

Versuche zur Bewurzelung von Eichen- und Buchenstecklingen

Von J. KRAHL-URBAN

(Eingegangen am 11. 6. 1957)

Ziel der Versuche, die seit dem Jahre 1950 durchgeführt werden, ist die Bewurzelung von Eichen- und Buchenstecklingen. Die Versuche betreffen die Traubeneiche (*Quercus sessiliflora*), die Stieleiche (*Quercus pedunculata*), die Rotbuche (*Fagus silvatica*) und neuerdings auch die Roteiche (*Quercus borealis*).¹⁾

Über den Zweck der Versuche braucht nur gesagt zu werden, daß die große Bedeutung bewurzelter Stecklinge auch bei Eichen und Buchen darin zu sehen ist, daß sie im Gegensatz zu den geschlechtlich erzeugten, aus Samen erwachsenen Nachkommen „untereinander und mit dem Erzeuger völlig übereinstimmen“ (15).

Mit Versuchen zur Bewurzelung von Eichen- und Buchenstecklingen scheint erst nach der letzten Jahrhundertwende, und zwar zuerst in Rußland, begonnen worden zu sein. Über diese und neuere russische Versuche wird zwischen 1929 und 1952 mehrfach berichtet. Die Berichte sind in Deutschland meist erst in den letzten Jahren bekannt geworden. (HUMMEL 6, BUCHHOLZ 3, D. A. KOMMISSAROW 8, A. M. LEWIN 9, T. T. BORISENKO 1, PLATNITZKIJ und BORISENKO 11). Veröffentlichungen über entsprechende Versuche in Dänemark (Hsrsholm) und in USA sind zwischen 1942 und 1950 erschienen (BOUVAREL 2, MUHLE LARSEN 10, THIMANN, K. V. und J. BEHNKE-ROGERS 16). Einen wichtigen Beitrag zur Bewurzelungsfrage allgemein lieferte JACQUIOT (7). Nur eine deutsche Arbeit beschäftigte sich bisher auch mit Bewurzelungsversuchen bei Rotbuchen (HEITMÜLLER 5).

Bei den Versuchen sind sehr unterschiedliche Verfahren angewandt worden. Die Unterschiede betreffen neben zahlreichen anderen hauptsächlich die Substrate, das Stecklingsmaterial, die Jahreszeit und die Wuchsstoffe.

Die Ergebnisse schwanken in weiten Grenzen. Die Ursachen dieser großen Schwankungen sind nicht ohne weiteres erkennbar, zumal es sich fast ausschließlich um rein empirische Versuche handelt. Nur darin herrscht bei allen Forschern volle Übereinstimmung, daß Traubeneichen, Stieleichen und Buchen zu den Baumarten gehören, bei denen die Stecklingsbewurzelung außerordentlich schwierig ist.

In Vorversuchen hatte sich gezeigt, daß die Erfahrungen, die bei der Bewurzelung von Stecklingen anderer Baumarten gemacht worden waren, nur zum geringen Teil auf Eichen und Buchen übertragen werden konnten, daß diese sich vielmehr in vielfacher Hinsicht anders verhielten und daher spezielle Verfahren erforderten.

Es würde zu weit führen, wenn über diese Vorversuche im einzelnen berichtet werden sollte. Es genügt mitzuteilen, daß unzählige Mißerfolge und Fehlschläge überstanden werden mußten, ehe endlich gesicherte Hinweise wenigstens auf einige wichtige Voraussetzungen einer erfolgreichen Bewurzelung erhalten wurden.

Die Vorversuche nahmen die Jahre 1950—1952 in Anspruch. Erst 1953 konnte mit den eigentlichen Versuchen

begonnen werden. Die Vorversuche zeigten, daß nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse Bewurzelungsmöglichkeiten für Eichen und Buchen nur dann vorhanden sind, wenn innerhalb relativ enger Grenzen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind.

Diese Voraussetzungen betreffen insbesondere das Alter der Mutterbäume, die Art und Beschaffenheit der Stecklinge, den Zeitpunkt ihrer Gewinnung und des Steckens, das Substrat, die Durchlüftung, die Boden- und Luftfeuchtigkeit und nicht zuletzt die Wuchsstoffe.

Das Alter der Mutterbäume

In den mehrjährigen Versuchen wurden die von anderen Baumarten her bekannten Erfahrungen bestätigt, daß die Bewurzelung von Stecklingen umso leichter möglich ist, je jünger die Bäume sind, von denen die Steckreiser stammen. Die Altersgrenze liegt vorläufig sowohl für Buchen als auch für die 3 Eichenarten bei etwa 15 Jahren. Die Bewurzelung selbst ganz junger Reiser von älteren Bäumen gelang nur ausnahmsweise.

Ein wichtiges Ziel künftiger Versuche wird es sein müssen, diesen erheblichen Mangel zu beseitigen, denn gerade an der Bewurzelung von Reisern älterer, ja möglichst alter Bäume besteht größtes Interesse, da nur sie — was vor allem für die langlebigen Buchen und Eichen gilt — so eindeutig wie möglich besondere Vorzüge bzw. Nachteile erkennen lassen. Außerdem sind ältere Bäume im allgemeinen zur Lieferung größerer Stecklingsmengen instande als jüngere. So lange dieses Ziel nicht erreicht ist, wird trotz der Zeitdauer, der Kosten und Mühen der Umweg über Stecklinge, die von Pfropfpflanzen gewonnen werden, nicht zu entbehren sein. Falls die Zahl der Pfropfpflanzen nicht sehr groß ist, wird die Menge brauchbarer Stecklingsreiser je Klon allerdings nur gering, eine Massenvermehrung also kaum möglich sein.

Nach Untersuchungen über die „Altersphasen“ von Bäumen (12, 14), ist es allerdings zweifelhaft geworden, ob die Gewinnung leichter bewurzelter Stecklingsreiser von alten Bäumen auf dem Umweg über Pfropfpflanzen so erfolgreich sein wird, wie man bisher annehmen zu können glaubte. Auch unsere Versuche scheinen Hinweise dafür zu liefern, daß das mindestens nicht in dem erhofften Umfange der Fall sein dürfte, und daß es daher nötig ist, die Verfahren so zu verbessern, daß auch Stecklinge, die Altersphasen von Bäumen entnommen wurden, in ausreichendem Maße bewurzelt werden können.

Die Art und Beschaffenheit der Stecklinge

Im Laufe der Jahre sind sowohl bei den Buchen als auch bei den drei Eichenarten Reiser sehr verschiedener Art und Beschaffenheit als Stecklinge benutzt worden: Neben frischen unverholzten Trieben (Grünstecklinge) solche aus ein-, zwei- und mehrjährigem Holz, Grünstecklinge, an denen sich ein Stück vorjährigen Holzes befand, Reiser verschiedener Länge und verschiedener Stärke, solche von Mitteltrieben und Zweigen unterschiedlicher Ordnung, Kopf- und Fußstecklinge mit, ohne oder mit eingestutzten Blättern usw.

Nach dem Vorbild von T. T. BORISENKO (1) sind auch sog. „einknotige“ Stecklinge, d. h. 1,0—1,5 cm lange, mit einer Knospe und einem Blatt versehene Reisstücke ebenso wie bestielte Blätter in die Versuche einbezogen worden.

¹⁾ Meinen Mitarbeitern, insbesondere Herrn Privatforstmeister a. D. POTT und Herrn Revierförster HELLWIG, sei auch an dieser Stelle für die mühevolle praktische Durchführung der Versuche aufrichtig gedankt.

Insbesondere gilt mein Dank der Niedersächsischen Landesforstverwaltung für die verständnisvolle Förderung der jahrelangen Versuche.

