

etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{4}$ des bei vegetativer Vermehrung zu erwartenden sein dürfte. Dies ist eine Folge der bedeutenden Heterosis, wie sie in der Variationsuntersuchung nachgewiesen wurde. Weiter werden die Änderungen der Variation mit zunehmendem Alter oder zunehmender Baumgröße diskutiert, aber noch keine Schlußfolgerungen gezogen. Es ist sicher, daß auf diesem Gebiet noch eingehende Untersuchungen und vermehrte Informationen erforderlich sind.

Résumé

Titre de l'article: *L'héritabilité de la hauteur et de la circonférence chez Cryptomeria.*

L'héritabilité au sens strict a été estimée chez le *Cryptomeria*, pour la hauteur et la circonférence, d'après un test de descendance âgé de 20 ans. Les résultats concordent assez bien avec les estimations faites antérieurement pour le Pin sylvestre. En les comparant avec l'héritabilité correspondante, prise au sens large, les auteurs concluent que l'effet de la sélection sur une descendance doit être la

moitié ou le tiers de ce qu'il est sur un clone; d'autre part, l'importance de l'hétérosis est confirmée par cette étude. Les changements dans la variation qui se produisent lorsque l'arbre vieillit et que ses dimensions augmentent sont étudiés, mais aucune conclusion ne peut être donnée. Il est certain qu'une étude plus poussée et des renseignements plus complets sont nécessaires dans ce domaine.

Literature Cited

NAKAMURA, K., and TINO, H.: Influence of the age of parent *Cryptomeria* tree upon the progeny. I. (Japanese.) Bull. Tokyo Imp. Univ. For. 25, 1-48 (1937). — NAKAMURA, K., SATOO, T., and Goo, M.: Influence of parent *Cryptomeria* trees upon the progeny. III. Growth of the progeny in plantation. (Japanese w. Eng. summ.) Bull. Tokyo Univ. For. 43, 39-47 (1952). — NAKAMURA, K.: Vererbung von Eigenschaften der Mutterbäume. Über den Einfluß des Alters der Mutterbäume auf die Nachkommenschaften. Z. Forstgenetik 5, 85-86 (1956). — TODA, R.: Variation and heritability of some quantitative characters in *Cryptomeria*. (Japanese.) Bull. Gov't For. Exp. Sta. 100, 1-21 (1957); (Eng.) Silvae Genetica 7, 87-93 (1958).

(Aus der Zweigstelle der Hessischen Forsteinrichtungs- und Versuchsanstalt Hann. Münden)

Grundlagen und Voraussetzungen der autovegetativen Vermehrung

Von H. J. FRÖHLICH

(Eingegangen am 17. 7. 1958)

I. Problemstellung

Die Arbeiten über autovegetative Vermehrung von Waldbäumen haben in den letzten 25 Jahren einen derartigen Umfang angenommen, daß einzelne Autoren listenmäßige Zusammenstellungen angefertigt haben — AVERY und JOHNSON, 1947 (1), VERLEYEN, 1948 (12), LAIBACH und FISCHNICH, 1950 (7), THIMANN und BEHNKE-ROGERS, 1950 (11) und KRÜSSMANN, 1954 (6). Hieraus kann man den Eindruck gewinnen, als hätte die Stecklingsvermehrung bereits den Stand der rezeptmäßigen Anwendung erreicht. Vielfach sind jedoch die Ergebnisse nicht reproduzierbar oder übereinstimmend, wie die Aufstellung von THIMANN-ROGERS bei mehreren Baumarten zeigen. Allein von *Pinus strobus* sind 54 Ergebnisse angeführt, die aber keine klare Gesetzmäßigkeit erkennen lassen. Z. B. bewurzelten sich unbehandelte Kontrollen vom Januar mit 42%, vom Februar mit 4 und 7%, vom März mit 18 und 30% (alle Mutterbäume waren unter 10 Jahre alt!). Die Märzversuche zeigen bei einer Behandlung mit 0,00001% Indolylbuttersäure im dreistündigen Tauchbad 60% Bewurzelung, bei gleicher Konzentration und Tauchzeit mit Naphthyllessigsäure 30%, bei Steigerung der Buttersäurekonzentration auf 0,0002% und einer Tauchzeit von 5 Stunden 70%. Weitere Literaturangaben könnten diese Tatsachen unterstreichen, die allen auf diesem Sektor arbeitenden Forschern aus Erfahrung bekannt sind. Bei den Erörterungen soll nicht unberücksichtigt bleiben, daß Versuche mit biologischen Objekten, insbesondere mit langlebigen Gewächsen, fast immer komplexen Einwirkungen ausgesetzt sind und die Reproduzierbarkeit meist nicht in engen Grenzen angestrebt werden kann. Vielfach liegt aber gerade bei den Arbeiten über autovegetative Vermehrung eine einseitige Betrachtungsweise vor, die die Bedeutung der Wuchsstoffeinwirkung ungebührlich in den Vordergrund schiebt. Der Wuchsstoff ist jedoch nur ein Faktor, der sich wohl-

geordnet in den gesamten Fragenkomplex der Vermehrung einfügen muß. Daher sollen sich die weiteren Ausführungen um die Klärung der Frage bemühen, welche bisher bekannten Faktoren auf die Wurzelbildung einen entscheidenden Einfluß ausüben und welche Steuerungsmöglichkeiten bestehen.

II. Die zu untersuchenden Faktoren

1. Zeitpunkt der Stecklingsentnahme

Bei der Gehölzvermehrung haben sich zwei Schwerpunkte herausgebildet: der Spätwinter und der Hochsommer. Im Spätwinter verwendet man völlig ausgereiftes Holz, das sich eben noch in der Winterruhe befindet, und nützt die rege physiologische Tätigkeit zu Anfang der Vegetationszeit zur Kallus- und Wurzelbildung aus. Im Sommer ist das Gewebe hingegen wesentlich plastischer und bildungsfähiger. Bei Holzpflanzen hängt dieses weitgehend von dem Grad der Verholzung, also der Einlagerung von Lignin und Cellulose in die Zellwände ab. Bei den einzelnen Baumarten stimmt der Verholzungsgrad zeitlich nicht überein, meist sind darüber hinaus innerhalb der Art erhebliche Unterschiede zu erkennen, die neben genotypischer Veranlagung des Einzelbaumes vor allem bei Standorttrassen deutlich ausgeprägt erscheinen.

In der Vermehrungsliteratur wird deshalb der Zeitpunkt des Schneidens und Steckens angegeben. Man wählt hierzu das jeweilige Datum. Dies wäre angängig, wenn die Kalenderbezeichnung in Beziehung zu einer kausalen Größe gesetzt würde. Mit Hilfe mikroskopischer Schnitte und Färbemethoden eine Verbindung von physiologischer Entwicklung zur Datumsangabe zu finden, erwies sich als zu umständlich und fehlerhaft.

Neben der jahreszeitlich bedingten Reife der Triebe wirken noch andere Faktoren auf die Bewurzelungsbereit-

