

failure to produce a whorl or two whorls may merge into what appears to be one due to trunk-stunting. In practice, counting the whorls was at times difficult for the very thin branches of the oldest whorls had sometimes broken off and left little evidence of their existence. A second difficulty arose when a tree had a large, well-needed middle crown region for it was impossible, due to tree crowding, to stand back to view this region. In spite of these difficulties the results of the investigation of whorl number (Tables 3 and 4) and tree height (Tables 3 and 5) were quite unambiguous and agreed very closely with each other. There is no detectable effect of B-chromosome constitution on growth in the three plots nor is there any interaction between B-class and plot. This is in spite of highly significant differences in whorl number and height between the three replicate plots. The three plots are ranked in the same decreasing order (12, 7, 25) on both mean whorl number and mean height. It will be recalled that plot 25 was, and still is, the one most seriously affected by Calluna and the initial differences in vegetation types between all plots (see p. 140) may indicate other environmental differences between the plots which were subsequently important for the growth rate of *Picea sitchensis*.

While this study is only a preliminary investigation it does suggest that the B-chromosome of *Picea sitchensis* is unlikely to have a major effect on growth since the environmental differences between these plots was sufficient to produce differences in growth rate yet no effect was detectable between B-classes within the plots.

Acknowledgements

We would like to thank the Forestry Commission for allowing us to study these experimental plots. The senior author also acknowledges the receipt of an N.E.R.C. Research studentship.

Summary

1. B-chromosome status, whorl number and height were investigated in three experimental plots of 14 year old trees of *Picea sitchensis*.

2. Seeds from which the trees were grown were collected

at Sooke, Vancouver Island. Trees had 0-3 B-chromosomes/cell and the three plots did not differ from each other in B-chromosome frequency.

3. Although the three replicate plots are close to each other, there are major differences in associated vegetation between them.

4. There are highly significant differences between plots for both growth parameters (whorl number and tree height) but no significant differences between B-chromosome classes within plots, nor a significant B-class X plot interaction.

Key words: Sitka spruce, B-chromosomes, growth rate.

Zusammenfassung

1. Auf 3 Versuchsflächen mit 14jähriger *Picea sitchensis* der Herkunft Sooke/Vancouver Island wurden die Frequenzen der B-Chromosomen, die Anzahl Astquirle sowie das Höhenwachstum bestimmt. In der Auswertung der Ergebnisse werden die Versuchsflächen als künstliche Populationen angesehen.

2. Die Frequenz der B-Chromosomen war in den 3 Populationen gleich. Sie betrug in allen gezogenen Stichproben 0-3 B-Chromosomen pro Zelle.

3. Trotz räumlicher Nähe wiesen die 3 Versuchsflächen bedeutende Unterschiede zwischen den begleitenden Pflanzengesellschaften auf. Ebenso unterschieden sich die geprüften Wuchseigenschaften — Anzahl der Astquirle und Höhenwachstum — in den 3 Populationen signifikant voneinander. Signifikante Unterschiede in der Frequenz der B-Chromosomen waren hingegen zwischen den 3 Populationen nicht festzustellen.

References

- FLETCHER, A. W. and FAULKNER, R.: A plan for the improvement of Sitka spruce by selection and breeding. For. Comm. Res. and Develop. Paper No. 85 (1972). — JONES, R. N.: B-chromosome systems in flowering plants and animal species. Int. Rev. Cytol. 40: 1-100 (1975). — MOIR, R. B. and FOX, D. P.: Supernumerary chromosomes in *Picea sitchensis* (BONG.) CARR. *Silvae Genetica* 21: 182-186 (1972). — MOIR, R. B. and FOX, D. P.: Supernumerary chromosome distribution in provenances of *Picea sitchensis* (BONG.) CARR. submitted to *Silvae Genetica* (1975). — STEWART, G.: Experimental introductions of alternative species into pioneer crops on poor sites. For. Comm. Report on Forest Research 151-166 (1960).

Untersuchungen zur autovegetativen Vermehrung von Aspen und Graupappeln

Von M. JESTAEDT

Institut für Forstpflanzenzüchtung der Hess. Forstl. Versuchsanstalt, Hann. Münden

(Eingegangen Dezember 1975 / Juli 1976)

1. Problemstellung

Nach einer Phase der eindeutigen Bevorzugung der Schwarz- und Balsampappeln scheint sich das Interesse der forstlichen Praxis auch den Pappeln der Sektion *Leuce Duby* zuzuwenden. Dies mag an der besonders hohen standörtlichen Toleranz einzelner Arten dieser Sektion liegen. So können Aspen unter schwierigen standörtlichen Bedingungen noch ungewöhnlich hohe Leistungen erreichen. Sie sind also auf ungünstigen Waldstandorten eine Alternative zu den Nadelbaumarten.