Die Versuche sind teilweise erfolgreich verlaufen. Einige ein-knotige Stecklinge und Blätter sowohl von Buchen als auch von Eichen haben sich überraschend gut bewurzelt. Allerdings ist es vorläufig nicht gelungen, sie längere Zeit am Leben zu erhalten oder auch nur zur Entwicklung von oberirdischen Sprossen zu veranlassen.

Hinsichtlich der Wurzelbildung haben sich am besten unverholzte Triebe (Grünstecklinge) von 8–12 cm Länge und bei Eichen von 3, bei Buchen von 2 mm Mindeststärke bewährt. Stärkere Stecklinge sind wegen ihres eigenen größeren Feuchtigkeitsspeichers weniger als schwächere der Vertrocknungsgefahr ausgesetzt und daher geeigneter.

Buchenstecklinge bewurzeln sich wesentlich besser als Grünstecklinge, also wenn sie nur aus jungen unverholzten Trieben bestehen und keinen Anhang vorjähriges Holz besitzen. Zwischen der Bewurzelung von Traubeneichenstecklingen ohne und mit vorjährigem Holz bestehen keine Unterschiede. Bei Stieleichen haben sich ebenso wie bei Buchen Grünstecklinge mehr bewährt.

Reiser von Mitteltrieben und Zweigen verschiedener Ordnung lieferten bisher ebenso wenig Bewurzelungsunterschiede wie Kopf- und Fußstecklinge. Der Abschluß der oberen Schnittfläche bei Fußstecklingen mit Baumwachs zum Schutz gegen Verdunstung hat sich bewährt. Der Verminderung der Verdunstung, die deswegen zum Vertrocknen der Reiser führen kann, weil die Feuchtigkeitshaltung des Stecklings bis zur Bewurzelung ausschließlich von der eigenen Feuchtigkeitsreserve abhängig ist, dient das Einstützen der Blätter auf $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ ihrer Flächen. Es scheint sich besser zu bewähren als ihre völlige Entfernung.

Von ganz besonderer Bedeutung ist das Frischhalten der Stecklinge zwischen ihrer Werbung und dem Stecken. Am besten werden die Reiser unmittelbar nach dem Schneiden in Wasser gelegt, falls sie nicht unverzüglich gesteckt werden können. Die Ergebnisse der Untersuchungen von SATO und HUKUHARA (13) über die entscheidende Rolle der „Wasserverhältnisse bei Stecklingen kurz nach den Pflanzen“ gelten sicher auch für Eichen und Buchen.

Alle Schnitte müssen mit scharfen Messern und ohne Quetschungen, wie sie bei der Benutzung von Scheren häufig vorkommen, glatt geführt werden. An der Basis der Stecklinge haben sich möglichst schräge Schnitte durch einen Wuchsknoten oder dicht unterhalb einer Knospe, am Kopf zur Verkleinerung der Verdunstungsfläche waagerechte Schnitte oberhalb von Knospen bewährt.

Die Erfahrungen bei Eichen- und Buchenpfropfungen hatten gezeigt, daß das Anwachsen der Pfropfreiser weitgehend individuell genetisch bedingt ist. Die Reiser mancher Bäume wachsen besser als die anderer an. Da nach diesen Erfahrungen vermutet werden konnte, daß hinsichtlich der Bewurzelung ähnliche Unterschiede vorhanden sind, wurden nach Möglichkeit einklonige Reiser verwendet. Soweit das nicht möglich war, weil bei jungen Pflanzen die Zahl der brauchbaren Reiser zu gering gewesen wäre, sind Reiser von Einzelbaum-Nachkommen-schaften benutzt worden, bei denen wenigstens ein Eltern-teil einheitlich war. Die Versuchsergebnisse deuten darauf hin, daß auch im Bewurzelungsvermögen individuelle Unterschiede vorhanden sind.

Der Zeitpunkt der Stecklingsgewinnung, des Steckens und der Bewurzelung

Die allmählich auf den größten Teil des Jahres ausgedehnten Versuche erforderten eine entsprechende Ausdehnung der Reiser-gewinnung. Sie begann bereits im Fe-

bbruar an Pflanzen, die im Gewächshaus angetrieben waren und endete kurz vor Beendigung der Vegetationsperiode im September–Oktober. Während dieser 8–9 Monate sind jeweils in Intervallen von etwa 4 Wochen Reiser gewonnen worden. Besondere Schwerpunkte der Reiser-gewinnung waren die Zeiten kurz vor dem Vegetationsbeginn, also unter hiesigen Verhältnissen Mitte bis Ende April, und während der Johannistriebebildung, die ihren Höhepunkt hier Ende Juni – Anfang Juli erreicht.

Weitaus die größten Bewurzelungserfolge sind stets und eindeutig mit Reisern erzielt worden, die um Johanni geschnitten worden waren. Genauere Zeitangaben sind vorläufig noch nicht möglich. Die Ermittlung des optimalen Zeitpunktes durch Bindung an phänologische Daten entsprechend den Vorschlägen von FRÖHLICH (4) erscheint zweckmäßig.

Nur dann, wenn die Reiser einer Behandlung mit Wuchsstofflösungen nicht unterzogen wurden, sind sie nach der Gewinnung so kurzfristig wie möglich gesteckt worden. Zwischen der Bewurzelung von Reisern, die sofort nach dem Schneiden gesteckt worden sind und solchen, die vorher einige Stunden in kaltem Wasser gelegen haben, sind Unterschiede bisher nicht festgestellt worden.

Innerhalb welcher Zeit die Stecklinge sich bewurzeln, konnte bisher nicht einwandfrei ermittelt werden, da Nachprüfungen wegen der großen Empfindlichkeit während des Bewurzelungsvorganges auf Ausnahmefälle beschränkt wurden. Unter optimalen Verhältnissen beginnt die Bewurzelung wahrscheinlich etwa nach 2–3 Wochen. Es sind aber wohl große zeitliche Unterschiede vorhanden, und es erscheint nicht ausgeschlossen, daß sie erst viel später und sogar erst nach Monaten einsetzt (6).

Bemerkenswert ist, daß die Wurzeln so gut wie ausschließlich ohne Kallusbildung unmittelbar aus dem Reis entstehen, und zwar in erster Linie aus Knospen. Kallusbildung ist auf Ausnahmefälle beschränkt, die ihre Ursache vielleicht in irgendwelchen, die Entstehung von Wurzeln hemmenden Faktoren haben. Wurzelbildung aus einem Kallus ist bisher auch bei längerer Versuchsdauer nicht beobachtet worden. Zwischen Eichen und Buchen bestehen hierin keine Unterschiede.

Nach JACQUIOT (7) sind die Bedingungen, unter denen „die Bildung erster Anlagen von Wurzeln auf einem Kallus“ ausgelöst wird, allgemein noch wenig bekannt. „Die Heteroauxine, in steigenden Konzentrationen angewandt, haben, wie GAUTHERET gezeigt hat, nur die Bildung von Schößlingen hindern und ohne Wurzelbildung die Kalli auf übermäßige Weise wachsen lassen können.“

Der bisher weitaus günstigste Bewurzelungszeitpunkt um Johanni ist deswegen sehr nachteilig, weil die Wurzelbildung vielfach, vielleicht sogar meist, bis zum Ende der Vegetationszeit noch nicht abgeschlossen ist. Nur unter künstlich herzustellenden Bedingungen kann sie fortgeführt werden, und diese können vorläufig auch nur in Ausnahmefällen entbehrt werden, wenn die sehr empfindlichen Stecklinge überhaupt am Leben erhalten werden sollen. Diese große Klippe muß erst überwunden werden, bevor es möglich ist, auf Maßnahmen, die vorläufig nur in besonderen Einrichtungen, wie Gewächshäusern, Anzucht-kästen pp., geboten werden können, zu verzichten.

