

Gibberellin-Wirkungen an Bäumen

Von G. H. MELCHIOR und R. KNAPP

(Eingegangen am 2. 11. 1961)

Gibberelline haben sich als Substanzen erwiesen, mit denen sich bereits in kleinsten Mengen sehr große Wirkungen auf das Wachstum und die Entwicklung von Pflanzen erzielen lassen. Bei einer Windensorte (*Pharbitis nil*, Sorte „Kidadachi“) läßt sich bereits mit 0,0005 μ g (Millionstel Gramm) Gibberellin pro Pflanze ein merkbarer Effekt erreichen. Die Gibberelline und ihre Wirkungen sind erst seit wenigen Jahren in größerem Umfang und vielen Einzelheiten bekannt geworden. Zwar wurden diese Substanzen bereits 1938 in Japan als Produkt eines eine Reiskrankheit auslösenden Pilzes (*Gibberella fujikuroi*, entspricht *Fusarium moniliforme*) entdeckt. Aber erst seit etwa 1955 begann ein größerer Kreis von Wissenschaftlern aus mehreren Ländern über diese Substanzen Untersuchungen durchzuführen, nachdem um 1950 und 1951 mit den ersten Arbeiten über Gibberelline in den Vereinigten Staaten von Amerika und England begonnen worden war. Von den gegenwärtig bekannten Gibberellinen im engeren Sinn (Gibberellin A₁₋₉) sind 5 erst seit 1959 bekannt geworden. Eines dieser 9 Gibberelline ist die Gibberellinsäure (= Gibberellin-A₁). Inzwischen ist erkannt worden, daß Gibberelline auch in höheren Pflanzen als endogene Substanzen vorkommen. Meist erfolgte der Nachweis dieser in höheren Pflanzen endogenen Gibberelline durch biologische Tests. Zu den Pflanzen, aus denen Gibberelline (Gibberellin A₁) in kristalliner Form gewonnen werden konnten, gehört auch eine Holzart (*Citrus unshiu*, KAWARADA u. SUMIKI 1959).

In der vorliegenden Veröffentlichung möge eine Übersicht über bisher bekannte Wirkungen von Gibberellin-Behandlungen an Baumarten gegeben werden. Hierbei sind in erster Linie forstlich wichtige Holzarten verschiedener Länder (einschließlich tropischer Arten) berücksichtigt worden. Es sind jedoch auch Ergebnisse an Obstbäumen und anderen Holzarten genannt worden, soweit diese für die Beurteilung der Gibberellin-Wirkungen an Waldbäumen von Bedeutung zu sein scheinen.

Bezüglich der Gibberellin-Wirkungen an krautigen Pflanzen, des chemischen Aufbaues dieser Substanzen und ihrer Entdeckungsgeschichte sei auf zusammenfassende Darstellungen an anderer Stelle hingewiesen (STOWE u. YAMAKI 1957, KNAPP 1958, 1962, WITTE u. BUKOVAC 1958, STODOLA 1958, BRIAN 1959, BRIAN, GROVE u. MAC MILLAN 1960 u. a.).

Längenwachstum der Sprosse

Tabelle 1 gibt eine Übersicht der Ergebnisse an Gehölzen getrennt nach Laub- und Nadelholzarten wieder. Es zeigt sich, daß bei geeigneter Dosierung die meisten geprüften Laubholzarten durch Gibberellin-Behandlung erheblich in ihrem Längenwachstum gefördert werden, soweit es sich um junge Stecklinge oder Sämlinge handelt. Applikation von Gibberellinen am jungen austreibenden Sproß oder an verletzten Stellen des Triebes erhöht bei einigen Arten die Wirksamkeit. Bei einigen indischen Arten wirkt auch Gibberellin in Lanolinpaste besser als in schwächer dosierten, in einwöchigen Abständen gegebenen wässrigen Lösungen (SETH u. MATHAUDA 1959).

Gewöhnlich beruht die Verlängerung des Sprosses auf einer Vergrößerung der Internodien. Bei *Alnus glutinosa* und wohl ebenfalls bei *Populus canescens* sowie einigen Sträuchern (MCVEY u. WITTE 1958) ist die erzielte Sproßverlängerung teilweise auch auf eine Erhöhung der Anzahl der Internodien zurückzuführen.

Von den in Tabelle 1 aufgeführten Laubholzarten reagierten nur 9jährige Pappelhybriden über die gesamte Breite des Behandlungsspektrums nicht. Da auch bei krautigen Arten die Wirksamkeit von Gibberellinen mit zunehmendem Alter abnimmt, kann es sich möglicherweise ebenfalls hier um eine ähnliche Erscheinung handeln (MARTH, AUDIA u. MITCHELL 1956). Aber auch junge Pflanzen und Triebe einiger in Indien untersuchter Arten reagierten nicht (z. B. *Quercus incana*, *Mesua ferrea*) oder negativ wie *Shorea robusta* (SETH u. MATHAUDA 1959). Neben einer Verringerung der Sensibilität mit zunehmendem Alter muß daher festgestellt werden, daß die einzelnen Laubholzarten in sehr verschiedener Weise auf eine Gibberellin-Behandlung reagieren.

Im Verlauf der Behandlung können gegenüber den unbehandelten Kontrollpflanzen erhebliche Differenzen auftreten, die entweder bis zum Ende der Vegetationsperiode erhalten bleiben, wie bei *Alnus glutinosa*, *Liquidambar styraciflua*, *Liriodendron tulipifera*, *Populus canescens* und *Populus deltoides*, oder geringer werden und sogar mitunter ganz verschwinden. Als Extremfall sei *Citrus* erwähnt. Bei dieser Pflanze wurde 28 bis 42 Tage nach der Applikation ein um 600% größerer Trieb gegenüber den unbehandelten Kontrollen gefunden. Nach 130 Tagen sind jedoch behandelte und unbehandelte Pflanzen nicht mehr voneinander zu unterscheiden (MARTH, AUDIA u. MITCHELL 1956). Ähnlich verhalten sich auch einige nordamerikanische *Quercus*-Arten (NELSON 1957), *Acer saccharum*, *Malus* und im Freiland *Populus tremuloides* (EINSPAHR u. v. BUJTENEN 1961).

Die Reaktion der Pflanzen kann sich in einer Erhöhung des Wachstums des Hauptsprosses äußern, aber bei bestimmten Arten auch in einem verstärkten Austreiben der Seitenknospen. So steigt bei *Citrus* die Zahl der Seitenzweige an. Die Seitenknospen treiben jedoch erst dann aus, nachdem bei dem Hauptsproß das Wachstum vermindert oder beendet ist. Dagegen nimmt bei *Eucalyptus melliodora* (SCURFIELD u. MOORE 1958), *Pinus taeda* (BILAN u. KEMP 1960) und *Alnus glutinosa* die Zahl der Seitensprosse nach Gibberellin-Behandlung ab (hierzu auch SETH u. MATHAUDA 1959), und die Entwicklung der mehr der Basis genäherten Seitenknospen bei *Acer rubrum*, *Populus tremuloides* und *Salix bebbiana* wird gehemmt. Diese Hemmung steigt mit der Erhöhung der Gibberellin-Konzentration (LARSON 1960).

Nadelbäume reagieren gewöhnlich auf Gibberellin-Einwirkung in erheblich geringerem Maß als Laubbäume. Zum Teil tritt bei Koniferen sogar eine Zuwachsminderung ein. Das könnte auf eine geringere Gibberellin-Sensibilität der Nadelbäume und möglicherweise auch auf ein geringeres Eindringungsvermögen in das lebende Gewebe der Nadeln und des Sprosses zurückzuführen sein. Auf diese letztere

Tabelle 1. — Einfluß von Gibberellin-Behandlungen auf das Längenwachstum von Sprossen.

Art	Alter	Behandlungsmethode (GS = Gibberellinsäure)	Behandl.- dauer in Tagen	Beobacht.- dauer in Tagen	Zuwachs in % der K	statist. ge- sichert	Literatur
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>I. Laubholzarten</i>							
1. <i>Acer palmatum</i>	1—3j. S.	1% GS in Lanolin + Tween 20, 20 mg am Stamm appliziert	30		500		MARTH u. Mitarb. 1956
2. <i>Acer saccharum</i>	1—3j. S.	s. 1	47		209		
3. <i>Alnus glutinosa</i>	1j. S.	10 µg GS in wässriger Lösung + Texapon 20 auf den Vegetationspunkt und die 30 jüngsten Blätter aufgetropft	19 19 19	150 150 150	315 260 261	+	MELCHIOR 1962
4. <i>Citrus</i> (Orange)	S.	s. 1	57		739		MARTH u. Mitarb. 1956
5. <i>Eucalyptus meli- liodora</i> und weitere 6 E.-Arten die ähnlich reagierten	S.	1 µg GS in wässriger Lösung durch 5 2maliges Infiltrieren von 0,1 ml 25 Lösung in den 2. oder 3. Blatt- 50 stumpf 100			130 204 262 325 386	+	SCURFIELD u. MOORE 1958
6. <i>Liriodendron tulipifera</i>	1—3j. S.	0,125 0,25 % GS, sonst s. 1 0,5 1,0	90		300		MARTH u. Mitarb. 1956
7. <i>Liriodendron tulipifera</i>	1j. S.	1% GS-Lösung am jungen Sproß appliziert		35	178	+	NELSON 1957
8. <i>Liquidambar styraciflua</i>	1j. S.	s. 7.		35	234	+	
9. <i>Magnolia soulangeana</i>	3jährig	10 ppm. GS + 1,5 g Tween 20/l als 100 Spray auf die oberirdischen Teile 1000 10 ppm. GS + 1,5 g Tween 20/l als 100 Spray auf die oberirdischen Teile	1 Anf. Mai b. Mitte Aug. wöchtl. 1×	Anf. Mai bis 20. Sept. Anf. Mai bis 20. Sept.	120 201 225 129 191	+	McVEY u. WITTWER 1958
10. <i>Malus silvestris</i>	1—3j. S.	s. 1.	60		124		MARTH u. Mitarb. 1956
11. <i>Phellodendron amurense</i>	2jährig	10 ppm. GS, sonst s. 9. 100 1000 10 ppm. GS, sonst s. 9. 100	s. 9. s. 9.	s. 9. s. 9.	92 95 153 104 215	+	McVEY u. WITTWER 1958
12. <i>Platanus occidentalis</i>		1% GS in Lanolin am verletzten Triebteil appliziert		23	453	+	NELSON 1957
13. <i>Populus</i> (USDA. Hybrid 247)	1—3j.	1% GS in Lanolin + Tween 20, 20 mg am verletzten Stamm appliziert		30	140		MARTH u. Mitarb. 1956
14. <i>Populus</i> (McKee Hybrid)	9jährige	10 ppm. GS in wässriger Lösung in 30 die Leitungsbahnen infiltriert 60 100 1000			= K		HACKAYLO u. MURPHY 1958
15. <i>Populus canescens</i>	1j. St.	10 µg GS, sonst s. 3. 20	19 19	150 150	338 296	+	MELCHIOR 1962
16. <i>Populus deltoides</i>	St.	1% GS, sonst s. 12.		53	175	+	NELSON 1957
17. <i>Quercus alba</i>	K	1% GS, sonst s. 12.		58	147		
18. <i>Quercus falcata</i>	1j. S.	1% GS, sonst s. 7.		39	261	+	
19. <i>Quercus falcata v. pagodaefolia</i>	1j. S.	1% GS, sonst s. 7.		41	203	+	
20. <i>Quercus nigra</i>	1j. S.	1% GS, sonst s. 1.		43	151		
21. <i>Quercus phellos</i>	1j. S.	1% GS, sonst s. 7.		38	235	+	MARTH u. Mitarb. 1956
22. <i>Quercus phellos</i>	1—3j. S.	0,125 % GS, sonst s. 1. + 13. 0,250 0,500 1,000		47	148—219		
23. <i>Viburnum opulus nana</i>	2jährig	10 ppm. GS, sonst s. 9. 100 1000 10 ppm. GS, sonst s. 9. 100	s. 9. s. 9.	s. 9. s. 9.	128 144 123 128 163	+	McVEY u. WITTWER 1958