In den letzten Jahren wurden auf zahlreichen Versuchsflächen Aspen- und Graupappelklone bzw. Nachkommen aus gelenkten Kreuzungen von europäischen Aspen (*P. tremula* L.) oder von europäischen und nordamerikanischen Aspen (*P. tremuloides* MICH.) angebaut (FRÖHLICH und GROSSCURTH, 1973). Die deutliche Überlegenheit einzelner Klone hinsichtlich Massenleistung, Form- und Resistenzeigenschaften konnte nachgewiesen werden, so daß eine von geeigneten Aspen- und Graupappelklonen zum gewerbsmäßigen Verkehr im Sinne des § 3 Abs. 1 des Geset-

zes über forstliches Saat- und Pflanzgut in der Fassung vom 29. Oktober 1969 (BGBl I S. 2059) zugelassen werden sollten. Ein solcher Schritt ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn rationale Verfahren zur autovegetativen Vermehrung zur Verfügung stehen.

Schon seit geraumer Zeit werden über diese Probleme Untersuchungen angestellt. Die Schwierigkeiten sind durch die Tatsache begründet, daß in der Rinde von Aspen im Gegensatz zu den Schwarz- und Balsampappeln (GRAEVENITZ 1913, VAN DER LEK 1924, BRAUN 1963) keine Wurzel-Primordia zu finden sind. In dem umfangreichen Schrifttum werden im allgemeinen folgende Wege der Vermehrung aufgezeigt:

1. Vermehrung durch Steckhölzer (SNOW 1938, HEITMÜLLER 1954, SCHMID 1972),
2. Absenkerverfahren (LÜCKE 1951),
3. Vermehrung durch krautige Grünstecklinge (DÖPP 1939, GULLÖVE 1943),
4. Werben von Wurzelbrut (v. WETTSTEIN 1944),
5. Vermehrung über Wurzelstecklinge (LÜCKE 1951, KUCHLENZ 1958, JANSON 1967 u. 1974),
6. Wurzelgrünstecklingsverfahren (MUHLE-LARSEN 1943),
7. Pfropfung bzw. Okulation (HERRMANN 1973).

Wegen der hohen Aufwendungen müssen das Absenkerverfahren, die Wurzelbrutwerbung (HOFMANN 1902) und die Pfropfung bzw. Okulation für die Massenvermehrung ausscheiden. Auch die Vermehrung über Wurzelstecklinge dürfte mit hohen Kosten verbunden sein; daneben werden relativ große Mengen an Wurzeln verbraucht. Methoden zur Bewurzelung von Steckhölzern scheinen bislang nur unter Laborverhältnissen durchführbar zu sein. Hingegen sind Verfahren, bei denen sukkulente Stecklinge verwendet werden, günstiger zu beurteilen. DÖPP (1939) arbeitete mit unverholzten Stecklingen; er stellte jedoch fest, daß sich günstige Bewurzelungsergebnisse nur bei Stecklingen von ganz jungen Mutterpflanzen erreichen lassen. MUHLE-LARSEN (1943) verwendete Schößlinge von Aspenwurzeln, die er in Gewächshäusern in Sand ausgelegt hatte. Dieses Verfahren wird in Nordamerika für die autovegetative Vermehrung von *P. tremuloides* angewendet (FARMER 1963, BARRY und SACHS 1968, BENSON und SCHWALBACH 1970, ZUFA 1971).

Es sind also durchaus Verfahren bekannt, nach denen in begrenztem Umfang autovegetative Vermehrungen von Aspen- und Graupappelklonen durchgeführt werden können. Bislang sind jedoch noch keine Methoden entwickelt worden, die eine wirtschaftliche Großvermehrung wie z. B. bei der Fichte ermöglichen.

Im Rahmen von Untersuchungen des Institutes für Forstpflanzenzüchtung konnten in den letzten Jahren schon wichtige Teilbereiche für die Lösung dieses Problems geklärt werden, wie z. B. Einflüsse von Temperatur, Belüftung, Zeitpunkt oder Methode der Stecklingsentnahme auf den Bewurzelungserfolg sowie die günstigsten Stecklingsarten, z. B. Kopf- oder Fußstecklinge (BAUMEISTER unveröffentlicht).

2. Material und Methoden

2.1 Vermehrungsmaterial

Die Versuche wurden im Jahre 1975 durchgeführt. Hierbei wurde folgendes Material verwendet:

a) *Populus tremula*

Aus einem zugelassenen, 1941 begründeten Aspen-Bestand — das Saatgut stammt aus Tapiau (Ostpommern) — sind Plusbäume ausgewählt worden (FRÖHLICH und GROSSCURTH 1973). In geringerem Umfang wurden diese

auf vegetativem Wege vermehrt und auf Versuchsflächen angebaut. Es sind die Klone:

Bs 1, Bs 2, Bs 3, Bs 4, Bs 5, Bs 6, Bs 10, Bs 11, Bs 12, Bs 16, Bs 17, Bs 19.

