

Berichte

Orientierende Versuche zur Stecklingsbewurzelung bei Fichte und Kiefer¹⁾

Von E. RUNQUIST und E. STEFANSSON

(Verein für Forstpflanzenzüchtung, Filiale Sundmo, Schweden)

Seit WENT (1938) das Vorkommen von einer aktiv wurzelbildenden Substanz nachweisen konnte, sind eine ganze Reihe von Chemikalien auf ihr Vermögen, Wurzelbildung bei unbewurzelten Pflanzenteilen anzuregen, geprüft worden. Infolge der allgemeinen großen praktischen Bedeutung bei der Stecklingsvermehrung hat dieser Sektor der Wachstumsphysiologie in unverhältnismäßig kurzer Zeit eine sehr intensive Bearbeitung erfahren. Dabei ergaben sich als wesentlichste Verbindungen, die eine stimulierende Wirkung auf die Wurzelbildung von Stecklingen ausüben, die Indolylessigsäure, Indolylbuttersäure, Indolylpropionsäure und Naphtalinessigsäure. Alle diese Stoffe haben aber den großen Nachteil, daß sie nur sehr schwer löslich sind und daß deshalb mit ihnen schlecht zu experimentieren ist. Zur praktischen Anwendung kommen darum heute eine Anzahl im Handel befindlicher Präparate, die die wurzelbildende Substanz in einer anderen Form enthalten und außerdem in Wasser leicht löslich sind. Solche Präparate werden heute als Hortomone, Floramone, Belvitan und Rootone angeboten, und man bezeichnet sie allgemein als Wuchshormone.

In der Regel bewurzeln sich mit diesen Präparaten behandelte Stecklinge stärker und entwickeln in kürzerer Zeit ein größeres Wurzelsystem als unbehandelte Stecklinge. Sie sind jedoch keine Universalmittel, die immer einen Erfolg versprechen. Wenn nämlich die Umweltverhältnisse für eine Wurzelbildung schon ungünstig sind, bleibt auch das zugeführte Wuchshormon ohne Wirkung (MUHLE LARSEN 1946). Deshalb bleibt bei allen diesen Versuchen die Behandlungsmethodik der Stecklinge die wichtigste Grundvoraussetzung für einen möglichen Erfolg. Sie läßt sich auch nicht verallgemeinern und ist für die einzelnen Pflanzenarten verschieden, die ihrerseits außerdem noch auf eine Hormonbehandlung ganz ungleich reagieren. Die jeweils optimale Konzentration eines Präparates muß für jedes Pflanzenmaterial von Fall zu Fall ermittelt werden. Die einschlägige Literatur enthält bisher nur wenige Beispiele für eine direkte Anwendung solcher Stoffe bei Fichte (*Picea Abies*) und Kiefer (*Pinus silvestris*). Nach den hier dargestellten Ergebnissen haben sich hormonbehandelte Fichtenstecklinge in der Regel schlechter entwickelt als unbehandelte. Dort, wo man bei Kiefern bisher überhaupt Bewurzelung erzielt hat, scheint man der günstigsten Behandlungsweise bei diesem Objekt noch am nächsten gekommen zu sein. Um nun die Anwendungsmöglichkeiten der Hormonpräparate für die Stecklingsvermehrung als einem für die Züchtung so überaus wichtigen Hilfsverfahren bei Fichte und Kiefer weiter aufzuklären, sind in Sundmo, der Norrlandsstation des Vereins für Forstpflanzenzüchtung in Schweden, eine Reihe entsprechender Versuche durchgeführt worden, über die hier berichtet werden soll.

1. Fichtenversuche

Die ersten Versuche wurden im November 1948 mit Zweigspitzen von 9jährigen Fichten aus einer Hecke (1 m hoch) begonnen. Die Behandlungsweise wurde dabei variiert und das Material in 3 Serien aufgeteilt (insgesamt 213 Stecklinge). 1. Serie: unbehandelte Kontrolle; 2. Serie: mit IB 50 Tpm (Indolylbuttersäure: 50 Teile auf 1 Million) behandelt; 3. Serie: mit IB 100 Tpm behandelt. Als Substrat diente eine Mischung von Torfmull und Seesand in einem tiefen Betonkasten, dem im Gewächshaus eine Unterwärme von 180 bis 220 C zugeführt wurde. Die Lufttemperatur im Gewächshaus war gewöhnlich einige Grade niedriger. Nach Bedarf wurden die Stecklinge gewässert. Am 7. November 1949 wurde der Versuch abgebrochen und ausgezählt. Sein Ergebnis war nicht ermutigend: Die unbehandelten Kontrollen waren zu 5% bewurzelt, die Serie 2 zu 3,3% und die Serie 3 zu 2%. Wenn auch die Unterschiede nur so klein sind, daß ihnen kaum ein Wert beigemessen werden kann,

so kann man daraus vielleicht doch eine schwach negative Wirkung der Hormonbehandlung erkennen, und das Ergebnis ähnelt damit bereits früher gemachten Erfahrungen auf diesem Gebiete.

