknospe,
6. mit und ohne Blütenknospen (Douglasie),
7. die belaubt oder natürlich bzw. künstlich entlaubt oder deren Blätter gestümmt waren,
8. die beidseitig geschnitten wurden (Fußsteckling) oder nur basalwärts (Kopfsteckling),
9. die aus Kurztrieben bestehen (Kurztriebstecklinge bei Lärche und Kiefer),
10. verschiedener Länge und Stärke, verschiedenen Schnittes bzw. gerissene Stecklinge.

Bei den Laubhölzern und der Lärche wurden die Stecklinge so geschnitten, daß der Schnitt jedesmal am Fußpunkt unterhalb einer Knospe und bei Fußstecklingen am Kopfende oberhalb einer Knospe geführt wurde und zwar so klein wie möglich (kein Schrägschnitt), damit die Überwallung erleichtert und die Infektionsgefahr vermindert wurde. Bei Buche, Ulme und Ahorn vor der Vegetationszeit wurde Wert darauf gelegt, daß jeder Steckling mindestens zwei Knospen hatte.

3. Die Wuchsstoff-Behandlung

Es wurden folgende Wuchsstoffe in nachstehenden Lösungen verwendet:

Indolyl-3-Essigsäure 0,006 proz. = 60 mg in 1 l Leitungswasser
Indolyl-3-Essigsäure 0,004 proz. = 40 mg in 1 l Leitungswasser
Indolyl-3-Essigsäure 0,002 proz. = 20 mg in 1 l Leitungswasser
Indolyl-3-Essigsäure 0,001 proz. = 10 mg in 1 l Leitungswasser
Indolyl-3-Essigsäure 0,0005 proz. = 5 mg in 1 l Leitungswasser
Indolyl-3-Essigsäure 0,0001 proz. = 1 mg in 1 l Leitungswasser

und in gleichen Konzentrationen:

Indolyl-3-Buttersäure

Alpha-Naphthylessigsaures Kalium

Zimtsäure

Alpha-Naphthylessigsaures Kalium (50%) + Indolyl-3-Essigs. (50%)
Alpha-Naphthylessigsaures Kalium (50%) + Indolyl-3-Butters. (50%)

Alpha-Naphthylessigsaures Kalium (75%) + Zimtsäure (25%)

und außerdem

Belvitan Dosis III = 1 Gläschen auf 1 l Wasser

Belvitan Dosis IV = 5 Gläschen auf 2 l Wasser

Ma os - 100 (flüssig) 1 g auf 1 l Wasser

Die Indolylessigsaure, Indolyl-3-Buttersäure, das Alpha-Naphthylessigsaure Kalium und die Zimtsäure stammen von der chemischen Fabrik Merck in Darmstadt, das Belvitan von der I.G. Farbenindustrie in Leverkusen und das Präparat Ma-os von der Firma Schenkel-Hamburg.

Das Ansetzen der Standardlösungen, 100 mg Wuchsstoff auf 100 ccm Leitungswasser, wurde folgendermaßen vorgenommen:

1. Indolyl-3-Essigsäure, Indolyl-3-Buttersäure und Zimtsäure lösen sich nicht in kaltem Wasser, die 100 mg des Wuchsstoffes werden in 2 ccm 96%igem Alkohol gelöst und diese Lösung sodann mit 98 ccm kaltem Wasser verdünnt. Dabei mußte stets so verfahren werden, daß das Wasser oder zunächst ein Teil davon rasch zu der alkoholischen Lösung gegossen wurde und nicht umgekehrt, da sonst ein Teil der Wuchsstoffsubstanz sofort ausflockte bzw. auskristallisierte.
2. Alpha-Naphthylessigsaures Kalium löst sich rasch restlos in kaltem Leitungswasser. Nach Zusatz der erforderlichen Wuchsstoffmengen wurde die Lösung kräftig umgerührt.
3. Belvitan sowie Ma-os 100 lösen sich ebenfalls schnell und restlos in kaltem Leitungswasser auf.

Jede Lösung wurde immer unmittelbar vor dem Gebrauch angesetzt, um eine Veränderung zu verhindern. Außerdem kamen die Wuchsstofflösungen nur einmal zur Verwendung, um eine Beeinflussung durch die behandelten Stecklinge, die Wuchsstoffe aus der Lösung aufzunehmen und somit die Konzentration verändern und andererseits die Wuchsstoffbehandlung ungünstig beeinflussende Stoffe ausscheiden konnten, zu vermeiden.

Die Einwirkung der Wuchsstofflösungen auf die Stecklinge erfolgte in Glaszyllindern, die 15 cm hoch waren und einen Durchmesser von 10 cm hatten. In diese Gefäße wurden die Stecklinge unmittelbar nach dem Schneiden in lockeren, nicht zu eng gepreßten, mit Bast zusammengehaltenen Bündeln je nach Holzart zu je 25 bis 50 Stück hineingestellt, und zwar so, daß die Basalschnittflächen gleichmäßig in einer Höhe auf dem Boden standen. Die Wuchsstofflösungen wurden dann nach gründlichem Umrühren so hoch in die Gläser eingegossen, daß die unteren Schnittflächen der Stecklinge gut eingetaucht waren.

Die Temperatur der Wuchsstofflösungen wurde während der Behandlungszeit z.T. auf 13°, 20° und 28° gehalten, um eine eventuelle Verschiedenartigkeit des Bewurzelungseffektes, wie sie AMLONG (1938) bei Stecklingen von krautigen Gewächsen festgestellt hatte, ebenfalls bei den Waldbäumen zu untersuchen. Zu diesem

Zweck standen die Wuchsstofflösungen mit den Stecklingen z.T. in einem kalten Kellerraum, z.T. in einem Raum des Instituts, der durch Zentralheizung warm gehalten wurde und weiter für die Temperatur von durchschnittlich 28° in einem Gewächshaus.

Um den Einfluß des Lichtes auf die Stecklinge während der Wuchsstoffbehandlung untersuchen zu können, wurden die Lösungen mit den darin stehenden Stecklingen entweder direktem Sonnenlicht ausgesetzt oder vor diesem geschützt, oder es wurde die Wuchsstoffvorbehandlung in einer Dunkelkammer vorgenommen.