Art	Alter	Behandlungsmethode (GS = Gibberellinsäure)	Behandl.- dauer in Tagen	Beobacht.- dauer in Tagen	Zuwachs in % der K	statist. ge- sichert	Literatur
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
II. Nadelholzarten							
24. <i>Cupressus arizonica</i>	1j. S.	1 ‰ GS, sonst s. 12.		70	94		NELSON 1957
25. <i>Juniperus chinensis pfitzeriana</i>	f. St.	1 ‰ GS, sonst s. 1.		70	150		MARTH u. Mitarb. 1956
26. <i>Larix decidua</i>	3j. S.	10 µg GS, sonst s. 3. 20 30	19	150	111 129 102		MELCHIOR (unveröffentl.)
27. <i>Larix decidua</i> (die gleichen Pflanzen wie im Vorj.)	4j. S.	20 µg GS, sonst s. 3. 1 ‰ GS, sonst s. 1.	20	150 150	79 = K		MELCHIOR (unveröffentl.)
28. <i>Picea engelmannii</i>	1j. S.	10 ppm. GS in wässriger Lösung. 100 Wiederholte Sprays auf 1000 oberirdische Teile			= K		KNIGHT 1958
29. <i>Picea glauca</i>	1—3j. S.	0,25 ‰ GS, sonst s. 1. und 13. 0,5 1,0		165	100—122		MARTH u. Mitarb. 1956
30. <i>Picea sitchensis</i>	3j. S.	20 µg GS, sonst s. 3. 1 ‰ GS, sonst s. 1.	20	150 150	91 104		MELCHIOR (unveröffentl.)
31. <i>Pinus strobus</i>	1—3j. S.	0,125 ‰ GS, sonst s. 1. und 13. 0,25 0,50 1,0		90	= K		MARTH u. Mitarb. 1956
32. <i>Pinus strobus</i>	1j. S.	1,0 ‰ GS, sonst s. 12.		42	164		NELSON 1957
33. <i>Pinus silvestris</i>	3j. S.	20 µg GS, sonst s. 3. 1 ‰ GS, sonst s. 1.	20	150 150	84 85		MELCHIOR (unveröffentl.)
34. <i>Pinus taeda</i>	1—3j. S.	0,25 ‰ GS, sonst s. 1. 0,5 1,0 10 ppm. GS in wässriger Lösung. 100 Spray auf die oberirdischen Teile 400 1 ppm. GS in wässriger Lösung. 10 Eintauchen der Wurzeln 100		60 60 60	= K = K = K = K 100—140 = K		MARTH u. Mitarb. 1956
35. <i>Pinus taeda</i>	1j. S.	1 ‰ GS 2 in wässriger } Spross 3 Lösung, in die 1 eingetaucht 2 wurden: } Wurzel 3 1 2 } Ges. Pflanzen 3	4 oder 8 h (kein gesicherter Unter- schied)	275 275 275 275 275 275 275 275	103 102 104 134 142 169 132 142 162	 + + + + + +	BILAN u. KEMP 1960
36. <i>Pinus virginiana</i>	1—3j. S.	0,25 ‰ GS, sonst s. 1. 0,5 1,0		175	128—168		MARTH u. Mitarb. 1956
37. <i>Pseudotsuga taxifolia</i>	1j. S.	125 ppm. GS, wiederholte Sprays auf 250 die oberirdischen Teile 500			= K		SCHOEDLE 1958
38. <i>Taxus cuspidata</i>	3j. S.	10 ppm. GS, sonst s. 9. 100 1000 10 ppm. GS, sonst s. 9. 100	s. 9.	s. 9.	= K = K		McVEY u. WITTEW 1958
39. <i>Thuja occidentalis f. hoveyi</i>	2j. S.	10 ppm. GS, sonst s. 9. 100 1000 10 ppm. GS, sonst s. 9. 100	s. 9.	s. 9.	121 121 117 124 90	+ + +	McVEY u. WITTEW 1958
40. <i>Tsuga heterophylla</i>	1j. S.	10 ppm. GS, sonst s. 28. 100			= K		KNIGHT 1958

Abkürzungen:

Spalte (2): S = Sämlinge; St = Stecklinge; K = Keimpflanze, anderenfalls ohne Angaben; alle von MARTH und Mitarb. get. Arten sind 1—3j., ohne nähere Angaben bei den einzelnen Arten; GS = Gibberellinsäure, ppm. = Teile auf 1 Million.

Spalte (6): K = Kontrollen.

Spalte (7): + = sehr gut, gut oder gesichert; ohne Angaben: nicht gesichert oder ohne Angaben in der Literatur.

Möglichkeit weist besonders die Tatsache hin, daß eine Applikation von Gibberellinsäure bei *Pinus taeda* über das ungeschützte Gewebe junger Wurzeln sich als weit wirkungsvoller erwies als über die Epidermis der vorjährigen Nadeln (BILAN u. KEMP 1960).

Streckung der Sprosse bei Zwerg-Formen

Zwergsorten verschiedener Pflanzen (z. B. *Pisum sativum*, *Zea mays*, *Pharbitis nil*, *Lolium perenne*) werden durch Gibberellin-Gaben in besonderem Maß in ihrem Wachstum gefördert. Sie können dadurch einen Höhenwuchs erreichen, der sich dem von nicht zwergwüchsigen Sorten derselben Arten angleicht. Bei den bisher untersuchten besonders geförderten Zwergsorten handelt es sich meist um genetisch bedingte Formen. Aber auch physiologische Zwergformen können in entsprechender Weise reagieren. Keimlinge, die aus nicht nachgereiftem Saatgut von *Malus arnoldiana* entstehen, verharren in einem Zwergstadium, das durch Kälte aufgehoben werden kann. Gibberellin-Behandlung verdoppelt die Wachstumsgeschwindigkeit dieser physiologischen Zwergform (BARTON 1956). Besondere Förderungen des Streckungswachstums an niedrigwüchsigen Baumarten sind bisher bei *Thuja occidentalis* f. *hoveyi* (MCVEY u. WITTWER 1958) und *Coffea* (MONACO u. CARVALHO 1958) bekannt geworden.

Versuche an 5jährigen Stecklingen von Zwergfichten (*Picea abies* var. *ohlendorffii*) ergaben auch für diese eine signifikante Verlängerung des Jahrestriebes und eine Entwicklungsbeschleunigung, die sich in einer schnelleren Entwicklung der Ruheknospen an den behandelten Pflanzen ausdrückt (MELCHIOR n. p.).

Zu diesem Versuch wurden Stecklinge eines Klones benutzt, die sich bis zum Herbst 1959 im Verschulbeet befunden hatten und anschließend eingetopft während des Winters in das Gewächshaus überführt wurden. Nach dem Austreiben (beginnend mit dem 5. 4. 61) wurde die Hälfte der Pflanzen in einwöchigem Abstand in eine Gibberellinsäure-Lösung (10 mg/l) getaucht (bis zum 26. 5. siebenmal für eine Zeit von 30 Minuten). Nach dem 26. 5., zu dem sich weder in der Blattfarbe noch im Triebwachstum ein sichtbarer Effekt zeigte, wurde die Behandlungszeit auf 60 Minuten erhöht. Zwischen dem 13. 6. und 15. 8. wurden die Pflanzen zehnmal behandelt. Am 27. 6. waren bereits bei allen Pflanzen Ruheknospen gebildet. Diejenigen der behandelten Pflanzen waren jedoch wesentlich stärker (Länge zwischen 2 und 4 mm, Stärke zwischen 1 und 2 mm) als an den Kontrollen (Länge bis 1 mm, Stärke 1—2 mm). Von diesem Zeitpunkt ab wurde die Behandlung nur noch an je zwei Stecklingen bei den Kontrollen und den mit Gibberellinsäure beeinflussten Pflanzen weitergeführt. Ein zweiter Austrieb wurde bis zum Abschluß der Bearbeitung des Manuskriptes dieser Veröffentlichung nicht beobachtet. Der Jahreszuwachs an den 10 offensichtlich am stärksten

gewachsenen Zweigen wurde am 20. 7. gemessen und gemittelt. Dieser mittlere Jahreslängenzuwachs von je 4 behandelten und unbehandelten Pflanzen wurde im t-Test auf Signifikanz geprüft (Tabelle 2).