Ein weiterer Versuch mit dem gleichen Heckenfichten-Material wurde am 1. Dezember 1948 angesetzt. Auch hierbei waren die unbehandelten Kontrollserien am besten bewurzelt. Behandelt wurde damals in den Vergleichsserien mit IB 50 und 100 Tpm, Belvitan (Dosierung III) und Hortomone A in Konzentrationen von 5000, 3330 und 2500 Tpm. Behandlungsdauer war 24 Stunden. Jede Serie umfaßte 204 Stecklinge. Es ergab sich an bewurzelten Stecklingen: 17,2% in der Kontrolle, 13,7% bei Belvitan (III = 500 Tpm); 10,8% bei IB 50 Tpm; 8,3% bei IB 100 Tpm; 5,9% bei Hortomone A 2500 Tpm; 2,5% bei Hortomone A 3330 und 5000 Tpm. Die höchsten Konzentrationen von Hortomone A hatten also den geringsten Prozentsatz an bewurzelten Stecklingen gebracht. Der Gehalt an wirksamer Substanz in den Präparaten Hortomone A und Belvitan ist zwar nicht bekannt, doch wird aus den Zahlen wahrscheinlich, daß die Bewurzelungsfrequenz kontinuierlich mit steigender Menge an aktivem Stoff absinkt. Ebenso verhielt sich auch die Kallusbildung bei den Stecklingen. Fast ausnahmslos haben die Stecklinge vor dem Wurzelziehen einen Kallus ausgebildet. Nicht alle mit Kallus versehenen Stecklinge haben sich aber bewurzelt.

Nach diesen Versuchen hat es zunächst den Anschein gehabt, als ob die Hormonbehandlung sich auf die Bewurzelung von Fichtenstecklingen überhaupt ungünstig auswirkt. Es könnten aber noch viele andere Gründe für ihr Mißlingen vorhanden sein, die jetzt experimentell nachgeprüft werden sollten. Es wurde deshalb in den weiteren Versuchen auch anderes Zweigmaterial herangezogen und auch der Zeitpunkt der Werbung der Zweige und ihrer Behandlung variiert, um den Einfluß des physiologischen Zustandes des Materials kennen zu lernen. Da der Prozentsatz an bewurzelten Stecklingen überhaupt sehr gering war, könnten auch noch andere Umweltfaktoren, wie das gewählte Substrat, die Beleuchtung und sonstige Bedingungen bei den Versuchen so ungünstig gewesen sein, daß sich die Hormonbehandlung nicht oder sogar negativ auswirken konnte. Ein dritter Versuch, der im Herbst 1950 abgebrochen und ausgezählt worden war, unterstrich die letzte Vermutung. Hierzu war das Zweigmaterial von 8jährigen Plus-, Mittel- und Minuspflanzen aus einem Sortierungsversuch erworben worden. Von allen 3 Pflanzengruppen wurden gleichlange Stecklinge (7,0 bis 7,5 cm) geschnitten. Bei diesem 3. Versuch (am 8. November 1949 angelegt) war außer den Kontrollserien das Gesamtmaterial 24 Stunden mit IB 100 Tpm behandelt worden. Infolge der schlechten Erfahrungen bei den vorhergehenden Versuchen wurde nun einmal das Substrat gewechselt und jetzt ein Bett von einer 3 Daumen dicken Lage frischen, feingeriebenen Weißmooses benutzt, das 15 bis 20 mm dick mit Flotssand bestreut worden war. Wegen der schlechten Durchlüftung in einem großen Betonkasten im Gewächshaus wurden nun stattdessen kleine Pflanzenladen verwendet, die sich außerdem leicht zwecks Erreichung der günstigsten Beleuchtung transportieren ließen. Die Bewässerung erfolgte nun in der Regel von unten, d. h. die Laden wurden in Wasser getaucht, so daß das Moos Wasser von unten her aufnehmen konnte. Es wurde dadurch vermieden, daß die Nadeln der Stecklinge direkt mit Wasser in Berührung kamen, was die Verpilzungsgefahr vergrößert hätte. Die Triebstecklinge wurden jeweils in kleine Sandgruben gesteckt und einige mm tief ins dicht gepackte Moos eingedrückt. Dadurch wird die notwendige Feuchtigkeit für den Steckling geschaffen, die auch nie zu hoch werden kann. Das Ergebnis dieses 3. Versuches ist in Tabelle 1 zusammengefaßt und erweist sich als wesentlich günstiger als früher. Bezüglich der wurzelbildenden Wirkung der Hormonbehandlung ist das Ergebnis wenig eindeutig, besonders, da in der einen Versuchsgruppe die Kontrolle das gleiche Bewurzelungsprozent aufwies, wie bei Hormonbehandlung. Die Stecklinge von den Minus- und Mittelpflanzen verhielten sich freilich anders. Hierfür kann man als Grund die Uneinheitlichkeit