Die Dauer der Wuchsstoffvorbehandlung wurde staffelt nach 6, 12, 24, 48 und 60 Stunden (die jeweilige Belvitan-Versuchsreihe wurde nur 24 Stunden vorbehandelt).

4. Die Kulturmaßnahmen und das Auswertungsverfahren

Nach der Wuchsstoffbehandlung wurden die Basalschnittflächen der Stecklinge mit kaltem Leitungswasser abgespült, um die Weitereinwirkung noch anhaftender Wuchsstofflösungen zu verhindern. Bei den Nadelholzstecklingen wurden in einigen Versuchsreihen die Nadeln bis 2 cm Höhe, von der unteren Schnittfläche an, entfernt, um ein engeres Anliegen des Substrates an den Fußpunkt des Stecklings zu gewährleisten. Dann gelangten die Stecklinge, mit den entsprechenden Etiketten versehen, sofort in die vorbereiteten Fensterbeete, bzw. Tonschalen, und zwar so, daß sie in 3 bis 6 cm tiefe Furchen gesetzt und mit der Hand angedrückt wurden. Der Reihenabstand betrug je nach Holzart und Jahreszeit 5 bis 10 cm und der Abstand von Steckling zu Steckling 4 bis 8 cm. Nach dem Setzen wurden die Stecklinge mit Wasser eingeschlemmt.

Wesentlich für die Durchführung der Versuche war die Wahl eines geeigneten Substrates nach Wuchsstoffbehandlung. Die bisherigen oft schlechten Erfahrungen mit ungeeigneten Substraten unterstrichen diese Notwendigkeit. Einfache Gartenerde führt im allgemeinen zu Mißerfolgen, die Stecklinge faulen sehr leicht, auch wenn die Feuchtigkeit nur gering gehalten wird. Es wurden folgende Substrate gewählt:

1. $\frac{1}{3}$ Sand (Quarzsand ohne andere Beimischung) und $\frac{2}{3}$ feiner Torf kamen sorgfältig gemischt in 15 cm Höhe auf eine 30 bis 40 cm starke, festgetretene Laubschicht (von Rotbuche und Eiche) in Fensterbeete.

2. 50% sterilisierter feiner reinster Quarzsand (für Keimproben) und 50% sehr fein zerriebener Torf gut miteinander gemischt in 8 cm Höhe über einer 2 cm starken Grobsandschicht in mit Glas abgedeckten, nicht glasierten Tonschalen.

Bevor mit dem Einbringen der Stecklinge begonnen wurde, wurden die Substrate mehrere Tage hintereinander angefeuchtet, um 1. einen hohen Feuchtigkeitsgrad zu erhalten und 2. ein Setzen des Sand- und Torfgemisches zu erreichen.

Länger andauerndes, auf die Stecklinge direkt einwirkendes Sonnenlicht wurde durch Schattierungsleinen, auf die Fenster der Vermehrungsbeete gelegt, abgehalten. Die nicht verholzten Stecklinge, die im Juli gesetzt waren, wurden noch zusätzlich durch einen grünen Anstrich der Fenster geschützt, die Temperatur in den Beeten wurde durch entsprechende Lüftung der Fenster reguliert. Das Substrat für nicht verholzte und somit empfindlichere Stecklinge kam auf eine wärmespendende 20 cm starke Pferdededungsschicht. Die Temperatur, zur

wärmsten Tageszeit gemessen, wurde durch entsprechende Lüftung reguliert und im allgemeinen so gehalten, daß sie nicht unter 24° C sank und 28° C nicht überstieg. Mit Ausnahme von außergewöhnlich warmen Tagen wurden die Vermehrungsbeete nur einmal täglich und zwar morgens gegossen. Die Beete wurden frisch bis feucht, aber nicht naß gehalten, um das Faulen der Stecklinge möglichst zu verhindern.

Die Versuche wurden in drei Gruppen zusammengefaßt und zwar die Versuchsgruppe I, in der sämtliche Versuchsreihen in der Vegetationsruhe, Versuchsgruppe II zu Anfang der Vegetationszeit und Versuchsgruppe III während der Vegetationsperiode ausgeführt wurden.

Versuchsgruppe I. Versuchsbeginn: 10. März 1948, Stecklingsmaterial vorbehandelt und gesetzt: 10. bis 17. März 1948, Auswertung: 1) 15. Juni 1948, 2) 15. Juli 1948, 3) 1. April 1949.

Versuchsgruppe II. Versuchsbeginn: 19. Mai 1949, Stecklingsmaterial vorbehandelt und gesetzt: 19. bis 25. Mai 1949, Auswertung: 15. September 1949.

Versuchsgruppe III. Versuchsbeginn: 5. Juli 1949, Stecklingsmaterial vorbehandelt und gesetzt: 5. bis 15. Juli 1949, Auswertung: 1) 15. Oktober 1949, 2) 1. Juni 1950.

Um bei der Auswertung der Bewurzelungsergebnisse außer dem Prozentsatz der bewurzelten Pflanzen noch eine bessere Bewertung der Wuchsstoffe untereinander, ihrer verschiedenen Konzentrationen und ihrer zweckmäßigen Einwirkungsdauer vornehmen zu können, kam ein Vergleichsverfahren mit folgenden Entwicklungsstufen zur Anwendung:

- I. stark bewurzelt
- II. genügend bewurzelt
- III. schwach bewurzelt
- IV. starker Kallus
- V. schwacher Kallus
- VI. ohne Erfolg
- VII. tot.

Die Stufen VI = ohne Erfolg und VII = tot wurden getrennt ausgewertet, da es bei den Versuchen nicht als besondere Seltenheit zu verzeichnen war, daß Stecklinge nach Wuchsstoffbehandlung, ohne Wurzeln zu bilden, austrieben und bis zu zwei Jahren grün blieben.