Aus Nachkommenschaften gelenkter Kreuzungen, an denen zum überwiegenden Teil Eltern aus dem angeführten Aspen-Bestand beteiligt waren, sind einzelne Individuen mit besonders hoher Massenleistung und guter Form selektiert worden. Es sind die Klone:

Bs 12 × Bs 8 (1), Bs 12 × Bs 8 (3), Bs 12 × Bs 8 (4), Bs 12 × Bs 8 (5), Bs 12 × Bs 8 (6), Bs 12 × Bs 8 (7), Bs 12 × Bs 8 (10), Bs 12 × Bs 8 (13), Bs 12 × Bs 8 (14), Bs 12 × Bs 8 (16), Bs 9 × Bs 11 (3), Bs 9 × Bs 11 (7), Bs 9 × Bs 11 (8), Bs 9 × Bs 11 (9), Bs 9 × Bs 11 (12), Bs 9 × Bs 11 (15), Ga 1 × Bs 1 (1).

b) *P. tremula* × *P. tremuloides*

Aus den Nachkommenschaften gelenkter Kreuzungen von einem weiblichen europäischen Aspenklon (Wiz 1) mit einem männlichen nordamerikanischen Klon (T 20) sind die Klone Wiz 1 × T 20 (1) und Wiz 1 × T 20 (2) ausgewählt worden. Außerdem wurde ein besonders wüchsiger triploider Aspenklon, der aus der Kreuzung einer tetraploiden *P. tremula* mit einer diploiden *P. tremuloides* entstanden ist, in die Versuche einbezogen.

c) *Populus* × *canescens*

Die Vermehrung von Graupappeln bereitet im allgemeinen keine größeren Schwierigkeiten. Insbesondere sind Stecklinge von Typen, die *Populus alba* L. nahe stehen (ca), sehr leicht zur Bewurzelung zu bringen. Zu Vergleichszwecken wurde jedoch eine Anzahl zumeist zum gewerbsmäßigen Verkehr zugelassener Klone — ausschließlich intermediäre (cc) und *P. tremula*-nahe Typen (ct) — in den Versuch einbezogen:

Schleswig 1 (cc), Enniger (cc), Schylp Marsch (cc), Harsefeld 8 (cc), Ingolstadt 3a (ct), Ingolstadt 3333 (ct), Tatenberg (ct), Rudolf Schmidts Graupappel (ct), Honthorpa (ct), SchuBu 1 = Handorf 11 (ct).

2.2 Stecksubstrate

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß bewurzelte Aspen- und Graupappelstecklinge sehr stark unter dem Wechsel von Gewächshausbedingungen zum Freiland leiden können. Daneben ist bei dem Verpflanzen wurzelnackter Stecklinge ein starker Schock festzustellen. Um diese Nachteile zu vermeiden, sind die Stecklinge ausschließlich in Container abgesteckt worden. Die Substrate wurden deshalb in Anzuchttopfe aus gepreßtem Torf (Jiffy-Pots 6 × 6 cm) gefüllt. Neben Sand (0–3 mm) ist eine Mischung von Torf und Sand im Verhältnis 1 : 2 (pH 4,3 in KCl)* verwendet worden. Bei einer weiteren Variante war 10 Teilen dieser Torf-Sand-Mischung 1 Teil einer aus organischem Material hergestellten Substanz 'S' (Fa. Toseno, Hamburg) beigegeben worden. Außerdem wurde Vermiculit in unbehandelter Form (pH 9,2 in KCl)* und in mit H₃PO₄ behandelter Form (pH 6,5 in KCl)* (BLUM 1970) benutzt. Daneben konnte auch in Torfpreßlinge mit unterschiedlichen pH-Werten (Jiffy 700: pH 5,5–5,9 und Jiffy 703: pH 6,0–6,3)* (PEIKERT 1975) abgesteckt werden.

2.3 Gewächshauseinrichtungen

Die Gewächshäuser, in denen die Versuche durchgeführt wurden, sind mit Sprühanlagen ausgerüstet, die über

* Nach Angaben der Herstellerfirma.

Feuchtigkeitsfühler gesteuert werden. Um eine möglichst hohe, gleichmäßige Luftfeuchtigkeit zu halten, sind in den Gewächshäusern Zelte aus Polyäthylenfolie errichtet worden. Bei der ersten Serie in der Zeit vom 27. 1. bis 4. 3. 1975 wurde die Wasserzufuhr je nach Bedarf mit der Hand geregelt. Für die weiteren Versuche wurden automatisch regelbare Sprühstränge durch die Folienzelt geföhrt.

2.4 Methoden der Stecklingsgewinnung

2.4.1 Wurzelgrünstecklinge

Bei diesem in seinen Grundzügen bereits von MUHLE-LARSEN (1943) beschriebenen Verfahren, wird die Fähigkeit der Aspen genutzt, eine große Anzahl Wurzelschößlinge zu bilden. Weil durch das Abtrennen der Wurzeln die apikale Dominanz gebrochen wird, können aus den zahlreichen in ihrer Entwicklung gehemmten Knospen bzw. Knospenanlagen eine große Anzahl von Schößlingen gebildet werden (FARMER 1962, ELIASSON 1971, SCHIER 1973).

Die Wurzeln für die erste Serie wurden am 6. 11. und am 17. 12. 1974, für die zweite Serie am 8. und am 10. 4. 1975 erworben. Um ein Faulen zu vermeiden, sind sie nach dem Waschen in eine wässrige Lösung von Orthocid 50 (0,3%) getaucht und an den Schnittstellen und an Punkten, an denen die Rinde beschädigt war, mit Baumwachs behandelt worden. Außerdem wurde in den Sand, in dem die Wurzeln am 19. 12. 1974 bzw. 11. 4. 1975 ausgelegt worden sind, 15 g Orthocid 50 je m² eingearbeitet. Bei den ersten Steckterminen mußten zunächst Erfahrungen über Stecklingslänge bzw. Entwicklungszustand gesammelt werden; außerdem wurde noch ohne Folienzelt gearbeitet. Aus diesem Grunde können auch die ersten Absteckungen nicht in die Auswertung einbezogen werden. Die Anzahl der Klone und der Stecklinge sind der Tab. 1 zu entnehmen.