Bisher sind die bewurzelten Stecklinge stets gegen Ende der normalen Vegetationsperiode, also im September–Oktober, entnommen und umgepflanzt worden. Die später mitgeteilten Bewurzelungsergebnisse wurden zu diesem Zeitpunkt ermittelt. Die Entnahme und das Um-

pflanzen wurden auch deswegen vorgenommen, weil den Stecklingen anstelle der „Bewurzelungs“- nunmehr „Nährsubstrate“ geboten werden sollten.

Die Substrate

Da vermutet wurde, daß das Substrat von entscheidendem Einfluß auf die Stecklingsbewurzelung sein könnte, sind Versuche mit verschiedenen Substraten durchgeführt worden.

Als Substrate wurden u. a. verwandt: Gewöhnliche humusreiche Gartenerde, verschieden zusammengesetzte Gemische aus Sand und Torf mit oder ohne Beimischung von Eichen- bzw. Buchenhumus, mit oder ohne Beimischung von zerkleinertem Sphagnum sowie mit oder ohne Sphagnum-Abdeckung. Auch Fichten-Nadelstreu, wie sie nach dem bekannten Dunemann-Verfahren vielfach zur Anzucht von Forstpflanzen Verwendung findet, wurde in die Versuche einbezogen. In einigen Teilversuchen sind die Versuchsbeete zur Abwendung von Pilzbefall mit Koksgrus gemischt oder abgedeckt worden.

Als Sand bewährte sich gewaschener Flußsand etwa in den Korngrößen von 1 bis 3 mm am besten. Feinere Sande mit gleichmäßigen Korngrößen verschlämten durch die Bewässerung zu rasch. Die geringen Bewurzelungserfolge, die dann erzielt wurden, dürften wohl in mangelhafter Durchlüftung des Substrats ihre Ursache haben. Fäulnis und Verpilzung der Stecklinge traten mit zunehmender Bodenverdichtung häufiger auf. Größere kiesige Sande besaßen nur bei dauernder Bewässerung eine ausreichende Feuchtigkeitshaltung. Bei nicht sehr sorgfältiger nur zeitweiser Bewässerung besteht für die Stecklinge Vertrocknungsgefahr.

Als Torf ist bisher neben sog. Humintorf in der Hauptsache gewöhnlicher norddeutscher Ballentorf verwandt worden. Zu grobfaseriger Torf wurde erst zerkleinert. Da norddeutsche sog. Schwarz- und süddeutsche sog. Weißtorfe nach manchen gärtnerischen Erfahrungen geeigneter für die Stecklingsbewurzelung sein sollen, sind neuerdings Versuche mit diesen Torfarten angestellt worden.^{*)} Über die Ergebnisse kann heute noch nichts ausgesagt werden.

Die Stärke der jeweiligen Substratschicht betrug ca. 20 cm. Verstärkter Durchlüftung wegen ruhte sie auf luftdurchlässigen Lattengittern oder Drahtgeflechten über Hohlräumen, die durch künstliche Luftschächte mit der Außenluft in Verbindung standen.

Die Beimischung von zerkleinertem Sphagnum-Moos sollte ebenso wie die Abdeckung mit einer Sphagnum-Schicht dazu dienen, die Feuchtigkeitshaltung des Substrats zu erhöhen, insbesondere gleichmäßiger zu gestalten.

Eine der Zusammensetzung und Durchlüftung des Substrats mindestens gleichwertige Rolle spielt die Substrat- und die Luftfeuchtigkeit. Beide müssen möglichst hoch und gleichmäßig sein, Vernässungen des Substrats jedoch vermieden werden.

Um eine möglichst hohe und gleichmäßige Feuchtigkeit des Substrates und der Luft zu erreichen, sind verschiedene Wege beschritten worden:

Dauerndes oder zeitweises Besprühen mit Perrot-Sprühnebel-Düsen, die an einer in die Versuchsanlagen eingebauten Rohrleitung angebracht sind; Besprühen mit einem durchlöchernten Plastikschauch oder mit einfachen Gartensprühgeräten; dauerndes oder zeitweises Abdecken der Versuchsanlagen mit einfachen oder doppelten Fenstern aus Glas oder Floracella-Folien.

Diese Fenster sind teilweise mit Hilfe von Klebstreifen aus Filz oder Denso-Fase annähernd luftdicht abgeschlossen.

^{*)} Für die kostenlose Lieferung des Schwarztorfes wird dem Streuverband G. m. b. H. Oldenburg, des Weißtorfes Herrn Forstmeister Dr. SCHMIDT vom Bayer. Forstamt Teisendorf gedankt.

sen worden. Die Doppelfenster waren nach Art der sog. Holländer-Frühbeefenster eingerichtet.

Bei sonniger Witterung wurden die Anlagen mit Matten bzw. Schattengittern abgedeckt.

In einigen Versuchsanlagen wurde die Bewässerung in der Weise vorgenommen, daß zu beiden Seiten der Versuchsfelder wassergefüllte Rinnen angebracht waren. Mit Hilfe von Sphagnum-Moos, das in diese Wasserrinnen hineinragte und wie ein Docht wirkte, wurden Substrat und Luft dauernd feucht gehalten.

In einem weiteren Versuch steckten die Reiser in den Maschen eines Drahtnetzes und ragten mit ihren basalen Teilen in Wasser hinein, das ständigen Zu- und Abfluß hatte oder von Zeit zu Zeit gewechselt wurde.

Die Befürchtung, daß der Gerbsäuregehalt eine der Ursachen für das geringe Bewurzelungsvermögen insbesondere der Eichen-Stecklinge sein könnte, war die Veranlassung für Versuche, etwaige hemmende Wirkungen der Gerbsäure zu vermindern bzw. auszuschalten. Die Befürchtung war u. a. durch Hinweise von JACQUIOT (7) auf die Gefahr „hindernder Einwirkungen von Sekretionen (Milch, Harze, Tannine) auf die Gewebevermehrung“ hervorgerufen worden.

Auf Vorschlag von Dr. Dr. habil. KANITZ in Göttingen sind den Substraten Blutalbumin und außerdem zur Pufferung und an Spurenelementen Zitronensäure, Natriumphosphat, Kupfersulfat, Zinksulfat, Mangansulfat und Jodkalium zugesetzt worden.

Die im Jahre 1955 erstmalig durchgeführten Versuche verliefen negativ. Der starke Geruch, der den so behandelten Substraten entströmte, ließ auf übermäßige Stickstoffbildung schließen, die zusammen mit Mangel an Sauerstoff und übermäßig starker Verpilzung das rasche Absterben der Stecklinge bewirkte.

Obgleich die Wiederholung der Versuche im Jahre 1956 in den Substraten, die 1955 mit den oben angegebenen Zusätzen behandelt worden waren, ebenfalls nicht zu positiven Ergebnissen führte, ist ihre Fortführung mit gewissen Änderungen in Aussicht genommen, weil das Ziel einer Ausschaltung bzw. Verminderung etwa hemmender Gerbsäurewirkungen doch grundsätzlich richtig zu sein scheint und vielleicht manche Spurenelemente die Bewurzelung fördern können.

Die *Zusammensetzung des Substrats* ist von entscheidender Bedeutung. Die Bewurzelungsergebnisse sind im allgemeinen umso besser, je höher und gleichmäßiger die Feuchtigkeitshaltung ist. Es sind jedoch mehr oder weniger große Unterschiede nicht nur zwischen den Holzarten, sondern vor allem auch in der Wirkung der angewandten Wachstumsstoffe vorhanden. Der günstigste pH-Wert des Substrats scheint zwischen 5 und 6 zu liegen.