Pseudotsuga Douglasii-Stecklinge von der Versuchsgruppe I, die im März 1948 vorbehandelt und gesetzt waren und sich bis zum 1. Mai 1949 nicht bewurzelt hatten, aber noch nicht abgestorben waren, wurden am 1. Mai 1949 noch einmal mit den gleichen Wuchsstoffen unter gleichen Bedingungen vorbehandelt und gesetzt. Die Stecklinge, deren Kallus an der basalen Schnittfläche angeschnitten wurde, um Kallusneubildungen hervorzurufen, bewurzelten sich zu 45% noch bis zum 15. August 1949, also noch nach 18 Monaten. Diese Feststellung entspricht der Hypothese von AFANASIEV (1939), daß alle Pflanzen durch Stecklinge zu vermehren sind, vorausgesetzt, daß sie bis zur Bewurzelung die nötige Lebenskraft behalten.

Bei dem Vergleichsverfahren wurde weiterhin noch ein Bewurzelungsindex herausgestellt. Es wurde die Anzahl der stark bewurzelten Stecklinge mit drei, die der genügend bewurzelten mit zwei und die der schwach bewurzelten mit eins multipliziert und die Summe dieser Produkte durch die Gesamtzahl der je Versuchsreihe behandelten Stecklinge dividiert. Dieser Bewurzelungsindex gibt mit den Entwicklungsstufen I bis VII einen treffenderen Beurteilungsmaßstab der verschiedenen Er-

gebnisse als der Prozentsatz der bewurzelten Stecklinge allein.

5. Versuchsergebnisse

Unter Fortlassung aller Tabellen ergeben die Versuche folgendes: Bei der Versuchsgruppe I trieben bereits 10 Tage nach Versuchsbeginn sämtliche Larix-Stecklinge und vereinzelt auch Ulmus montana-Stecklinge, Ulmus campestris- sowie Acer-, Picea-, Abies- und Pseudotsuga Douglasii-Stecklinge zeigten äußerlich keine Veränderung. Am 15. April waren außer Larix und Ulmus montana Ulmus campestris und Acer ausgetrieben. Alle Stecklinge waren grün und gesund. Am 1. Mai waren Abies-Stecklinge, die mit den Nadelunterseiten nach Süden zeigten, bei denen also die Nadelunterseiten der Sonne ausgesetzt waren — wenn auch infolge der Schattierung nur gering — total braun geworden; derart abgestorbene Abies-Stecklinge verteilten sich gleichmäßig auf sämtliche Versuchsreihen, insgesamt betrug der Ausfall für Abies grandis 25 Prozent. Bei Pseudotsuga Douglasii zeigten sich auf einigen Stecklingen Wolläuse, die auf Picea-Stecklinge übergingen, nach 3 Wochen waren sie aber wieder von beiden Holzarten verschwunden und hinterließen scheinbar keine schwerwiegenden Nachwirkungen. Inzwischen waren bis zum 1. Mai sämtliche Holzarten ausgetrieben, bis auf die Abies grandis-Stecklinge, die ein Anschwellen der Knospen zeigten.

In den Tagen vom 1. bis 10. Mai, also 7 bis 8 Wochen nach Versuchsbeginn, war bei den Ulmus montana-Stecklingen bestimmter Versuchsreihen, u. zw. bei denen, die 12 Stunden mit 0,001- und 0,0005%igem alpha-naphthyl-essigsäurem Kalium vorbehandelt waren, eine besondere Frohwüchsigkeit der sich bildenden Sprosse festzustellen. Es ergab sich bei entsprechender Kontrolle, daß diese Stecklinge aus einer üppigen Kallusbildung, — die teilweise einen Durchmesser von doppelter Fußenden-Schnittfläche erlangt hatte, so daß sogar die Rinde am basalen Ende des Stecklings eine wulstige Oberfläche zeigte, die stellenweise wieder von einem weißlich bis bräunlichen Kallus durchbrochen wurde, — zahlreiche bis 4 cm lange, dickendige Wurzeln gebildet hatten. Diese Wurzeln entwickelten sich nur aus dem basisnahen Kallus. Sie brachen sehr leicht ab. Wurzelhaare schienen in diesem Stadium nicht häufig zu sein. Mykorhizen wurden nicht beobachtet. Ein Unterschied der Wurzeln infolge der verschiedenen Vorbehandlungen war nicht festzustellen. Ulmus campestris bildete während dieser Zeit schwache Sprosse mit 2 bis 5 kleinen Blättern, und zwar nur aus den Reservestoffen der Stecklinge. Kallusbildung begann, Wurzeln waren noch nicht entwickelt. Alle anderen Holzarten trieben bis Mitte Mai intensiver, bis auf Abies grandis. Sonstige Veränderungen waren nicht zu beobachten.

Eine entscheidende Änderung trat in der zweiten Maihälfte ein. Bei Ulmus montana wurden die Kontrollen, also die nicht behandelten Stecklinge, trocken und starben im Laufe weniger Tage zum großen Teil vollkommen ab. Die mit alpha-naphthyl-essigsäurem Kalium behandelten Ulmus montana-Stecklinge zeigten auch im Verlauf der nächsten 4 Wochen ein üppigeres Sproßwachstum, als die mit Indolyl-3-Buttersäure vorbehandelten. Die Belvitan-Vorbehandlung rief nur geringeres Sproßwachstum hervor.

Zwölf Wochen nach der Wuchsstoffvorbehandlung hatte der beste Ulmus montana-Steckling, der eine Länge von 15 cm hatte, einen Sproß von 52 cm getrieben, die Wur-

zelbildung war sehr üppig und bis zu 27 cm lang. Die mit Indolyl-3-Buttersäure behandelten Stecklinge von *Ulmus montana* entwickelten sich in derselben Zeit nicht so gut. Die mit Belvitan vorbehandelten fielen sogar sehr ab, Wurzel- und Sproßbildung blieb sehr gering.

In der Reihenfolge der schnellsten Bewurzelung folgte als zweite Holzart *Acer pseudoplatanus*. Besonders die Versuchsreihen, die 12 Stunden mit 0,002-, 0,001- und 0,0005%igem alpha-naphthylessigsaurerem Kalium vorbehandelt waren, entwickelten kräftige Sprosse bis zu Längen von 31 cm und üppige Wurzeln, die 12 Wochen nach der Vorbehandlung bis zu 18 cm lang waren.