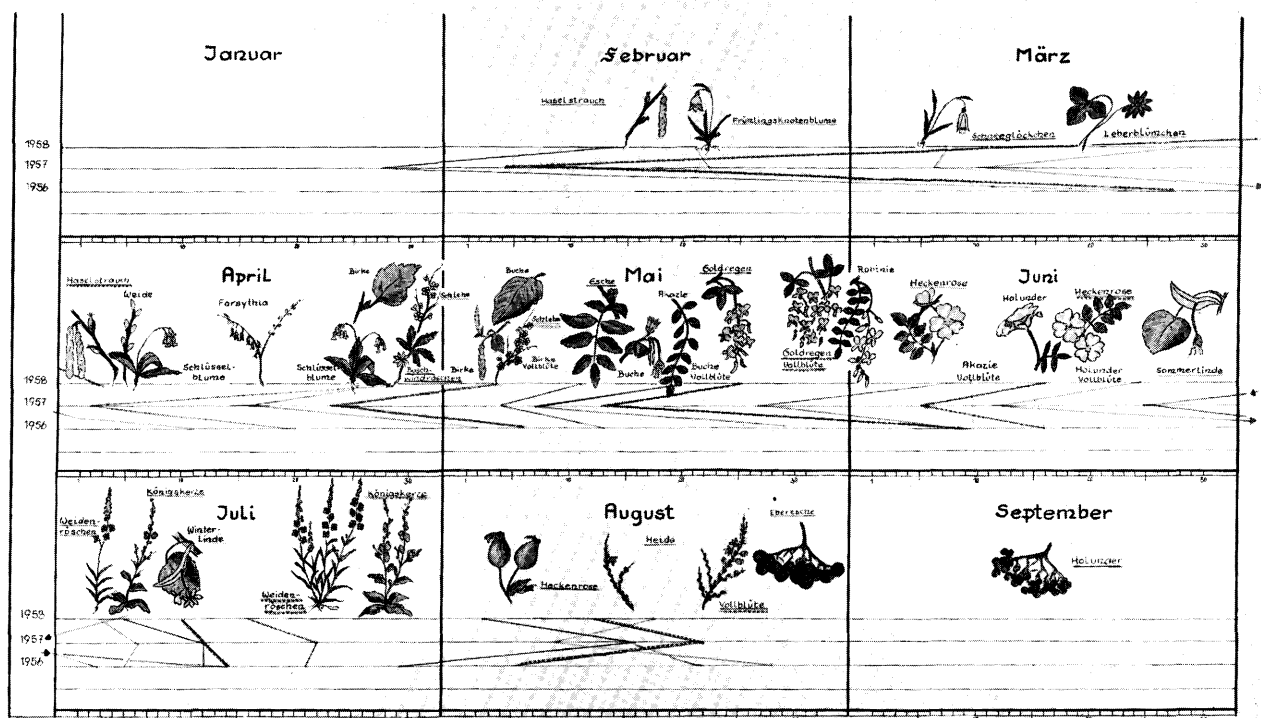


Abb. 1. — Phänologischer Kalender für die Jahre 1956 bis 1958. — Die phänologischen Daten wurden in dem Weiserbeet der Hess. Zweigstelle Forstpflanzenzüchtung in Hann. Münden, Seehöhe 120 m, entnommen. Weitere Erläuterungen im Text.

schaft des Reises ein, die eine bis jetzt noch unerklärte Sensibilität zur Folge haben. Hormonale Strömungen und Umbildungen, Stoffwechselvorgänge, Nährstoffverhältnisse etc., die den inneren Rhythmus der Pflanzen bestimmen, werden durch äußere Faktoren wie Witterungsablauf, Bodengüte und Standraum beeinflusst, wobei es sich um fein abgestimmte, verschiedentlich ineinandergreifende und ergänzende komplexe Prozesse handelt. Sie zu erfassen und bei der Vermehrung zu berücksichtigen, ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Wiederholung.

Die Verwirklichung kann bis jetzt nur auf biologischem Wege angestrebt werden. Grundlage hierfür sind die Ergebnisse der phänologischen Forschung. Sie zeigen, daß verschiedene Weiserpflanzen mit ihren phänologischen Erscheinungen vorgezeichnete Folgen einhalten. Durch Wechsel der Umwelteinflüsse können sich die Phasen verschieben und geben so eine Bindung an die natürlichen Verhältnisse. Für die vorliegende Fragestellung gilt es also, Pflanzen von phänologischer Brauchbarkeit auszuwählen und kalendermäßig zu ordnen. So wird ein Maßstab geschaffen, der eine nach heutigen Erkenntnissen weitgehend vergleichsfähige Anpassung an die jahreszeitliche Entwicklung des Vermehrungsmaterials erreicht. Der Schwerpunkt liegt auf wildwachsenden Pflanzen, die zum Teil durch allgemein verbreitete Gartengewächse ergänzt werden mußten. Neben der phänologischen Brauchbarkeit sind möglichst allgemeine Verbreitung und Häufigkeit, leichte Kultivierung und deutliche Ansprache des phänologischen Effektes zu fordern. Eine Konzentration liegt bei den Phasen Vor-, Erst- und Vollfrühling sowie Hoch- und Spätsommer. Das Ansprechen erfolgt nach den von dem „Phänologischen Dienst“ herausgegebenen Richtlinien. Danach sind nicht Extremwerte aufzuzeichnen, sondern es ist möglichst ein durchschnittliches Bild des in Frage kommenden Standortes zu ermitteln.

In Tabelle 1 a-c und Abbildung 1 sind die Werte für 1956 bis 1958 dargelegt. Sie zeigen den phänologischen Ablauf aus dem Weiserbeet der Hessischen Zweigstelle Forstpflanzenzüchtung, Hann. Münden. Andere phänologische Beete sind in 400 und 600 m Höhe im Lehrforstamt Escherode (Leiter: Forstmeister KLEINSCHMIT) angelegt. Deutlich erkennbar ist die Phasenverschiebung in den einzelnen Jahren. So zeigt besonders der Vorfrühling eine recht starke Differenzierung innerhalb der 3 Jahre. Die Vollblüte Haselnuß wird durch den anhaltenden Winter 1958 im Gegensatz zu dem frühen Frühjahr 1957 von Anfang Februar auf Anfang April verschoben, während der gleichmäßige Frühlingsablauf 1956 sie in der zweiten Hälfte März erlebt. Die jahreszeitliche Verspätung bleibt bis zum Sommer 1958 erhalten, wo langsam ein Ausgleich eintritt, deutlich erkennbar im Vergleich der 3 Jahre bei *Epilobium*, *Verbascum* und *Tilia*. Verschiebungen von mehreren Wochen sind bei einzelnen Phasen nicht selten. Gegenüberstellung verschiedener Höhenlagen oder Klimabereiche würden das Bild vervollständigen und unterstreichen, wie wechselhaft das Kalenderdatum die Vegetationsentwicklung angeben kann.

Bei verschiedenen Baumarten konnte bisher die Abhängigkeit der günstigen Bewurzelung von solchen phänologischen Phasen ermittelt werden. So hat sich in der Sommervermehrung bei *Picea abies* ein Schwerpunkt zur Zeit der ersten Blüte von *Calluna vulgaris* ergeben (Abb. 2). Auch Sproßstecklinge von *Populus canescens* reagierten sehr stark auf kurze zeitliche Unterschiede, ebenso wie *Betula*. Weitere Erfahrungen, besonders mit Winterstecklingen, wurden von KLEINSCHMIT (4) gesammelt, die die große Bedeutung der naturbezogenen Wahl der Schnittzeiten unterstreichen. Vergleicht man bei dieser Betrachtung die Verschiebungen in den einzelnen Jahren, so kann ein Wechsel der Bewurzelungsergebnisse nicht erstaunen.

Tabelle 1a. — Vor- und Erstfrühling

Lfd. Nr.	Weiserpflanze	Erste Blüte	Voll-Blüte	Erste Blätter	Volle Belaubung	Reife Frucht
1	Haselstrauch <i>Corylus avellana</i>	23.3.56 26.1.57 14.2.58	27.3.56 4.2.57 3.4.58	—	—	—
2	Schneeglöckchen <i>Galanthus nivalis</i>	24.3.56 6.3.57 7.3.58	31.3.56 16.3.57 8.4.58	—	—	—
3	Seidelbast <i>Daphne mezereum</i>	4.2.57	30.3.56 29.2.57 2.3.58	20.4.56 15.4.57 21.4.58	8.4.57 26.4.58	—
4	Frühlingsknoten- blume <i>Leucoium vernum</i>	19.3.56 22.2.57 21.2.58	—	—	—	—
5	Leberblümchen <i>Anemone hepatica</i>	12.4.56 10.3.57 28.3.58	20.4.56 30.3.57 7.4.58	—	—	—
6	Huflattich <i>Tussilago farfara</i>	14.4.56 20.2.57	—	—	—	—
7	Buschwindröschen <i>Anemone nemorosa</i>	13.4.56 18.3.57 6.4.58	—	—	—	—
8	Lungenkraut <i>Pulmonaria officinalis</i>	9.4.56 18.3.57 5.4.58	25.4.56 27.3.57 26.4.58	—	—	—
9	Schlüsselblume <i>Primula officinalis</i>	1.5.56 21.3.57 25.4.58	—	—	—	—
10	Hartriegel <i>Cornus mas</i>	26.3.56 6.2.57 14.2.58	3.4.56 11.2.57 29.3.58	30.3.57 29.3.58	16.4.57 7.5.58	—
11	<i>Forsythia suspensa</i>	11.4.56 21.3.57 17.4.58	—	—	—	—
12	<i>Forsythia intermedia</i>	14.4.56 22.3.57 22.4.58	—	—	—	—
13	Salweide <i>Salix caprea</i>	5.4.56 19.2.57 30.3.58	20.4.56 4.3.57 5.4.58	5.5.56 26.3.57 25.4.58	3.4.57 6.5.58	—
14	Schlehorn <i>Prunus spinosa</i>	2.5.56 12.4.57 28.4.58	6.5.56 23.4.57 4.5.58	8.5.56 22.3.57 29.4.58	—	—
15	Immergrün <i>Vinca minor</i>	27.3.57	11.4.57 5.5.58	—	—	—