2.4.2 Grünstecklinge von jungen Mutterpflanzen

Wie aus zahlreichen Untersuchungen mit anderen Baumarten bekannt (GARDNER 1929), sind auch bei Aspenstecklingen günstigere Bewurzelungsergebnisse zu erwarten, wenn das Material von jüngeren Bäumen stammt (DÖPP 1939, HEITMÜLLER 1954). Im Winter 1973/74 wurden daher Aspen- und einige Graupappelpflanzen, die in den Jahren 1970 bis 1972 autovegetativ vermehrt worden waren, ausgewählt, zurückgeschnitten und in Plastikeimer gepflanzt. Um möglichst früh im Jahr bewurzelte Stecklinge zu erzielen und um den Pflanzchock durch eine lange Vegetationsperiode nach dem Umpflanzen in seiner Wirkung zu vermindern, wurden die Pflanzen Anfang Januar 1975 nach einem erneuten Rückschnitt in ein geheiztes Gewächshaus eingestellt. In der Zeit vom 17. 3. bis 21. 3. 1975 konnten bereits die Stecklinge geschnitten und unter einem Folienzelt bzw. als Vergleich ohne Folienzelt abgesteckt werden.

2.4.3 Grünstecklinge von Pflöpfingen

1968 wurden Reiser von Plusbäumen, die aus Nachkommenschaften von gelenkten Kreuzungen selektiert worden waren, auf ½-jährige Unterlagen gepfropft. Am 23. 6. 1975 konnten Stecklinge von solchen Pflöpfingen (6 Klone) unter einem Folienzelt abgesteckt werden.

2.4.4 Grünstecklinge aus Wurzelbrut

Am 23. 6. 1975 wurden Grünstecklinge, die von Wurzelbrut des Klones *P. tremula* × *P. tremuloides* (tripl.) stammen, erworben und unter einem Folienzelt abgesteckt.

Tab. 1. — Anzahl der Klone und Stecklinge.

	ohne Folienzelt						unter Folienzelt													
	Sand	Torf/Sand 1 : 2	Torf/Sand 1 : 2 + S	Jiffy 700	Jiffy 703	Vermicu- lit be- handelt	Sa.:	Sand	Torf/Sand 1 : 2	Torf/Sand 1 : 2 + S	Jiffy 700	Jiffy 703	Vermicu- lit	Sa.:						
	Anzahl der	Anzahl der	Anzahl der	Anzahl der	Anzahl der	Anzahl der	Anzahl der	Anzahl der	Anzahl der	Anzahl der	Anzahl der	Anzahl der	Anzahl der	Anzahl der						
	Klone	Steck- linge	Klone	Steck- linge	Klone	Steck- linge	Klone	Steck- linge	Klone	Steck- linge	Klone	Steck- linge	Klone	Steck- linge						
Grünstecklinge Graupappeln	6	119	10	161	3	46	1	12	10	338	3	71	3	61	3	45	1	37	4	214
Grünstecklinge Aspen	28	437	28	399	32	523	32	1359	16	210	16	210	16	212	16	210	16	210	17	632
Wurzelgrün- stecklinge von Aspen	10	339	8	259	12	299	7	444	7	363	7	287	4	64	4	64	4	64	9	242
Grünstecklinge von Aspen- Pflöpfingen	6	120	6	120	5	100	6	120	6	120	6	100	6	100	6	100	6	100	6	800
Aspen-Grün- stecklinge aus Wurzelbrut					1	434	1	434												

2.5 Behandlung der Stecklinge

Sobald die Wurzelgrünstecklinge eine Länge von etwa 10 cm (8–15 cm) erreicht hatten, wurden sie ausgezupft. Erst bei dieser Länge war ein ausreichender Entwicklungszustand eingetreten. Bei Klonen, die zu einem sehr raschen, geilen Schößlingswachstum neigen, mußten auch größere Längen in Kauf genommen werden, bis eine gewisse Festigkeit der Stengel eingetreten war. Hier wurde der obere Teil des Stecklings abgeschnitten, um ein Welken zu vermeiden. Bei den übrigen Grünstecklingen sind entsprechend den Erfahrungen der vergangenen Jahre grundsätzlich nur die unteren Teile des neuen Triebes (Fußstecklinge) verwendet worden. Die Wurzelgrünstecklinge wurden mit einem Wuchsstoffpuder (FRÖHLICH 1959) behandelt, der 0,05% Kaliumsalz der β -Indolyllessigsäure (IEK) enthielt; für die Grünstecklinge ist ein Puder mit höherer Wuchsstoffkonzentration (0,2% Kaliumsalz der β -Indolylbuttersäure = IBK) gewählt worden. Alle Stecklinge wurden in eine Lösung von Orthocid 50 (0,3%) getaucht.