Buchen: Die weitaus meisten Bewurzelungen sind auf Torfmull + Flußsand + geschnittenen Sphagnum + Buchenhumus in der Raummaß-Mischung von 1,0:1,0:0,5:0,5, mit Sphagnum abgedeckt und nur zeitweise bewässert, erzielt worden. Bei dauernder Bewässerung ohne Sphagnum-Abdeckung bewurzelten sich kaum halb so viele Stecklinge. Gute Ergebnisse erbrachte auch ein Substrat, das aus einer Mischung von Flußsand und geschnittenem Sphagnum im Verhältnis 1:0,5 bestand, mit Sphagnum abgedeckt und ebenfalls nur nach augenscheinlichem Bedarf zeitweise bewässert war. Bei dauernder Bewässerung bewurzelten sich etwa ein Drittel der Stecklinge weniger. — An dritter Stelle aber mit erheblichem Abstand rangierten die Fichtennadelstreubeete. Die mit dauernder waren denen mit zeitweiser Bewässerung etwas überlegen. — In den Substraten Torfmull + Flußsand im Verhältnis 1:1 sowie Torfmull + Flußsand + geschnittenen Sphagnum im Verhältnis 1,0:1,0:0,5 bewurzelten sich nur sehr viel weniger Stecklinge, und zwar bei dauernder Bewässerung ein Drittel bis ein Halb mehr als bei zeitweiser.

Wahrscheinlich nicht nur interessant sind die verhältnismäßig guten Bewurzelungsergebnisse, die auf dem Substrat erzielt wurden, dem *Buchenhumus* beigemischt war. Bei diesem Humus handelt es sich um moderigen Mull, der aus einem mittelalten Buchenbestand mit guter Streuzersetzung stammte. Worin besteht die Wirksamkeit, die diese Beimischung anscheinend ausgeübt hat? Enthält der Humus vielleicht einen Wuchsstoff oder Bakterien, welche die Bewurzelung fördern? JACQUIOT (7) berichtet z. B., daß nach SNOW die Bewurzelung von *Pinus strobus* durch die Verwendung von Boden erleichtert wird, der schon einmal benutzt worden ist und der einen höheren Anteil von Nadeln dieser Baumart enthält.

Traubeneichen: Weitaus am besten bewährte sich ein Substrat, das aus einem Gemisch von Torfmull+Flußsand+geschnittenem Sphagnum im Verhältnis 1:1:0,5 bestand, dicht gefolgt von einer Mischung aus Flußsand+geschnittenem Sphagnum im Verhältnis 1:0,5 und mit Sphagnum abgedeckt. In beiden Fällen erwies sich eine nur zeitweise vorgenommene der dauernden Bewässerung erheblich überlegen. — Recht befriedigend waren auch die Bewurzelungserfolge bei Dauerbewässerung auf Torfmull+Flußsand (1:1), Fichtennadelstreu und Torfmull+Flußsand+geschnittenes Sphagnum+Eichenhumus (1:1:0,5:0,25). — Nur geringe Ergebnisse wurden in den Substraten Torfmull+Flußsand (1:1), Torfmull+Flußsand+geschnittenes Sphagnum+Eichenhumus (1:1:0,5:0,25) mit Sphagnum abgedeckt und Fichtennadelstreu bei zeitweiser Bewässerung sowie in Torfmull+Flußsand+geschnittenes Sphagnum (1:1:0,5) und Flußsand+geschnittenes Sphagnum (1:0,5) bei dauernder Feuchthaltung erzielt.

Stieleichen: Die Bewurzelungsergebnisse sind allgemein so gering, daß es kaum möglich ist, dennoch vorhandene Unterschiede eindeutig auf die Substratwirkung zurückzuführen. Am besten haben die Substrate Torfmull+Flußsand+geschnittenes Sphagnum+Eichenhumus (1:1:0,5:0,25) bei zeitweiser, sowie Torfmull+Flußsand (1:1) und Torfmull+Flußsand+geschnittenes Sphagnum (1:1:0,5) bei dauernder Bewässerung abgeschnitten.

Sowohl bei Trauben- als auch bei Stieleichen hat die Beigabe von *Humus* aus einem Eichenbestand die Wurzelbildung nur wenig gefördert. Sollte bei ihm im Gegensatz zum Buchenhumus der höhere Gerbstoffgehalt hemmende Wirkungen ausüben?

Warum die Stieleichen bei der Bewurzelung so erheblich schlechter abschneiden als die Traubeneichen, ist unbekannt. Da die Stieleiche im allgemeinen als viel vitaler gilt als die Traubeneiche, wäre das Gegenteil zu erwarten gewesen.

Vielleicht beruhen die hiesigen geringen und andererseits die relativ guten Erfolge mit Stieleichen, die MUHLE LARSEN nach dem Bericht von BOUVAREL (2) erzielte, auf individueller Veranlagung der Stecklinge. Darauf könnten die großen Erfolgsschwankungen bei diesen Versuchen hinweisen.

Hinsichtlich des Einflusses zeitweiser oder ständiger Bewässerung auf die Bewurzelung ergibt sich folgendes Bild: Bei Buchen sind in 10 von 18, bei Trauben- und Stieleichen in 13 von 18 Teilversuchen mehr Bewurzelungen bei nur zeitweiser Bewässerung erzielt worden. Wenn die Unterschiede wesentlich geringer sind als angenommen wurde, so bedeutet das aber nicht, daß das bei allen Substraten der Fall ist. Sie sind — wie obige Beispiele zeigen — bei einigen so groß, daß sie bei künftigen Versuchen beachtet werden müssen.

Ein großer Mangel der Versuche besteht darin, daß weder der Feuchtigkeitsgehalt der Substrate und der Luft noch die durch die Bewässerung verabreichten Wassermengen gemessen worden

sind. Allgemeine Angaben wie „dauernde“ und „zeitweise“ Bewässerung befriedigen selbstverständlich nicht. Da die Feuchtigkeit von Substrat und Luft eine ausschlaggebende Rolle spielt, müssen derartige Messungen in Zukunft durchgeführt werden, wenn sichere Grundlagen geschaffen werden sollen.

Neben relativ hohem Feuchtigkeitsgehalt von Substrat und Luft kommt nach allen bisherigen Erfahrungen auch guter *Durchlüftung* des Substrats eine große und anscheinend entscheidende Bedeutung zu.

Darauf weisen die negativen Ergebnisse von Versuchen hin, die unter möglichst weitgehendem Luftabschluß von oben (Doppelfenster nach Holländer Art, Verkleben von Ritzen und Fugen mit Filz oder Denso-Fase) durchgeführt worden sind. Auch die Durchlüftung des hohl liegenden Substrats von unten her vermochte die Nachteile nicht aufzuwiegen und brachte kaum bessere Erfolge.

Die Frage, welche Rolle die *Wärme* bei der Bewurzelung spielt, ist in mehreren Versuchen geprüft worden. Bei einigen wurde das Substrat, bei anderen die Luft über dem Substrat durch eingebaute Heizungsrohre erwärmt. Mit Hilfe von Thermostaten sind darüber hinaus bestimmte Dauertemperaturen gehalten worden.

Die noch nicht abgeschlossenen Versuche lassen bisher nur so viel mit einiger Sicherheit erkennen, daß die Wärme keinesfalls entscheidende Bedeutung besitzt, sofern die Temperaturen nicht in zu weiten Grenzen schwanken und zu hohe bzw. zu niedrige Grenzwerte nicht über- bzw. unterschritten werden. Zu niedrige Temperaturen von Substrat und Luft — etwa unter 15° C — verzögern die Wurzelbildung, bei zu hohen Temperaturen verdunsten die Stecklinge zu stark und vertrocknen leicht, sofern nicht für dauernde sehr hohe Luftfeuchtigkeit gesorgt wird. Am günstigsten scheinen einigermaßen gleichmäßige Dauertemperaturen zwischen 20 und 25° C zu sein.