Tabelle 1b. — Vollfrühling

Lfd. Nr.	Weiserpflanze	Erste Blüte	Voll-blüte	Erste Blätter oder Trieb	Volle Belaubung	Reife Frucht
16	Birke <i>Betula verrucosa</i>	3.5.56 17.4.57 3.5.58	7.5.56 22.4.57 5.5.58	7.5.56 16.4.57 25.4.58	2.5.58	—
17	Fichte <i>Picea abies</i> Frühtreibender Klon Spättreibender Klon	22.5.56 20.5.58	—	7.5.56 29.4.57 30.4.58 8.5.58	—	—
18	Kiefer <i>Pinus silvestris</i>	26.5.56 16.5.57 22.5.58	—	10.5.56 4.5.57 22.5.58	—	—
19	Eiche <i>Quercus robur</i>	9.5.56 25.4.57 3.5.58	—	12.5.56 17.4.57 11.5.58	—	—
20	Buche <i>Fagus silvatica</i>	8.5.56 20.4.57 13.5.58	—	14.5.56 26.4.57 4.5.58	—	—
21	Esche <i>Fraxinus excelsior</i>	28.4.56 10.4.57 30.4.58	—	14.4.56 4.5.57 11.5.58	—	—
22	Robinie <i>Robinia pseudacacia</i>	7.6.56 15.6.57 7.6.58	11.6.56 20.6.57 15.6.58	21.5.56 7.5.57 15.5.58	—	—
23	Lärche <i>Larix decidua</i>	21.4.56 20.3.57 15.4.58	—	3.5.56 4.5.58	—	—
24	Sommerlinde <i>Tilia grandifolia</i>	2.7.56 11.7.57 23.6.58	—	8.5.56 17.4.57 6.5.58	—	—
25	Winterlinde <i>Tilia parvifolia</i>	14.7.56 24.6.57 6.7.58	—	12.5.56 26.4.57 14.5.58	—	—
26	Kastanie <i>Aesculus hippocastanum</i>	17.5.56 6.5.57 14.4.58	20.5.56 10.5.57 14.4.58	5.5.56 10.5.57 5.5.58	—	—
27	Eberesche <i>Sorbus aucuparia</i>	21.5.56 14.5.57 19.5.58	27.5.56 22.5.57 5.5.58	—	—	28.8.56 8.8.57

Tabelle 1c. — Früh- bis Hochsommer

Lfd. Nr.	Weiserpflanzen	Erste Blüte	Voll-blüte	Erste Blätter	Volle Belaubung	Reife Frucht
28	Goldregen <i>Cytisus laburnum</i>	29.5.56 7.5.57 19.5.58	9.6.56 13.5.57 25.5.58	—	—	—
29	Fingerhut <i>Digitalis purpurea</i>	25.6.56 9.6.57 18.6.58	28.6.58 20.6.57 7.7.58	—	—	—
30	Besenginster <i>Sarothamnus scoparius</i>	28.4.57 17.5.58	25.5.57 25.5.58	—	—	—
31	Heidekraut <i>Calluna vulgaris</i>	29.7.56 16.8.57	5.8.56 22.8.57	—	—	—
32	Weidenröschen <i>Epilobium angustifolium</i>	5.7.56 6.7.57 3.7.58	14.7.56 12.7.57 10.7.58	—	—	—
33	Königskerze <i>Verbascum thapsiforme</i>	12.7.56 12.7.57 4.7.58	21.7.56 22.7.57 16.7.58	—	—	—
34	Schwarzer Holunder <i>Sambucus nigra</i>	30.6.56 4.6.57 12.6.58	4.7.56 12.6.57 28.6.58	—	—	15.9.56
35	Heldenrose <i>Rosa canina</i>	8.6.56 27.5.57 8.6.58	16.6.56 5.6.57 16.6.58	—	—	22.8.56 15.8.57
36	Schneebeere <i>Symphoricarpos racemosus</i>	18.7.56 20.6.57 24.6.58	—	25.4.56 21.3.57 18.4.58	27.3.57 25.4.58	—

Es sollte daher zum Allgemeinbrauch der einschlägigen Veröffentlichungen werden, die Versuchsdaten wie Schneiden und Stecken durch phänologische Beobachtungen an Weiserpflanzen zu ergänzen.

2. Wuchsstoffapplikation¹⁾

A. Der natürliche Wuchsstoffhaushalt

Wuchsstoffe müssen, um eine optimale Wirkung zu erzielen, in optimalen Konzentrationen vorhanden sein. Liegen sie wesentlich darunter, so wird die Reizschwelle nicht überschritten, erreichen sie ein Maximum, so wirken sie hemmend, bis schließlich Schädigungen eintreten. So offenbart sich der Regelfall. Daß darüber hinaus auch komplizierte Verhältnisse möglich sind, wie zweigipfelige Wirkungskurven mit zweifachem Optimum, ändert an dem Grundgesetz nichts. Es ist bekannt, daß wachsendes Gewebe, schwellende Knospen, Blätter und Blüten Wuchsstoffe erzeugen, verbrauchen und auch abgeben. Die

¹⁾ Die Wuchsstoffuntersuchungen wurden im Institut für Forstbotanik und Forstgenetik der Universität Göttingen ausgeführt. Herrn Prof. Dr. SCHMUCKER danke ich sehr herzlich für seine große Unterstützung.

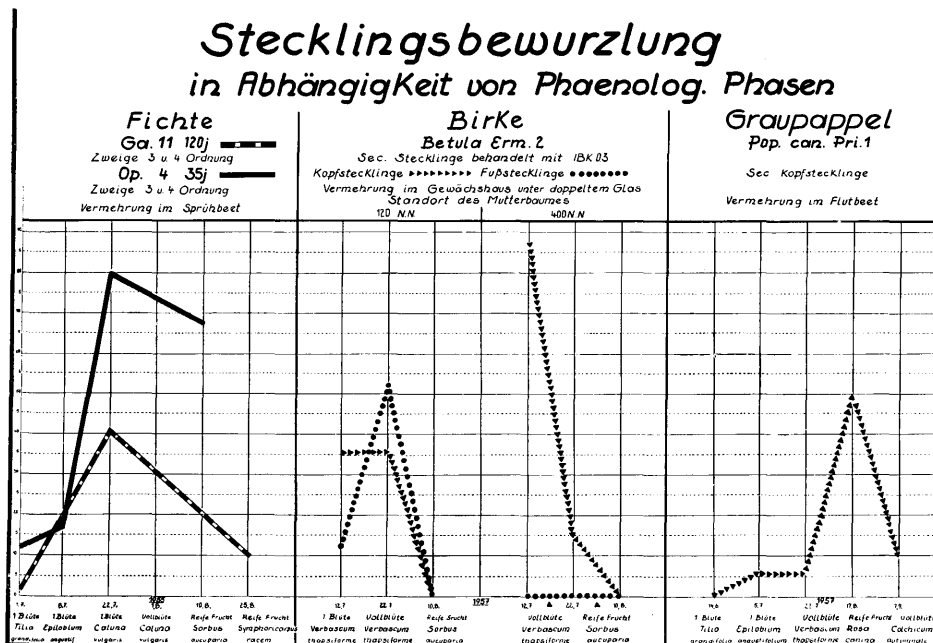


Abb. 2. — Stecklingsbewurzelung in Abhängigkeit von phänologischen Phasen. — Sowohl die Stecklingsvermehrung bei alten wie mittelalten Fichten stimmen mit ihren phänologischen Phasen überein. Es ergibt sich eine deutliche Überlegenheit bei der ersten Blüte *Caluna vulgaris*. Bei *Betula* zeigt die Reiserentnahme von einem Klon, der sowohl in 120 m über NN wie auch in 400 m über NN steht, daß die Bewurzelungsbereitschaft des Reises ebenfalls fest an eine phänologische Phase angeknüpft werden kann, wobei die Weiserpflanze im Hochsommer auf dem höher gelegenen Standort früher blüht als diejenige der Ebene. Dies dürfte mit der bereits stark abnehmenden Vegetationszeit der Höhenlage zusammenhängen. Die Graupappel steht mit ihrem Bewurzelungsoptimum in einer wesentlich späteren phänologischen Phase als die beiden anderen untersuchten Baumarten.

Pflanze ist also wuchsstoffautotroph, wenn man von der möglichen Mykorrhizabeeinflussung absieht. Arbeitet man mit künstlicher Wuchsstoffapplikation, so ist die Höhe des natürlichen Wuchsstoffspiegels von größtem Interesse. Es gilt, das Optimum zu erreichen und Minimum und Maximum auszuschalten. Nur so besteht bei schwer vermehrbaren Baumarten die Gewähr für eine ausreichende Bewurzelung.

Die Fragestellung lautet also:

Welche Gesetzmäßigkeiten liegen bei der Verteilung des Wuchsstoffes vor, und welche Forderungen ergeben sich für die autovegetative Vermehrung?