2.6 Auswertung*)

Bedingt durch die Schwierigkeiten, genügend Versuchsmaterial derselben Klone zum gleichen Zeitpunkt zu erhalten, war die Durchführung eines speziellen mehrfaktoriellen Versuchsplanes nicht möglich. Deshalb wurde versucht, mit einfachen statistischen Verfahren eine Absicherung der Ergebnisse herbeizuführen. Hierbei sind nur solche Behandlungsvarianten einbezogen worden, die mindestens mit 3 Klonen je Variante besetzt waren. Zunächst wurden die Bewurzelungsergebnisse auf Gleichheit der Varianzen (Bartlett-Test) geprüft; anschließend ist der t-Test in Form des Aspin-Welch-Testes durchgeführt worden. Um festzustellen, ob einzelne Klone ähnlich auf bestimmte Behandlungsvarianten reagieren, wurden Produkt-Moment Korrelationskoeffizienten nach BRAVAIS und PEARSON errechnet.

Die Software stammt aus der Programmbibliothek des Deutschen Rechenzentrums in Darmstadt (GEBHARDT, 1969).

3. Ergebnisse

Bei dem Vergleich der Bewurzelungsergebnisse sind deutliche Unterschiede zwischen den Aspen und Graupappeln, den einzelnen Methoden der Stecklingsgewinnung, den Substraten und der Behandlung zu erkennen (Abb. 1 und 2).

3.1 Einfluß der Folienzelte

Während bei den Graupappeln keine Reaktion auf ein Folienzelt festzustellen ist (Tab. 2), sind bei den Aspen deut-

*) Die statistische Auswertung wurde von H.-J. RAPP, Hess. Forstl. Versuchsanstalt, durchgeführt, wofür ihm an dieser Stelle gedankt wird.

Tab. 2. — Paarweiser Mittelwertvergleich (t-Test) der Bewurzelungsergebnisse in Prozent von Graupappelgrünstecklingen bei unterschiedlichen Behandlungsmethoden und Stecksubstraten.

		unter Folienzelt			ohne Folienzelt		
		Sand	Torf/Sand 1 : 2	Jiffy 700	Sand	Torf/Sand 1 : 2	Jiffy 700
unter Folienzelt	Sand	95,18	92,67	98,61	96,40	86,72	95,28
	Torf/Sand 1 : 2	—	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	Jiffy 700	92,67	—	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
ohne Folienzelt	Sand	96,40	—	—	—	n.s.	n.s.
	Torf/Sand 1 : 2	86,72	—	—	—	—	n.s.
	Jiffy 700	95,28	—	—	—	—	—

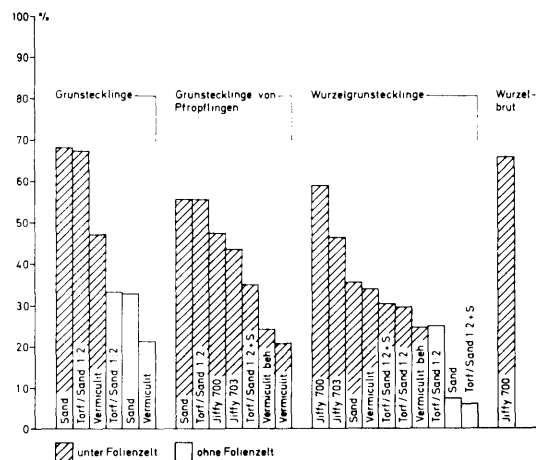


Abb. 1. — Durchschnittliche Bewurzelungsergebnisse der Aspenklone bei unterschiedlichen Stecksubstraten in Prozent.

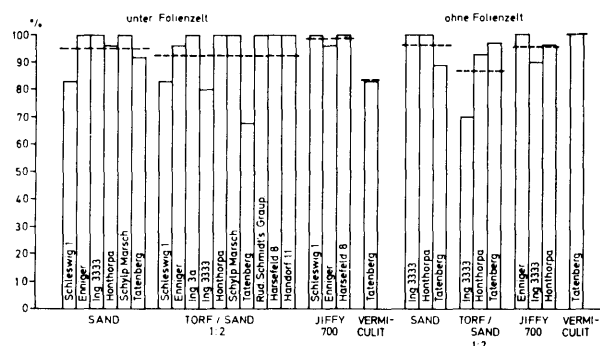


Abb. 2. — Bewurzelungsprozent von Graupappel-Grünstecklingen in Prozent.

lich positive Einflüsse auf die Bewurzelung zu bemerken. Bei den Aspen liegen zumeist signifikante bis hochsignifikante Unterschiede vor (Tab. 3 und 4).

3.2 Stecksubstrat

Ein Einfluß der Stecksubstrate auf die Bewurzelung von Graupappeln läßt sich bei diesen Versuchen nicht nachweisen. Die Aspenstecklinge reagieren hingegen wesentlich deutlicher auf die unterschiedlichen Stecksubstrate. Zwischen den besten und den ungünstigsten Substraten sind absicherbare Unterschiede zu finden (Tab. 3, 4 und 5). Mit Substraten wie Sand, Torf/Sand 1 : 2 sowie mit Torfpreßlingen (Jiffy 700 und 703) sind recht günstige Bewurzelungsergebnisse zu erzielen. Die übrigen können nicht empfohlen werden.