Die Wurzelbildung der *Acer*-Stecklinge erfolgte nur am Rand der basalen Schnittfläche, weiter oberhalb am Steckling wurden, wie bei *Ulmus*, in keinem Fall Wurzeln festgestellt. — Die nicht behandelten *Acer*-Stecklinge waren bereits nach 8 Wochen tot. Die mit Indolyl-3-Buttersäure behandelten *Acer*-Stecklinge entwickelten sich genau so kräftig wie die mit alpha-naphthylessigsaurerem Kalium behandelten. Nur der Prozentsatz der bewurzelten Stecklinge war bei Indolyl-3-Buttersäure geringer. Kopf- und Fußstecklinge bewurzelten sich beim Ahorn anteilmäßig verschieden. Die bewurzelten Kopfstecklinge überwogen um 25%. Die Belvitanbehandlung hatte keine Bewurzelung zur Folge, es war aber bei etlichen Stecklingen festzustellen, daß das Absterben dieser Exemplare zu einem späteren Zeitpunkt erfolgte (im Durchschnitt 8 bis 14 Tage später, als bei den nicht-behandelten Kontrollen). Mit bloßem Auge sichtbarer Kallus wurde bei *Acer* in keinem Fall gebildet, auch nicht bei Stecklingen, die sich nach Wuchsstoffvorbehandlung bewurzelten.

Stecklinge von *Acer pseudoplatanus* zeigten ebenfalls wie die von *Ulmus montana* eine besondere Wuchsigkeit gegenüber Sämlingen. Steckling sowie Sämling waren am gleichen Tage, am 15. März 1948, gesteckt bzw. gesät. Die *Acer*-Stecklinge der Reihen, die 24 und 48 Stunden mit Indolyl-3-Buttersäure und alpha-naphthylessigsaurerem Kalium, sowie mit Belvitan behandelt waren, welken früher oder später nach dem Austreiben und waren bis zum 15. Juni bis auf wenige Ausnahmen abgestorben. Die Stecklinge von *Ulmus campestris* entwickelten sich im Gegensatz zu denen von *Ulmus montana* bedeutend langsamer, sie zeigten Anfang Juni dieselbe Entwicklungsstufe wie die *Ulmus montana*-Stecklinge Anfang Mai. Kallus-, Wurzel- und Sproßbildung setzte bei *Ulmus campestris* ungefähr entsprechend 3 bis 4 Wochen später ein. Wurzeln wurden auch nur aus dem basisnahen Kallus gebildet. Nach weiteren 14 Tagen, also 12 Wochen nach der Vorbehandlung, hatten sich die *Ulmus campestris*-Stecklinge schon zum großen Teil sehr gut entwickelt.

Bei *Larix europaea* war ein großer Teil der Stecklinge bis zum 15. Juni 1948 abgestorben, und zwar gleichmäßig verteilt in allen Versuchsreihen. Als Grund könnte angenommen werden, daß die Lärchen, von denen die Stecklinge am 15. März 1948 geschnitten wurden, unmittelbar vor dem Austreiben standen. Der „Wuchsstoffspiegel“ dieser *Larix*-Stecklinge wird somit im Verhältnis zu den Stecklingen der übrigen Holzarten ein ganz anderer gewesen sein.

Die Stecklinge trieben auch teils schon sofort bei der Vorbehandlung und alle anderen dann gleich anschließend in den Fensterbeeten aus.

Die *Pseudotsuga Douglasii*- und *Picea*-Stecklinge begannen 8 bis 9 Wochen nach Versuchsbeginn, an der basalen Schnittfläche einen starken, gelblich-bräunlichen Kallus zu bilden. Bei einer Kontrolle aller Stecklinge am 1. Juni 1948 war bei beiden Holzarten noch keine Wurzelbildung erfolgt. Am 20. Juni hatten *Picea excelsa* sowie *Pseudotsuga Douglasii* sich zu einem großen Teil, in den einzelnen Versuchsreihen verschieden, bewurzelt. Die Wurzelbildung beider Holzarten war in dieser kurzen Zeit vom 1. bis 20. Juni 1948, also 10 bis 13 Wochen nach der Vorbehandlung mit Wuchsstoffen, vor sich gegangen. Die Wurzeln der Nadelholzstecklinge waren besonders dick, kräftig und gut entwickelt. Die *Abies*-Stecklinge hatten sich bis zum 10. Juni wenig verändert, danach setzte allerdings eine Kallusbildung ein, und viele der Terminalknospen brachen auf.

Am 1. August hatten *Picea*- und *Pseudotsuga Douglasii*-Stecklinge weiter ausgetrieben, jedoch waren die neugebildeten Nadeln sehr kurz und dünn, und die neuen Sprosse blieben verhältnismäßig klein. Die Wurzelbildung nahm noch weiter zu und erreichte bei einzelnen Stecklingen Längen bis zu 15 cm. Außerdem erfolgte eine Wurzelbildung an den *Picea*- und *Pseudotsuga Douglasii*-Stecklingen der Kontrollversuchsreihen, die nicht mit Wuchsstoffen vorbehandelt waren. Das Bewurzelungsprozent war jedoch gering, mit einer Ausnahme von *Picea* von 36%, die einzelnen Wurzeln waren allerdings schwächer ausgebildet. Ein großer Teil der *Abies*-Stecklinge verfärbte sich bis zu diesem Zeitpunkt, und trotz der teils sehr starken Kallusbildung kamen die Stecklinge nicht zur Bewurzelung.

In der Versuchsgruppe II war den *Larix*-Kurztriebstecklingen, die vom 19. bis 25. Mai 1949 vorbehandelt und gesetzt wurden, bis zum 1. Juli keine Veränderung anzusehen. Am 15. Juli zeigten sich dann bei einigen Kurztrieben Knospen, die z. T. kurz danach austrieben, diese Stecklinge hatten bis auf wenige Ausnahmen Wurzeln gebildet.