¹⁾ Diese auszugsweise Übersetzung aus dem Jahresbericht 1950 des Vereins für Forstpflanzenzüchtung in Schweden wurde uns freundlicherweise von den Autoren zum Druck zur Verfügung gestellt. Die Schriftleitung.

Tabelle 1
Fichtenstecklingsversuch, begonnen am: 8. November 1949, Schlußüberprüfung am: 15. September 1950

Überprüfungs- datum	Minuspflanzen				Mittelpflanzen				Pluspflanzen			
	0,01 % IB		unbehandelt		0,01 % IB		unbehandelt		0,01 % IB		unbehandelt	
	Anzahl				Anzahl				Anzahl			
	mit auf- brech. Knospen od. neuem Trieb	tot	mit auf- brech. Knospen od. neuem Trieb	tot	mit auf- brech. Knospen od. neuem Trieb	tot	mit auf- brech. Knospen od. neuem Trieb	tot	mit auf- brech. Knospen od. neuem Trieb	tot	mit auf- brech. Knospen od. neuem Trieb	tot
20. 2.	1	0	0	2	1	0	0	1	0	1	1	2
22. 3.	17	3	1	2	12	0	5	3	13	1	3	2
10. 5.	33	5	13	15	24	2	17	7	28	3	20	4
9. 6.	39	9	20	19	36	3	24	9	38	7	30	6
11. 8.	40	10	28	27	44	8	32	17	43	10	40	9
15. 9.	41	15	29	27	46	9	34	19	43	10	42	11
Anzahl Stecklinge	56		56		56		56		56		56	
Anzahl bewurzelt	40		23		40		33		40		40	
Bewurzelung %	71,4		41,0		71,4		58,9		71,4		71,4	

des Versuchsmaterials heranziehen; denn die Anzahl der bewurzelten Stecklinge in den Kontrollen stieg auch mit zunehmender Stärke und Festigkeit der benutzten Triebspitzen. Schon früher war aufgefallen, daß sich weiche und kleine Stecklinge schwerer bewurzeln als kräftige. Es könnte sein, daß die Hormonbehandlung ganz allgemein auf kleinere und von Natur aus weniger bewurzelungswillige Stecklinge günstig wirkt, während sie es bei den stärkeren Stecklingen nicht tut, oder daß sie wenigstens nicht feststellbar ist, da diese sich auch ohne Behandlung relativ leicht bewurzeln. Vielleicht ist auch für die letzteren eine andere IB-Konzentration optimal wie bei den schwachen Trieben. Da das Stecklingsmaterial zu diesem 3. Versuch, wie erwähnt, aus einem Sortierungsversuch entnommen worden war, ist es ferner nicht ausgeschlossen, daß mit der Pflanzensortierung auch eine veranlagungsmäßige Sortierung Hand in Hand gegangen war und die Hormonbehandlung deshalb ein derartiges Ergebnis erbracht hat.

Die Wirkung der Hormonbehandlung wird dagegen deutlicher, wenn nicht die Zahl der bewurzelten Stecklinge zu Grunde gelegt wird, sondern die gebildete Wurzelmenge, deren Maß das Produkt der mittleren Wurzellänge und der mittleren Anzahl Wurzeln je Steckling ist. Wenn so nun diese mittlere Wurzelmenge bei den hormonbehandelten Plusvarianten-Stecklingen gleich 100 gesetzt wird, so erhält man aus Versuch 3 folgende Verhältniszahlen:

Stecklinge von:	Pluspflanzen	Mittelpflanzen	Minuspflanzen
IB-behandelt: Kontrolle	100:79	96:68	95:52