Über den optimalen *Lichtbedarf* bei der Bewurzelung fehlen noch alle Kenntnisse.

Die Wuchsstoffe

Es sind zahlreiche Wuchsstoffe in verschiedenen Konzentrationen und Anwendungsverfahren versucht worden. Die wichtigsten sind: Aneurin, Wurzelfix, Hormodin, Seradix, Hortomone, Belvitan, Stokar-Tabletten, Zimtsäure, Zimtsaures Kalium, Indolyl-3-Essigsäure, Indolyl-3-Buttersäure, Alpha-Naphtyl-Essigsäure, Indolylessigsäures Kalium, Indolylbuttersaures Kalium.

Nachdem die Versuche mit Aneurin, Wurzelfix, Hormodin, Seradix, Hortomone, Belvitan und Stokar-Tabletten³⁾ (vielleicht aus Gründen, die nicht in der Wirksamkeit der Mittel an sich, sondern in der Versuchsanstellung liegen) nicht zu den erhofften Ergebnissen geführt hatten, haben die Versuche sich immer mehr auf Indolyl-3-Essigsäure, Indolyl-3-Buttersäure, Alpha-Naphtyl-Essigsäure, Indolylessigsäures Kalium und Indolylbuttersaures Kalium, Zimtsäure und Zimtsaures Kalium konzentriert. Diese Wuchsstoffe sind nach zahlreichen Vorversuchen mit wesentlich niedrigeren Konzentrationen in folgenden Konzentrationen und Verfahren zur Anwendung gelangt:

Indolyl-3-Essigsäure (IES)⁴⁾. 250 mg in 1 l Wasser. Stecklinge 24 Stunden in die Lösung gestellt.

Indolyl-3-Buttersäure (IBS). 200—300 mg in 1 l Wasser. Stecklinge 24 Stunden in die Lösung gestellt.

Alpha-Naphtyl-Essigsäure (ANES). 200—300 mg in 1 l Wasser. Stecklinge 24 Stunden eingetaucht. — 0,3%, 0,5%

³⁾ Kostenlos wurden zur Verfügung gestellt: Belvitan von den Farbwerken Bayer in Leverkusen, Wurzelfix von Spieß & Sohn in Kleinkarlbach (Rheinpfalz), Stokar-Tabletten von Prof. Stokar in Koblenz, Seradix von May & Baker LTD in Dagenham (England), Hortomone von Plant Protektion LTD in Belton House (England), Hormodin von Merck & Co. in New York. Dafür darf an dieser Stelle gedankt werden.

⁴⁾ Diese und die folgenden Abkürzungen werden der Einfachheit halber hinfert benutzt.

und 1,0% mit Talkum gemischt und Reiser vor dem Stecken damit gepudert.⁵⁾

Indolyllessigsäures Kalium (IEK). 1% mit Talkum gemischt und Reiser vor dem Stecken damit gepudert.

Indolylbuttersäures Kalium (IBK). 1% bzw. 2% mit Talkum gemischt und Reiser vor dem Stecken damit gepudert.

Zimtsäure (ZS). 200—300 mg in 1 l Wasser. Stecklinge 24 Stunden in die Lösung gestellt.

Zimtsäures Kalium (ZK). 1% und 2% mit Talkum gemischt. Reiser vor dem Stecken damit gepudert.

In einigen Teilversuchen sind auch noch wesentlich höhere Konzentrationen zur Anwendung gelangt. Bei jedem Versuch sind zur Kontrolle Teilflächen unbehandelt geblieben.

Die Auswertung der Versuchsergebnisse wird dadurch erschwert, daß die Wuchsstoffe bei verschiedenen Substraten benutzt worden sind. Die Variation der Substrate läßt andererseits erkennen, daß die Wirksamkeit der Wuchsstoffe abhängig von den Substraten, und zwar in erster Linie wahrscheinlich von ihrer Feuchtigkeitshaltung ist.

Am augenfälligsten treten die außerordentlich großen Unterschiede in der Wirksamkeit der Wuchsstoffe auf die drei Holzarten Buche, Traubeneiche und Stieleiche zutage. Während bei der Buche jeder Wuchsstoff ohne Ausnahme Bewurzelungserfolge lieferte, und selbst bei den unbehandelten Kontrollen sich einige Stecklinge bewurzelten, ist das bei den Traubeneichen- und noch mehr bei den Stieleichenstecklingen vielfach nicht der Fall. Mehrere Versuche sind bei ihnen völlig negativ verlaufen.

Die folgenden Angaben behandeln ausschließlich Versuchsergebnisse in ungeheizten Anzucht-(Frühbeet-) Kästen mit einfacher Glasfensterabdeckung. Die Buchenstecklinge sind am 12. und 13. Juni, die Eichenstecklinge vom 20. bis 22 Juni 1956 gesteckt und beide zwischen dem 6. und 11. September 1956 entnommen worden.

Buchen: Bei den Buchen ergibt sich nach dem durchschnittlichen Prozentsatz der bewurzelten Stecklinge — ohne Berücksichtigung der Substrate — folgende Wirksamkeitsreihenfolge der Wuchsstoffe:

IBK 2%	34% Bewurzelungen
IBS 250 mg	35% Bewurzelungen
IEK 1%	57% Bewurzelungen
ZS 1%	28% Bewurzelungen
IES 250 mg	27% Bewurzelungen
IBK 1%	23% Bewurzelungen
ANES 0,5—1,0%	21% Bewurzelungen
ZS 250 mg	19% Bewurzelungen
ANES 250 mg	14% Bewurzelungen
Kontrolle (unbehandelt)	10% Bewurzelungen

Innerhalb dieser Durchschnittsergebnisse, denen jeweils 200 Stecklinge zugrunde liegen, sind große Differenzen vorhanden: Die Einzelergebnisse liegen teilweise erheblich über, teilweise wesentlich unter diesen Durchschnittswerten (*Nachw. Nr. 1*).

Zwischen 80 und 100% liegen die Bewurzelungsergebnisse bei IBK 2%. Auch ZS 1%, ANES 0,5%, IEK 1,0%, IBS 250 mg, ZS 250 mg und ANES 250 mg befriedigen mit 70—80% bewurzelter Stecklinge auf geeigneten Substraten durchaus (*Abb. 1*). Bei einer Anzahl von Versuchen — in der Nachweisung wegen Raummangels nicht aufgeführt —

⁵⁾ Sämtliche Talkum-Mischungen wurden dankenswerterweise von Herrn Forstassessor Dr. Fröhllich in Hann. Münden vorgekommen.