Dicken-Wachstum

Bisher sind keine Ergebnisse bekannt geworden, nach denen durch Gibberellin-Behandlung an europäischen Waldbaumarten das Dickenwachstum angeregt wird. Die behandelten Pflanzen können normalen Sproßdurchmesser behalten (NELSON 1957, KNAPP n. p.), werden nach großen Gibberellin-Gaben oft aber auch fadenförmig dünn (SETH u. MATHAUDA 1959, MELCHIOR 1961, KNAPP n. p.), weil sich die Internodien ohne eine dazu im Verhältnis stehende Dickenzunahme strecken. Daher können die Stämmchen mitunter das eigene Gewicht nicht tragen (SETH u. MATHAUDA 1959).

Bei einigen Baumarten, die allerdings in Deutschland keine forstliche Bedeutung haben, wurde jedoch nach Gibberellin-Behandlung auch eine Zunahme des Durchmessers der Sprosse festgestellt. SCURFIELD und MOORE (1958) stellten bei Erhöhung der Gibberellin-Konzentration an *Eucalyptus melliodora* auch eine Zunahme des Sproßdurchmessers fest. BRADLEY und CRANE (1957) fanden, daß die Kambiumaktivität bei Stämmchen der Aprikose durch Gibberellinsäure-Einwirkung so angeregt wurde, daß die Rinde in Längsrichtung zur Sproßoberfläche zum Aufreißen kommen kann.

An *Paulownia tomentosa* wurde in Japan untersucht, unter welchen Bedingungen es zu einer Ab- oder Zunahme des Dickenwachstums nach Gibberellin-Behandlung kommt (ANDO 1961). Auf nährstoffarmen Böden wird das Dickenwachstum durch Gibberellin-Einwirkung ungünstig beeinflusst. Auf nährstoffreichen Böden tritt dagegen dieser nachteilige Effekt nicht ein. Bei reichlicher Düngung während der Gibberellin-Behandlung wird das Dickenwachstum sogar etwas gefördert. Die Förderung des Höhenwachstums ist bei *Paulownia tomentosa* durch Gibberellin-Einfluß übrigens recht beachtlich (bei Freilandversuchen 30% bei 4 p. p. m., 60% bei 20 p. p. m., 6mal in 10tägigen Abständen 30 ccm pro Baum).

Stamm-Gewicht und Holzfaser-Bildung

An *Eucalyptus* steigt das Stammgewicht mit zunehmender Gibberellinsäure-Konzentration, mit der die Pflanzen behandelt wurden. Eine Beeinflussung der Holzfaserbildung konnte an *Eucalyptus* nicht festgestellt werden (SCURFIELD u. MOORE 1958). Bei *Populus tremuloides* hatten geringe Konzentrationen von Gibberellinsäure (z. B. 10 p. p. m.) eine gewisse, jedoch nicht signifikante Verlängerung der Fasern zur Folge. Bei hohen Konzentrationen (250 p. p. m. oder 100 p. p. m. alle 3 Wochen) trat eine signifikante Verkürzung der Fasern gegenüber denen der unbehandelten Pflanzen ein (EINSPAHR u. V. BUIJTENEN 1961).

Blatt-Entwicklung

Bei Baumarten kann ebenso wie bei anderen Pflanzen die Entwicklung der Blätter sehr stark durch Gibberellin-Behandlung beeinflusst werden. Es kann zu einer Vergrößerung der Blattoberfläche kommen, wie z. B. bei *Liriodendron*, *Liquidambar* und verschiedenen amerikanischen *Quercus*-Arten, bei denen außerdem die Aderung der Blätter stärker hervortritt (auch bei *Magnolia* und *Viburnum* nach Behandlung mit niedrigen Konzentrationen). Oft tritt aber durch Gibberellin-Einwirkung auch eine Verkleinerung der Blattflächen ein (z. B. bei *Alnus glutinosa* und *Populus*

Tabelle 2. — Mittlerer Jahres-Längenzuwachs an je 4 mit Gibberellinsäure-Lösung behandelten und unbehandelten Zwergfichten-Stecklingen.

Wiederholung	Jahreszuwachs in cm (Durchschnitt aus 10 Einzelmessungen)	
	Behandelte Steckl.	Unbehandelte Steckl.
1	3,44	2,58
2	2,60	2,39
3	3,16	2,25
4	3,60	2,75
Mittelwert	3,20	2,49
$s^2 = 0,118.$	$t = 4,110.$	$t(0,5\%) = 4,03.$

canescens, MELCHIOR 1962, *Thuja occidentalis* f. *hoveyi*, McVEY u. WITTEW 1958, *Populus tremuloides*, EINSPAHN u. v. BUIJTENEN 1961, *Quercus robur*, KNAPP n. p., *Michelia champaca*, *Dendrocalamus strictus*, *Albizia lebbek*, *Tectona grandis*, SETH u. MATHAUDA 1959). Bei den zuletzt genannten Arten kann außerdem die Blattaderung nach Behandlung mit hohen Gibberellin-Konzentrationen schwächer werden (SETH u. MATHAUDA 1959).

Auch kann sich die Blattform unter Gibberellin-Einfluß ändern (z. B. bei *Quercus falcata* var. *pagodaefolia*, *Qu. phellos*, *Qu. nigra*, NELSON 1957, *Alnus glutinosa*, *Populus canescens*, MELCHIOR 1962, *Quercus robur*, KNAPP n. p., und von SETH u. MATHAUDA 1959 genannte Arten). Bei *Quercus*-Arten kann es auch zu Änderung der Geschwindigkeit der Blattentwicklung kommen (NELSON 1957, KNAPP n. p.). Oft werden die Blätter der Bäume schmaler und länger (z. B. NORO, TAKAGI, OIWA u. MATSUNAGA 1960, EINSPAHN u. v. BUIJTENEN 1961, KNAPP n. p.).

In vielen Fällen bewirkt Gibberellin-Behandlung eine hellere, gelblichere Färbung der neu entwickelten Blätter. Diese beruht auf einer Verminderung des Chlorophyll-Gehaltes. Durch zusätzliche Gaben von Stickstoff-Verbindungen kann diese Chlorose jedoch meist weitgehend vermieden werden. Die Chlorose kann umso stärker sein, je mehr Gibberellin auf die Pflanzen einwirkt. Beispiele für Baumarten, bei denen nach Gibberellin-Einwirkung Chlorose auftrat, sind *Cupressus arizonica*, *Populus canescens*, *Alnus glutinosa*, *Pinus taeda*, mehrere *Quercus*-Arten, *Tectona grandis*, *Michelia champaca*, *Albizia lebbek*.

Wurzel-Wachstum

Das Wurzelwachstum wird durch Gibberellin-Behandlung meistens nicht gefördert. Bei Untersuchungen an Holzarten zeigte sich darüber hinaus unter Gibberellin-Einfluß oft ein vermindertes Wurzelwachstum. Zum Beispiel fällt das Wurzelgewicht an *Eucalyptus* mit steigender Konzentration der Gibberellinsäure-Lösungen, mit denen die Pflanzen behandelt wurden (SCURFIELD u. MOORE 1958). Nachteilige Wirkungen stellte in dieser Hinsicht auch LEAK (1960) an *Betula lutea* fest. Bei *Populus tremuloides* trat bei häufigeren Gaben und höheren Konzentrationen (z. B. 100 p. p. m. alle 3 Wochen, 250 p. p. m.) ein nachteiliger Effekt auf die Wurzelentwicklung ein (EINSPAHN u. v. BUIJTENEN 1961).

In Ausnahmefällen kann es nach Gibberellin-Behandlung auch zu einem stärkeren Streckungswachstum der Wurzeln kommen. Bei einigen in Indien untersuchten Arten wurde das Wachstum des Wurzelsystems zwar reduziert, wenn hohe Gibberellin-Gaben (1% in Lanolin) appliziert wurden, die eine besonders starke Streckung der Sprosse bewirkten (zwischen 200 und 300% gegenüber den Kontrollen). Dagegen riefen niedrigere Konzentrationen (10, 30, 50 p. p. m. in wässriger Lösung), die ebenfalls noch eine Förderung des Sproßwachstums zur Folge hatten, an einigen Arten die gleiche Wurzelentwicklung wie an den Kontrollpflanzen oder sogar eine Entwicklungsförderung hervor, wie z. B. an *Pinus roxburghii* und *Dalbergia sisso* (SETH u. MATHAUDA 1959). Für eine kurze Zeit der Entwicklung stellten BROWN und GIFFORD (1958) an Keimwurzeln von *Pinus lambertiana*, die im Kontakt mit einem festen Nährmedium gehalten wurden, einen Zuwachs von 45% gegenüber den Kontrollen fest. Dieser wurde aber schließlich durch den Zuwachs der Kontrollkeimlinge ausgeglichen. RICHARDSON (1958) erhielt an Keimwurzeln von *Pseudotsuga taxifolia*, die größer als 5 mm waren, in den ersten 24 Stunden im Licht und im

Dunkeln bei geringer Gibberellinsäure-Konzentration (3 p. p. m.) eine Zuwachsförderung. Der hemmende Effekt des Lichtes steigt dabei mit zunehmender Wurzellänge. RICHARDSON folgert, daß Gibberellinsäure die Wurzelstreckung bei Keimlingen von Douglasie stimuliert und unter bestimmten Bedingungen eine Wechselwirkung von Gibberellin-Wirkung und Licht auf das Längenwachstum der Keimwurzeln stattfindet. Auch bei Keimlingen von *Pinus silvestris* und *Pinus banksiana* war durch Gibberellin-Einfluß anfänglich das Längenwachstum der Wurzeln gefördert (KNAPP n. p.).

Blüten-Entwicklung

Bei gewissen krautigen Arten kann eine für das Blühen notwendige Einwirkung von langen Photoperioden (Langtag-Wirkungen) oder tiefen Temperaturen (Vernalisation) durch Gibberellin-Behandlung ersetzt werden. Bei anderen Arten wird der Beginn der Blüte durch Gibberellin-Wirkung beschleunigt.