Das bedeutet, daß alle hormonbehandelten Stecklinge ein kräftigeres Wurzelsystem entwickelt haben als die unbehandelten Kontrollen, wobei die größten Unterschiede bei den Minuspflanzen entstanden. Im großen gesehen, stehen diese Zahlen im direkten Verhältnis zu den erhaltenen Prozentzahlen für die Anzahl der bewurzelten Stecklinge. Daß hierbei die Zahl für die Wurzelmenge der hormonbehandelten Stecklinge so viel höher liegt, rührt allein von der größeren Anzahl der gebildeten Wurzeln her und hat nichts mit der gefundenen Wurzellänge zu tun. Der Einfluß des Hormons auf die Wurzellänge ist noch unklar. GRACE (1939 c) erhielt sogar durch die Hormonbehandlung eine Reduzierung

der Wurzellängen gegenüber Kontrollen. Man kann vermuten, daß die Wurzellänge hauptsächlich von der Ernährung des Stecklings abhängig ist und von seinem Vermögen, organische Substanz zu produzieren.

Grob betrachtet, sprechen diese Ergebniszahlen dieses 3. Versuchs für das Vorhandensein eines Behandlungseffektes durch Hormone bei der Bewurzelung von Fichtenstecklingen. Das Zahlenmaterial ist zwar sehr klein, und Unterschiede lassen sich dabei kaum sichern, trotzdem dürfte die diskutierte Tendenz daraus ersichtlich sein. Ungeklärt bleibt bei diesen Versuchen infolge der technischen Schwierigkeiten die Festlegung der Bedingungen, unter denen eine Hormonbehandlung in optimalster Weise positiv wirksam wird und bei denen eine höchstmögliche Häufigkeit an bewurzelten Stecklingen erzielt wird. Doch zu dieser Frage sind weitere noch umfangreichere Versuche notwendig.

2. Kiefernversuche

Nach einem größeren mißglückten Orientierungsversuch (Gewächshaus) im Sommer und im Herbst 1948, der mit ganz krautigen und mit beinahe ganz verholzten Trieben von 6- bis 10jährigen und von ca. 60jährigen Kiefern angelegt worden war, setzten wir im Anschluß daran am 25. März 1949 einen kleineren Versuch mit fertig entwickelten Lateraltrieben von 25jährigen Kiefern und mit noch krautigen Lateraltrieben von 5jährigen eingetopften Unterlagenkiefern an. Letztere waren im Gewächshaus angetrieben worden. Das gesamte Material zu diesem Versuch wurde auf vier Serien verteilt: 1. eine unbehandelte Kontrolle, 2. Behandlung mit IB 50 TpM, 3. Behandlung mit IB 100 TpM, 4. Behandlung mit Floramon A. Die Stecklinge wurden jetzt gleich in kleine Pflanzenladen gebracht, die als Substrat eine Mischung von Torfmoos und Seesand enthielten. Die Gewächshaus-temperatur hielt sich um ca. 19° C. Bereits nach 40 Tagen hatte ein Steckling ca. 0,5 cm lange Wurzeln gebildet. Weitere Bewurzelungen zeigten sich dann nach 8 bis 13 Wochen. In Tabelle 2 ist das Ergebnis bei Abbruch des Versuches am 17. Oktober 1949 zusammengestellt. Die Stecklingszahl war auch hier zu gering und der Versuch selbst statistisch nicht auswertbar. Immerhin wird aus Tabelle 2 ersichtlich, daß sich die verholzten Stecklinge von den 25jährigen Kiefern schlechter bewurzelt haben als die krautigen Exemplare von den Jungpflanzen. Die krautigen Stecklinge scheinen sich

Tabelle 2
Versuch mit verholzten und krautigen Kiefernstecklingen, begonnen am 25. März 1949

Stecklings- typ	Alter des Mutterbaums	Anzahl gesetz- ter Stecklinge pro Versuchs- reihe	Stecklinge mit Wurzeln									
			Unbehandelt		IB 50 TpM		IB 100 TpM		Floramon A		Summa	
			Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Verholzte	25	28	1	3,6	1	3,6	2	7,1	1	3,6	5	4,5
Krautige	5	28	12	42,9	2	7,1	2	7,1	7	25,0	23	20,5

am besten unbehandelt zu bewurzeln. Dies wird auch durch das Ergebnis mit Floramon A, einem sehr schwachen Hormonpräparat, unterstrichen. Eine Behandlung krautiger Pflanzenteile mit IB 50 und 100 TpM und einer Einwirkungsdauer von 24 Stunden scheint ganz allgemein zu kräftig zu sein. Bei den verholzten Stecklingen hätte man ein besseres Resultat erwarten sollen.