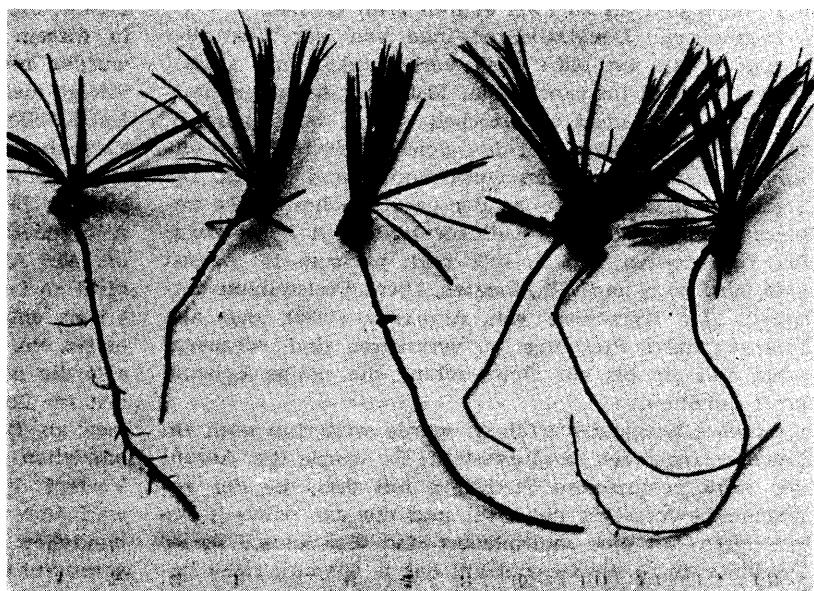


Abb. 1. Lärchen-Kurztrieb-Stecklinge vier Monate nach der Vorbehandlung mit Indolyl-3-Buttersäure.

Fast gleichmäßig in allen Versuchsreihen färbten sich etliche Kurztriebe bräunlich, in einigen starben alle Stecklinge fast gleichzeitig ab, allerdings mit Ausnahme von denen, die mit Indolyl-3-Essigsäure behandelt worden waren. Besonders groß war der Ausfall in einigen Reihen bei Vorbehandlung mit der Kombination Alpha-Naphthylessigsäures Kalium (75%) + Zimtsäure (25%). Am 15. September hatten sich die Wurzeln der Stecklinge verzweigt und vergrößert (Abb. 1).

Die Stecklinge von Zweigen 1., 2. und 3. Ordnung zeigten keine Unterschiede in der Bewurzelung, der Ansatz älteren Holzes behinderte die Bewurzelung, wie ebenfalls DEUBER und FARRAR (1940) bei Fichte feststellten, im Gegensatz zu BEISSNER (1909). Die sorgfältig geschnittenen Stecklinge bewurzelten sich besser als Abrisse. Die Bewurzelungsresultate, zu denen es bei der *Larix europaea*, deren Stecklinge vor Vegetationsbeginn gesetzt worden waren, nicht vorgekommen war, sind in diesem Fall um so erstaunlicher, als es sich um Kurztriebe handelt, die wegen ihrer geringen Größe nur über sehr wenig Reservestoffe verfügen können. Die weitere Entwicklung der Kurztriebstecklinge war die, daß sie sich fast ohne Ausnahme zu Langtrieben umbildeten. Eine Bewurzelung der Stecklinge, die nicht mit Wuchsstoffen behandelt worden waren, erfolgte nicht.

Bei der Versuchsguppe III, welche vom 5. bis 15. Juli 1949 angelegt wurde, hatten die *Ulmus montana*-Stecklinge, deren Blätter bis auf die Hälfte gestummelt waren, 4 Wochen nach Versuchsbeginn sämtliche Blätter abgeworfen, obwohl diese absolut gesund und grün waren. An den Blattstielnarben zeigte sich bräunlich gelber Kallus. Die Stecklinge trieben dann und machten oberirdisch den Eindruck, als sei bereits eine Wurzelbildung erfolgt. Dieses war jedoch nicht der Fall, denn sämtliche Stecklinge waren nach weiteren 14 Tagen, ohne eine Wurzel gebildet zu haben, abgestorben, im Gegensatz zu den sich im Frühjahr sehr gut bewurzelnden *Ulmus*-Stecklingen, obgleich auch bei diesem Versuch zum Vergleich dieselben Wuchsstoffe zur Anwendung gekommen waren.

Zu dem gleichen Zeitpunkt hatten die *Fagus silvatica*- und *Fagus orientalis*- sowie die *Acer*-Stecklinge, die nicht entlaubt worden waren, ihre teils gestummelten und teils noch ganz vorhandenen Blätter abgeworfen, bis auf einen geringen Prozentsatz von Stecklingen, die ihr Laub behielten, welches sich dann verfärbte und vertrocknete. Die Knospen der Stecklinge bildeten sich gut aus und hatten im allgemeinen ein pralles Aussehen. Eine Wurzelbildung war bis zum 1. November z. T. schon eingetreten, und zwar, wie sich bei der Auswertung herausstellte, zu einem größeren Hundertsatz bei den Stecklingen, die nicht entlaubt worden waren.

Ein Stummeln der Blätter erwies sich jedoch, einer zu starken Verdunstung vorbeugend, als zweckmäßig. Die Bewurzelung der *Acer*-Stecklinge war nicht so erfolgreich wie bei der gleichen Behandlung vor Vegetationsbeginn. —

Die Bewurzelungsprozente waren bei *Fagus silvatica* mit dem Wuchsstoff Indolyl-3-Essigsäure höher, *Fagus orientalis* reagierte besser auf Alpha-Naphthylessigsäures Kalium. Im ganzen jedoch zeigte *Fagus silvatica* höhere Bewurzelungsprozente als *Fagus orientalis*.

Am 15. Oktober hatten sich teilweise die *Picea*-, *Pseudotsuga Douglasii*- und auch die *Abies*-Stecklinge bewurzelt, und zwar besonders diejenigen, die von jüngeren Bäumen stammten. Eine Sproßbildung dieser drei

Nadelhölzer erfolgte im Behandlungsjahr nicht mehr. Bei *Picea* reagierte *Picea excelsa* nicht so erfolgreich auf die gleichen Wuchsstofflösungen wie *Picea omorica*, bei der ein sehr gutes Bewurzelungsprozent zu verzeichnen war. Dagegen war bei *Picea excelsa* die Ausbildung der Wurzeln an den einzelnen Stecklingen im allgemeinen stärker.