Tab. 3. — Paarweiser Mittelwertvergleich (t-Test) der Bewurzelungsergebnisse in Prozent von Aspengrünstecklingen bei unterschiedlichen Behandlungsmethoden und Stecksubstraten.

		unter Folienzelt			ohne Folienzelt		
		Sand	Torf/Sand 1 : 2	Vermiculit	Sand	Torf/Sand 1 : 2	Vermiculit
	\bar{x} %	68,01%	67,40%	47,14%	32,90%	33,19%	20,14%
unter Folienzelt	Sand	68,01	n.s.	***	***	***	***
	Torf/Sand 1 : 2	67,40	—	**	***	***	***
	Vermiculit	47,14		—	***	***	***
ohne Folienzelt	Sand	32,90			—	n.s.	n.s.
	Torf/Sand 1 : 2	33,19				—	n.s.
	Vermiculit	20,14					—

Tab. 4. — Paarweiser Mittelwertvergleich (t-Test) der Bewurzelungsergebnisse in Prozent von Aspengrünstecklingen bei unterschiedlichen Behandlungsmethoden und Stecksubstraten.

		unter Folienzelt						ohne Folienzelt		
		Sand	Torf/Sand 1 : 2	Torf/Sand 1 : 2 + S	Jiffy 700	Jiffy 703	Vermicu- lit	Vermicu- lit be- handelt	Sand	Torf/Sand 1 : 2 + S
	\bar{x} %	35,49	29,68	30,39	59,06	46,58	33,88	24,70	7,39	6,36
unter Folienzelt	Sand	35,49	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*
	Torf/Sand 1 : 2	29,68	—	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
	Torf/Sand 1 : 2 + S	30,39		—	*	n..	n.s.	n.s.	*	**
	Jiffy 700	59,06			—	n.s.	*	*	***	***
	Jiffy 703	46,58				—	n.s.	n.s.	**	**
	Vermiculit Vermiculit behandelt	33,88 24,70					—	n.s.	*	*** **
ohne Folienzelt	Sand	7,39							—	n.s.
	Torf/Sand 1 : 2 + S	6,36								—

Tab. 5. — Paarweiser Mittelwertvergleich (t-Test) der Bewurzelungsergebnisse in Prozent der Aspengrünstecklinge von Pfropflingen bei unterschiedlichen Stecksubstraten.

		Sand	Torf/Sand 1 : 2	Torf/Sand 1 : 2 + S	Jiffy 700	Jiffy 703	Vermiculit	Vermiculit behandelt
	\bar{x} %	55,83	55,83	35,00	47,50	43,33	20,84	24,17
Sand	55,83	—	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
Torf/Sand 1 : 2	55,83		—	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
Torf/Sand 1 : 2 + S	35,00			—	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Jiffy 700	47,50				—	n.s.	n.s.	n.s.
Jiffy 703	43,33					—	n.s.	n.s.
Vermiculit Vermiculit behandelt	20,84 24,17						—	n.s. —

3.3 Einflüsse durch die Verfahren der Stecklingsgewinnung

Die einzelnen Verfahren der Stecklingsgewinnung auf den Erfolg hin zu vergleichen, scheint verfrüht zu sein. Bedingt durch die Verfahren konnte nur zu verschiedenen Terminen abgesteckt werden; es ist also nicht auszuschließen, daß sich die Stecklinge in einem unterschiedlichen Entwicklungszustand befanden. Bei den Wurzelgrünstecklingen mußten die Ergebnisse von längeren Perioden zusammengefaßt werden, da die Schößlinge je nach Vorhandensein und Entwicklungszustand entnommen werden mußten. Wegen des stark wechselnden mengenmäßigen Anfalls bei dieser Serie konnten auch die einzelnen Varianten nicht gleichmäßig und kontinuierlich besetzt werden.

3.4 Klonspezifische Reaktionen

Bei den Graupappeln sind keine besonderen klonspezi-

fischen Unterschiede zu finden (Abb. 2). Dies wird sicherlich an der Zusammensetzung des Versuchsmaterials liegen. Starke Reaktionen in ganz unterschiedliche Richtungen sind bei den Aspen zu bemerken. Die Stecklinge mancher Klone wie z. B. Bs 17 (Abb. 3) sind mit den angewendeten Methoden kaum zur Bewurzelung zu bringen. Einzelne Klone reagieren deutlich auf die unterschiedlichen Substrate oder auf die Varianten der Stecklingsgewinnung; bei anderen Klonen ist ein relativ geringer Einfluß der Behandlungsmethode bzw. des Substrats auf die Bewurzelung festzustellen (Abb. 4).