Auch an bestimmten Holzarten konnten in dieser Beziehung Wirkungen beobachtet werden. Bei *Cryptomeria japonica* wurden für die Blütenknospen-Bildung mit Gibberellin-Behandlung große Erfolge erzielt (SATO, SUZAKI u. SHINGAI 1961). Bereits einjährige Stecklinge einer Reihe von Klonen bildeten nach 5maligem Besprühen während eines Sommers (200 p. p. m.) Blütenknospen. Je höher die Gibberellin-Konzentration war, desto mehr verschob sich das Verhältnis der Zahl von männlichen zu weiblichen Blüten zugunsten der letzteren (optimale Zahl der männlichen Blüten meist bei 200 p. p. m., der weiblichen Blüten meist bei 400 p. p. m., bei 600 p. p. m. bereits sehr viel geringere Blütenzahlen). Auch bei alten *Cryptomeria*-Bäumen konnten unter Bedingungen, unter denen ohne Behandlung sich keine Blüten entwickelten, eine starke Blütenbildung durch Gibberellin-Einfluß erreicht werden.

Bei Pinaceen ist es offensichtlich schwieriger, Erfolge durch Gibberellin-Behandlung hinsichtlich der Blütenknospen-Differenzierung zu erzielen. Versuche, an Waldbaum-Pfropflingen von Vertretern dieser Familie eine Erhöhung der Blütenzahl zu erreichen, verliefen negativ (MELCHIOR n. p.). Es handelte sich dabei um 2- oder 3jährige Pfropflinge von *Pseudotsuga taxifolia*, *Pinus silvestris*, *Picea sitchensis* und *Larix decidua*, die zwischen Anfang und Ende Mai 1958 an 20 Tagen in der in Tabelle 1 genannten Weise mit Gibberellinsäure behandelt worden waren. Erst in jüngerer Zeit waren jedoch Behandlungen an *Pinus densiflora* in Japan erfolgreich (KATO u. FUKUHARA 1961).

Bei bestimmten Laubholzarten kann durch Gibberellin-Wirkung unter gewissen Bedingungen auch die Blütenbildung verhindert werden. Dieser Effekt tritt zum Beispiel ein, wenn ganz junge Achselknospen von *Syringa vulgaris* an Stellen, an denen sich normalerweise Blütenknospen bilden, zur Zeit der Laubentfaltung mit gibberellinhaltiger Lanolin-Paste (0,1%) bestrichen werden. Aus diesen Knospen entwickeln sich im nächsten Jahr keine Blüten. Eine nähere Untersuchung zeigt, daß in den Knospen die Anzahl der Knospenschuppen stark vermehrt ist (16—18 Paare, bei Kontrollen nur 3—5 Paare). Anstatt einer Blütenstandsanlage folgen auf diese bei den mit Gibberellin behandelten Knospen nur 1 bis 2 Paare von Laubblattanlagen (DOSTAL 1961).

Versuche an *Cryptomeria japonica* ergaben auch, daß Sprühen neuer, normalerweise männliche Blüten tragender Triebe mit Gibberellin-Lösung eine Umstimmung der Anlagen zur Folge hat, die die Bildung von Zapfenblüten bewirkt. Eine Harnstoffbehandlung erhöhte die Gibberel-

Tabelle 3. — Einfluß der Gibberellinsäure (GS) auf den Austreibetermin verschiedener Baumarten.

Arten	Zustand der Pflanze oder des Pflanzenteils im Zeitpunkt der Behandlung	Behandlungsmethode	W	V	F	A Blatt	A Blüte	P _F	Literatur
1. <i>Acer palmatum</i> 2. <i>Acer saccharum</i> 3. <i>Quercus phellos</i> 4. <i>Fagus silvatica</i>	1—3jährige Sämlinge Ende Dezember geworbene Zweige	1% GS in Lanolin vor dem Austrieb am Stamm appliz. 1h in eine GS-Lösung von 10 mg/200 ccm eingetaucht				+			MARTH und Mitarb. 1956a LONA und Mitarb. 1957
5. <i>Acer rubrum</i> 6. <i>Betula papyrifera</i> 7. <i>Populus grandidentata</i> 8. <i>P. tremuloides</i> 9. <i>Prunus pensylvanica</i>	Am 10. Januar geworbene Zweige mit Blatt- und Blütenknospen, im geheizten Gewächshaus aufgestellt.	$\frac{1}{4}\%$ 1% $\frac{1}{4}\%$ 1% $\frac{1}{4}\%$ 1% $\frac{1}{4}\%$ 1% $\frac{1}{4}\%$ 1%				+	+	+ 6 + 6 + 16 + 16 ± ± ± ± + 9 + 9	LARSON 1958
10. <i>Acer pseudoplatanus</i> 11. <i>Acer rubrum</i> 12. <i>Betula pendula</i> 13. <i>Castanea sativa</i> 14. <i>Fagus silvatica</i> 15. <i>Fraxinus excelsior</i> 16. <i>Liriodendron tulipifera</i> 17. <i>Parthenocissus tricuspidata</i> 18. <i>Prunus avium</i> 19. <i>Quercus robur</i> 20. <i>Sorbus aucuparia</i> 21. <i>Taxodium distichum</i> 22. <i>Ulmus procera</i>	Einzelne Zweige an alten Bäumen	0,05% GS-Lösung + 0,01% Tween 20 + 1% Glycerol; ab 11. 8. in wöchentlichem Abstand gesprüht	+	—	—	— (7-21d) ± — (7-21d) ± — (7-21d) — (7-21d) ± — — (7-21d) ± — — (7-21d) ±			BRIAN und Mitarb. 1959a und 1959b
23. <i>Acer rubrum</i> 24. <i>Populus tremuloides</i> 25. <i>Salix bebbiana</i>	1j. Stock-schößlinge 1j. Wurzel-schößlinge 1j. Zweigtriebe	Anfang April aus den mittl. Triebteil. noch ruhend. Steckl. gewonnen u. auf gleiche Augenzahl geschnitten K + Lanolin K—Lanolin Keine Differenzen bei unterschiedlichen GS-Dosen				+			LARSON 1960
26. <i>Acer rubrum</i> 27. <i>Betula papyrifera</i> 28. <i>Populus grandidentata</i> 29. <i>Populus tremuloides</i> 30. <i>Quercus rubra</i> 31. <i>Acer negundo</i> 32. <i>Juglans cinerea</i> 33. <i>Prunus pensylvanica</i>	a) Jugendformstecklinge (Wurzel, Wurzelstock) b) Altersformstecklinge (Sproß) im Januar gewonnen Altersformstecklinge (Sproß) im Januar gewonnen	1% GS in Lanolin K = nur Lanolin				+			LARSON 1960
34. <i>Alnus glutinosa</i>	1j. Sämlinge	10 µg GS am Veg.-Punkt u. 20 auf die jüngst. Blätter 30 aufgetropft u. zwar an 19d zw. 3.u.25. Jul.57		—	—				MELCHIOR 1961, 1962
35. <i>Populus canescens</i> (Klon Ingolstadt 11)	1j. Holzstecklinge mit 4—8 neuen Blättern	10 µg GS, sonst s. 34.		—	—				
36. <i>Populus tremula</i> (Z. NR. 36)	Sämlinge in der 1. Vegetationsperiode, nach Ausbildung einer Ruheknospe	5 mg GS/l + 1 ccm Alkoh. u. Netzmittel durch 5 20 Sek. langes Eintauchen Anf. Sept. 60 behand.	+	—	—	—			
37. <i>Populus tremula</i> (Z. Nr. 36)	Die gleichen Sämlinge wie in 36	5 mg GS/l die gleiche Be- 10 handl. wie 36. Im Jan. 20 1961: + 100mg GS/l + 1 ccm Alkohol und Netzmittel. 2h Eintauchen d. Sprosse, daß sie v. apikalen Ende her 4 cm benetzt wurd.				+			
38. <i>Populus robusta</i>	Ende Januar geworbene Zweige verschied. Größe mit Blüten u. Blattknospen	10 mg GS/100 ccm + 1 ccm 5 Alkohol u. Netzmittel				+	+	± ±	

lin-Wirkung. Eine Behandlung mit Harnstoff oder Naphthylethylsäure allein und ein Abzwicken der oberen Zweigteile blieb wirkungslos (HASHIZUME 1960b). Gibberelline haben also an *Cryptomeria* die gleiche Wirkung wie das Abzwicken der Zweigspitzen oder das Sprühen mit dem Kaliumsalz der α -Naphthylethylsäure vor der Meiosis der Pollenmutterzellen an *Pinus densiflora* (SAITO 1957). Entsprechende Ergebnisse wie bei *Cryptomeria japonica* wurden durch Gibberellin-Behandlung bei *Chamaecyparis obtusa* und *Ch. lawsoniana* erzielt (HASHIZUME 1959a).

Für Züchtungsversuche kann die Tatsache Bedeutung gewinnen, daß Gibberelline auch das *Pollenschlauchwachstum* zu fördern vermögen. Unter den Baumarten ist dieser Effekt bei *Pseudotsuga taxifolia* nachgewiesen worden (CHING 1959). Bei hohen Konzentrationen (z. B. Lösung von 600 p. p. m.) können Gibberelline einen nachteiligen Einfluß auf die Pollenkeimung von Bäumen haben.

Keimung

Durch Gibberellin-Wirkung wird in vielen Fällen die Keimung beschleunigt. Durch sie kann auch unter bestimmten Bedingungen eine Keimung ausgelöst werden, die sonst erst nach Eintreten gewisser anderer Einwirkungen, z. B. von tiefen Temperaturen oder Licht, eintreten würde.

Bei Saatgut von *Pseudotsuga taxifolia* wurde durch Gibberellin-Einwirkung im Licht und bei Dunkelheit eine Beschleunigung der Keimung bis zu sieben Tagen erreicht, ohne daß zum Abschluß die Keimprozente beeinflusst wurden (RICHARDSON 1959).