Am 9. April 1949 war ein weiterer Versuch mit Zweigspitzen von 20- bis 25jährigen Kiefern angelegt worden, bei dem nun verschiedene Versuchskombinationen ausprobiert wurden: 1. Vergleich zwischen frischem, feingeriebenem Weißmoos und einer Mischung von Torfmoos und Seesand als Substrate, 2. Vergleich zwischen Floramon- und Nichtbehandlung und 3. Vergleich zwischen Terminal- und Lateraltrieben. Acht Versuchsreihen mit je 25 Stecklingen waren dazu angesetzt worden. Von 100 Stecklingen, die dabei in die Mischung von Torfmoos und Seesand gesteckt worden waren, bewurzelte sich keiner. Sie wurden frühzeitig gelb, und nur wenige bildeten ein schwaches Kallusgewebe aus. Sie starben von innen heraus ab. Die Stecklinge im Weißmoos mit Sandschicht blieben länger grün, 14 hatten sich bewurzelt, und der Rest hatte einen deutlichen Kallus. So schien demnach das frische Weißmoos ein besseres Substrat darzustellen als der Torfmoos, was bei späteren Versuchen sich des öfteren bestätigt hat. Unterschiede zwischen der unbehandelten Serie und der Floramon-Reihe waren nicht feststell-

Zweige geschah jeweils bei Anlage der Versuchsserie. Fünf verschiedene Zeiten wurden als Versuchsbeginn gewählt: 1. Februar, 20. Februar, 1. März, 4. April und 11. Mai 1950. Bei den ersten drei Versuchsreihen wurden Triebe von 1949 ausgewählt, die sicherlich bereits ganz verholzt waren. Am 4. April 1950 hatten sich an den Unterlagen, von denen das Material genommen wurde, neue Triebe entwickelt. Die in dieser 4. Serie gesetzten Stecklinge bestanden also aus frischen, allerdings noch nicht vollentwickelten Trieben. In der letzten Serie am 11. Mai 1950 dagegen waren diese Triebe schon fester und kräftiger, aber erst ganz schwach verholzt. Substrat war wieder Weißmoos. Die Gewächshaustemperatur (Unterwärme wurde nicht gegeben) stieg von Anfang Februar bis 1. März von 8° bis 18° bis 20° C an und konnte dann in dieser Höhe gehalten werden. Als Hormonpräparat diente in allen Serien Floramon C und in der fünften Serie außerdem noch Floramon A. Alle anderen Versuchsdaten gehen aus Tabelle 4 hervor.

Während der Versuchslaufzeit wurde mehrere Male die Anzahl toter Stecklinge festgestellt. Es zeigte sich dabei, daß die Lebensdauer, besonders bei unbehandelten Stecklingen, sehr stark variieren konnte, z. B. waren die am 1. März 1950 gesetzten verholzten, kräftigen Stecklinge schon nach 26 Tagen zu über 50% tot. Bei den übrigen Serien war indessen während dieser Laufzeit des Versuches das Abgangsprozent höchstens 14%. Noch nach 76 Tagen hatten sich die

Tabelle 3

Versuch mit krautigen Kiefernstecklingen vom 5. Mai 1949. Schlußüberprüfung am 1. Oktober des gleichen Jahres

	Unbehandelt	IB 50 TpM	IB 100 TpM	Floramon A	Summa
Anzahl Stecklinge	15	15	15	15	60
Anzahl bewurzelter Stecklinge	9	5	8	10	32
Bewurzelungs ^o / _o	60,0	33,3	53,3	66,7	53,3

Tabelle 4

Kiefernstecklingsversuch vom Jahre 1950

Stecklingstyp	verholzt						krautig				
	1. 2.		20. 2.		1. 3.		4. 4.		11. 5.		
Datum des Versuchsbeginns	Unbeh.	Flor.C	Unbeh.	Flor.C	Unbeh.	Flor.C	Unbeh.	Flor.C	Unbeh.	Flor.C	Flor. A
Anzahl der gesetzten Stecklinge	40	40	100	100	100	100	70	70	50	50	50
Anzahl überlebende Stecklinge	4	5	6	15	8	19	6	3	17	19	25
Anzahl bewurzelte Stecklinge	1	2	4	13	3	15	0	3	7	14	20
Bewurzelungs ^o / _o	2,5	5,0	4,0	13,0	3,0	15,0	0	4,3	14,0	28,0	40,0

bar. Dagegen ergaben sich trotz des sehr kleinen Versuchsumfanges deutliche Differenzen in der Bereitwilligkeit zur Bewurzelung zwischen den Lateral- und Terminaltrieben. Bei Floramonbehandlung hatten sich von je 25 Stecklingen fünf Lateraltriebe und nur ein Terminaltrieb bewurzelt. In der unbehandelten Kontrolle waren es entsprechend sieben Lateraltriebe und ein Terminaltrieb von jeweils 25 Stecklingen. Bei vier weiteren Wiederholungen dieses Vergleichsversuches mit jeweils 25 Stecklingen wurde kein bewurzelter Terminaltrieb mehr gefunden, dagegen zwei, ein, zwei und drei bewurzelte Lateraltriebe. Auch diese kleinen Versuchsergebnisse bestätigen die bekannte Erfahrung, daß sich bei Nadelhölzern Lateraltriebe leichter als Terminaltriebe bewurzeln.