Eine verschiedene Reaktion auf die gleichen Wuchsstoffe bei *Pseudotsuga Douglasii viridis* und *caesia*, wie LIESE (1941) es für wahrscheinlich hielt, konnte bei den eigenen Versuchen nicht festgestellt werden. Allerdings war wiederum bei den beiden *Abies*-Arten ein Unterschied in der Wuchsstoffreaktion zu vermerken, und zwar zeigte *Abies grandis* bessere Ergebnisse als *Abies nordmanniana*.

Bei *Pinus*- und *Larix*-Stecklingen trat bis Mitte März 1950 keine Bewurzelung ein. Fast sämtliche *Pinus*-Stecklinge zeigten noch grüne Nadeln. Die *Larix*-Stecklinge hatten zum Teil die Nadeln zum gleichen Zeitpunkt wie in der Natur abgeworfen, die übrigen hatten die trocken gewordenen Nadeln behalten. Bei den im Winter fast oder ganz unbenadelten Stecklingen bildeten sich im Frühjahr z. T. grüne Knospen und zur gleichen Zeit die ersten Wurzeln, allerdings auch bei etlichen, die die Nadeln behalten hatten.

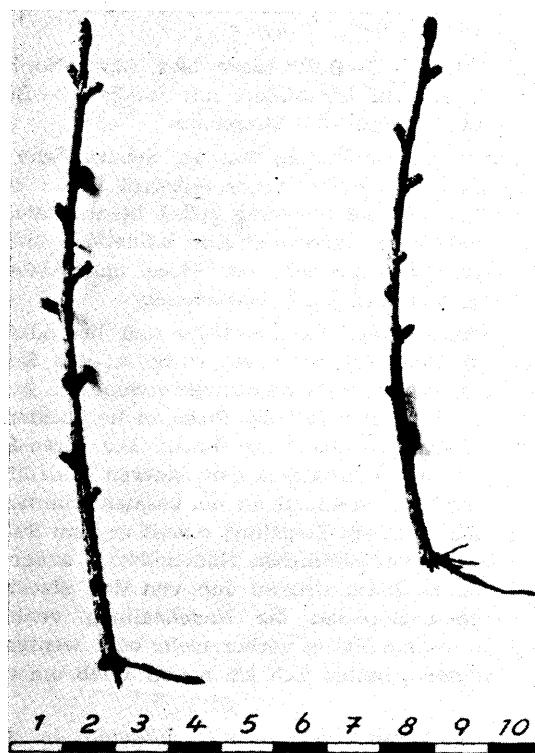


Abb. 2. Lärchen-Stecklinge nach Wuchsstoffbehandlung im Augenblick des Austreibens und der gleichzeitigen Wurzelbildung.

Die Wurzelbildung war in diesem Fall einwandfrei mit dem Zeitpunkt des Austreibens gekoppelt. Auch bei *Pinus silvestris* erfolgte zur gleichen Zeit, also über 8 Monate nach Versuchsbeginn, die Bewurzelung der Stecklinge, während sich *Pinus strobus*-Stecklinge unter vollkommen gleichen Bedingungen nicht bewurzelten und abstarben, das gleiche galt für Kurztriebe von *Pinus silvestris*. *Picea*-Stecklinge entwickelten sich besser bei Vorbehand-

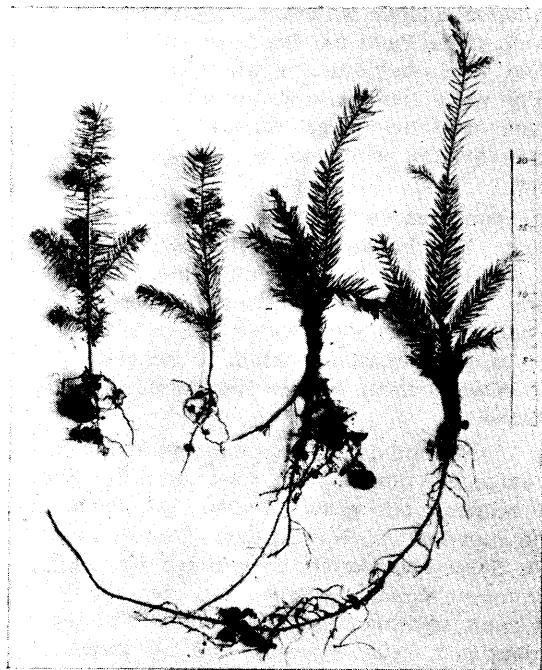


Abb. 3. (Rechts) Fichten-Stecklinge, Alter 1 Jahr, Wuchsstoffvorbehandlung: 5. VII. 1949, Aufnahme: 1. VII. 1950.
(Links) Fichten-Sämlinge, 2jährig.

lung mit Indolyl-3-Buttersäure und Alpha-Naphthyl-essigsäurem Kalium kombiniert mit Indolyl-3-Buttersäure als mit Indolyl-3-Essigsäure.

Ein Entfernen der Nadeln von der Schnittfläche 2 bis 3 cm aufwärts, um dadurch das Substrat besser an die Schnittfläche und den Steckling selbst herankommen zu lassen, ermöglichte durchweg eine schnellere und vor allem bessere Bewurzelung bei *Picea* und *Abies*, bei *Pseudotsuga* war dies nicht festzustellen.

Eine Kallusbildung, die bei *Abies* und besonders bei *Pseudotsuga Douglasii* besonders stark an den Schnittflächen in 2- bis 3fachem Stecklingsdurchmesser gebildet wurde, war in keinem Fall bei *Picea* zu beobachten und nur in geringem Ausmaße bei *Larix*. Die *Picea*-Stecklinge neigten im Gegensatz zu den anderen Nadelhölzern nicht nur zur Wurzelbildung an der basalen Schnittfläche, sondern auch sonst am Steckling, soweit er vom Substrat bedeckt wurde. Bei sämtlichen Nadelhölzern, außer Kiefer und Lärche, hatte sich an den von den Stecklingen neugetriebenen Sprossen die Nadelstellung verändert; die Nadeln, die am Zweig vorher mehr oder weniger gescheitelt standen, hatten sich am neuen Trieb um diesen gestellt.