Nachweisung Nr. 1. — Buchenstecklinge

% der bewurzelten Stecklinge	Wuchsstoff	mit oder ohne vorjähriges Holz	mit zeitweiser (z) oder dauernder (d) Bewässerung	Substrat Nr. Anm. ¹⁾
A. Gute und befriedigende Bewurzelungsergebnisse				
100	IBK 2,0 ‰	mit	z	3a
90	" 2,0 ‰	ohne	d	5
80	" 2,0 ‰	"	z	3a
	" 2,0 ‰	"	z	4a
	ZS 1,0 ‰	"	z	3a
	ANES 0,5 ‰	"	d	4
70	IEK 1,0 ‰	"	z	4a
	" 1,0 ‰	"	d	1
	IBS 250 mg	"	z	3a
	ZS 250 mg	"	z	4a
	" 1,0 ‰	"	z	4a
	ANES 250 mg	mit	z	5
B. Ohne Wurzelbildungen — Anm. ²⁾				
	ANES 250 mg	ohne	d	1 u. 5
	" 1,0 ‰	mit und ohne	d	1
	" 0,5 ‰	mit	d	3
	" 0,5 ‰	ohne	z	5
	" 250 mg	mit	d	3
	" 250 "	mit	z	1 u. 2
	" 250 "	ohne	z	1 u. 3a
	IBS 250 "	ohne	z	1
	" 250 "	mit	z	2
	IBK 1,0 ‰	ohne	z	2
	IEK 1,0 ‰	ohne	d	4
	ZS 250 mg	mit	d	2, 3, 4
	" 250 "	ohne	d	3
	" 250 "	mit	z	1, 2, 5
	" 250 "	ohne	z	1
	ZK 1,0 ‰	mit	d	1 u. 2

Anm. ¹⁾ Substrat Nr. 1: Torfmull + Flußsand 1:1. — Nr. 2: Torfmull + Flußsand + geschnittenes Sphagnum 1:1:0,5. — Nr. 3: Torfmull + Flußsand + geschnittenes Sphagnum + Buchenhumus 1:1:0,5:0,25. — Nr. 3a: wie vor 1:1:0,5:0,5 mit Sphagnum abgedeckt. Nr. 4: Flußsand + geschnittenes Sphagnum 1:0,5. — Nr. 4a: wie vor mit Sphagnum abgedeckt. — Nr. 5: Nadelstreu.

Anm. ²⁾ Bewurzelungsergebnisse zwischen 0 und 60% sind zwecks Raumerparnis nicht aufgeführt.



Abb. 1. — Bewurzelter Buchensteckling.

sind Bewurzelungsergebnisse zwischen 20 und 60% erzielt worden. Keine Bewurzelungen wurden in den unter B der Nachweisung aufgeführten Versuchen erreicht. Auffallend ist die im allgemeinen gute Wirkung der Wuchs-

stoffe, die in Puderform und die geringe der im Tauchverfahren verabreichten Wuchsstoffe.

Folgende Beobachtung vermag vielleicht noch einen wertvollen Hinweis zu liefern: In einem Versuch mit unbehandelten Buchenstecklingen hatten sich in großer Zahl Ameisen eingefunden. Am Ort ihrer größten Besiedlung, wo das Substrat von ihren Gängen dicht durchzogen war und die meisten Puppen abgelegt worden waren, waren nicht nur auffallend viele Stecklinge überhaupt bewurzelt, sondern die Ausbildung der Wurzeln war dort auch besonders stark. Lag die Ursache lediglich in der besseren Durchlüftung des Substrats oder war die Ameisensäure wirksam? Es wird vermutet, daß in erster Linie die Ameisensäure wirksam gewesen ist.

In 24 von 36 Fällen ist ein erheblicher Einfluß des Substrates auf die Wuchsstoffwirkung festzustellen. Daß derartige Einflüsse in der Tat vorhanden sind, dürfte u. a. daraus hervorgehen, daß bei gleichem Substrat Unterschiede in den Wuchsstoffwirkungen vorhanden sind. Die Einflüsse sind teils bei dauernder und teils bei zeitweiser Bewässerung größer.

Hinweise auf die Wirksamkeit der Wuchsstoffe liefern auch die Unterschiede in der Kallusbildung. Von 360 Stecklingen in den Anzuchtkästen hatten 26, also etwa 7%, Kalli und keine Wurzeln gebildet. Für das Zutreffen der Vermutung, daß irgendwelche Hemmnisse die Ursache von Kallusbildungen sind, könnte sprechen, daß allein 8 von den 26 Kallusbildungen bei den unbehandelten Kontrollen und nicht weniger als 24 bei zeitweiser Bewässerung eingetreten sind. Andererseits ist die Kallusbildung am häufigsten bei IBK 1 bzw. 2%, also dem Wuchsstoff, mit dessen Hilfe die meisten Bewurzelungen erzielt wurden. Allerdings könnte dort das Substrat entsprechende Wirkungen ausgeübt haben.

Traubeneichen: Hinsichtlich der Wuchsstoff-Wirksamkeit ergibt sich bei den Traubeneichen nach dem durchschnittlichen Prozentsatz der bewurzelten Stecklinge — ohne Berücksichtigung der Substrate — folgende Reihenfolge:

IBS 250 mg	34% Bewurzelungen
IES 250 mg	23% Bewurzelungen
ANES 250 mg	13% Bewurzelungen
ZS 250 mg	7% Bewurzelungen
IEK 250 mg	5% Bewurzelungen
ANES 0,5—1,0%	2% Bewurzelungen
IBK 1,0—2,0%	0% Bewurzelungen
ZS 1,0%	0% Bewurzelungen
Kontrolle (unbehandelt)	0% Bewurzelungen

Die Ergebnisse der Traubeneichen-Bewurzelungen liegen erheblich unter denen von Buchen. Aber hier wie dort sind große Differenzen vorhanden, die nicht allein mit Substratsunterschieden zu erklären sind, sondern ihre Ursache mit größter Wahrscheinlichkeit in unterschiedlichen Wuchsstoffwirkungen haben (*Nachw. Nr. 2*). —

40—60% Bewurzelungen wurden mit nur zwei Wuchsstoffen, mit IBS 250 mg und mit IES 250 mg erzielt (*Abb. 2*). Völlig versagt haben ANES 250 mg und 1,0%, ZS 250 mg, ZK 1,0% und IBK 1,0%. Während bei Buchenstecklingen sich das Puderverfahren am besten bewährt, ist bei Traubeneichenstecklingen das Gegenteil der Fall. Bei ihnen hat das Puderverfahren völlig versagt. Ohne Wuchsstoffe gelang die Bewurzelung von Traubeneichenstecklingen nicht.

Auf die Bewurzelung von Traubeneichen- und Buchenstecklingen haben nur 2 Wuchsstoffe, IES und IBS 250 mg, annähernd übereinstimmend günstig gewirkt. In allen anderen Fällen sind so erhebliche Differenzen vorhanden, daß die Annahme artbedingter Unterschiede gerechtfertigt

Nachweisung Nr. 2. — Traubeneichenstecklinge

% der bewurzelten Stecklinge	Wuchsstoff	mit oder ohne vorjähriges Holz	mit zeitweiser (z) oder dauernder (d) Bewässerung	Substrat Nr. Anm. ¹⁾
------------------------------	------------	--------------------------------	---	---------------------------------

A. Befriedigende Bewurzelungsergebnisse

60	IES 250 mg ¹	ohne	d	1
50	IBS 250 mg	ohne	z	2
	" 250 "	mit	z	4a
40	IES 250 "	mit	d	5
	" 250 "	ohne	d	5
	" 250 "	ohne	z	2
	IBS 250 "	ohne	d	5
	" 250 "	mit	d	1
	" 250 "	mit	z	2

B. Ohne Wurzelbildungen — Anm. ²⁾

	ANES 250 mg	mit	d	2 u. 4
	" 250 mg	mit	z	1
	" 1,0 %	mit	d	4
	" 1,0 %	ohne	d	2 u. 4
	" 1,0 %	mit	z	1, 3a, 5
	" 1,0 %	ohne	z	1 u. 5
	IBK 1,0 %	mit und ohne	d	1, 3, 5
	" 1,0 %	mit und ohne	d	1, 3, 5
	ZS 250 mg	mit	z	1, 3a, 5
	ZK 1,0 %	mit und ohne	d	2 u. 4
	" 1,0 %	mit und ohne	z	1, 3a, 5
	IBK 1,0 %	mit und ohne	z	2 u. 4a

Anm. ¹⁾ Substrat Nr. 1: Torfmull + Flußsand 1:1. — Nr. 2: Torfmull + Flußsand + geschnittenes Sphagnum 1:1:0,5. — Nr. 3: Torfmull + Flußsand + geschnittenes Sphagnum + Eichenhumus 1:1:0,5:0,25. — Nr. 3a: wie vor mit Sphagnum abgedeckt. — Nr. 4: Flußsand + geschnittenes Sphagnum 1:0,5. — Nr. 4a: wie vor mit Sphagnum abgedeckt. — Nr. 5: Nadelstreu.