Da die ersten Tastversuche mit krautigen Stecklingen die besten Resultate ergeben hatten, wurde zu ihrer Bestätigung am 5. Mai 1949 ein ähnlicher Versuch mit krautigen Stecklingen angelegt. Die Triebspitzen waren zu diesem Zeitpunkt etwas weiter in ihrer Entwicklung. Das Substrat war wieder Weißmoos, die Gewächshaustemperatur wurde um 20° C gehalten. Die Stecklinge hielten sich länger grün als früher, und ein Steckling nach dem anderen bildete einen Kallus aus. Das Ergebnis dieses Versuches, der im Oktober 1949 ausgezählt worden war, wurde in Tabelle 3 zusammengestellt. In allen vier Versuchsreihen sind bewurzelte Stecklinge erhalten worden. Die unterschiedlichen Ergebnisse der Serien sind jedoch nur als zufällig zu werten.

Um nun einen gewissen Einblick darüber zu bekommen, in welchem Entwicklungsstadium die Kieferntriebspitzen sich am leichtesten bewurzeln, wurde während der Winter- und Frühjahrsmonate 1950 ein neuer Versuch in Gang gesetzt, zu dem Kieferntriebspitzen von mehr oder minder getriebenen Unterlagen Verwendung fanden. Die Werbung der

Versuche vom 1. Februar, 11. Mai und 20. Februar um höchstens 18% vermindert. Von den krautigen und offenbar zu frischen Trieben, die am 4. April 1950 gesteckt worden waren, blieben zu diesem Zeitpunkt nur 26% und von den Märzstecklingen gar nur 10% übrig. Bei dieser Feststellung überraschte es, wie ein etwa neun Tage dauerndes übermäßiges Treiben (vom 20. Februar bis 1. März 1950) der Unterlagen-Mutterpflanzen die Lebenskraft der dann geschnittenen Stecklinge derart vermindern konnte. Im ganzen gesehen, zeigen die Ergebnisse der Tabelle 4, daß die Vitalität der geschnittenen Stecklinge und ihr Bewurzelungsvermögen offenbar weitgehend von dem physiologischen Reifezustand der zur Benutzung kommenden Triebe abhängt. Die Auszählung am Schluß des Gesamtversuches (im November 1950) zeigte das beste Resultat bei den am 11. Mai 1950 geschnittenen und gesteckten schwach verholzten Jungtrieben und das schlechteste Resultat bei den noch ganz unfertigen Trieben vom 4. April 1950. Ferner bewurzelten sich die verholzten Stecklinge, die am 1. Februar 1950 von praktisch noch ruhenden Pflanzen genommen waren, schlechter als diejenigen, die später gesteckt worden waren und sich schon mehr oder weniger im Saft befanden. Im Gesamtversuch scheint aber die Hormonbehandlung einen positiven Einfluß auf die Bewurzelung der Stecklinge ausgeübt zu haben. Unerwartet war die Tatsache, daß dieser Effekt von dem starken Hormonpräparat Floramon C durchgehend hervorgerufen wurde. Dagegen war die etwas bessere Wirkung des schwachen Präparates Floramon A bei den noch krautigen Stecklingen der Serie vom 11. Mai 1950 zu erwarten. Trotz der geringen Versuchszahlen kann doch aus diesem Versuch (Tabelle 4) entnommen werden: Ganz verholzte und ganz frischkrautige Triebe, als Stecklinge benutzt, bewurzeln sich nicht so willig wie schwach verholzte noch krautige Jung-