Über das Verhalten von Saatgut von *Alnus glutinosa* einer Kreuzungs- und zweier Selbstungs-Nachkommenschaften möge ein eigener Versuch (MELCHIOR n. p.) Auskunft geben (Abb. 1). In beiden Nachkommenschaften scheint Gibberellinsäure in erster Linie die Keimung zu beschleunigen. Die erreichten Keimprozente werden dagegen durch Gibberellin-Wirkung vorwiegend nicht signifikant erhöht (Kreuzung: Unbehandelt 70%, behandelt 67%. Selbstung 1: Unbehandelt 46%, behandelt 43%. Selbstung 2: Unbehandelt 25%, behandelt 41%). Gegenüber der Kreuzungs-Nachkommenschaft verzögert sich die Keimung der Selbstung um ungefähr einen Tag; der Unterschied in der Geschwindigkeit der Keimung zwischen behandelten und unbehandelten Samen schien abzunehmen. Der Versuch wurde mit *Alnus glutinosa*-Kreuzungen (K7) und -Selbstungen (S2 und S3) der Zweigstelle Wächtersbach des Institutes für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung aus dem Jahre 1958 (HEITMÜLLER unveröffentl.) durchgeführt.

Über die Entwicklung von Keimlingen von Samen von *Cryptomeria japonica* aus Zapfen, die sich nach Gibberellin-Behandlung entwickelten, liegen widersprechende Berichte vor. HASHIZUME (1960a) teilt mit, daß die Keimung bei diesen Samen normal erfolgte. Dagegen fanden KATO und FUKUHARA (1961), daß die Keimlinge in einem späteren Entwicklungsstadium kleiner waren als diejenigen aus Samen, der sich in natürlicher Weise entwickelt hatte. SHIDEI und seine Mitarbeiter (1961) fanden, daß *Cryptomeria*-Keimlinge aus Saatgut von mit Gibberellin behandelten Bäumen in den ersten 5 Wochen nach der Keimung schlechter wuch-

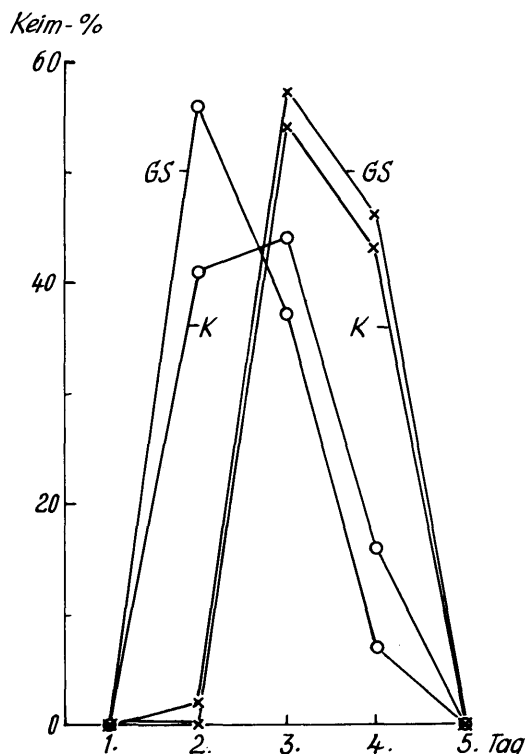


Abb. 1. — Keimung von *Alnus glutinosa* nach Behandlung mit Gibberellinsäure-Lösungen. O = Kreuzungsnachkommenschaft, X = Selbstungsnachkommenschaft (Werte für zwei Selbstungen auf Grund ähnlichen Verhaltens zusammengefaßt). K = unbehandelte Kontrollen. GS = mit Gibberellinsäure-Lösungen behandelt. Es wurden 4×50 Samen auf Filtrierpapier im RHODEWALD-Gerät bei 20° zur Keimung gebracht und zwischen 10 und 11 Uhr täglich die Keimprozente festgestellt (bei Selbstungen als GS nur je 2×50 , als K nur je 1×50 Samen ausgelegt). Zur Gibberellin-Behandlung wurden die Samen in einer Gibberellinsäure-Lösung (10 mg/l) 24 Stunden vor dem Auslegen vorgequollen. Die Kontrollen wurden in gleicher Weise in destilliertem Wasser vorgequollen.

sen als Kontrollpflanzen. Dann gleichen sie sich jedoch in ihrem Wachstum an das von Jungpflanzen von unbehandelten Elternbäumen an. Weit nachteiliger wirkt offensichtlich eine Behandlung der Elternpflanzen auf die Entwicklung bei der Keimung und in den Jugendstadien bei *Metasequoia glyptostroboides* (SHIDEI u. Mitarb. 1961). Die Keimprozente waren hierbei im Vergleich mit den Kontrollen sehr gering. Nur ganz wenige Jungpflanzen entwickelten sich nach der Keimung in relativ befriedigender Weise weiter.

Zeitpunkt des Austreibens

Tabelle 3 gibt das Verhalten der zu verschiedenen Zeitpunkten behandelten Baumarten hinsichtlich des Austreibens wieder. Verschiedene Arten zeigen in ihrem Verhalten folgende Übereinstimmungen:

1. Erfolgt die Behandlung nach Ausbildung der Winterknospen, so kann die Blattverfärbung und der Blattfall hinausgezögert werden. Bei einigen Arten erfolgt vorher jedoch eine Wiederaufnahme des Wachstums.

Erläuterungen der Abkürzungen und Zeichen zu Tab. 3:

1. W = Wiederaufnahme des Wachstums nach Ausbildung von Ruheknospen, + = ja; - = nein.
 2. V = Blattverfärbung, + = Beschleunigung; - = Verzögerung; \pm geringer oder kein Effekt.
 3. F = Blattfall; s. 2.
 4. A Blatt = Austreibetermin der Blattknospen im folgenden Frühjahr; s. 2.
 5. A Blüte = Austreibetermin der Blütenknospen; s. 2.
 6. P_P = Pollenfreigabe; s. 2, + 6 = um 6 Tage früher als an den Kontrollen.
- Die Tabellen 1–3 wurden von G. H. MELCHIOR ausgearbeitet.

2. Nach einer Behandlung im Spätsommer oder im Herbst kann der Austreibetermin im folgenden Frühjahr verzögert sein. Dieses Verhalten scheint unabhängig davon zu sein, ob eine Wiederaufnahme des Wachstums im Behandlungsjahr erfolgte oder nicht. Zusätzliche Gibberellin-Gaben im Frühjahr vor dem Austrieb scheinen an Aspe die durch die Herbstbehandlung hervorgerufene Austriebs-hemmung in eine Förderung umzuwandeln.

3. In der Regel fördert eine Gibberellin-Behandlung von Zweigen oder Stecklingen im Frühjahr den Blattaustrieb. LARSON stellte dazu an einer Reihe von Arten (Nr. 26—33 der Tab. 3) fest, daß behandelte Stecklinge der Jugendform früher als behandelte Stecklinge der Altersform austreiben. Zwischen behandelten und unbehandelten Stecklingen der Jugendform besteht im Austreibetermin nur ein Unterschied von wenigen Tagen. Unbehandelte Stecklinge der Altersform treiben jedoch bis zu 2 Wochen später aus als die unter Gibberellin-Einfluß stehenden Pflanzen.

4. Der Austrieb der Blütenknospen kann bei einigen Arten stimuliert werden. An *Populus regenerata* hält die anfängliche Beschleunigung des Wachstums jedoch nicht an, so daß zur Zeit der Pollenstreuung zwischen behandelten und unbehandelten Zweigen keine Unterschiede mehr feststellbar sind.

5. Einige Arten reagieren auf Gibberellin-Behandlung hinsichtlich des Austreibens überhaupt nicht (z. B. Nr. 13, 19, 22). Bei *Taxodium distichum* wird Blattverfärbung und Blattfall durch Gibberellin-Behandlung sogar beschleunigt.

Die Rolle der Gibberelline bei der Regulierung des Wachstums

Es seien abschließend einige mögliche Ursachen des im vorigen Abschnitt gekennzeichneten Verhaltens dargestellt. Viele Baumarten benötigen zur vegetativen Entwicklung Langtag. Unter diesen Lichtbedingungen wachsen sie dann kontinuierlich oder periodisch. Die Wiederaufnahme des Wachstums, eine verzögerte Blattverfärbung im Herbst und verzögerter Blattfall können daher bei einigen Arten als Langtag-Reaktionen angesehen werden (WAREING 1956, NITSCH 1957a u. b). Sie können bei vielen Arten durch Gibberellin-Wirkung induziert werden. So reagierten auch Sämlinge von *Pinus elliottii* im Dauerlicht mit periodischem Wachstum. Kurztag induzierte eine Ruheperiode, die durch Gibberellin-Gaben gebrochen werden konnte. Gibberellin-Gaben im Langtag blieben dagegen ohne Wirkung (BOURDEAU 1958). *Pinus coulteri* und *Pseudotsuga macrocarpa*, die ebenfalls zum Austreiben Langtag benötigen, reagierten auf Gibberellin-Behandlung jedoch nicht (LOCKHART u. BONNER 1957). *Rhus typhina*, *Quercus borealis*, *Picea abies* und *Acer palmatum* zeigten dagegen eine Sproßverlängerung im Kurz- und Langtag (NITSCH 1957a). Untersuchungen des gleichen Autors zeigen weiterhin, daß das Aufhören des Wachstums im Kurztag von einer Verminderung endogener Wuchsstoffe begleitet wird, die durch eine erhöhte Aktivität der photosensiblen Indolyllessigsäure-Oxydase (HILLMANN u. GALSTON 1957) erklärt werden kann, welche im Kurztag vermehrt auftritt (GARAY 1959). Ferner ist hierfür eine Erhöhung der Konzentration von Hemmstoffen von Bedeutung. Gleiche Ergebnisse an *Hedera helix* (MARTH, AUDIA u. MITCHELL 1956) und *Cornus florida* (WAXMAN 1957) stützen diese Annahme. Auf Grund ihrer vergleichenden Untersuchungen an intakten und isolierten Erbsen-Internodien schließen BRIAN und HEMMING (1958), daß nicht die vorhandenen Auxin-Mengen als wachstumsbegrenzender Faktor angesehen werden dürfen,