Auf verschiedene Substrate können jedoch die Aspenklone z. T. gleichsinnig reagieren. Unter dem Folienzelt lassen sich bei den Substraten Vermiculit in behandelter und unbehandelter Form (Grünstecklinge von Pfropflingen $r = 0,96^{**}$, Wurzelgrünstecklinge $r = 1,00^{**}$) sowie den

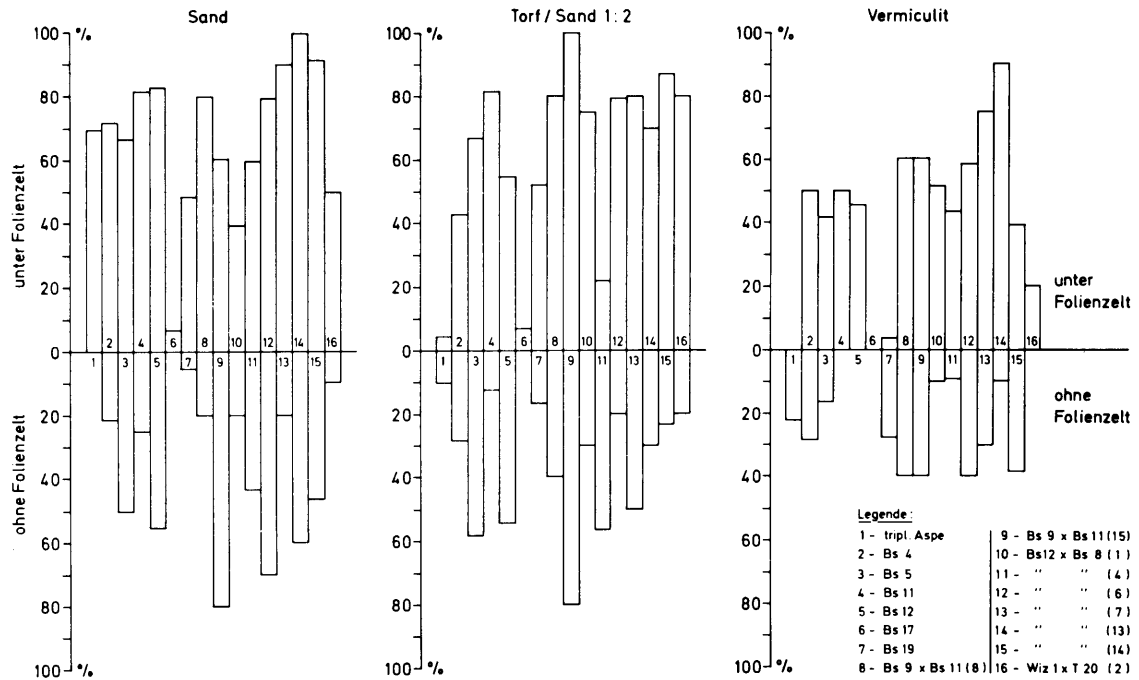


Abb. 3. — Vergleich der Bewurzelungsergebnisse von Grünstecklingen einzelner Aspenklone bei unterschiedlichen Stecksubstraten (in Prozent).

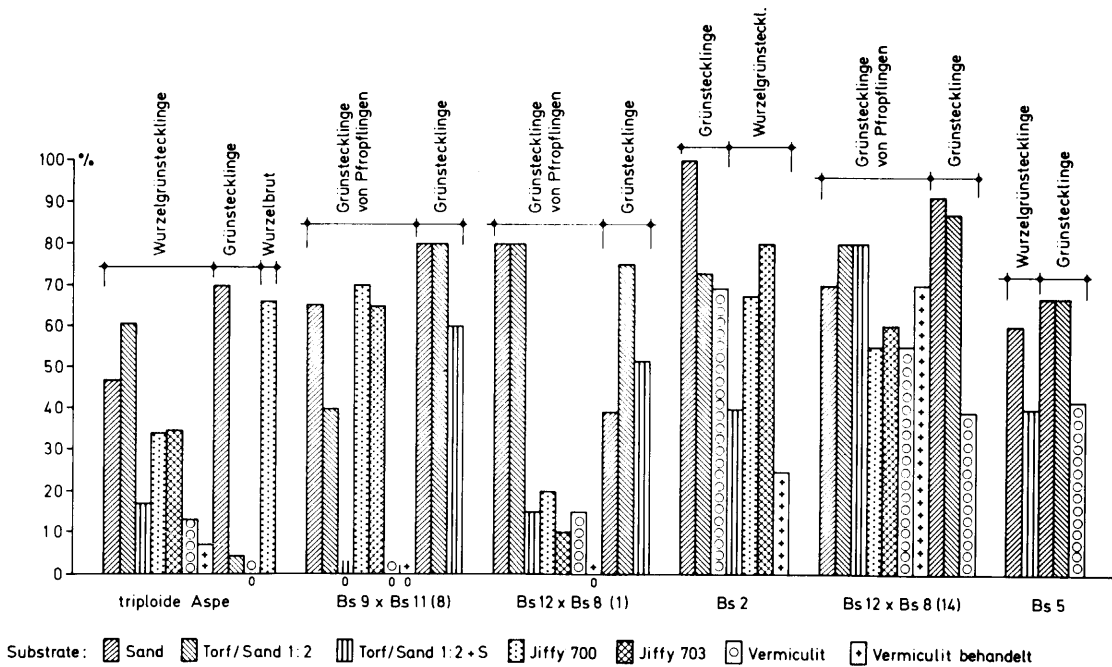


Abb. 4. — Klon-spezifische Reaktion von Aspen auf Substrate und Behandlungsmethoden (unter Folienzelt) in Prozent.