Anm. ²⁾ Bewurzelungsergebnisse zwischen 0 und 40% sind zwecks Raumersparnis nicht aufgeführt.



Abb. 2. — Bewurzelter Traubeneichensteckling.

erscheint. Vielleicht spielt der höhere Gerbstoffgehalt der Eichenstecklinge dabei eine Rolle.

Kallusbildungen sind bei den Traubeneichen wesentlich häufiger als bei den Buchen (*Abb. 3*). Bei mehr als einem Drittel der Traubeneichenstecklinge haben sich meist gut entwickelte Kalli gebildet. In der Kallusbildung bestehen zwischen Stecklingen mit und ohne vorjährigem Holz keine Unterschiede. Sie sind dagegen in erheblichem Maße zwischen den Stecklingen vorhanden, die dauernd oder nur zeitweise bewässert wurden. Bei nur zeitweiser Bewässerung sind Kallusbildungen mehr als viermal so



Abb. 3. — Kallusbildungen an Traubeneichenstecklingen.

häufig wie bei Dauerbewässerung, so daß auch bei ihnen das Vorhandensein irgendwelcher, die Wurzelbildung hemmender Faktoren angenommen werden könnte, zumal offensichtlich die Zahl der bewurzelten Traubeneichen um so größer ist, je weniger Kallusbildungen vorhanden sind und umgekehrt. Auffallend viele Kalli sind bei Verwendung der Wuchsstoffe ZS 1,0% und 250 mg sowie IBK 1,0—2,0% gebildet worden. Vielleicht wirken sich bei der Kallusbildung auch individuelle Veranlagungen aus.

Stieleichen: Die Ergebnisse sowohl der Wurzel- als auch der Kallusbildung sind bei den Stieleichen unvergleichlich geringer als bei den Traubeneichen. Die Zahl der Bewurzelungen beträgt weniger als ein Drittel, der Kallusbildungen kaum ein Viertel derjenigen bei Traubeneichen. Bemerkenswert dürfte sein, daß bei jedem Wuchsstoff einige, wenn auch durchweg nur geringe Bewurzelungserfolge erzielt worden sind. Ob bei der geringen Zahl bewurzelter Stecklinge irgendwelche Schlüsse daraus gezogen werden dürfen, daß — mit je einer Ausnahme — andere Wuchsstoffe wie bei Traubeneichen und Buchen am wirksamsten gewesen sind, mag zweifelhaft sein. Die größte Zahl von Bewurzelungen ist mit ANES 250 mg, IBK 1,0—2,0% und IEK 1,0%, die geringste mit ZS 250 mg erzielt worden. Von den unbehandelten Kontrollstecklingen hatte sich nur ein Steckling bewurzelt. Kallusbildungen traten abgesehen von den unbehandelten Kontrollen, wo sie am zahlreichsten waren, fast nur und zudem relativ häufig bei ZS 250 mg und 1,0% ein.

Wenn die Stecklinge nicht verhältnismäßig früh (bereits vor Mitte September) entnommen worden wären, würden die Anteile der bewurzelten bei allen drei Holzarten wahrscheinlich höher gewesen sein. Darauf deutet die Zahl der Stecklinge hin, die zwar nicht bewurzelt, aber noch vollständig grün waren. Das waren immerhin bei Buchen 36%, bei Traubeneichen 26% und bei Stieleichen 12%. Bei den Buchenstecklingen sind von denen mit vorjährigem Holz mehr grün geblieben als von den reinen Grünstecklingen. Bei Trauben- und Stieleichen sind die Unterschiede in dieser Hinsicht wesentlich geringer. Von den noch grünen Stecklingen, die nach der Entnahme erneut gesteckt worden waren, hat sich noch eine ganze Anzahl bewurzelt.

Bei nur zeitweiser Bewässerung blieben mehr Buchen-, bei dauernder Bewässerung mehr Trauben- und Stiel-

eichen grün. Auf das Grünbleiben wirken die Wuchsstoffe baumartenweise verschieden ein. Die meisten Buchenstecklinge sind bei ANES 0,5—1,0% bzw. 250 mg und bei ZS 1,0% bzw. 250 mg, die meisten Traubeneichenstecklinge bei ZS 1,0%, IBK 1,0—2,0% und bei den unbehandelten Kontrollen, die meisten Stieleichen bei 250 mg bzw. 1,0% sowie bei ANES 0,5—1,0% bzw. 250 mg grün geblieben. ZS hat also auf die Stecklinge aller 3 Baumarten, ANES auf die Stecklinge von Buchen und Stieleichen in gleicher Richtung gewirkt. Mit günstiger Wirkung auf die Bewurzelung herrscht nur bei Buchenstecklingen, die mit ZS 1% behandelt waren, Übereinstimmung.

Hinsichtlich des Einflusses der Wuchsstoffe dürfte auch der Anteil der Stecklinge von Interesse sein, der bei der Entnahme als tot und nicht bewurzelt festgestellt wurde. Er betrug bei Buchen 29%, Traubeneichen 60% und Stieleichen 78%. Die Letalität ist bei Buchen am größten, bei ZS 250 mg, IES 250 mg, IEK 1%, IBS 250 mg und ANES 250 mg. Sie ist bei diesen Wuchsstoffen etwa doppelt so groß wie bei den anderen. — Bei den Traubeneichen war die Sterblichkeit am höchsten bei IEK 1,0% sowie bei ANES 250 mg und 0,5—1,0%, am geringsten bei ZS 250 mg und IES 250 mg. Bei den Stieleichen war die Sterblichkeit mit einer Ausnahme allgemein so hoch, daß sich Angaben erübrigen. Die Ausnahme betrifft ebenfalls die ZS.

Wenn auch die Frage der Bewurzelung von Stecklingen der Buche, der Traubeneiche und der Stieleiche heute noch nicht als so gelöst gelten kann, daß es möglich wäre, praxisreife Empfehlungen zu geben, so zeigen die Versuche doch, daß es aussichtsreiche Wege gibt, Reiser dieser allgemein als besonders schwierig geltenden Baumarten zur Bewurzelung zu bringen.

Über *Roteichenstecklinge* kann heute nur so viel gesagt werden, daß die vor 2 Jahren begonnenen Bewurzelungsversuche zwar schon sehr hoffnungsvolle Ergebnisse erbracht haben. Ihre Bewurzelungsfähigkeit scheint größer als bei Trauben- und Stieleichen zu sein. Die Versuche müssen jedoch noch einige Jahre fortgeführt werden, da sich inzwischen gezeigt hat, daß sie gegenüber Stecklingen von Buchen, Trauben- und Stieleichen eine Sonderbehandlung erfordern.

Zusammenfassung

Buchen und insbesondere Eichen gehören zu den Holzarten, deren Bewurzelung außerordentliche Schwierigkeiten bereitet.

1. In den seit dem Jahre 1950 durchgeführten Versuchen werden diese Schwierigkeiten bestätigt.

2. Die Bewurzelungsschwierigkeiten können überwunden werden, sofern bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind.