triebe. Die Feststellung des optimalen Reifungsgrades der Triebe jedoch bedarf noch weiterer Versuche. Die Ergebnisse unserer Versuche bedürfen ferner einer weiteren Einschränkung, da das benutzte Material von eingetopften Gewächshauspflanzen stammte, die deutlich schattenbeeinflusst und zierlicher als Freilandpflanzen gewesen sind. Es muß deshalb noch offen bleiben, ob sie sich ohne weiteres auf Freilandmaterial übertragen lassen, da außerdem auch die stets etwas etiolierten Gewächshaustriebe bewurzelungswilliger sind als Freilandsummerstecklinge des gleichen Reifegrades. Außerdem haben ADRIANCE u. a. (1939) gezeigt, daß eine bestimmte Etiolierung der Triebe die Wurzelbildung auslösen kann. In diesem Zusammenhang sei noch auf eine Eigentümlichkeit der Kiefer hingewiesen, die nämlich aus künstlich deformierten Wurzelsystemen Triebe entwickeln kann, die aus inneren physiologischen Gründen bewurzelungswilliger sind als normale. Es müßte nun versucht werden, durch Eingriffe, wie Deformierung oder Verstümmelung der Wurzel und womöglich mit künstlicher Beschattung der Pflanzen solche etiolierten Triebe zu erzeugen und ihre Bewurzelungswilligkeit zu prüfen. Die beschriebenen Kiefernversuche wie die Versuche mit Fichtenstecklingen haben nur orientierenden Charakter gehabt. Infolge der kleinen Individuenzahlen waren auch die Ergebnisse bezüglich der Auswirkung einer Hormonbehandlung nicht eindeutig. Mit großer Sicherheit kann dagegen behauptet werden, daß als Stecklingssubstrat sich frisches, feingeriebes Weißmoos besser eignet als eine Seesand-Torfmulmischung. Es ist ferner zu erkennen, daß sich Late-

raltriebe (bei Kiefern) besser bewurzeln als Terminaltriebe, daß weiter Stecklinge von Jungpflanzen sich leichter bewurzeln als solche von älteren Bäumen und daß nur schwach verholzte krautige Stecklinge besser zu bewurzeln sind als ganz frischkrautige oder gänzlich verholzte Triebe.

Literatur

ADRIANCE, G. W., and BRISON, F. R.: Propagation of horticultural plants. New York and London 1939. — FARRAR, J. L., and GRACE, N. H.: Vegetative propagation of Conifers. X. Effects of season of collection and propagation media on the rooting of Norway spruce cuttings. Can. J. Research, C, 19 (1941). — GRACE, N. H.: Vegetative propagation of Conifers. I. Rooting of cuttings taken from the upper and lower regions of a Norway spruce tree. Can. J. Research, C, 17 (1939, a). — GRACE, N. H.: Vegetative Propagation of Conifers. III. Effect of month of collection on rooting of dormant Norway spruce cuttings. Can. J. Research C, 17 (1939, c). — GRACE, N. H., and FARRAR, J. L.: Vegetative propagation of Conifers. IX. Effects of chemical treatments and wax spray on the outdoor propagation of spruce cuttings. Can. J. Research, C, 19 (1941). — GRACE, N. H., and FARRAR, J. L.: Vegetative propagation of Conifers. XIII. Rooting of Norway spruce cuttings in the greenhouse. Can. J. Research, C, 22—23 (1944). — MUHLE LARSEN, C.: Experiments with softwood cuttings of forest trees. Medd. nr. 18 fra Skovtraeforaedl., Arboretet Hörsholm, 1946. — WENT, F. W., BONNER, J., and WARNER, G. C.: Aneurin and the rooting of cuttings. Science 87 (1938).

(Aus dem Lehrforstamt Bramwald in Hemeln/Weser)

Erbanlagen und Züchtungsmöglichkeiten bei Rotbuche, Stiel- und Traubeneiche

VON J. KRAHL-URBAN

(Eingegangen am 15. März 1952)

Unsere Kenntnisse über Erbanlagen bei allen Holzarten sind noch sehr gering. Dies gilt besonders auch für die Rotbuche (*Fagus silvatica*) und die beiden Eichenarten (*Quercus sessiliflora* SM. und *Qu. pedunculata* EHRH. = *Qu. robur* L.). Die Forschung hat sich bisher mit diesen Holzarten noch verhältnismäßig wenig beschäftigt. Ein Grund hierfür mag sein, daß sie in wirtschaftlicher Hinsicht eine geringere Rolle spielen als die Nadelholzarten, vor allem als Kiefer und Fichte. Die wesentlichste Ursache liegt aber wohl darin, daß diese Holzarten sehr schwierige und auch undankbare Forschungsobjekte sind. Sie entwickeln sich sehr langsam, so daß es langer Zeitspannen bedarf, ehe Erfolge oder Mißerfolge genetischer Forschungsarbeiten ein sicheres Urteil erlauben: mindestens 60, besser 80 bis 100 Jahre laufender Beobachtungen sind dazu nötig. Manche wirtschaftlich höchst bedeutungsvollen Eigenschaften, z. B. der Drehwuchs, beginnen überhaupt erst in höherem Alter der Bäume äußerlich sichtbar zu werden.