sondern ein Hemmstoffsystem. Sie sind der Ansicht, daß die Gibberellin-Wirkung darin besteht, ein bereits in der Pflanze wirksames Hemmprinzip zu neutralisieren. Sie machen deshalb für die Regulierung des Wachstums ein Dreifaktorensystem — Auxin : Gibberellinartige Substanz : Hemmstoff — verantwortlich. Ist die Menge von endogenen gibberellinartigen Stoffen unteroptimal, so kann bei Zuführung von Gibberellin-Gaben (durch Behandlung der Pflanzen mit Gibberellin-Lösungen usw.) bei Anwesenheit eines für das Wachstum genügend hohen Auxin-Spiegels mit einer Wachstumssteigerung gerechnet werden (BRIAN 1959). Obwohl eingehendere Beweise für die Existenz eines durch Gibberelline umkehrbaren Hemmstoffsystems noch zu erbringen sind, wird diese Hypothese von BRIAN und seinen Mitarbeitern hier deshalb in großen Zügen angedeutet, weil mit ihrer Hilfe die Differenzen im photoperiodischen Verhalten und in der Reaktion bei verschiedenen Arten und Sorten in gewissem Umfang erklärt werden können. ALLEWELDT (1960) gelangte zum Beispiel auf Grund eigener Untersuchungen und der Ergebnisse von BRIAN und HEMMING (1958), GALSTON und WARBURG (1959) u. a. zu dem Schluß, daß die Kurztagreaktion bei Reben durch wenigstens 3 Vorgänge reguliert wird, durch die Aktivierung der Indolyl-Essigsäure-Oxydase, durch die Hemmstoffbildung und durch die Anwesenheit eines Gibberellin-Wirkstoff-komplexes.

Zusammenfassung

Bei Laubholzarten kann durch Gibberellin-Behandlung das Längenwachstum des Sprosses oft sehr gefördert werden. Bei Nadelbäumen tritt dieser fördernde Effekt nur seltener und meist in viel geringerem Umfang ein. Mitunter wird das Längenwachstum bei Koniferen durch Gibberellin-Wirkung sogar verringert. Das Verhältnis der Längen der Hauptsprosse zu denen der Seitensprosse kann durch Gibberellin-Einfluß verändert werden.

Bei Zwergsorten bestimmter krautiger Arten ist die Förderung des Längenwachstums durch Gibberelline besonders stark. Entsprechende Effekte konnten auch an Holzarten gefunden werden. Ein Versuch mit Zwergfichten-Stecklingen wird beschrieben.

Das Dickenwachstum wird nur in wenigen Fällen durch Gibberellin-Behandlung gefördert. Meist kommt es namentlich bei stärkeren Gibberellin-Gaben zu einer Verringerung des Sproßdurchmessers. Einflüsse auf das Stammgewicht und die Holzfaserlängen sind noch wenig untersucht worden. Die Länge der Holzfasern wird nach bisherigen Ergebnissen bei unterschiedlichen Konzentrationen der applizierten Gibberellin-Lösungen offensichtlich in sehr verschiedener Weise beeinflusst.

Die Blattoberflächen können unter Gibberellin-Einwirkung mitunter größer werden. Es kann jedoch auch ein gegenteiliger Effekt eintreten. Die Blattform wird durch Gibberellin-Behandlung oft verändert. Nicht selten werden hierbei die Blätter schmaler und länger. Sehr verbreitet ist eine Verringerung des Chlorophyllgehaltes unter Gibberellin-Einfluß.

Das Wurzelwachstum wird durch Gibberellin-Behandlung nur in seltenen Fällen in relativ geringem Umfang gefördert. Meist haben Gibberelline in dieser Hinsicht keinen Einfluß. Bei Bäumen tritt darüber hinaus nicht selten in erheblichem Umfang eine Verminderung des Wurzelwachstums unter Gibberellin-Einfluß auf.

Gibberelline können bezüglich der Blütenbildung Wirkungen von langen Photoperioden (Langtag) und tiefen

Temperaturen (Vernalisation) ersetzen. Auch der Beginn der Blüte und Blütenentwicklung kann beschleunigt werden. Bei Pinaceen wurden jedoch bisher hinsichtlich der Blütenentwicklung oft keine Erfolge durch Gibberellin-Behandlungen erzielt. Unter bestimmten Umständen kann Gibberellin-Einwirkung sogar eine Blütenbildung hemmen. Aus normalerweise männlichen Trieben konnte bei bestimmten Coniferen (*Cryptomeria japonica*) durch Gibberellin-Einwirkung die Entwicklung von weiblichen Blüten erreicht werden. Das Pollenschlauch-Wachstum kann durch Gibberellin-Behandlung eine Förderung erfahren.

Die Keimung wird durch Gibberelline oft beschleunigt. Die nach Abschluß der Keimung erreichten Keimprozentage werden jedoch durch Gibberellin-Behandlung in den meisten Fällen nicht erhöht. Ein Versuch über Keimung unter Gibberellin-Einfluß mit *Alnus glutinosa* wird beschrieben.

Das Austreiben kann durch Gibberellin-Behandlung in verschiedener Weise beeinflusst werden. Oft haben hierbei Gibberelline entsprechende Effekte wie lange Photoperioden. Hypothesen über die Rolle der Gibberelline bei der Regulierung des Wachstums werden dargestellt.

Abschließend möge bemerkt werden, daß es notwendig erscheint, die Untersuchungen über Gibberellin-Wirkungen an Baumarten in vielseitiger Weise auszubauen und fortzusetzen. Auf Grund weiterer Versuchsergebnisse darf erwartet werden, daß sich noch mehr Aussichten für eine Anwendung der Gibberelline in der Forstwirtschaft und insbesondere auch in der Forstpflanzenzüchtung eröffnen.

Summary

Title of the paper: *Effects of Gibberellins on Trees.*

In dicotyledonous trees the longitudinal growth of stems is often very much promoted by gibberellin treatments. This promoting effect is less common and mostly smaller in conifers. Sometimes longitudinal growth is even decreased in conifers by influence of gibberellins.

The enhancement of longitudinal stem growth by gibberellins is most considerable in dwarf varieties of certain herbaceous species and also of certain woody plants. An experiment with cuttings of dwarf spruce is described here.

The diameter growth is promoted by gibberellin treatment only in a few cases. Mostly a decrease of stem diameter is observed after application of gibberellins, especially after treatments with relatively high amounts of these substances. There exists until now only few research work on gibberellin effects on stem weight and on fibre length. The length of woody fibres depends on the concentrations of gibberellin solutions applied in certain experiments.

Sometimes the leaf surface is enlarged by the influence of gibberellins. But a contrary effect can occur as well. The leaf shape is often changed by gibberellin treatment. The leaves become longer and narrower in many cases. A lowering of the chlorophyll content is found very often by gibberellin influence.

Root growth is promoted by gibberellins only relatively slightly in a few cases. Mostly gibberellins have no influence in this direction. Root growth of trees is frequently even considerably reduced by influence of gibberellins.

In flowering, gibberellins can substitute long photoperiods (long days) and low temperature (vernalization). Also the speed of flower development can be hastened. But gibberellin treatments were often not successful for enhancement of flower development in *Pinaceae*. Gibberellin influence can even inhibit flower development in certain

cases. Female flowers are developed on normally male shoots of certain conifers (*Cryptomeria japonica*) by gibberellin treatments. Pollen tube growth can be promoted by gibberellin treatment.

Germination is often hastened by gibberellins. But the final germination percentages are not raised in most cases by gibberellin treatment. An experiment on germination of *Alnus glutinosa* influenced by gibberellin is described.

The time of sprouting of buds is influenced by gibberellin treatments in different ways. Often gibberellins show similar effects like long photoperiods. Hypotheses are discussed dealing with the role of gibberellins in growth regulation.

Finally the necessity may be emphasized to extend and to continue research work on gibberellin effects on tree species. Further experimental results are expected to increase the possibilities of gibberellin applications in forestry, especially in forest tree breeding.

Résumé

Titre de l'article: *Effets des Gibbérellines sur les arbres.*

Chez les feuillus, la croissance en longueur des pousses est augmentée de façon considérable par traitements à la Gibbérelline. Chez les conifères, cet effet est beaucoup moins général et beaucoup plus discret. Parfois même la croissance en longueur est réduite par le traitement aux Gibbérellines.

L'accroissement dû aux Gibbérellines est considérable chez les variétés naines de certaines espèces herbacées. On a trouvé des effets correspondants chez quelques espèces d'arbres. L'article décrit une expérience sur des boutures d'épicéas nains.

La croissance en diamètre est augmentée par la Gibbérelline dans quelques cas seulement. Le plus souvent il en résulte une diminution de la croissance en diamètre de la pousse, surtout lorsqu'on applique le produit fortement concentré. On ne possède que peu de renseignements sur l'influence du traitement sur le poids de la tige et la longueur des fibres du bois. La longueur des fibres est influencée de façon différente suivant la concentration des solutions de Gibbérelline.

Parfois le traitement provoque une augmentation de la surface des feuilles. Mais on peut constater également l'effet contraire. La forme de la feuille est très souvent modifiée. Il n'est pas rare d'observer des feuilles plus longues et plus étroites après le traitement. De même, on observe souvent une réduction de la teneur en chlorophylle.

Dans quelques cas seulement, on a observé une faible augmentation de la croissance des racines. La plupart du temps, les Gibbérellines n'ont aucun effet. On a même observé de fortes réductions de cette croissance dues au traitement aux Gibbérellines.

En ce qui concerne l'induction de la floraison, il est possible de remplacer par les Gibbérellines l'effet de longue photopériode ou de basse température (vernalisation). En outre, le début de la floraison peut être avancé et le développement des fleurs accéléré. Cependant chez les *Pinaceae*, on n'obtient la plupart du temps aucun résultat en ce qui concerne le développement des fleurs. Dans certains cas même, l'influence de la Gibbérelline peut freiner ce développement.

Pour plusieurs conifères (par exemple *Cryptomeria japonica*), il a été possible par traitement à la Gibbérelline de provoquer le développement de fleurs femelles sur des pousses portant normalement des fleurs mâles. La croissan-

ce du tube pollinique peut être influencée par la Gibbérelline.

Les Gibbérellines accélèrent souvent la germination. Cependant, les pourcentages de graines germées à la fin de la période de germination ne sont augmentés en aucun cas. L'article rend compte d'expériences concernant l'influence de la Gibbérelline sur la germination de graines d'*Alnus glutinosa*.

La période d'élongation de la pousse est influencée par le traitement à la Gibbérelline de diverses façon. On obtient souvent des effets correspondant à ceux obtenus en photopériode longue. On discute les hypothèses concernant le rôle de la Gibbérelline sur le rythme de la croissance.

En conclusion, il semble nécessaire de poursuivre et d'amplifier les recherches concernant l'effet de la Gibbérelline sur les arbres. Il se peut que les résultats d'expériences ultérieures aboutissent à un emploi plus large de la Gibbérelline en foresterie, en particulier pour l'amélioration des arbres forestiers.

Literatur

ABE, S., and KAWATA, J.: Effect of gibberellin on forcing of *Freesia* and some flowering trees. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 3, 61—62 (1960). — ALLEWELDT, G.: Die Beziehungen zwischen photoperiodischer Reaktion und Gibberellinsäure-Empfindlichkeit bei Reben. Z. Pflanzenzüchtung 43, 63—84 (1960). — ALVIM, P. DE T.: Estimulo de la floración y fructificación del café por aspersiones con ácido giberélico. Turrialba 8, 64—72 (1958). — ANDO, A.: Practical application of gibberellin to Kiri (*Paulownia tomentosa* STEUDEL) cultivation. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 3, 110—111 (1960a). — ANDO, A.: Relations between the growth of *Paulownia tomentosa* STEUDEL and climatic factors. Jour. Jap. For. Soc. 42, 265 (1960b). — ANDO, A.: Practical application of gibberellin to *Paulownia tomentosa* STEUDEL cultivation. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 4, 37—39 (1961). — BARTON, L. V.: Growth response of physiological dwarfs of *Malus arnoldiana* SARG. to gibberellic acid. Contr. Boyce Thompson Inst. 18, 311—317 (1956). — BILAN, M. V., and KEMP, A. K.: Effect of gibberellin on height growth of one-year old seedlings of loblolly pine. Jour. Forestry 58, 35—38 (1960). — BOURDEAU, P. F.: Interaction of gibberellic acid and photoperiod in the vegetative growth of *Pinus elliotii*. Nature 182, 118 (1958). — BRADLEY, M. V., and CRANE, J. C.: Gibberellin-stimulated cambial activity in stems of apricot spur shoots. Science 126, 972—973 (1957). — BRADLEY, M. V., and CRANE, J. C.: Gibberellin-induced inhibition of bud development in some species of *Prunus*. Science 131, 825—826 (1960). — BRIAN, P. W.: Effects of gibberellins on plant growth and development. Biol. Rev. 34, 37—84 (1959). — BRIAN, P. W., ELSON, G. W., HEMMING, H. G., and RADLEY, M.: The plant-growth-promoting properties of gibberellic acid, a metabolic product of the fungus *Gibberella fujikuroi*. J. Sci. Food Agr. 5, 602—612 (1954). — BRIAN, P. W., GROVE, J. F., and MACMILLAN, J.: The gibberellins. Fortschr. Chem. Org. Naturstoffe 18, 350—433 (1960). — BRIAN, P. W., and HEMMING, H. G.: Complementary action of gibberellic acid and auxins in pea internode extension. Ann. Botany 22, 1—17 (1958). — BRIAN, P. W., PETTY, J. H. P., and RICHMOND, P. T.: Effects of gibberellic acid on development of autumn colour and leaf-fall of deciduous plants. Nature 183, 58—59 (1959a). — BRIAN, P. W., PETTY, J. H. P., and RICHMOND, P. T.: Extended dormancy of deciduous woody plants treated in autumn with gibberellic acid. Nature 184, 69 (1959b). — BROWN, C. L., and GIFFORD, E. M.: The relation of the cotyledons to root development of pine embryos in vitro. Plant Physiol. 33, 57—64 (1958). — CHING, K. K., and CHING, T. M.: Extracting Douglas fir pollen and effects of gibberellic acid on its germination. Forest Sci. 5, 74—80 (1959). — COOPER, W. C., and PEYNADO, A.: Effect of gibberellic acid on growth and dormancy in *Citrus*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 72, 284 (1958). — DONOHO, C. W., and WALKER, D. R.: Effect of gibberellic acid on breaking rest period in Elberta peach. Science 126, 1178—1179 (1957). — DOSTAL, R.: Gibberellinsäure und Knospenbildung bei *Syringa vulgaris*. Naturwissenschaft. 48, 139—140 (1961). — EINSFAHR, D. W., and BUIJTENEN, J. P. VAN: The influence of gibberellic acid on growth and fiber length of quaking aspen. Forest Sci. 7, 43—51 (1961). — FOGLE, H. W.: Effects of duration of after-ripening, gibberellin and other pretreatments on sweet cherry germination and seedling growth. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 72, 129 (1958). — GALSTON, A. W., and WARBURG, H.: An analysis of auxin-gibberellin interaction in pea stem tissue.

Plant. Physiol. 34, 16—22 (1959). — GOO, M.: Effects of gibberellins on the forest trees. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 3, 104 (1960), 4, 26 (1961). — GOO, M., and TSUTIHASHI, H.: Effects of gibberellin application on germination promotion of red pine (*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.) seeds. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 2, 64 (1958a). — GOO, M., and TSUTIHASHI, H.: Hastening the germination of *Pinus densiflora* by gibberellin. Jour. Jap. For. Soc. 40, 509—511 (1958b). — GARAY, A. S., and GARAY, M.: Effekt der photoperiodischen Induktion auf die Aktivität der Auxinoxidase von *Lupinus albus* L. Naturwissenschaft. 46, 171 (1959). [Nicht über Gibberelline.] — HASHIZUME, H.: The effect of gibberellin on flower formation and sex transition to female in *Chamaecyparis obtusa* and *C. lawsoniana*. Jour. Jap. For. Soc. 41, 458—463 (1959a). — HASHIZUME, H.: The effect of gibberellin upon flower formation in *Cryptomeria japonica*. Jour. Jap. For. Soc. 41, 375—381 (1959b). — HASHIZUME, H.: The effect of gibberellin upon flower bud formation in *Cryptomeria japonica*. II. The germination of seeds collected from cones borne by spraying with gibberellin. Jour. Jap. For. Soc. 42, 226—228 (1960a). — HASHIZUME, H.: The effect of gibberellin upon sex differentiation in *Cryptomeria japonica* strobiles. Jour. Jap. For. Soc. 42, 176—180 (1960b). — HASHIZUME, H.: The germination of *Chamaecyparis obtusa* seed collected from cones borne by spraying with gibberellin. Jour. Jap. For. Soc. 42, 190—191 (1960c). — HILLMANN, W. S., and GALSTON, A. W.: Inductive control of indoleacetic acid oxydase activity by red and near red infrared light. Plant. Physiol. 32, 129—135 (1957). [Nicht über Gibberelline.] — HACSAYLO, J., and MURPHY, W. K.: Response of 9 year old McKee hybrid poplar to gibberellic acid. Ohio Agr. Expt. Sta. Res. Circ. 54, 8 pp. (1958). — HOTIANOVICH, A. V., and BAIDALINA, N. A.: The effect of gibberellic acid on the growth and anatomic and physiologic features of some woody species. Dokl. Akad. Nauk SSSR 128, 1084—1087 (1959). — IWAGAKI, H.: The effect of gibberellin on fruit trees. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 3, 64—65 (1960). — KATO, Y.: Stimulation of differentiation of flower buds in Sugi (*Cryptomeria japonica*) by gibberellin. Jour. Jap. For. Soc. 41, 138—141 (1959). — KATO, Y., and FUKUHARA, N.: Stimulation of flower buds differentiation in conifers by gibberellin. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 4, 26—31 (1961). — KATO, Y., FUKUHARA, N., and KOBAYASHI, R.: Stimulation of flower bud differentiation of conifers by gibberellin. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 2, 67—68 (1958). — KATO, Y., FUKUHARA, N., and KOBAYASHI, R.: Stimulation of differentiation of the flower bud in the conifer by gibberellin. I. Jour. Jap. For. Soc. 41, 309—311 (1959). — KAWARADA, A., and SUMIKI, Y.: Occurrence of gibberellin A₁ in water sprouts of *Citrus*. Bull. Agr. Chem. Soc. Japan. 23, 343—344 (1959). — KNAPP, R.: Über die Wirkung von Gibberellin auf Wachstum und Blütenbildung bei verschiedenen Temperatur- und Lichtverhältnissen. Z. Naturforschung 11 b, 698—704 (1956). — KNAPP, R.: Die Gibberelline und ihre Bedeutung für die Pflanzenphysiologie. Naturwissenschaft. 45, 408—413 (1958). — KNAPP, R.: Bedeutung der Gibberelline für eine gegenseitige Beeinflussung von Pflanzen. Naturwissenschaft. 46, 657 (1959). — KNAPP, R.: Die Entwicklung der Untersuchung der Gibberelline und einige ihrer heutigen Hauptprobleme. In: Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline. 1962. — KNAPP, R.: n. p.: Unveröffentlichte Versuchsergebnisse. — KNIGHT, H. A. W.: Gibberellic acid application to Western Hemlock seedlings. Brit. Col. Forest Service Res. Rev. 1958, 35—37. — KNIGHT, H. A. W.: Gibberellic acid application to ENGELMANN spruce seedlings. Brit. Col. Forest Service Res. Rev. 1958, 36—37. — LARSON, P. R.: Effect of gibberellic acid on forcing hardwood cuttings for pollen collections. Lake States Forest Expt. Sta., U. S. D. A. Forest Service, Techn. Notes No. 538 (1958). — LARSON, P. R.: Gibberellic acid-induced growth of dormant hardwood cuttings. Forest Sci. 6, 232—239 (1960). — LEAK, W. B.: Gibberellin reduces root growth of yellow birch seedlings. Jour. Forestry 58, 321 (1960). — LEVISOHN, J.: Effects of *Gibberella fujikuroi* on fungal root infections of *Pinus*. Nature 186, 987—988 (1960). — LOCKHART, J. A., and BONNER, J.: Effects of gibberellic acid on the photoperiod-controlled growth of woody plants. Pl. Phys. 32, 492—494 (1957). — LONA, F., BOCCHI, A., e BORGHI, R.: Germogliazione di gemme di *Fagus sylvatica* L. in periodo di quiescenza invernale, a fotoperiodo breve per azione dell'acido gibberellico. Ateneo Parmense 28, 116—118 (1957). — MARTH, P. C., AUDIA, W. V., and MITCHELL, J. W.: Effects of gibberellic acid on growth and development of plants of various genera and species. Bot. Gaz. 118, 106—111 (1956). — McVEY, G. R., and WITTWER, S. H.: Gibberellin and higher plants. XI. Responses of certain woody ornamental plants. Quart. Bull. Mich. Agr. Exp. St. Mich. St. Univ. 40, 679—697 (1958). — MELCHIOR, G. H.: Versuche mit Gibberellinsäure an Waldbaumsämlingen und -stecklingen. Naturwissenschaft. 48 (1961). — MELCHIOR, G. H.: Über den Einfluß der Gibberellinsäure auf das Längenwachstum von Graupappestecklingen, Aspen- und Roterlensämlingen. In: Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline. 1962. — MELCHIOR, G. H., n. p.:

Unveröffentlichte Versuchsergebnisse. — MONACO, L. C., y CARVALHO, A.: Efeito da giberelina em mutantes de café. Biol. Sptda. Serr. Café 33, 17 (1958). — NELSON, T. C.: Early responses of some southern tree species to gibberellic acid. Jour. Forestry 55, 518—520 (1957). — NISHIURA, M., and IBA, Y.: The effect of gibberellin on the growth and fruiting of *Citrus* trees. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 2, 16—17 (1958). — NITSCH, J. P.: Growth responses of woody plants to photoperiodic stimuli. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 70, 512—525 (1957a). — NITSCH, J. P.: Photoperiodism in woody plants. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 70, 526—544 (1957b). — NORO, T., TAKAGI, R., OIWA, K., and MATSUNAGA, S.: The effect of gibberellin on *Citrus* trees and fruits. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 3, 70 (1960). — OHATA, T., and HARADA, R.: The effect of gibberellin on the growth of peach seedlings. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 1 (1957). — ONO, T., WATANABE, S., and TANAKA, E.: Effects of gibberellin on persimmon young plant. Agr. Horticult. 34 (11) 87—88 (1960). — POWELL, L. C., CAIN, J. E., and LAMB, R. C.: Some responses of apple and pear seedlings to gibberellin. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 74, 82—86 (1959). — RAMACHANDRA, R., RANGA GOWDA, D. D., and RAMASWAMY, M. N.: A note on the effect of gibberellin on *Pogostemon patchouli*. Indian Forester 86, 159—160 (1960). — RANDHAWA, G. S., and SINGH, J. P.: Growth response of *Citrus* seedling rootstock to gibberellic acid. Indian Jour. Hort. 16, 76—78 (1959). — RICHARDSON, S. D.: Radicle elongation of *Pseudotsuga menziesii* in relation to light and gibberellic acid. Nature 181, 429—430 (1958). — RICHARDSON, S. D.: Germination of Douglas-fir seed as affected by light, temperature and gibberellic acid. Forest Sci. 5, 174—181 (1959). — SATO, K., and MIYAJIMA, H.: Effects of gibberellin application on growth and development of forest trees, pastures and weeds. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 2, 65—67 (1958). — SATO, K., and MIYAJIMA, H.: The effects of gibberellin upon growth, flower formation and rooting of cuttings in some coniferous seedlings. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 3, 108—109 (1960). — SATO, K., and HIROSE, K.: The effect of gibberellin sprays on persimmon trees. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 2, 16 (1958). — SATO, K., SUZAKI, T., and SHINGAI, Y.: On the effects of gibberellin upon seed germination and flower formation of some forest trees. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 4, 32—37 (1961). — SCHOEDLE, M.: Gibberellic acid application to Douglas-fir seedlings. Brit. Col. Forest Serv. Res. Rev. 1958, 35. — SCURFIELD, G., and MOORE, C. W. E.: Effects of gibberellic acid on species of *Eucalyptus*. Nature 181, 1276—1277 (1958). — SETHI, S. K., and MATHAUDA, G. S.: Preliminary trials with gibberellic acid.

Indian Forester 85, 528—532 (1959). — SHIDEI, T., and AKAI, T.: Effects of gibberellin on germination of seeds and elongation of seedlings of forest trees. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 2, 64—65 (1958). — SHIDEI, T., AKAI, T., and ICHIKAWA, S.: Flower bud formation on Sugi (*Cryptomeria japonica*) and *Metasequoia* (*M. glyptostroboides*) by gibberellic acid treatment. Jour. Jap. For. Soc. 41, 312—315 (1959). — SHIDEI, T., ICHIKAWA, S., and KONOHIRA, Y.: Flower bud formation on *Cryptomeria japonica* and *Metasequoia glyptostroboides* by gibberellic acid treatment. II, III. Jour. Jap. For. Soc. 42, 363 (1960). — SHIDEI, T., ICHIKAWA, S., YOSHIKAWA, K., and INAMORI, Y.: On the influence of gibberellin tread to the differentiation of flower buds. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 4, 39—42 (1961). — SHIDEI, T., OGAWARA, K., and AKAI, T.: The effect of gibberellin forest tree seedlings and on soil fungi. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 1 (1957). — STODOLA, F. H.: Source book on gibberellin. 1928—1957. Ed.: Agr. Res. Serv., U. S. D. A. (1958). — STOWE, B. B., and YAMAKI, T.: The history and physiological action of the gibberellins. Ann. Rev. Pl. Phys. 8, 181—216 (1957). — SWAN, H. S. D.: The influence of gibberellic acid on the growth and development of hybrid poplar. Woodland Res. Ind. Pulp Paper Res. Inst. Can. 105 (1958). — TAKIZAWA, Y., and KANO, S.: Effects of gibberellin application to mulberry leaves. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 4, 11—13 (1961). — USHIODA, T., GOTO, T., and HAZAMA, K.: Applications of gibberellins to mulberry. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 2, 61—62 (1958). — WALKER, D. R., and DONOHO, C. W.: Further studies of the effect of gibberellic acid on breaking the rest period of young peaches and apple trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 74, 87—92 (1959). — WAREING, P. F.: Photoperiodism in woody plants. Ann. Rev. Plant Physiology 7, 191—214 (1956). — WAXMAN, S.: The development of woody plants as affected by photoperiod treatment. Ph. D. thesis Cornell Univ. Ithaca, NY. Zit. nach NITSCH 1957a. — WESTING, A. H.: Effect of gibberellin on conifers: Generally negative. Jour. Forestry 57, 120—122 (1959). — WITTWER, S. H., and BUKOVAC, M. J.: The effects of gibberellin on economic crops. Econ. Bot. 12, 213—255 (1958). — YAKUSHIJI, K., YAMAGUCHI, K., YAMANAKA, T., and TAMAI, T.: Gibberellin effects on the growth and fruit set of *Citrus* trees. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 3, 75 (1960). — YOKOKAWA, S.: Application of gibberellin on mulberry. Agr. Horticult. 34 (9) 1435 (1959). — YUKAWA, I.: The effect of a plantgrowth-promoting substance, gibberellin, on the growth of *Citrus* seedlings and top grafted scions. Jap. Gibb. Res. Ass. Abstr. M 2, 15—16 (1958).

(Aus dem Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft und dem Botanischen Institut der Universität des Saarlandes)

Ergebnisse einer Auslese vorwüchsiger *Pinus silvestris*-Sämlinge aus dem Langtag

Von P. SCHÜTT¹⁾

(Eingegangen am 4. 11. 1961)

Einleitung

Es ist seit langem bekannt, daß Korn- und Sämlingsgröße eng miteinander korreliert sind. Im allgemeinen pflügen sich jedoch bei *Pinus*-Arten die darauf beruhenden Wuchsunterschiede nach etwa drei bis vier Jahren zu verwischen. Darüberhinaus machen es neuere, auf Experimenten beruhende Erkenntnisse über Wachstumsverlauf und „Wuchstypen“ wahrscheinlich, daß — zumindest bei *Pinus silvestris* — hohe Jugendwüchsigkeit sehr häufig mit geringer Endleistung gekoppelt sein dürfte (Literatur bei SCHÜTT, 1958). Schließlich kann man auch gewisse äußere Fehlerquellen nicht völlig außer acht lassen, die wahrscheinlich weniger aus kleinsten Standortunterschieden

im Saatbeet als aus versehentlich durch den Klengprozeß verursachten Beimischungen sortenfremden Saatgutes resultieren.

Alle diese Faktoren erschweren in der Praxis das Auffinden solcher Individuen, die aus genetischen Ursachen sowohl in der Jugend als auch während ihres gesamten Lebens raschwüchsig sind. Dennoch sind hin und wieder Resultate bekannt geworden, die nach zehn und mehr Jahren ein mehr oder weniger ausgeprägtes Beibehalten der hohen Jugendwüchsigkeit zeigten (u. a. HOUGH 1952, ROHMEDER 1961), und bei denen somit wenigstens der störende Einfluß der Korngröße überwunden sein dürfte.

Als Beitrag zu diesem Problem werden im folgenden die vorläufigen Ergebnisse eines Feldversuches mit *P. silvestris* mitgeteilt und interpretiert, in dem die selektierten „Riesenwüchse“ in überraschend starkem Maße den im Saatbeet vorhandenen Wuchsvorsprung beibehielten.

¹⁾ Der Versuch wurde von Herrn Professor Dr. W. LANGNER im Rahmen der Arbeiten des Instituts für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung begonnen und mir während meiner Zugehörigkeit zu diesem Institut zur weiteren Betreuung und Auswertung übergeben. Hierfür danke ich auch an dieser Stelle.