Pseudotsuga Douglasii-Stecklinge bildeten in jedem Fall nur Wurzeln, wenn die Terminalknospe oder sonst irgend eine Knospe vorhanden war. Stecklinge, bei denen diese Knospen entfernt worden waren, bewurzelten sich nicht. Stecklinge ohne Ansatz älteren Holzes bewurzelten sich auch in dieser Versuchsgruppe besser als solche mit Ansatz 2- und 3jähriger Triebe. Auch waren lange Stecklinge (bis zu 20 cm) sämtlicher Holzarten den kurzen (bis zu 10 cm) bei der Bewurzelung überlegen. Bei *Picea excelsa* bewurzelten sich Stecklinge, die aus einer Baumhöhe von 30 m stammten, besser als solche aus 40 m Höhe eines 130jährigen Baumes aus dem Forstamt Westerhof (Harz). Bei sämtlichen Versuchen ergab sich, daß das Alter der Ausgangsstämme für die Bewur-

zelung der Stecklinge ein wichtiger Faktor war, Stecklinge von jungen Bäumen bewurzelten sich bei allen Holzarten besser als die von älteren. Kontrollversuchsreihen ohne Wuchsstoffvorbehandlung bewurzelten sich nicht bei *Abies*, *Pinus*, *Larix* und *Fagus*, bei *Picea* bis zu 22% und bei *Pseudotsuga Douglasii* 2%. In einigen Versuchsreihen bei *Acer carpinifolia*, die als Vergleich zu den Resultaten mit *Acer pseudoplatanus* angesetzt worden waren, behinderte z. T. ein Pilz, wahrscheinlich *Fusicladium radiosum*, die Untersuchungen. Ein vorübergehender Wollausbefall bei *Pseudotsuga Douglasii* und *Picea* hinterließ keine schädigenden Nachwirkungen.

Als günstigste Wuchsstoffvorbehandlungen konnten festgestellt werden für:

Picea excelsa

1. 48stündige Einwirkung von 0,0001%igem Alpha-Naphthylessigsäurem Kalium, Beginn 10. März 1948, mit 51% bewurzelter Stecklinge.
2. 6stündige Einwirkung von 0,0005%iger Indolyl-3-Buttersäure, Beginn 5. Juli 1949, mit 64% bewurzelter Stecklinge.

Picea omorica

12stündige Einwirkung von 0,0005%iger Indolyl-3-Essigsäure, Beginn 5. Juli 1949, mit 68% bewurzelter Stecklinge.

Pseudotsuga Douglasii viridis und *caesia*

1. 24stündige Einwirkung von 0,0005%igem Alpha-Naphthylessigsäurem Kalium, Beginn 10. März 1948, mit 100% bewurzelter Stecklinge.
2. 6stündige Einwirkung von 0,002%iger Kombination Alpha-Naphthylessigsäures Kalium (50%) + Indolyl-3-Essigsäure (50%), Beginn 5. Juli 1949, mit 18% bewurzelter Stecklinge bei 70jährigen Douglasien.

Larix europaea

12stündige Einwirkung von 0,001%iger Indolylessigsäure, Beginn 5. Juli 1949, mit 19% bewurzelter Stecklinge.

Larix laricina, Kurztriebe

6stündige Einwirkung von 0,004%iger Indolyl-3-Buttersäure, Beginn 19. Mai 1949, mit 56% bewurzelter Kurztriebstecklinge.

Pinus sylvestris

24stündige Einwirkung von 0,002%iger Zimtsäure, Beginn 5. Juli 1949, mit 28% bewurzelter Stecklinge.

Abies grandis

24stündige Einwirkung von 0,001%iger Indolyl-3-Buttersäure, Beginn 5. Juli 1949, mit 24% bewurzelter Stecklinge.

Abies nordmanniana

12stündige Einwirkung von 0,002%igem Alpha-Naphthylessigsäurem Kalium, Beginn 5. Juli 1949, mit 18% bewurzelter Stecklinge.

Fagus sylvatica

24stündige Einwirkung von 0,001%iger Indolyl-3-Essigsäure, Beginn 5. Juli 1949, mit 32% bewurzelter Stecklinge.

Fagus orientalis

24stündige Einwirkung von 0,002%igem Alpha-Naphthylessigsäurem Kalium, Beginn 5. Juli 1949, mit 14% bewurzelter Stecklinge.

Acer pseudoplatanus

12stündige Einwirkung von 0,0005%igem Alpha-Naphthylessigsäurem Kalium, Beginn 10. März 1948, mit 96% bewurzelter Stecklinge.

Ulmus montana

24stündige Einwirkung von 0,0005%igem Alpha-Naphthylessigsaurem Kalium, Beginn 10. März 1948, mit 96% bewurzelter Stecklinge.

Ulmus campestris

1. 6stündige Einwirkung von 0,0005%igem Alpha-Naphthylessigsaurem Kalium, Beginn 10. März 1948, bis 56% bewurzelter Stecklinge.
2. 6stündige Einwirkung von 0,0005%iger Indolyl-3-Buttersäure, Beginn 10. März 1948, mit 48% bewurzelter Stecklinge.

Zusammenfassung

1. Die Untersuchungen haben gezeigt, daß Stecklinge der angeführten Holzarten mit einfachen Kulturmaßnahmen in Fensterbeeten mit Erfolg zu bewurzeln sind.

Auch ohne Wuchsstoffvorbehandlung lassen sich einige Holzarten zur Bewurzelung bringen. Dabei wird angenommen, daß in dieser Hinsicht u. U. auch das Substrat eine zur Stecklingsbewurzelung beitragende Hormonquelle darstellt.

2. Eine artspezifische Wirkung der Wuchsstoffe konnte bei den meisten Holzarten, wie *Picea*, *Abies*, *Acer*, *Ulmus* und *Fagus*, festgestellt werden.