Aufbauend auf die Arbeiten von CZAJA (2) und ZIMMERMANN (13), die mit Hilfe qualitativer Wuchsstoffteste, insbesondere bei Laubbäumen, räumliche und zeitliche Verteilung zu klären suchten, überprüfte ich im WENT'schen Avenatest den Wuchsstoffspiegel von der Winter- bis Frühjahrsphase bei *Picea abies*, *Larix decidua* und *Larix leptolepis*. Die Werte sind in Abbildung 3 zusammengefaßt. Während im Hochwinter kein aktiver Wuchsstoff zu erkennen ist, bringt der Spätwinter, je nach Witterungsablauf, einen mehr oder weniger schnellen Anstieg der Wuchsstoff-Konzentration. Zwischen den einzelnen Baumarten treten sowohl in der absoluten Höhe des Wuchsstoffspiegels als auch in der Ausdehnung des Aktivierungszeitraumes nicht unbeträchtliche Unterschiede auf. Hierbei handelt es sich um Durchschnittswerte mehrerer Bäume. So ver-

änderten die untersuchten Fichten innerhalb von drei Wochen ihren Wuchsstoffgehalt von 0 auf 8,5 Avena-Einheiten in den Terminalknospen, während die Seitenzweige ganz allgemein über einen viel niedrigeren Spiegel verfügen. Der Gipfelpunkt stimmt stets mit dem Knospenaufbrechen überein. Hiernach sinkt die Konzentration sehr schnell (Abb. 3).

In Beantwortung der Fragestellung ergibt sich hieraus ein erster Hinweis: Die schnelle Wuchsstoffveränderung während des Vor- und Erstfrühlings fordert die Vorverlegung des Stecklingsschnittes vor die Wuchsstoff-Akti-

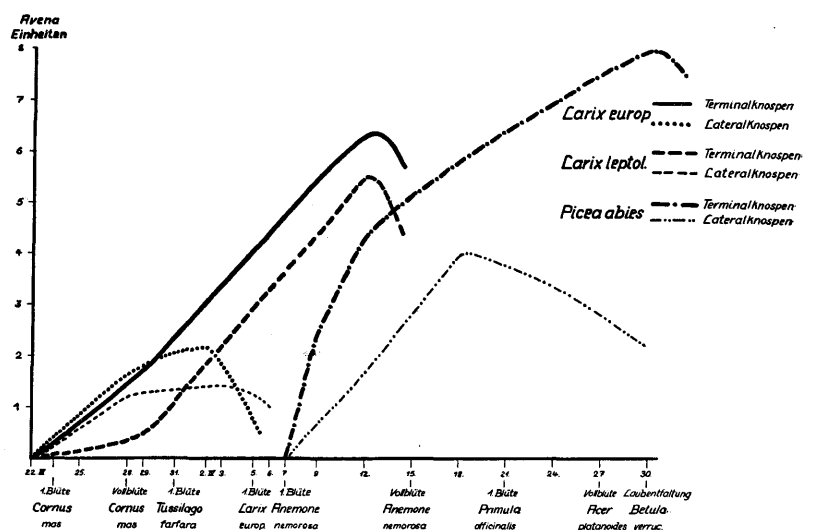


Abb. 3. — Wuchsstoffkonzentration in Koniferenknospen. — Geprüft im Avena-Krümmungstest. Erläuterungen im Text.

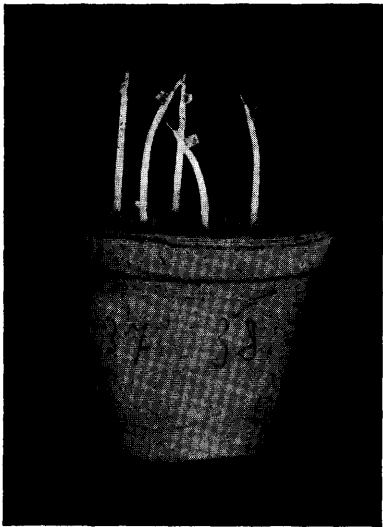


Abb. 4. — Dekapitierte Koeoptilen mit aufgesetzten Agar-Würfeln nach der Testzeit.



Abb. 5. — Die zum Test benutzten Avena-Koeoptilen werden nach 2 1/4 Stunden photographiert und später ausgewertet.

vierung. Der Schnitt kann also nach dem Kurvenbild bei Fichte später erfolgen als bei Lärche.

Innerhalb des aufsteigenden Wuchsstoffspiegels muß die künstliche Zufuhr schnell wirksamer synthetischer Zellstreckungstoffe eine unkontrollierbare Einwirkung hervorrufen, da es nur zufällig möglich sein wird, native plus synthetische Wuchsstoffe auf eine für den Bewurzelungseffekt optimale Größe zu bringen.

Zur Beantwortung der Fragen, welche Wuchsstoff-Abstufungen innerhalb des Einzelbaumes zu erkennen sind und welchen Einfluß der Reservewuchsstoff in seiner inaktiven Form ausübt, wurden weitere Reihenversuche im Tageslichttest nach SÖDING (10) — aktiver Wuchsstoff — und im Zylindertest (SÖDING a. a. O. S. 14) — Reservewuchsstoff — ausgeführt²⁾. Gleich große Volumeinheiten von Fichten-Knospen, deren Deckschuppen sauber gelöst waren, und von Triebspitzen, in Scheiben zerschnitten, wurden 1 1/2 Stunden in Aqua dest. extrahiert und sodann eingedampft. Der zum Test in Aqua dest. gelöste und in einer Verdünnungsreihe von 1:1, 1:5 und 1:10 aufgeteilte Rückstand fand Aufnahme in Agarwürfeln der bekannten Ausformung. Parallelreihen von jeweils 10

²⁾ Herrn Prof. Dr. SÖDING bin ich dankbar, daß er brieflich, mündlich und durch Einarbeitung in seinem Institut mir seine Erfahrungen übermittelte und mich bei der Versuchsanordnung beriet.

Einzelgliedern kamen im Krümmungstest (Abb. 4 u. 5) sowie im Zylindertest zur Prüfung. Bei dem Zylindertest konnten die auf Glasstäbchen aufgezogenen 1 cm langen Koeoptilstümpfe, die die Agarwürfel trugen, bis zu 16 Stunden auf ihre Zellstreckung mit 1/100 mm Ablesegenauigkeit registriert werden. Der Durchschnittszuwachs einer Reihe muß selbstverständlich mit der Kontrolle, die das autonome Wachstum (Koeoptilstümpfe mit reinen Agarwürfeln) angibt, in Relation gesetzt werden. Das Wachstum bis zu 2 1/2 Stunden soll von dem aktiven Wuchsstoff beeinflusst werden, während späterhin der Reservewuchsstoff zur Wirkung kommt.

Grundlage beider Tests ist die Fähigkeit der Wuchsstoffe, das Streckungswachstum zu stimulieren. Bei dem Avena-Test wird der Wuchsstoff aus dem Agarwürfel einseitig in den Koeoptilzylinder geleitet und regt diese Seite zur Streckung an. Somit kommt eine Krümmung zustande. Bei dem Zylindertest verteilt sich der Wuchsstoff meist gleichmäßig und verursacht ein geradliniges Wachstum. Leichte Krümmungen können vereinzelt auch hier beobachtet werden.

Die Beziehungen zwischen Wuchsstoff und Wachstum entsprechen nicht einer einfachen Funktion der Art, daß bei Steigerung der Wuchsstoffdosis unbegrenzt ein stärkeres Wachstum erzeugt wird. Es treten sehr schnell Grenzwerte auf. Deshalb wurden die Extrakte auf verschiedene Stufen verdünnt und jeweils die Optimalwerte verglichen.

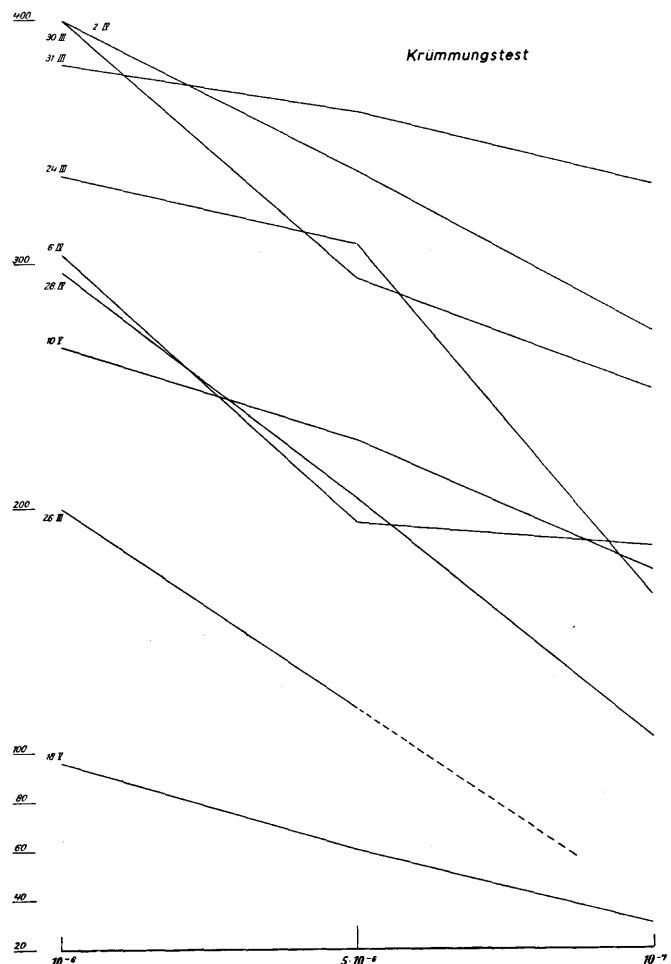


Abb. 6. — Standard-Kurven beim Krümmungstest. — Erläuterungen im Text.

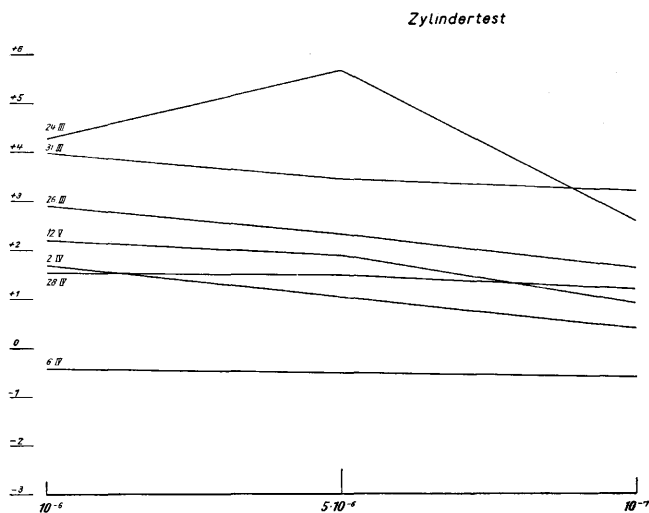


Abb. 7. — Standard-Kurven beim Wachstumstest (Zylindertest).
— Erläuterungen im Text.

Hinzu kommen Empfindlichkeitsschwankungen, selbst bei Ausführung der Teste unter konstanten Laboratoriumsbedingungen. Zum Teil dürfte das auf innere Faktoren der Testpflanze zurückzuführen sein, zum anderen aber auch an imponderabilen Außeneinflüssen liegen. Die Ursachen sind noch nicht geklärt. Schließlich kommt auch noch die außerordentlich diffizile Handhabung als Erschwernis und Fehlerquelle hinzu.

Dies zeigt, daß die Teste nur Näherungswerte liefern oder, was mir noch richtiger erscheint, Tendenzen aufzeichnen. Eine Fehlerausgleichsrechnung ist deshalb überflüssig.

Zur Kontrolle wurden bei jedem Versuch reine Agarwürfel aufgesetzt. Außerdem wurden mit Heteroauxin in den Konzentrationen 1×10^{-6} , 5×10^{-6} , und 1×10^{-7} jeweils Standardkurven aufgestellt (Abb. 6 und 7).

Die gleichmäßige Abstufung der Standardpräparate müßte sich graphisch in einer Geraden darstellen, wenn man bei diesem günstigen Wirkungsbereich eine feste Korrelation zwischen Wuchsstoffkonzentration und Krümmungswinkel unterstellen kann. Tatsächlich ist diese Tendenz auch gegeben, ausgenommen die Kurven vom 24. 3. und 6. 4. Bei dem Versuch vom 24. 3. und bei den Konzentrationen 5×10^{-6} und 1×10^{-7} des Testes vom 6. 4. liegen infolge Versuchsschwierigkeiten nur zahlenmäßig schwach fundierte Reihen vor.

Die Empfindlichkeitsschwankung der Mittelwerte von 30 bis 360 liegt an den vorne angeführten unvermeidlichen Ursachen. Nach SÖDING sollen Schwankungen bis zum 10-fachen Wert und darüber hinaus auftreten, eine Grenze, die hier bei weitem nicht erreicht wird.

Die Ergebnisse seien hier zusammengefaßt dargestellt:

1. Im Gewächshaus angetriebene vierjährige Fichten behielten den starken Konzentrationsabfall vor und nach dem Austreiben der Knospen (Tab. 2). Das gleiche Ergebnis brachte ein Vergleich bei Douglasie. Terminaltriebe sowie Spitzen I. Ordnung des obersten Quirls enthalten höhere Wuchsstoff-Konzentrationen als solche der unteren Äste.
2. Bei Altfichten — etwa 100jährig — und bei mittelalten — etwa 40jährig — wurde die Wuchsstoff-Abnahme von der Spitze zum unteren Kronenteil sowie von niederer nach höherer Ordnung mehrfach als Tendenz erkannt (Tab. 3). Bei Einzelzweig-Unter-

Tabelle 2. — Wuchsstoffwerte 4jähriger Fichten und Douglasien nach Antreiben im Gewächshaus

		Durchschnittswerte, bezogen auf 10 Einzelbeobachtungen im Krümmungs- und Wachstumstest	
Fichte	Terminalknospen	500 Grad	+5,60 mm
	Terminaltriebe	171 Grad	+3,42 mm
	Spitzen I. Ordnung oberster Quirl	157 Grad	+0,95 mm
	Spitzen I. Ordnung unterster Quirl	145 Grad	(+1,99 mm)
Douglasie	Terminalknospen	153 Grad	
	Terminaltriebe	77 Grad	

Tabelle 3. — Wuchsstoffwerte im Krümmungstest bei 40jährigen und 100jährigen Fichten

		Krümmungstest
Fichte 100jährig	Terminalknospen	524 Grad
	Unterer Quirl, I. Ordnung	192 Grad
	Unterer Quirl, III. Ordnung	125 Grad
Fichte 40jährig	Mittlerer Quirl, I. Ordnung	290 Grad
	Unterer Quirl, I. Ordnung	268 Grad
	Unterer Quirl, II. Ordnung	158 Grad

suchungen lagen die Triebe III. und IV. Ordnung des unteren Kronenraumes gleichmäßig niedrig, aber erheblich abgestuft von Zweigen niederer Ordnung. III. und IV. Ordnung können m. E. in der Beurteilung des Wuchsstoffhaushaltes zusammengefaßt werden.

3. Der Reservestoff erreicht bei jungen bis alten Fichten Werte, die im allgemeinen über den Angaben des aktiven Wuchsstoffes liegen. Im Gesamtbild wird die gleiche basipetale Konzentrationsabnahme deutlich. Teilweise tritt er in Kompensation zum aktiven Wuchsstoff, so daß ein unvermutet geringer Wachstumswert für die aktive Phase durch einen hohen Reservegehalt ausgeglichen wird. Die künstlich angetriebenen Fichten zeigten keinen nennenswerten Reservegehalt.

Tabelle 4. — Reservewuchsstoff bei jungen Freilandfichten, gewonnen im Zylindertest

	Differenz zwischen Kontroll- und Testserie, umgerechnet auf n=10
Terminalknospen	+4,5
oberer Kronenraum, I. Ordn.	+3,5
mittlerer Kronenraum, I. Ordn.	+2,1

4. Die eigenen Untersuchungen fügen sich in das bestehende Wuchsstoffsystem ein und stellen eine Ergänzung der Arbeiten von ZIMMERMANN, CZAJA, AVERY, BURKHOLDER und CREIGHTON sowie anderer Forscher dar. Die Feststellung von LINSE (8), daß bei Änderung des absoluten Wuchsstoffgehaltes der Pflanze die Relativität bewahrt bleibt, sichert die zeitliche Verallgemeinerung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse.

Für die autovegetative Vermehrung ergeben sich aus den Wuchsstofftesten folgende Forderungen:

1. Der unterschiedliche Wuchsstoffgehalt innerhalb des Kronenraumes eines Baumes erfordert eine Trennung der Stecklinge nach

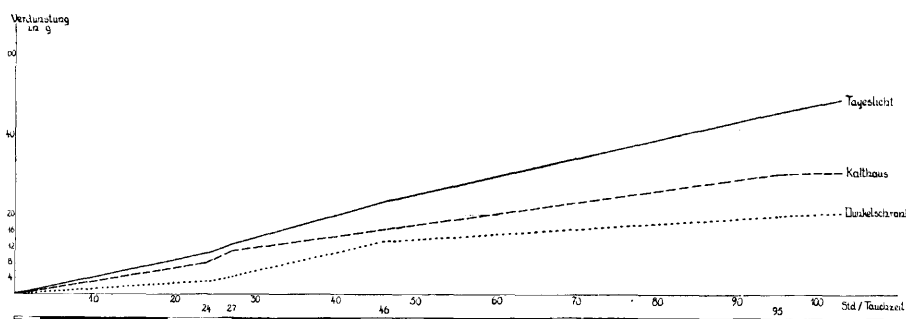


Abb. 8. — Wuchsstoffaufnahme physiologisch ruhender Fichtenreiser unter verschiedenen Bedingungen.

- a) Lage innerhalb des Kronenraumes (z. B. unterer Kronenraum oder oberstes Drittel),
- b) Zweigordnungen.

Nach zahlreichen Versuchen in der Hessischen Zweigstelle Forstpflanzenzüchtung Hann. Münden und dem Lehrforstamt Escherode kann bei den meisten Nadelhölzern eine Zusammenfassung der Zweigspitzen III. und IV. Ordnung des unteren Kronenraumes empfohlen werden.

2. Der Zeitpunkt der Stecklingsvermehrung soll im Frühjahr vor der Wuchsstoff-Aktivierung erfolgen und hier wie im Sommer an phänologischen Daten angeschlossen werden, um die wiederkehrenden zeitlichen Verschiebungen zu erfassen.

B. Die künstliche Wuchsstoffzufuhr

Von den in der Literatur dargelegten Methoden haben sich das Tauch- und Puderverfahren eingebürgert. Erstes wurde auch von mir mehrere Jahre erprobt, ohne daß eine auch nur in weiten Grenzen gesicherte Reproduzierbarkeit erkannt werden konnte. Die künstliche Zufuhr soll im Reis eine Optimaldosierung an Wuchsstoffen anstreben. Mithin ist nicht nur die Konzentration des Lösungsmittels sondern auch die aufgenommene Menge von Bedeutung. Hieraus ergeben sich folgende Fragen:

1. a) Nehmen ruhende Reiser überhaupt Wuchsstoffe auf, wenn ja,
- b) welche Relationen bestehen zu den Vorgängen bei physiologisch tätigen Reisern?
2. Welchen Einfluß haben Licht und Temperatur auf die Aufnahme?
3. Wirkt sich die Konzentration des Lösungsmittels auf die Aufnahmemenge und -geschwindigkeit aus?

Am eindrucksvollsten und sichersten lassen sich die Fragen durch Markierung der Wuchsstoffe mittels radioaktiver Substanzen beantworten. Bemühungen in dieser Richtung scheiterten an technischen und finanziellen Schwierigkeiten. Deshalb wurden folgende Versuche durchgeführt, die auf zwei Voraussetzungen basieren:

- a) Der Wuchsstoff befindet sich in einer gleichmäßigen Lösungsverteilung,
- b) die Wuchsstoffaufnahme steht in einem festen Verhältnis zur Wasseraufnahme, gemessen an der Verdunstungsgröße.

Versuchsanordnung: Stecklinge gleicher Größe und annähernd gleicher Blattfläche werden im lockeren Verband in Glasgefäße gesteckt, deren Oberfläche mit paraffiniertem Nessel gegen Verdunstung abgesichert war.

Die Bedingungen wurden variiert in:

- a) **Tageslicht:** Labor ohne direkte Sonneneinstrahlung aber voller Belichtung, Temperatur 20 bis 22° C, Luftfeuchtigkeit ca. 70%, Lösungstemperatur 20° C.
- b) **Dunkelschrank:** im gleichen Raum, Entzug des Tageslichtes, sonst Bedingung von a).
- c) **Kalthaus:** Gegen direktes Sonnenlicht abschattiert. Temperatur 8 bis 12° C, Luftfeuchtigkeit 70 bis 80%, Lösungstemperatur 8 bis 9° C.

Durch Wägungen nach 24, 27, 46, 95 und 143 Stunden wurde die Verdunstung bestimmt.

Auswertung:

In allen Versuchsreihen wird die Aufnahme ganz erheblich bei vollem Lichtgenuß und erhöhter Temperatur gefördert — Tageslichtserie —, sinkt bei niederen Temperaturen ab und erreicht im Dunkelschrank ein Minimum.

Sowohl bei den nicht ausgetriebenen Fichten (Abb. 8) wie auch bei den kahlen Birkenzweigen (Abb. 9) oder den ruhenden Kiefernspitzen (Abb. 10) erfolgt eine Lösungsaufnahme, die jedoch teilweise um ein Mehrfaches von voll assimilierenden Reisern übertroffen wird: Birke 1:5, *Pinus montana* 1:2,2, *Pinus silvestris* 1:1,5. Bei immergrünen Koniferen verringert sich naturgemäß der Abstand — Frage 1 —.

Bei vollem Tageslicht und einer optimalen Lufttemperatur von ca. 20 bis 22° C nehmen Stecklinge den größten Prozentsatz auf. Lichtentzug bewirkt eine sehr schnelle Reduktion der Werte. Auch Verringerung der Wärme verhindert die Aufnahmefähigkeit der Reiser.

Eine Verbesserung der Lichtverhältnisse durch Einflußnahme direkter Sonnenstrahlen scheidet wegen der zerstörenden Wirkung auf verschiedene Wuchsstoffe aus.

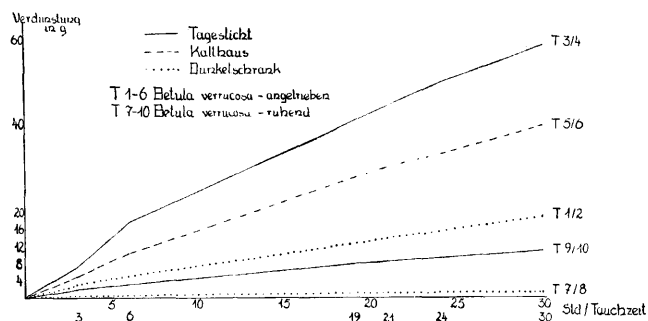


Abb. 9. — Wuchsstoffaufnahme angetriebener und ruhender Birkenreiser.

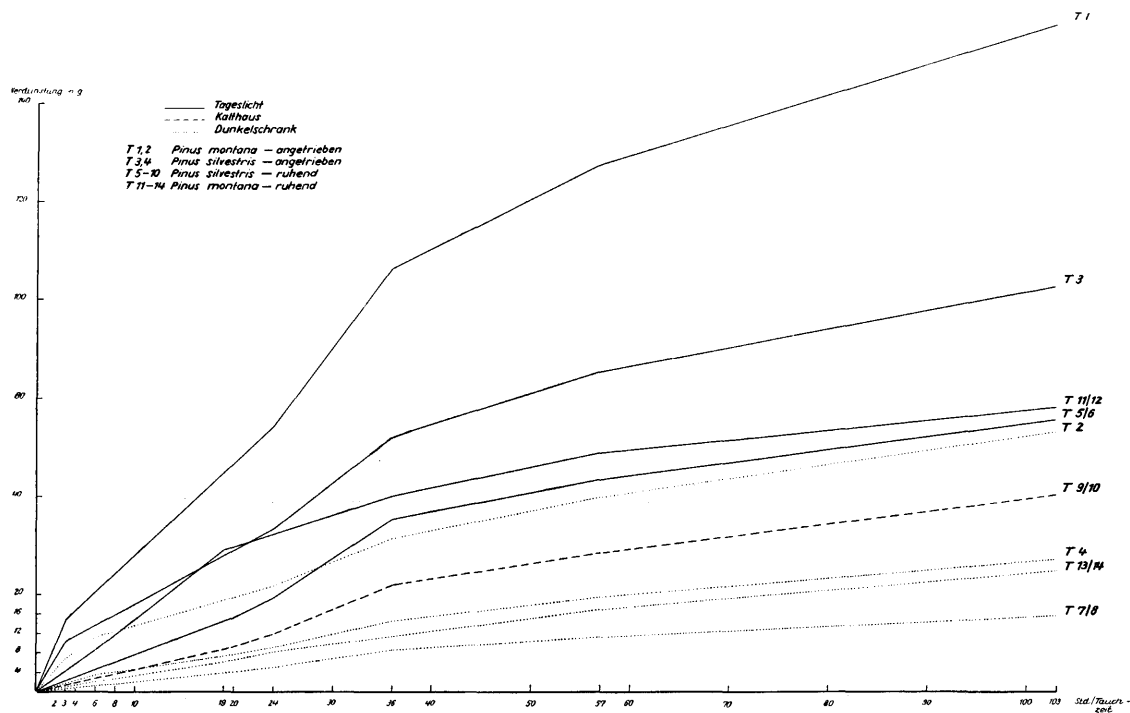


Abb. 10. — Wuchsstoffaufnahme angetriebener und ruhender Kiefernreiser. — Frischgewicht von je 25 Stecklingen (mit 1 Wiederholung).

Nach den Arbeiten von H. U. AMLONG führen Lösungstemperaturen über 25° C zu einer Behinderung der Wurzelbildungen. Der optimale Bereich wird also nach oben durch 25° C begrenzt — Frage 2 —.

Die Aufnahmeverringering bei Dunkelheit muß hervorgehoben werden, weil vielfach aus arbeitstechnischen Gründen das Tauchbad über Nacht angesetzt wird. Tatsächlich zeigten auch die Meßergebnisse in der Tageslicht- und Kalthausserie nicht unbeträchtliche Depressionen während der Nachtstunden.

Im Bereich von Heteroauxin 10^{-4} bis 10^{-3} , die gebräuchlichste Tauchbadkonzentration, konnte kein verbürgter Unterschied zwischen verschiedenen Wuchsstoff-Konzentrationen erkannt werden — Frage 3 —.

Nach diesen Darlegungen erscheint mir die Sicherheit der Tauchmethode in Frage gestellt zu sein, zumindest muß die Reproduktionsmöglichkeit leiden, wenn die Außenbedingungen nicht weitgehend erläutert werden. Ich habe sie seither auch völlig durch die Pudermethode ersetzt, die GRACE (3) bereits 1937 propagierte. Er verband hierbei die reinen Säuren, in Alkohol gelöst, mit Talcum und brachte das Lösungsmittel zur Verdampfung. Das in Puder getauchte Basalende des Stecklings unterliegt nun einem ständigen Reiz der dissoziierenden Wuchsstoffsäure. In mehreren Versuchsserien habe ich die Überzeugung gewonnen, daß die Wuchsstoff-Einwirkung solcher

wasserunlöslichen oder wasserschwerlöslichen Säure-Talcumverbindungen sehr langsam fortschreiten kann (Tab. 5).

Der Versuch stellt die wasserunlöslichen Säuren (IBS) ihren Kalisalzen gegenüber und verbindet beide Komponenten zu einem teillöslichen Gemisch. Da die Birke bei Sommerstecklingen sehr schnell zur Wurzelbildung gebracht werden muß, denn nach Blattabfall tritt nur vereinzelt noch eine gute Bewurzelung ein, kann die Wuchsstoff-Wirksamkeit recht gut erkannt werden. Es fällt sofort auf, daß die reine Säure einen nur sehr geringen Einfluß auf die Stecklinge ausüben konnte, während das Kaliumsalz der Essigsäure durchweg zu guten Ergebnissen führte. Den endgültigen Beweis lieferten die Kombinationen, in denen offensichtlich die wasserlösliche Hälfte wirksam wurde, vielfach in den Prozentsätzen gedrückt, wo die Reizschwelle nicht voll erschöpft wurde, bei *Maximowiczii* aber in der geringeren Konzentration gehoben. Diese Baumart scheint auf niedere Konzentration anzusprechen.

Deshalb habe ich eine Abwandlung des Puderverfahrens erprobt: Talcum oder auch Holzkohle werden mit den in Aqua dest. gelösten Kaliumsalzen der synthetischen Wuchsstoffsäuren in einem Rührgerät innig vermengt. Bei 100 gr Puder bewirken 80 ccm Lösung eine ausreichende und gleichmäßige Durchfeuchtung. Im dunk-

Tabelle 5. — Wuchsstoff-Zusammensetzung und Bewurzelung

Lfd. Nr.	Puderverfahren	Betula			
		Ermanii	pubescens	verrucosa	Maximowiczii
			Anwachsprozente		
1	Indolylessigsäures Kalium (IEK) 0,3 %	98	46	30	36
2	Indolylbuttersäure (IBS) 0,3 %	6	8	0	10
3	IEK + IBS 0,3 %	74	12	62	42
4	IEK 0,14 %	—	28	56	14
5	IBS 0,14 %	—	0	0	Kallus
6	IBS + IEK 0,14 %	—	10	—	64

len Brutschrank bei etwa 40° C wird unter Luftumwälzung und vereinzeltem Umrühren eine langsame Verdampfung des Wassers erzielt. Nach dem Trockenvorgang erfährt der Puder eine erneute Durchmischung im Rührgerät und kann nun in Dunkelflaschen mehrere Wochen kühl aufbewahrt werden. Bei dieser Bindung bleibt der Wuchsstoff weitgehend wasserlöslich, somit schnell wirksam, ohne daß bei der Talcumschicht die Gefahr eines raschen Auswaschens gegeben ist.

Wenn auch für die einzelnen Baumarten und Vermehrungsphasen unterschiedliche Wuchsstoff-Zusammensetzungen und -Konzentrationen erprobt werden müssen, daneben vielfach einzelne Klone eine signifikant abweichende aber immer wiederkehrende Wuchsstoffreaktion zeigen, so darf doch als Hinweis eine allgemeine Feststellung angegeben werden: bei krautigem Stecklingsmaterial (Sommerstecklinge) liegen die Konzentrationen i. d. R. zwischen 0,3 und 0,5%, verholzte Frühjahrsstecklinge verlangen eine Steigerung auf 0,5 bis 1,0%. Auch die verwirrende Fülle der synthetischen Wuchsstoffe führt nicht zu der gesuchten, stets erfolgreichen Wirkung. Die Zusammenfassung vieler verschiedenartiger Versuche mit zahlreichen synthetischen Zellstreckungs-, Zellteilungs- und Nährstoffen hat gezeigt, daß die hochaktiven Zellstimulanten β -Indolylessigsäure (Heteroauxin), β -Indolylbuttersäure und z. T. auch α -Naphthylelessigsäure bzw. deren Salze ihre Wirksamkeit gleichmäßig aufrecht erhalten, während bei den anderen meist nur Zufallstreffer ohne gesicherte Wiederholung zu erwarten sind.

3. Kulturmethoden

Eine der Wuchsstoff-Anwendung mindestens gleichrangige Bedeutung kommt der Kulturmethode zu. Sie wird in fast allen Publikationen eingehend dargelegt und kann daher kurz behandelt werden. In Frühbeetkästen muß der Abstand der Stecklinge vom Glas sowie die Zusammensetzung des Substrates beachtet werden. Feuchtigkeits- und Wärmehaltung bleiben immer variabel. Fast alle Stecklinge sollen möglichst hoch unter Glas stehen. Bei dem Substrat werden verschiedene Zusammensetzungen gebraucht. Insbesondere hat sich in unseren Versuchen eine Kombination von 50% grobem Sand, 25% Torf und 25% zerkleinertem Sphagnummoos bewährt. Die guten Eigenschaften des Moores, hohe Feuchtigkeits- und Sauerstoffhaltung in der Zelle und deren gleichmäßige Abgabe sowie weitgehende Sterilität gegen Pilze, insbesondere *Botrytis*, machen das voluminöse Substrat für Frühbeete und Schwitzkästen geeignet. Günstiger liegen die Vergleichsmöglichkeiten bei den Wasserkulturen, wie wir sie für Nadelstecklinge in Form des Sprühbeetes und für einen Teil der Laubbölzer als Flutbeetmethode — KLEINSCHMIT und FRÖHLICH (5) — beschrieben haben. Die Vorteile dieser Vermehrungsarten haben die Glaskulturen bei uns weitgehend verdrängt. Sie haben auch zu einer wesentlich sicheren Wiederholungserwartung und teilweise zu einer Überdeckung der Wuchsstoff-Einflüsse geführt.

4. Klonale Eigenschaften

Die Betrachtungsweise bei der Stecklingsvermehrung muß sich zwangsläufig von der Baumart zum Einzelbaum verlagern. In der gesamten vegetativen Vermehrung stellen die klonalen Unterschiede das gravierendste Merkmal dar. So reagieren Klone z. B. ganz unterschiedlich auf Wuchsstoff-Zufuhr oder Vermehrungsraum. Nach dreijähriger Erprobung mußte ich einzelne Douglasien-

Klone aus dem Sprühbeetverfahren herausnehmen und bringe sie nun im Frühbeet unter Glas in frischer Fichtennadelstreu gutprozentig zum Anwachsen. Andere Klone wiederum bilden nur in der Wasserkultur einen brauchbaren Prozentsatz bewurzelter Pflanzen aus, wobei auch hier unter gleicher phänologischer Phase die Wuchsstoff-Konzentration individual abgestimmt werden muß. Differenzen zwischen 0,3 und 1,0% sind nicht ungewöhnlich.

Ebenso hängt die Art der Wurzelbildung vom Individuum ab. Bei einer Bewurzelung aus Anlagen im Sproß, wie sie einzelne Weiden- und Pappelklone kennen, oder über Ausstülpungen aus Lentizellen entwickelt sich die Pflanze schneller und gefahrloser als bei der oft langwierigen Wurzelbildung über Kallus. Hierauf muß besonders bei der Sproßvermehrung von Pappeln der Sektion *Leuce* geachtet werden.

So ließen sich die Beobachtungen beliebig erweitern. Im Rahmen des Themas sollen sie zeigen, daß der Begriff „Baumart“ zu umfassend, Versuche mit Klongemischen nicht reproduzierbar, also solche Ergebnisse nur mit großen Einschränkungen zu übertragen sind.

Einen bedeutenden Einfluß auf die Bewurzelungsenergie übt das Alter eines Baumes aus. In der Regel sinken die Anwachsprozente mit Zunahme der Jahrringe. Aber auch hier bestätigen Ausnahmen die Regel. So bewurzeln sich Stecklinge einer 120jährigen Fichte des Forstamtes Gahrenberg besser als die eines 35jährigen Baumes auf gleichem Standort.

Vielfach lassen sich Hemmungen über den Weg der Pfropfung beseitigen, oft bereits im Stadium der Sekundärreiser. In einem gemeinsamen Versuch mit KLEINSCHMIT kamen Sekundärreiser von 50jährigen *Larix leptolepis* in Optimalserien zwischen 50 und 74% zur Bewurzelung, während einige Tausend Stecklinge aus den Kronen der Altlärchen höchstens Kallus bildeten. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, eine ausreichende Altersangabe den Ergebnissen voranzustellen und den mächtigen Einfluß des klonspezifischen Verhaltens zu berücksichtigen.

Zusammenfassung

Um die Stecklingsvermehrung in ihrer Reproduktion abzusichern, werden einige Voraussetzungen untersucht:

1. Der Zeitpunkt der Stecklingsentnahme ist für den Bewurzelungserfolg von großer Bedeutung. Eine Bindung an Kalenderdaten erscheint unzureichend, als Anpassungsmaßstab werden phäenologische Merkmale eines hierfür aufgestellten phäenologischen Kalenders empfohlen. Bei einzelnen Baumarten werden Abhängigkeiten zu phäenologischen Phasen angegeben.

2. Untersuchungen über den natürlichen Wuchsstoffhaushalt ergeben eine zeitliche und räumliche Abstufung des Wuchsstoffspiegels im Baum, die bei der künstlichen Wuchsstoff-Applikation berücksichtigt werden muß. So wird eine Trennung des Stecklingsmaterials in Kronenregion und Zweigordnungen notwendig.

3. Die Wuchsstoff-Aufnahme im Tauchverfahren wird weitgehend von dem physiologischen Zustand der Reiser und den Außenbedingungen bestimmt. Der höchste Prozentsatz konnte bei physiologisch tätigen Reisern in vollem diffusen Lichtgenuß und Temperaturen von 20 bis 25° C ermittelt werden. Günstiger bewährt sich die Puder-methode mit wasserlöslichen Salzen der Wuchsstoffsäuren. Die Herstellung wird beschrieben.

4. Die Kulturmethode nehmen eine Vorrangstellung bei der Bewurzelung ein. In Glaskulturen hat sich ein Substrat aus 25% zerkleinertem Sphagnummoos, 25% Torf und 50% grobem Sand als brauchbar herausgestellt. Die automatischen Sprüh- und Flutbeete zeigten in mehrjährigen Versuchen ihre Überlegenheit.

5. Die klonalen Eigenschaften der Mutterbäume nehmen bei der Bewurzelung den größten Vorrang ein. Sie fordern eine individuelle Anpassung sowohl bei der Kulturmethode wie auch bei der Wuchsstoff-Stimulation. Letztere ist vielfach nicht in der Lage, derartige Hemmungen zu überwinden. Bei Altershemmungen kann die Vermehrung über Sekundärmaterial vielfach erfolgreich durchgeführt werden.

Summary

Title of the paper: *Some principles and suppositions in vegetative propagation.*

To enable cuttings to be propagated in quantity some of the principles and suppositions were investigated:

1. The time of taking the cuttings is of great importance for successful rooting. Therefore as a standard phenological characteristics are arranged in a phenological calendar and are recommended for this purpose. In some tree species a connection of rooting with several phenological phases are reported.

2. Investigations into the natural occurrence of growth substances revealed a temporary and spatial gradation of the level of growth substances in each tree, which must be allowed for when applying artificial growth substances. For this reason a separation of cuttings taken from different parts of the crown and from different orders of branchlets is necessary.

3. The absorption of growth substances by soaking is greatly influenced by the physiological condition of the cuttings and the site conditions. The highest percentage success was obtained with physiologically active cuttings in good but diffuse light and at temperatures of 20—25° C. The most favourable method tested was the powder method using water soluble salts of the growth substances. The preparation is described.

4. The propagation conditions are of great importance in rooting. Under glass a rooting medium of 25% broken Sphagnum, 25% peat and 50% sand proved to be suitable. The automatic spray and flow beds showed their superiority over several years.

5. The clonal characteristics of mother trees take precedence in rooting. They demand individual adaptation both in propagation conditions and in the use of growth substances. In many cases use of the latter is ineffective in overcoming such obstructions. For difficulty in rooting caused by age, propagation could be successful if secondary cuttings are used.

Résumé

Titre de l'article: *Multiplication végétative: principes et hypothèses.*

La multiplication par boutures en quantité importante

suppose l'étude de principes de base et des hypothèses suivantes:

1. L'époque de prélèvement des boutures est un facteur important de la reprise. Dans ce but, on recommande l'emploi de caractères phénologiques-types disposés sous forme de calendrier phénologique. On connaît chez certaines espèces une corrélation entre l'enracinement des boutures et certaines phases de développement.

2. Des recherches sur la présence de phytohormones naturelles ont permis de mettre en évidence un gradient spatial et une variation dans le temps de la teneur en phytohormones dans chaque arbre, dont il faut tenir compte lorsqu'on applique des phytohormones artificielles. Pour cette raison, il faut traiter séparément les boutures prélevées dans différentes parties de la couronne et sur des branches de différents ordres.

3. L'absorption de phytohormones par trempage est influencée dans une large mesure par les conditions physiologiques de la bouture et par les facteurs du milieu. Le meilleur pourcentage de reprise fut obtenu avec des boutures en activité, en lumière assez vive mais diffuse, et à une température de 20—25° C. La meilleure technique est celle du poudrage, avec des sels solubles dans l'eau des phytohormones. Les détails de la technique sont donnés dans l'article.

4. Le milieu de propagation est très important. Un bon mélange pour la multiplication sous verre comprend 25% de Sphagnum pulvérisé, 25% de tourbe et 50% de sable. L'essai sur plusieurs années de l'arrosage automatique et des bâches à irrigation continue a prouvé la supériorité de ces techniques.

5. Les caractéristiques individuelles des arbres mères ont une importance primordiale sur la reprise. Il faut une adaptation individuelle à la fois aux conditions de multiplication et aux phytohormones. Dans beaucoup de cas, l'emploi des phytohormones ne permet pas d'obtenir l'enracinement de clones rebelles. L'enracinement des boutures d'arbres âgés est plus difficile, mais cet obstacle peut être levé par l'emploi de boutures secondaires.

Literaturverzeichnis

- (1) AVERY and JOHNSON: Hormones and Horticulture. New York, London 1947. — (2) CZAJA, A. PH.: Der Nachweis des Wuchsstoffes bei Holzpflanzen. Ber. d. Bot. Ges. 53, 1935. — (3) GRACE, N. H.: Physiological curve of response to phytohormones by seeds, growing plants, cuttings, and lower plant forms. Can. Journ. Res., Sec. C, 15, 1937. — (4) KLEINSCHMIT, R.: Nadelholzstecklinge, Versuche und Erfahrungen aus dem Lehrforstamt Escherode. Forst- und Holzwirt 1958, p. 17. — (5) KLEINSCHMIT, R., und FRÖHLICH, H. J.: Stecklingsvermehrung in automatisch gesteuerter Wasserkultur. Forstarchiv 7, 1956. — (6) KRÜSSMANN, G.: Die Baumschule. Hamburg 1954. — (7) LAIBACH, F., und FISCHNICH: Pflanzen-Wuchsstoffe in ihrer Bedeutung für Gartenbau, Land- und Forstwirtschaft. Stuttgart/Ludwigsburg 1950. — (8) LINSE, H.: Zur Methodik der Wuchsstoffbestimmungen. Planta 29, 392 (1939) und 31, 32 (1940). — (9) LINSE, H., und KIERMAYER, O.: Methoden zur Bestimmung pflanzlicher Wuchsstoffe. Wien 1957. — (10) SÖDING, H.: Die Wuchsstofflehre. Stuttgart 1952. — (11) THIMANN and BEHNKE-ROGERS: The use of auxins in the rooting of woody cuttings. Petersham 1950. — (12) VERLEYEN, E. J. B.: Le bouturage et les substances de croissance synthétiques. Anvers 1948. — (13) ZIMMERMANN, W. A.: Untersuchungen über die räumliche und zeitliche Verteilung des Wuchsstoffes bei Bäumen. Z. f. Botanik 30, 209 (1936).