Ein gesichertes Wissen über die Erbanlagen ist aber erforderlich, um auch bei Eiche und Buche mit einer planvollen Züchtung beginnen zu können. Diese ist zweifellos notwendig, denn einmal sind keine anderen europäischen Holzarten wegen ihres möglichen hohen Holzwertes so geschätzt wie die Eichen, und auch das Buchenholz erfreut sich als Wertholz wie auch zu anderen Zwecken zunehmend größerer Beliebtheit (ERNST 1951). Zum anderen ist gerade wegen der langen Entwicklungszeit dieser Holzarten zu fordern, daß nur Sorten mit möglichst hoher Massen- und Wertleistung angebaut werden. Auch in den Fällen, in denen sie aus biologischen Gründen zur Bestandes- und Bodenpflege verwendet werden, empfiehlt sich der Einsatz von hochgezüchteten Sorten.

A. Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse über Erbanlagen bei Rotbuche, Stiel- und Traubeneiche

I. Klima- und Standortsrassen

Die Rassenfrage bei der Rotbuche ist bisher nur wenig erforscht worden, so daß ein abschließendes Urteil über ihre Bedeutung noch nicht abgegeben werden kann. Die wenigen planmäßigen Provenienzversuche lassen trotz ihrer Unvollständigkeit aber erkennen, daß auch die Buche, wie zu erwarten ist, innerhalb ihres großen natürlichen Verbreitungs-

gebietes (vgl. DENGLER 1944, p. 59), das neben großen klimatischen Unterschieden auch erhebliche Verschiedenheiten in den Standorten (Höhenlage, Expositionen, Grundgestein, Bodenart usw.) aufweist, Klima- und Standortsrassen ausgebildet hat. Die Beobachtungen und Untersuchungen, insbesondere von OPPERMANN (1908, 1909) und von BURGER (1933, 1948) beweisen, daß Buchen verschiedener Herkunft sich teilweise erheblich im Beginn und Abschluß ihrer Vegetation, also im Vegetationsrhythmus, im Höhenwachstum und in den Stammformen unterscheiden. Wichtige Hinweise liefern auch die Ergebnisse der Tharandter Provenienzversuche von MÜNCH, die Herkünfte aus 8 verschiedenen Orten Mitteleuropas umfassen (MÜNCH 1949, p. 103).

Noch geringer als bei der Rotbuche sind unsere Kenntnisse über Rassen der Traubeneiche. Wenn auch die große Ausdehnung des natürlichen Verbreitungsgebietes (vgl. DENGLER 1944, p. 63), das mit dem der Rotbuche weitgehend übereinstimmt, und eigene Beobachtungen in zahlreichen Eichengebieten analog den Feststellungen bei anderen Holzarten die Ausbildung von Klima- und Standortsrassen vermuten lassen, so mangelt es doch vorläufig noch an umfassenden Beweisen, da Herkunftsversuche mit Traubeneichen bisher nur in sehr beschränktem Umfange angelegt worden sind (BURGER 1949, p. 59). Wesentlich besser als bei Traubeneiche und Rotbuche sind wir über die Rassenbildung bei der Stieleiche unterrichtet. Die bei der außerordentlichen Größe des natürlichen Verbreitungsgebietes, das dasjenige der Traubeneiche und der Rotbuche sowohl nach Norden und Süden als auch nach Osten und Westen erheblich überschreitet (DENGLER 1944, p. 62), vermutbare Ausbildung von Rassen hat durch die bekannten Provenienzversuche von HAUCH (1909, 1913), OPPERMANN (1932) und CIESLAR (1923) schon jetzt eine wesentliche Bestätigung gefunden. Allerdings sind die Versuche von CIESLAR trotz ihrer Anlage auf sehr breiter Basis — es wurden 21 Herkünfte aus den Haupteichengebieten von Mittelschweden im Norden bis Istrien im Süden, von Südfrankreich im Westen bis zur Bukowina im Osten angebaut — für die Klärung der Rassenfrage nicht ganz beweiskräftig, da nicht Bestandesherkünfte, sondern Herkünfte von nur wenigen Mutterbäumen Verwendung fanden. Außerdem läßt sich als erwiesen ansehen, daß die individuellen Unterschiede zwischen Einzelstammherkünften größer sein können als Verschiedenheiten selbst zwischen extremen Klimarassen. Sehr aufschlußreich ist der neueste Bericht von