3. Die Wuchsstoffe selbst wirkten im allgemeinen in den mittleren Konzentrationen günstiger als in den schwachen und stärkeren. Kurze und mittlere Einwirkungszeiten der Wuchsstoffe zeigten bessere Resultate als solche von längerer Dauer. Für das optimale Bewurzelungsvermögen ist die jahreszeitliche Wuchsstoffvorbehandlung unterschiedlich für die einzelnen Holzarten von Bedeutung, wahrscheinlich beeinflußt durch den jahreszeitlich verschiedenen Bestand an natürlichen Wuchsstoffen in der Pflanze. Eine Kombination von mehreren Wuchsstoffen ermöglichte in einigen Fällen eine Verbesserung der Bewurzelungsergebnisse.

4. Temperaturunterschiede bei der Wuchsstoffvorbehandlung wirkten sich bei den Nadelholz- und verholzten Laubholzstecklingen nicht aus, dagegen bei den nicht verholzten Laubholzstecklingen verhältnismäßig stark. Die Bewurzelungsprozente waren im letzten Fall bei Temperaturen von 13° C und 28° C niedriger und bei 20° höher.

Belichtungsunterschiede während der Vorbehandlung lösten insofern verschiedene Wirkungen aus, als direktes Sonnenlicht in jedem Fall einer optimalen Bewurzelung hinderlich war, Dunkelheit und nicht direktes Sonnenlicht aber keine Unterschiede in den Bewurzelungsergebnissen aufwiesen. Direktes sowie indirektes Sonnenlicht zersetzte die Lösungen der Indolyl-3-Essigsäure bereits nach drei Tagen, während sie bei Dunkelheit erst nach fünf bis sechs Tagen eine dann eintretende bräunliche Färbung zeigte und z.B. bei *Picea* keine Bewurzelungen mehr ermöglichte.

5. Das Vorhandensein von Blättern begünstigte die Bewurzelung der Stecklinge; bei Laub- sowie Nadelhölzern sind Terminal- oder andere Knospen für eine Wurzelbildung unerlässlich, fehlen sie, kommt eine Bewurzelung nicht oder sehr selten zustande. — Bei *Larix* war die Bildung von Wurzeln und neuen Knospen gekoppelt.

6. Das Alter der Stecklinge sowie das Alter des Ausgangsbaumes beeinflussen die Bewurzelung. Einjährige Stecklinge bildeten leichter Wurzeln als zwei- und dreijährige. Stecklinge von jüngeren Bäumen bewurzelten sich leichter als solche von älteren. — Eine einwandfrei unterschiedliche Bewurzelung bei Stecklingen von Zweigen 1., 2. und 3. Ordnung war bei keiner Holzart festzustellen. — Bei *Picea excelsa* bewurzelten sich Stecklinge aus 30 m Baumhöhe schneller und besser, als solche aus 40 m Höhe. — Sämtliche Holzarten zeigten bei langen Stecklingen (bis zu 20 cm) eine schnellere und bessere Bewurzelung als bei kurzen (bis zu 10 cm). Bei *Acer*, *Picea*, *Pseudotsuga Douglasii* bewurzelten sich Kopfstecklinge besser als Fußstecklinge, bei *Pinus* und *Abies* bewurzelten sich ausschließlich nur Kopfstecklinge, bei allen Holzarten war der Bewurzelungserfolg mit Stecklingen ohne Ansatz älteren Holzes größer. Mit Wuchsstoffen bewurzelte Stecklinge zeigten im allgemeinen ein besseres Wachstum als gleichaltrige Sämlinge oder Stecklinge, die nicht mit Wuchsstoffen behandelt waren.

Literatur

- AFANASIEV, M.: Effect of indolebutyric acid on rooting of greenwood cuttings of some deciduous forest trees. Journal of Forestry 37/1 (1939). — AMLONG, H. U., und G. NAUNDORF: Die Wuchshormone. Berlin, Wissenschaft und Praxis, I. (1938). — BEISSNER, L.: Handbuch der Nadelholzkunde. Berlin 1909. — BÜHLER, A.: Der Waldbau. Stuttgart 1918. — DEUBER, G., und L. FARRAR: Vegetative propagation of Norway Spruce. Journal of Forestry 38, 7 (1940). — DÖPP, W.: Versuche über die Bewurzelung von Sproßstecklingen von *Populus tremula* L. Angewandte Botanik, Band XXI (1939). — GRIFFITH, B. G.: Effect of indolebutyric acid, indoleacetic, and alpha naphtaleneacetic acid on rooting of cuttings of douglas fir and sitke spruce. Journal of Forestry 38, 6 (1940). — HARRER, F.: Vegetative Vermehrung der Fichte (*Picea excelsa*). Forstarchiv 5/6, 116 (1941). — KOMISSAROV, D. A.: Effect of growth substances upon rooting response of cuttings from pine and other woody species. Compt. rend. Acad. Sci., USSR. (Dok), 21, 453—456 (1938). — LAIBACH, F.: Über wurzelbildende Stoffe. Naturw. 22, 588 (1934). — LIESE, J.: Beiträge zur vegetativen Vermehrung von Forstgewächsen. Forstarchiv 17, 83—88 (1941). — MAYR, H.: Fremdländische Wald- und Parkbäume für Europa. Berlin 1906. — MIROV, N. T.: Vegetative propagation of white pine as a possible method of blister rust control. Journ. Forestry 36, 807—808 (1938). — PLANK, D. K.: Rott response to slash pine (*Pinus caribaea*) seedlings to indole-butyrlic acid. Journal of Forestry 37, 6 (1939). — RUNQUIST, E., und E. STEFANSSON: Sticklingsförökning av gran och tall. Särtryck ur Svenska Skogsvårdföringens Tidskrift 1, 46—66 (1951). — SCHMUCKER, TH.: Vegetative Vermehrung in der Forstwirtschaft. Forst und Holz 6, 21 (1951). — THIEMANN, K. V.: On the chemical nature of the root forming hormone. Proc. Kon. Acad. Wetensch. Amsterdam 37, 456—459 (1934). — WARNER, G. C., und F. W. WENT: Rooting of cuttings with acetic acid and vitamin B₁. Castle Press USA, Pasadena, 1939.