3. Zu diesen Voraussetzungen gehören die Berücksichtigung des Alters der Mutterbäume, die Beschaffenheit der Stecklinge, insbesondere der Zeitpunkt der Gewinnung und des Steckens, die Substrate in ihrer Zusammensetzung, Feuchtigkeitshaltung und Durchlüftung, die Luftfeuchtigkeit und Temperatur und nicht zuletzt die Wuchsstoffe.

4. Es wurden Verfahren entwickelt, mit denen bei Buchen und Traubeneichen die früher und anderen Orts erzielten Bewurzelungsergebnisse zum Teil weit übertroffen worden sind.

Summary

Title of the paper: *Trials of the Rooting of Cuttings of Oak and Beech.* —

The rooting of cuttings of beech and especially of the oaks is very difficult.

1. In trials — which have been in progress since 1950 — this difficulty has been confirmed.

2. Under certain conditions the difficulties in rooting can be surmounted.

3. Attention must be given to the age of the mother trees, the quality of the cuttings, the time of taking and insecting the cuttings, the composition of the rooting medium, moisture and ventilation, air humidity and temperature and the use of growth hormones.

4. Methods were developed which gave improved results compared with those obtained earlier and at other places.

Résumé

Titre de l'article: *Essais d'enracinement de boutures de chêne et de hêtre.* —

L'enracinement des boutures de hêtre et surtout de chêne est très difficile.

1. Les essais poursuivis depuis 1950 ont confirmé cette difficulté.

2. Dans certaines conditions, elle peut être surmontée.

3. Les facteurs importants sont: l'âge des arbres-mères, la qualité des boutures, l'époque de la récolte, la composition du substratum, sa teneur en eau et son aération, l'état hygrométrique et la température de l'air et l'emploi de phytohormones.

4. Certaines techniques ont été mises au point et donnent de meilleurs résultats que celles employées précédemment ou en d'autres endroits.

Literatur

1. BORISENKO, T. T.: Über die Möglichkeit der Vermehrung der Eiche durch einknotige Stecklinge. Dokl. Akad. Nauk. 86 (5), 1045—1048 (1952). Ref.: Z. Forstgenetik 3, 143 (1954). — BORISENKO, T. T.: Die Bewurzelung von Eichen-Blättern. Priroda 1953, 99—100. Ref.: Z. Forstgenetik 4, 102 (1955). — 2. BOUVAREL, P.: Les Expériences sur la Réproduction Végétative des Arbres Forestiers à l'Arboretum des Hørsholm (Danemark). Rev. For. Franç. 1949 (5). Ref. Z. Weltforstwirtschaft. 1951, (1—2). — 3. BUCHHOLZ, E.: Die vegetative Vermehrung von Baum- und Straucharten. Z. Weltforstwirtschaft. 1937, 765. — 4. FRÖHLICH, H. J.: Untersuchungen über die autovegetative Vermehrung unserer Holzarten nach Anwendung von Wuchsstoffen. Diss. Hann. Münden 1955. — 5. HEITMÜLLER, H. H.: Beiträge zur vegetativen Vermehrung der Waldbäume. Diss. Hann. Münden 1951. — HEITMÜLLER, H. H.: Untersuchungen über die Wirkung synthetischer Wuchsstoffe auf die Stecklingsbewurzelung bei Waldbäumen. Z. Forstgenetik 1, 100—108 (1952). — 6. HUMMEL, O.: Ein Beitrag zur Frage der vegetativen Vermehrung der Waldbäume durch Stecklinge. Zeitschr. Forst- u. Jagdwesen 1930, 38. — 7. JACQUIOT: Aperçu sur les Problèmes du Bouturage en Matière Forestière. Rev. For. Franç. 1949 (5). Ref.: Z. Weltforstwirtschaft. 14, 43 (1951). — 8. KOMMISSAROW, D. A.: Stecklingsvermehrung der Eiche, Kiefer und Lärche durch Wuchsstoffe. Lesnoe chos. 1939 (4), 55—60. Ref.: Z. Forstgenetik 5, 58 (1956). — 9. LEWIN, A. M.: Die vegetative Vermehrung der Stieleiche durch Stecklinge. Lesnoe chos. 5 (6), 53—55 (1952). Ref.: Z. Forstgenetik 4, 154 (1955). — 10. MUHLE LARSEN, C.: Experiments with softwood cuttings of forest trees. Hørsholm 1943. — 11. PLATNITZKIJ, S. S., und BORISENKO, T. T.: Über die Möglichkeiten der Vermehrung der Eiche durch Winterstecklinge. Dokl. Akad. Nauk. 71, 1135—1137 (1950). Ref.: Z. Forstgenetik 5, 133 (1956). — 12. ROHMEDER, E.: Das Problem der Alterung langfristig vegetativ vermehrter Pappelklone. Forstwiss. Cbl. 75, 380—407 (1956). — 13. SATOO, T., and HUKUHARA, N.: Water relations of cuttings shortly after planting. Bull. Tokyo Univ. Forests 45, 89—101 (1953). — 14. SCHAFFALITZKY DE MUCKADELL, M.: Jugendliche Stadien der Waldpflanzen. Physiol. Plantarum 7, 1954. — 15. SCHMUCKER, Th.: Vegetative Vermehrung in der Forstwirtschaft. Forst u. Holz 1951, Nr. 21. — 16. THIMANN, K. V., und BEHNKE-ROGERS, J.: The use of auxins in the rooting of woody cuttings. Petersham 1950. — 17. TURETZKAJA, R.: Verfahren der beschleunigten Vermehrung der Pflanzen durch Stecklinge. Akad. Wiss. UdSSR, Inst. Pflanzenphys., Moskau u. Leningrad 1949. Ref.: Z. Forstgenetik 3, 24 (1954).

(Aus der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung Schmalenbeck)

Schwankungen im Zellulose- und Ligningehalt bei einigen in Westdeutschland angebauten *Pinus contorta*-Herkünften

Von P. SCHÜTT

(Eingegangen am 15. 8. 1957)

A. Einleitung und Fragestellung

Pinus contorta DOUGLAS, die Murraykiefer, wurde vor etwa 30 Jahren an mehreren Orten Deutschlands versuchsweise angebaut. Von ihrer Einbürgerung versprach man sich gute Leistungen auf mäßigen Standorten und über kurz oder lang eine Entlastung der Faserholzeinfuhr (METZGER 1928). Da die Murraykiefer sich für den Aufschluß im Sulfat- und Sulfitverfahren eignet (LINDFORS 1928), ist sie auch für die Industrie von besonderem Interesse. Über ihr waldbauliches und ertragskundliches Verhalten ist inzwischen von verschiedenen Seiten berichtet worden. Untersuchungen über Zusammenhänge hinsichtlich des Zellulosegehaltes fehlen hingegen.

Der im Jahre 1931 mit vier Herkünften in verschiedenen Forstämtern Bayerns angelegte Provenienzversuch der Bayerischen Forstlichen Versuchsanstalt bietet nun

ein relativ gut geeignetes Objekt für Untersuchungen über provenienz- und herkunftsbedingte Schwankungen des Zellulosegehaltes bei dieser Art. Die vorliegenden Untersuchungen haben jedoch nicht die Aufgabe, biologische Zusammenhänge zu klären, sondern sind als erster Schritt eines Züchtungsprojektes mit dieser Holzart zu werten. Nach der Ermittlung der Provenienz mit dem größten Anteil an Zellulose sollen sich später Individualselektionen anschließen.

B. Untersuchungsmaterial und -methode

An folgenden vier Herkünften des *Contorta*-Provenienzversuches der Bayerischen Forstlichen Versuchsanstalt (im einzelnen beschrieben von FABRICIUS [1936] und später von ROHMEDER und MEYER [1952]) wurden auf verschiedenen Flächen Holzproben entnommen: