

- kutatasok, 1960, 1–3, 327–335. — (6) HÖFKER: *P. canescens* SMITH. DDG 1938, 59. — (7) JOHNSSON, H.: Svensk växtförädling, skogs-växterna, lövträd. Natur och Kultur, Stockholm, 1951, 77–786. — (8) LANGNER, W.: Kreuzungsversuche mit *Larix europaea* D. C. und *Larix leptolepis* GORD. Forstgenetik 1, 2–48 und 40–56 (1951/1952). — (9) MÜLLER, R.: Die Graupappel — *P. canescens* SMITH. Beiträge zu einer sehr komplexen Frage. Allg. Forstzeitschr. 6, 33–36 (1951). — (10) ROHMEDER, E., und SCHÖNBACH, H.: Genetik und Züchtung der Waldbäume. Parey-Verlag, Berlin-Hamburg 1959, S. 216. — (11) RUDORF, W.: Kreuzung innerhalb der Art. Handbuch der Pflanzenzüchtung, 2 Auflage, Parey-Verlag, Berlin-Hamburg S. 515. — (12) SCAMONI, A.: Die weitere Entwicklung der Kreuzungen zwischen *Larix europaea* D. C. und *Larix leptolepis* MURRAY in Eberswalde. Züchter 19, 192–196 (1949). — (13) SCHÖNBACH, H.: Die bisherigen Ergebnisse der Züchtungsarbeiten mit verschiedenen Pappelarten der Sektion Leuce (Vorläufige Mitteilung). Wissenschaftl. Abh. der DAL 1957, Beitr. zur Pappelforschung II, Nr. 27, 149–178. — (14) SCHÖNBACH, H.: Ergebnisse 8jähriger Züchtungsversuche mit Pappelarten der Sektion Leuce. Wissenschaftl. Abh. der DAL 1960, Beitr. zur Pappelforschung IV, Nr. 44. — (15) SCHÖNBACH, H.: Ergebnisse eines Anbauversuches mit Aspe (*P. tremula* L.) auf gleyartigem Eoden. Arch. f. Forstw. 10, 150–170 (1961). — (16) SCHRÖCK, O.: Die Graupappel und ihre vegetative Vermehrung. Züchter 28, 71–80 (1958). — (17) WETTSTEIN, W. v.: Die Kreuzungsmethode und die Beschreibung von F<sub>1</sub>-Bastarden bei *Populus*. Zeitschr. f. Züchtung 18, 597–626 (1933). — (18) WETTSTEIN, W. v.: Züchtungsversuche mit Forstpflanzen. Forstarchiv 9, 127–129 (1933). — (19) WETTSTEIN, W. v.: Forstpflanzliche Züchtungsversuche, besonders mit *Populus*. Botanika Nutiser 1937, H. 314, 272. — (20) WETTSTEIN, W. v.: Transgression und Heterosis bei *Populus*-Kreuzungen. Forstw. Zentralbl. 1938, H. 17, 529–560. — (21) WETTSTEIN, W. v.: Forstpflanzen. Handbuch der Pflanzenzüchtung, 1. Aufl., Verlag Parey, Berlin, 1940. — (22) WETTSTEIN, W. v.: Die Grundlagen der Züchtung schnellwüchsiger Cellulosepflanzen. Forschungsberichte des ZKR 1942, H. 2, 21–26. — (23) WETTSTEIN, W. v.: Über den gegenwärtigen Stand der forstlichen Pflanzenzüchtung Allgem. Forst- u. Jagdzeitung 118, 128–131 (1942). — (24) WETTSTEIN, W. v.: Die Faserholzpappel, ihre Kultur und Züchtung. Pappeljahrbuch 1947, Hannover, pp. 33–47. — (25) WETTSTEIN, W. v.: Die Pappelkultur. Österreichische Gesellschaft für Holz-Forschung, Schriftenreihe, H 5, Wien 1952. — (26) WETTSTEIN, W. v.: Eignungsprüfung von Aspen für die Anzucht von leistungsfähigem Pflanzgut. Informationsdienst Forstl. Bundesversuchsanstalt Maria-Brunn, 33. Folge, 1960.

(Aus dem Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Zweigstelle Wächtersbach/Hessen)

## Weitere Untersuchungen zur Förderung der Blütenbildung an Kiefern durch Rückschnitt\*)

Von G. H. MELCHIOR

(Eingegangen am 21. 9. 1961)

In einer früheren Arbeit wurden Versuche zur Erhöhung der Zahl der männlichen Blüten an Kiefern-Pfropflingen durch Rückschnitt aus den Jahren 1956 bis 1957 dargestellt (MELCHIOR und HEITMÜLLER, im Druck). Im folgenden Bericht sollen unsere Untersuchungen bis zum Frühjahr 1961 besprochen werden.

Wir versuchten, die folgenden Fragen zu klären:

(1) Ist das günstige Ergebnis unserer ersten Versuche auch unter ungünstigen Umweltsbedingungen reproduzierbar?

(2) Besteht die Möglichkeit, das Geschlechtsverhältnis an Kiefern-Pfropflingen zugunsten der Zapfenblüten durch die Begünstigung des Terminaltriebes und des höchsten Quirls zu verschieben? In die gleiche Richtung zielt die Frage, ob es möglich ist, Blütenanlagen so zu beeinflussen, daß sie sich zu Zapfenblüten ausdifferenzieren.

Es wurde (3) die Wirkung eines Rückschnitts auf Stroben-Pfropflinge und Kiefern-Sämlinge untersucht.

### I. Rückschnittversuche

#### a) an 6jährigen Kiefern-Pfropflingen

Mehrere, in der Masse 6- oder 7jährige Kiefern-Pfropflinge des gleichen Klonen wurden mit folgenden Methoden behandelt:

1. Rückschnitt aller Seitentriebe und des Gipfeltriebes am 22. 2. 1960 um ein Drittel (X<sub>1</sub>). 2. Rückschnitt sämtlicher Seitentriebe am 25. 3. 1960 um ein Drittel (X<sub>2</sub>). 3. Rückschnitt sämtlicher Seitentriebe, mit Ausnahme des jüngsten Quirls, am 25. 3. 1960 um ein Drittel (X<sub>3</sub>). 4. unbehandelte Kontrollen (X<sub>4</sub>).

Die Auszählung der Blüten am Terminaltrieb und an den Seitenzweigen erfolgte vom 1957er Jahrestrieb des

Stämmchens ab zwischen dem 15. und 25. April 1961. Die Prüfung der Anzahl der Blüten auf Signifikanz erfolgte wiederum im DUNCANTEST (WEBER 1957) und der Prozentzahlen blühender Pfropflinge nach verschiedenen Behandlungsweisen im  $\chi^2$ -Test (s. JEFFERS 1960). Dabei muß unter Zugrundelegung der Hypothese, daß die verschiedenen Behandlungsweisen ohne Einfluß auf die Zahl der blühenden Pfropflinge (oder die Anzahl der Blüten) sind, die erwartete Anzahl blühender Pfropflinge (oder der männlichen Blüten) in zwei verglichenen Gruppen gleich groß sein. Überschreitet das errechnete  $\chi^2$  seinen tabellierter Grenzwert bei einem Freiheitsgrad von 1, so muß die obige Hypothese zurückgewiesen werden.

Da bereits früher auf das Verhalten der Pfropflinge nach dem Schnitt näher eingegangen wurde (MELCHIOR und HEITMÜLLER 1961), und das Verhalten der Pfropflinge auch bei diesen Versuchen das gleiche war, soll hier nur auf die Anzahl der männlichen und Zapfenblüten eingegangen werden. In Tabelle 1 sind die Mittelwerte der blütentragenden Langtriebe und die der Zapfenblüten zusammengefaßt. Es ergibt sich eindeutig, daß die Zahl der männlichen Blüten erhöht wird (X<sub>1</sub>) und um so mehr erhöht wird, je stärker der Rückschnitt in der Gipfelregion erfolgt. Umgekehrt zeigt sich, wie wir bereits früher feststellten (MELCHIOR und HEITMÜLLER 1961), daß die Zahl der Zapfenblüten dann um so geringer wird. Sie ist am höchsten an unbehandelten Propflingen.

#### b) an 5jährigen Kiefern-Pfropflingen

Ebenso wie an 6jährigen Pfropflingen wurden auch hier zum gleichen Zeitpunkt Gipfel- und Seitentriebe zurückgeschnitten (X<sub>1</sub>). 2. wurden sämtliche Seitentriebe, mit Ausnahme der Seitentriebe am jüngsten Quirl und der Gipfeltrieb am 25. März gekappt (X<sub>2</sub>). 3. wurden weitere Pfropflinge als Kontrollen unbehandelt gelassen (X<sub>3</sub>).

Die Höhe der Pfropflinge betrug im Zeitpunkt der Be-

\*) Diese Arbeit wurde mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt, der ich meinen besten Dank sage. Mein Dank gebührt vor allem aber auch Herrn Fm. Dr. HEITMÜLLER für jedwede mir gewährte Unterstützung.

Tab. 1. — Anzahl der blühenden Ppropflinge und der Blüten pro Ppropfling an 6jährigen Kiefernpropflingen nach Rückschnitt. Behandlungsweisen s. Abschn. I a. Nicht gemeinsam unterstrichene Werte unterscheiden sich signifikant.

Klone	Anzahl der Ppropflinge pro Behandlungsweise	Mittelwert der Blüten aus der genannten Anzahl Ppropflinge							
		X <sub>1</sub>		X <sub>2</sub>		X <sub>3</sub>		X <sub>4</sub>	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Selb I	2	79,5	0	57,5	0	0	0	0	0
Selb II	4	5,4	0	0	0,8	0	2,3	0	4,3
Selb IV	3	20,3	0	6,7	0	0	0,3	0	0,3
Selb V	2	83,5	0	33,0	0	5	0	0	1
Selb VI	3	88,3	0	29,3	0	0	0,3	1,7	0,3
Selb 4	1	6,5	0	0	0	0	0	0	0
Selb 5	3	62,0	0	1,0	2,7	11	2,3	0,3	2,3
Selb 10	1	26,0	0	25,0	1,0	2,0	2,0	0	3,0
Selb 17	4	43,5	0	4,3	0,8	3,0	1,5	1,5	0
Wilddeck 1	4	30,3	0	0	0	0	0,3	0	0,8
Wilddeck 2	1	63,0	0	0	2	0	0	0	5
Wilddeck 3	3	64,7	0,3	2,3	0,3	6,7	1,0	0	1,7
Wilddeck 6	1	27,0	0	0	0	0	0	0	0
Summe 13	32	600,0	0,3	159,1	7,6	27,7	10,0	3,5	18,7
Blüten pro Ppropfling		46,2		12,2		2,1		0,3	
		0,02		0,6		0,8		1,5	
Anzahl der blühenden Ppropflinge		31		15		10		2	
		1		6		14		16	

handlung zwischen 0,6 und 1,2 m. Die Pflanzen waren in einem 50 × 50 cm Verband ausgepflanzt. Es handelte sich bei diesem Quartier um ein ungefähr 23 m langes Beet von 2 m Breite, eingeengt durch ein Erlen-Klonquartier mit Ppropflingen zwischen 1,5 und 3 m Höhe an der Längsseite im Westen und eine Reihe *Metasequoia glyptostroboides* der gleichen Höhe im Osten. Mit Ausnahme von 2 bis 3 Reihen der am südlichsten Ende ausgebrachten Ppropflinge erhielten alle übrigen Pflanzen kaum Sonnenlicht und standen unter starkem Seitendruck, Bedingungen also, die für eine Blüteninduktion wohl mit Recht als ungünstig bezeichnet werden dürfen. Die Auszählung der Blüten und die Prüfung auf Signifikanz erfolgte wie unter I a angegeben.

Tabelle 2 gibt die Anzahl der Blüten dieses Versuches wieder. Es zeigt sich, daß selbst unter starkem Seitendruck stehende Ppropflinge mit wenig Sonneneinstrahlung durch Rückschnitt des Gipfeltriebes und der Seitentriebe ( $X_1$ )

zur Induktion männlicher Blüten gebracht werden können. Wie im vorhergehenden Versuch wird die Zahl der männlichen Blüten auch hier durch die Anwesenheit von Zweigen in der Gipfelregion erheblich vermindert. Nur eine einzige Zapfenblüte wurde ausgebildet.

Die Anzahl der blühenden Ppropflinge nach verschiedenen Behandlungsweisen unterscheidet sich signifikant.

#### c) an 6jährigen Stroben-Ppropflingen

Behandlungsmethode, Behandlungszeitpunkt und der Zeitpunkt der Auszählung der Blüten stimmen mit den unter I a gemachten Angaben überein. Insgesamt befanden sich 40 Ppropflinge (Höhe zwischen 1,0—2,0 m) von 10 Klonen im Versuch.

Im Gegensatz zu Kiefern-Ppropflingen bildeten unsere Stroben-Ppropflinge aus höchstens 3 bis 5 Kurztrieben, die nahe der Schnittstelle standen, im Verlaufe der Vegetationsperiode, die dem Schnitt folgt, Langtriebe von normaler

Tab. 2. — Anzahl der blühenden Ppropflinge und der männlichen Blüten pro Ppropfling an 5-jährigen, unter starkem Seitendruck wachsenden Kiefernpropflingen. Behandlungsweisen s. Abschn. I b. Sowohl bei der Anzahl der Blüten je Ppropfling als auch der blühenden Ppropflinge unterscheiden sich nicht gemeinsam unterstrichene Werte signifikant.

Klone	Anzahl der Ppropflinge pro Behandlungsweise	Mittelwert der Blüten aus der genannten Anzahl Ppropflinge							
		X <sub>1</sub>		X <sub>2</sub>		X <sub>3</sub>		X <sub>4</sub>	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Isenburg 1	3	1,3	0	0	0	0	0	0	0
Isenburg 3	3	1	0	0,7	0	0	0	0	0
Isenburg 4	3	9	0	0	0	0	0	0	0
Isenburg 5	3	1,3	0	0,7	0	0	0	0	0
Driburg 3	3	16,3	0	0	0	0	0	0	0
Seligenthal 2	3	0,7	0	2,3	0	0	0	0	0
Homberg 1	3	8,7	0	2,0	0	0	0	0	0
Homberg 2	2	3,5	0	0	0	0	0	0	0
Homberg 4	3	7,7	0	1,7	0	0	0	0	0
Romrod 1	4	22,0	0	3,3	0	0,3	0	0	0
Kirtorf 1	3	9,7	0	0	0	0	0	0	0
Nieder-									
Ohmen 2	3	24,7	0	5	0	0	0	0	0
Summe 12	37	99,9	0	15,7	0	0,3	0		
Blüten pro Ppropfling		8,3	0	1,3	0	0,03	0		
Anzahl der blühenden Ppropflinge		28		9		1			

Größe aus. Eine Beeinflussung weiterer Kurztriebe war nicht feststellbar. An 3 Kontrollpropflingen hatten sich 5, 10 und 15 männliche Blüten entwickelt, nicht jedoch an den behandelten Pflanzen. Zapfenblüten konnten in diesem Frühjahr auch an den Kontrollen nicht festgestellt werden.

## II. Versuche zur Beeinflussung des Geschlechtsverhältnisses

### a) Sprühversuche mit $\alpha$ -Naphtylessigsäure

SAITO 1957 gelang es an *Pinus densiflora* und *Pinus thunbergii* nichtdifferenzierte Blütenknospen, die sich nach dem Ort ihrer Entstehung männlich ausdifferenziert hätten, durch Sprühen mit  $\alpha$ -Naphtylessigsäure vor der Meiose der Pollenmutterzelle zu Zapfenblüten umzustimmen. Das gleiche gelang, wenn er die Spitzen der jungen Triebe oberhalb des Teiles, der normal die männlichen Blüten trägt, abzwickte.

Wir haben nun 27 Propflinge Ende Februar 1960 mit unserer Rückschnittmethode behandelt, um sie zur Induktion von Blütenknospen zu veranlassen. Jeweils 3 Propflinge wurden dann an je 9 Tagen zwischen dem 20. und 30. dem 27. März und 8. April, dem 4. und 13. sowie dem 10. und 23. April 1961 mit einer Lösung von 10 mg  $\alpha$ -Naphtylessigsäure pro Liter gesprührt, und zwar ausschließlich am Gipfeltrieb und dem obersten Quirl. In der gleichen Absicht wurden am 5., 8., 11., 15. und 19. April 1961 an anderen Propflingen, die ebenfalls durch Rückschnitt zur Blüteninduktion stimuliert worden waren, die jungen Langtriebe oberhalb des Teiles, der normalerweise männliche Blüten trägt, abgezweigt.

Die ersten männlichen Blüten waren am 10. 4. 1961 makroskopisch erkennbar. Die Hauptblüte begann um den 20. 4. In keinem Fall konnte jedoch eine Differenzierung zu weiblichen Blüten beobachtet werden.

### b) Ringelungsversuche an Kiefern-Propflingen

An Lärche verursachten Ringelung und Strangulation eine Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses zugunsten der Zapfenblüten (HEITMÜLLER und MELCHIOR 1960, MELCHIOR 1960). Uns erschien die Kiefer auf Grund der Geschlechtsverteilung auch an Propflingen (MELCHIOR und HEITMÜLLER 1961) zur Beeinflussung des Geschlechtsverhältnisses besonders geeignet. Wir haben deshalb an 5jährigen eingetopften, teils im Gewächshaus, teils im Freiland befindlichen Propflingen eines Klones (Neustadt 2) Ringelungsversuche (Breite der Ringelungswunde 0,3 cm) durchgeführt. Die Ringelungswunde wurde immer unterhalb des gleichen Quirls am Stämmchen angebracht, und zwar am Ende des 1957er Triebes. Der Durchmessermittelwert der Stämmchen unterhalb der Ringelungswunde betrug 0,7 cm und schwankte zwischen 0,5 und 1,1 cm. Der Zeitpunkt der Ringelung wurde mit der Entwicklung des neuen Gipfeltriebes verändert: die erste Serie wurde geringelt, nachdem der Gipfeltrieb zur Hälfte ausgetrieben war (A), die zweite, nachdem sich gerade die Endknospe ausgeblendet hatte (B) und die dritte 3 Wochen nach der Ausbildung der Endknospe (C). Der Rest der Pflanzen blieb unbehandelt (D). Die Prüfung der Ergebnisse auf Signifikanz erfolgte mit Hilfe des  $\chi^2$ -Testes (s. JEFFERS 1959). Es wurden die erhaltenen Prozentzahlen verglichen.

Überraschenderweise wurde durch Ringelung 5jähriger Kiefern-Propflinge nicht die Anzahl der Zapfenblüten erhöht, sondern auch wiederum die Zahl der männlichen Blüten. An Zapfenblüten wurden insgesamt an den Kontrol-

Tab. 3. — Anzahl der blühenden Propflinge, der männlichen Blüten und der überlebenden Propflinge nach Ringelung zu verschiedenen Zeitpunkten (nähtere Erläuterungen s. Text). Nicht signifikante Unterschiede zwischen verschiedenen Behandlungsweisen sind gemeinsam unterstrichen. Der Abgang an Propflingen in Gruppe A (Freilandpflanzen) ist vom Abgang in seiner Kontrollgruppe signifikant verschieden.

Behandlungsweise	A	B	C	D
Anzahl der Propflinge je Gruppe	28	13	13	41
davon abgestorben	10	1	0	1
überlebende	18	12	13	40
% überlebende	64,3	93,3	100	97,6
blühende Propflinge	12	4	3	8
% blühende Propfl.	66,7	33,3	23,1	20
Anzahl der Blüten	129	36	6	17
Blüten/Propfling	7,2	3,0	0,5	0,5
in % der Kontrollen	1686,4	705,9	108,7	100

len 2, an den geringelten Propflingen 1 einzige angelegt. In Tabelle 3 sind deshalb nur die Mittelwerte der männlichen Blüten berücksichtigt. Sie zeigt, daß ein starker Einfluß des Behandlungszeitpunktes auf die Zahl der blühenden Propflinge und die Anzahl der Blüten besteht. Mit vorschreitender Vegetationsperiode nimmt die Beeinflussbarkeit durch Ringelung immer stärker ab. Bereits 3 Wochen nach Ausbildung der Endknospe am Terminaltrieb ist eine Ringelung praktisch nutzlos.

Ein Einfluß auf die Länge des jungen Terminaltriebes wurde im Jahre der Behandlung wohl deshalb nicht festgestellt, weil die Ringelung erst nach Einsetzen des Wachstums erfolgte. Im Jahr der Blüte jedoch, also eine Vegetationsperiode nach der Behandlung, sind die Jahrestriebe, wenn die Ringelung erfolgte, als die Terminaltriebe ungefähr die Hälfte der Gesamtlänge erreicht hatten und nur dann, jedoch gesichert um die Hälfte kürzer, als an den Kontrollen ( $\chi^2$ -Test, s. JEFFERS 1959).

## III. Versuche zur Beschleunigung der Blütreife

### a) Rückschnittversuch an Kiefern-Sämlingen

Frühblühende (RIGHTER 1939, HERMANN 1951, MERGEN und CUTTING 1957) und frühfruchtbare Kiefern (SCHÜTT 1961) wurden bereits öfter beschrieben.

Es wurde nun versucht, mit Hilfe eines Rückschnitts an Kiefern-Sämlingen künstlich eine Frühblüte auszulösen. Dazu wurden an 10 fünfjährigen Sämlingen am 25. 3. 1960 sämtliche Seitentriebe und der Gipfeltrieb um ein Drittel gekürzt.

Nach dem Schnitt verhielten sich die Sämlinge ebenso wie es oben an Stroben-Propflingen beschrieben wurde. Blüten wurden nicht angelegt.

## IV. Diskussion

Wenn nun die eingangs gestellten Fragen diskutiert werden sollen, so muß wohl die erste, ob die durch Rückschnitt erzielte Erhöhung der Anzahl männlicher Blüten auch unter ungünstigen Umweltbedingungen erreicht werden kann, ohne Einschränkung bejaht werden. Überraschenderweise zeigte es sich jedoch, daß auch eine Ringelung vor Ausbildung der Ruheknospen am Terminaltrieb im Gegensatz zum Verhalten der Lärche (MELCHIOR 1960) ebenfalls die Zahl der männlichen Blüten fördert. Da auch im ersten Jahr nach der Propfung meist männliche Blüten angelegt werden, ergeben sich zur Förderung der Anzahl männlicher Blüten an Kiefernpropflingen 3 Möglichkeiten: Propfung, Ringelung und Rückschnitt. Allen drei Methoden ist ge-

meinsam, daß durch sie das Längenwachstum früher oder später mehr oder weniger vermindert wird.

Diese Ergebnisse lassen Rückschlüsse auf die Beteiligung bestimmter Stoffe bei der Anlage oder Geschlechtsdifferenzierung der Blüten an der Kiefer zu.

Große Wuchskraft bei der Kiefer ist mit den Bedingungen zur Ausbildung von Zapfenblüten an den Leittrieben gepaart (LONGMAN und MOORBY 1958), während männliche Blüten an der Kiefer erst in einem komplexen Zweigsystem mit verminderter Wuchskraft angelegt werden. Dieser Alterungsprozeß, der durch geringeren Jahreszuwachs und eine verminderte Produktion von Seitenzweigen gekennzeichnet ist, scheint an der Hauptachse der Seitenzweige weniger ausgeprägt zu sein als in den lateralen Zweigsystemen und auf eine korrelative Hemmung der Seitenzweige durch die Hauptachse zurückzugehen (WAREING 1958). Da die angeführte Art der Apikaldominanz durch bevorzugten Transport von Mineralstoffen im Xylem der Leittriebe zu wirken scheint (MOORBY 1959) und Leittriebe und junge Seitenzweige der Kiefer höhere N-, P- und K-Gehalte als ältere Seitenzweige aufweisen (LEYTON und ARMSON 1955), führt WAREING 1959 diese Alterung auf eine Verschlechterung des Ernährungsstatus in einem komplexen Zweigsystem zurück. Andererseits ist aber bekannt, daß sich ein Transport in die Richtung entwickelt, wo Auxin produziert wird, weil Auxin die Zellteilung, Wachstum und die Entwicklung und damit auch die Bildung von Leitgewebe fördert (SÖDING 1952, LEOPOLD 1955, THIMANN 1958). Danach müßten also letztlich Änderungen des Wuchsstoffhaushaltes für den Blühverlauf auch an der Kiefer verantwortlich gemacht werden können.

Pfropflinge durchlaufen die gleichen Blühstadien wie generative Nachkommen: eine vegetative Phase geht über in eine „weibliche“ und schließlich kulminiert diese Entwicklung in der Entstehung von Bedingungen, die auch die Ausbildung männlicher Blüten gestatten. Diese Übergänge sind fließend und Ausnahmen nicht selten (JOHNSON, KIELLANDER, STEFFANSSON 1953, WAREING 1958a, MELCHIOR und HEITMÜLLER 1961).

Was geschieht nun nach einem Rückschnitt der Pfropflinge? — Erfolgt er früh in der Vegetationsperiode, so entstehen an vielen Pflanzen aus den schlafenden Knospen der Kurztriebe bis zu 20 neue Langtriebe und an weiter von der Schnittstelle inserierten Kurztrieben im folgenden Frühjahr männliche Blüten; bei spätem Rückschnitt aber, der das Austreiben nur einer geringen Anzahl von Kurztrieben zur Folge hat, verringert sich die Zahl der männlichen Blüten und ist bei einem Rückschnitt nach dem Austreiben gleich Null.

Ohne Zweifel muß die Enthemmung der in den Nadel-scheiden angelegten schlafenden Augen auf die Aufhebung der Apikaldominanz zurückgeführt werden. Ein neuer physiologischer Gipfel wird um so schneller ausgebildet, je näher der Zeitpunkt des Rückschnitts an den Zeitpunkt des Austreibens heranrückt. Da aber die Apikaldominanz durch die Stärke des abgeleiteten Wuchsstoffstromes wirkt (SÖDING 1952, LEOPOLD 1955), muß einer Verminderung des Hormonspiegels nach dem Rückschnitt wieder eine allmähliche Erhöhung nach der Ausbildung eines neuen physiologischen Gipfels folgen. Es erhebt sich nun die Frage, ob die Blüteninduktion in der relativ wuchsstoffarmen oder -reichen Periode stattfindet. Berücksichtigt man, daß die Zahl der Blüten durch Rückschnitt mit dem Heranrücken des Behandlungs- an den Austreibetermin, also den Zeitpunkt erhöhter Wuchsstoffproduktion, geringer wird, darf wohl

der Induktionszeitraum in der relativ wuchsstoffarmen Zeit, also vor der Ausbildung eines neuen physiologischen Gipfels angenommen werden.

Für den Blühverlauf bei Kiefern-Pfropflingen und nach Rückschnitt wird also folgenden Faktoren besondere Bedeutung beigemessen: Hat ein Pfropfling einmal das möglicherweise sehr fest fixierte Stadium für die Ausbildung von Zapfenblüten erreicht, so hebt ein Rückschnitt, entsprechend der großen Wuchskraft des noch jungen Pfropflings, die Apikaldominanz nur für eine kurze Zeitspanne auf: einige wenige Kurztriebe wachsen zu neuen Langtrieben aus, wie an Stroben-Pfropflingen (und Kiefern-Sämlingen) und es können, weil die Bedingungen für die Ausbildung von Zapfenblüten erfüllt sind, an Pfropflingen auch Zapfenblüten entstehen (unser Kiefernklon Selb 15 und WAREING 1958a). Diese kurzfristige und nach der Zahl der ausgetriebenen Kurztriebe geringfügige Aufhebung der Apikaldominanz genügt jedoch nicht, um den Wuchsstoffhaushalt und den Ernährungsstatus der weiter von der Schnittstelle entfernt inserierten Kurztriebe in dem Grade zu verändern, wie es für die Schaffung von Bedingungen bei der Anlage von Blüten notwendig ist, die sich männlich ausdifferenzieren. Dieser Fall tritt an Pfropflingen ohne Behandlung in einem späteren Entwicklungszustand ein, vielleicht wie bei generativen Nachkommen nach Aufbau eines komplexen Zweigsystems. Die dort zwischen den einzelnen Wachstumszentren vorhandene Konkurrenz könnte bei Rückschnitt möglicherweise durch die große Zahl neu entstehender Langtriebe hervorgerufen werden.

Für eine Beteiligung von Wuchsstoffen bei der Blüteninduktion an Kiefern sprechen weitere Punkte: 1. An Kiefern-Pfropflingen konnte ein Gradient nachgewiesen werden, der, von dem Gipfel zur Basis fallend, das vegetative Wachstum und die Ausbildung männlicher Blüten hemmt. 2. An anderen Kiefernarten läßt eine Erhöhung des Wuchsstoffgehaltes Blütenanlagen, die sich sonst zu männlichen Blüten ausdifferenziert hätten, zu Zapfenblüten werden (SAITO 1957; s. auch NITSCH und Mitarb. 1952, LAIBACH und KRIBBEN 1950). „Since floral morphogenesis can be influenced by applied auxins, it is to be expected that environmental factors influencing auxin metabolism should affect flower structure in consequence“ (HESLOP-HARRISON 1959).

Unsere Sprühversuche mit  $\alpha$ -Naphtylessigsäure geben über die Geschlechtsdifferenzierung an Kiefernblütenanlagen allerdings keinen Aufschluß, weil es sich einmal um unphysiologisch hohe Konzentrationen handelt, zum zweiten um einen unbiologischen Wuchsstoff, und zum dritten dürfte der Zeitpunkt der Behandlung zu spät gewählt gewesen sein.

### Zusammenfassung

1. Rückschnitt sämtlicher Seitenzweige und des Gipfeltriebes an Kiefern-Pfropflingen zu Ende Februar führt auch an stark unter Druck stehenden Kiefern-Pfropflingen zu einer Erhöhung der Anzahl männlicher Blüten und blühender Pfropflinge. Die Gegenwart des Gipfeltriebes und von Quirlen in der Gipfelregion verhindert die Blütenzahl.

2. Versuche zur Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses zugunsten der Zapfenblüten durch Ringelung 5jähriger Pfropflinge verliefen negativ; auch diese Behandlungsweise erhöhte die Anzahl männlicher Blüten.

3. Eine Geschlechtsbeeinflussung durch Sprühen mit  $\alpha$ -Naphtylessigsäure an jeweils 9 Tagen über einen Zeitraum von 4 Wochen im Frühjahr und durch Abzwicken der jungen Triebe konnte nicht festgestellt werden. Das negative

Resultat wird auf eine zu spät durchgeführte Behandlung zurückgeführt.

4. 6jährige Stroben-Pfropflinge und 5jährige Kiefern-Sämlinge reagierten auf Rückschnitt sämtlicher Seitenzweige und des Gipfeltriebes durch die Bildung weniger Langtriebe aus den Nadel scheiden der in nächster Nähe der Schnittstelle inserierten Kurztriebe.

5. Das Verhalten der Pfropflinge wird im Zusammenhang mit Wuchsstoff-Fragen betrachtet und eine besondere Bedeutung von Wuchsstoffen im Blühablauf und bei der Blüteninduktion an der Kiefer angenommen.

### Summary

Title of the paper: *Further Investigations on the Induction of Flowering in Pinus sylvestris by Pruning.*

1. Cutting back all side branches and the leading shoot in pine grafts at the end of February resulted in increased number of male flowers and flowering grafts. The same results are obtained also where the pine grafts are situated in a dense or close stand. The retention of the leading shoot and of whorls of branches in the crown reduces the number of flowers.

2. Experiments to alter the sex ratio in favour of female flowering by girdling did not produce any result in 5-year-old grafts. This treatment again increased the number of male flowers.

3. No alteration of the sex ratio was observed after spraying with  $\alpha$ -naphthyl acetic acid on 9 days during a period of 4 weeks or following nipping off the young shoots. The negative result is attributed to the lateness of the treatment.

4. Six-year-old grafts of *Pinus strobus* and 5-year-old grafts of *Pinus sylvestris* reacted to cutting back by developing a few long shoots from the needle sheaths of the short shoots situated next to the place where the pruning cut was made.

5. The behaviour of the grafts in connection with the growth substance problem is discussed. In pine it is assumed that they have a special importance both in the course and in the induction of flowering.

### Résumé

Titre de l'article: *Nouvelles recherches sur l'induction de la floraison chez Pinus sylvestris par la taille.*

1. La taille de toutes les branches latérales et de la pousse terminale des greffes de pin à la fin de Février a abouti à une augmentation du nombre de fleurs mâles et du nombre de greffes florifères. On a obtenu les mêmes résultats lorsque les greffes de pin ont été situées en peuplement dense ou fermé. Le maintien de la pousse terminale et de verticilles de branches dans la couronne réduit le nombre des fleurs.

2. Des essais ayant pour but de modifier le rapport des sexes en faveur de la floraison femelle par annélation n'ont produit aucun résultat sur des greffes de 5 ans. Mais ce traitement a encore augmenté le nombre des fleurs mâles.

3. On n'a observé aucune modification du rapport des sexes par pincement des jeunes pousses ou par pulvérisation d'acide  $\alpha$ -naphtyl acétique en 9 fois au cours d'une période de 4 semaines. Le résultat négatif est attribué au fait que le traitement a été trop tardif.

4. Des greffes de *Pinus strobus* de 6 ans et des greffes de *Pinus sylvestris* de 5 ans ont réagi à la taille en développant quelques longues pousses à partir des fascicules d'aiguilles des rameaux courts situés juste en-dessous de l'endroit où les rameaux ont été taillés.

5. On discute le comportement des greffes en relation avec le problème des substances de croissance. Chez le pin, on pense que celles-ci ont un rôle prépondérant à la fois dans le cours normal et dans l'induction de la floraison.

### Literatur

- (1) HEITMÜLLER, H.-H., und MELCHIOR, G. H.: Über die blühfördernde Wirkung des Wurzelschnitts, des Zweigkrümmens und der Strangulation an japanischer Lärche (*Larix leptolepis*). *Silvae Genetica* 9, 65—72 (1960). — (2) HERMANN, S.: Im Primärstadium blühende Kiefer. *Naturwiss.* 38, 381—382 (1951). — (3) HESLOP-HARISON, J.: The experimental modification of sex expression in flowering plants. *Biol. Rev.* 32, 38 (1957). — (4) JEFFERS, J. N. R.: Experimental design and analysis in forest research. Stockholm 1960. — (5) JOHNSON, H., KIELLANDER, C. L., och STEFANSSON, E.: Kottutveckling och fröbeskaffenhet hos ympträd av tall. *Sv Skogsvårds Fören. Tidskr.* 51, 358—389 (1953). — (6) LABACH, F., und KRIBBEN, F. J.: Der Einfluß von Wuchsstoff auf die Bildung männlicher und weiblicher Blüten bei einer monözischen Pflanze (*Cucumis sativus*). *Ber. deutsch. bot. Ges.* 67, 53—55 (1950). — (6a) LEOPOLD, A. C.: Auxins and plant growth. Univ. Calif. Press, Berkeley and Los Angeles, 1955. — (7) LEYTON, L., and ARMOND, K. A.: Mineral composition of the foliage in relation to the growth of Scots pine. *Forest Sci.* 1, 210—218 (1955). — (8) LONGMAN, K. A., and MOORBY, J.: 1959; zit. bei WAREING (1959). — (9) MELCHIOR, G. H.: Ringelungsversuche zur Steigerung der Blühwilligkeit an japanischer Lärche (*Larix leptolepis*) und an europäischer Lärche (*Larix decidua*). *Silvae Genetica* 9, 105—111 (1960). — (10) MELCHIOR, G. H., HEITMÜLLER, H.-H.: Erhöhung der Zahl der männlichen Blüten an *Pinus sylvestris*-Pfropflingen durch Rückschnitt. *Silvae Genetica* 10, 180—186 (1961). — (11) MERGEN, S., and CUTTING, S. G.: Male flowers on one-year-old *mugo* pine seedlings. *Forest Sci.* 3, 355—356 (1957). — (12) MOORBY, J.: 1959; zit. bei WAREING (1959). — (13) NIETSCHE, J. P., KURTZ, E. B. JR., LIVERMAN, J. L., and WENT, F. W.: The development of sex expression in cucurbit flowers. *Amer. Jour. Bot.* 39, 32—43 (1952). — (14) RIGHTER, F. I.: Early flower production on pines. *Jour. Forestry* 37, 935—938 (1939). — (15) SAITO, Y.: Artificial control of sex differentiation in Japanese red pine and black pine strobiles. *Jour. Fac. Agric. Tottori Univ.* 3, 1—29 (1957). — (16) SCHÜTT, P.: Persönliche Mitteilungen, 1961. — (16a) SÖDING, H.: Die Wuchsstofflehre. Stuttgart, 1952. — (17) THIMANN K. V.: 1958; zit. bei WAREING (1958). — (18) WAREING, P. F.: Reproductive development in *Pinus sylvestris*. *Physiol. Forest Tress*, ed. Thimann, New York, 1958, pp. 643—654. — (19) WAREING, P. F.: Persönliche Mitteilung (1958a). — (20) WAREING, P. F.: Problems of juvenile and flowering in trees. *Jour. Linn. Soc.*, London, 56, 282—289 (1959). — (21) WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik. III. Aufl. Jena, 1957, pp. 225—228.