Torfpreßlingen Jiffy 700 und Jiffy 703 (Grünstecklinge von Pflöpfingen $r = 0,96^{**}$, Wurzelgrünstecklinge $r = 0,75^*$) enge Korrelationen herleiten. Das gleiche gilt auch für die Substrate Sand und Vermiculit ($r = 0,61^{**}$) bzw. der Mischung von Torf/Sand und Vermiculit ($r = 0,52^{**}$) bei Aspengrünstecklingen unter dem Folienzelt. Daneben konnte noch bei den Wurzelgrünstecklingen unter Folienzelt ($r = 0,80^*$) und Aspengrünstecklingen ohne Folienzelt ($r = 0,61^*$), die in Sand bzw. in der Mischung von Torf/Sand abgesteckt worden waren, ein ähnliches Verhalten festgestellt werden.

4. Diskussion

Um bei der autovegetativen Großvermehrung wirtschaftlich arbeiten zu können, wird nach Verfahren gesucht, durch die sich möglichst viele Klone gut bewurzeln lassen. Klone, die ggf. eine andere Wachstoffsosierung oder einen längeren Zeitraum zur Wurzelbildung benötigen, werden ausgeschieden. Stehen Populationen mit vielen geeigneten Individuen zur Verfügung, ist dies von untergeordneter Bedeutung. Sind hingegen von einer Art nur relativ wenig Individuen mit guter Massenleistung, guten Form- und Resistenzeigenschaften bekannt, so muß bei der Ent-

wicklung von Vermehrungsverfahren differenzierter vorgegangen werden. Ähnliches kann auch für die Vermehrung von Klonen mit speziellen Resistenzeigenschaften gelten. Wie aus den Ergebnissen der Versuche zu ersehen, ist es noch verfrüht, einem der angewendeten Verfahren im allgemeinen oder für einen speziellen Klon den Vorzug zu geben.

In der Regel dürfte die Wahl der jeweiligen Vermehrungsmethoden durch das übliche Vorgehen bei der Selektion der Klone aus den Nachkommenschaften von gelenkten Kreuzungen bzw. aus Wildpopulationen bestimmt werden. Als einfachstes bietet sich das Wurzelgrünstecklingsverfahren an. Es ist jedoch nicht möglich, in größerem Umfang von einem Einzelbaum Wurzeln zu entnehmen, ohne ihn zu schädigen.

Außerdem unterliegt die Neigung zur Wurzelschößlingsbildung starken klonspezifischen Unterschieden. Bei den Versuchen des Jahres 1975 sind Ausbeuten erzielt worden, die zwischen 14 (Bs 6) und 35 Wurzelschößlingen (tripl. Aspe) je lfdm Wurzel lagen. Um sicher zu gehen, dürfte es sich daher bei der Selektion von Einzelbäumen empfehlen, gleichzeitig eine Anzahl von Pfropfreisern zu werben, um ein Mutterquartier aufzubauen. Bis zur Überalterung dieses Quartiers dürfte geklärt sein, nach welcher Methode sich der jeweilige Klon am besten vermehren läßt. Außerdem ist zu erwarten, daß zu diesem Zeitpunkt eine größere Anzahl auf autovegetativem Wege erzeugter Pflanzen zur Verfügung steht, die für eine Großvermehrung genutzt werden können.

Die vorliegenden Versuchsergebnisse machen deutlich, daß die Großvermehrung von Graupappeln keine Schwierigkeiten bereitet; bei den Aspen sind hingegen noch nicht alle Probleme der Verfahrensentwicklung gelöst. Immerhin ist zu erkennen, in welcher Richtung weitere Untersuchungen angestellt werden müssen und daß sich die Bewurzelungsquoten bei künftiger Verfeinerung des Verfahrens steigern lassen. Es ist also zu erwarten, daß in der nächsten Zeit wirtschaftliche Verfahren zur Großvermehrung von Aspen entwickelt werden können.

5. Zusammenfassung

Bei Versuchen zur Entwicklung wirtschaftlicher Verfahren zur autovegetativen Vermehrung von Aspen und Graupappeln wurden verschiedene Stecksubstrate und Methoden der Stecklingsgewinnung erprobt. Um die Luftfeuchtigkeit im Gewächshaus zu erhöhen, sind Stecklinge in Folienzelten abgesteckt worden. Kein Einfluß des Folienzeltes und der unterschiedlichen Stecksubstrate konnte bei den Graupappelstecklingen festgestellt werden. Bei den Aspen sind mit Hilfe der Folienzelte hingegen eindeutig höhere Bewurzelungsergebnisse zu erzielen. Als günstige Stecksubstrate haben sich Sand und eine Mischung von Torf/Sand (1 : 2) sowie Torfpreßlinge (Jiffy 700 und Jiffy 703) erwiesen.

6. Summary

Within the framework of a larger research project for developing economically feasible methods for auto-vegetative propagation various types of rooting medium and procedures for taking cuttings were tested. Polyethylene

plastic tents within the greenhouse were used in order to increase air humidity. For cuttings of grey poplars no influence of the rooting medium or propagation in plastic tents could be observed. However, for aspen rooting can significantly be increased by using plastic tents. Sand, a peat/sand mixture (1 : 2) and peat tablets (Jiffy 700 and Jiffy 703) can be considered as good rooting media.

Key words: Aspen rooting, Rooting medium, vegetative propagation in plastic tents.

7. Literatur

- BARRY, W. J. and SACHS, R. M.: Vegetative propagation of aspen. Calif. Agri. 22, 14—16 (1968). — BAUMEISTER, G.: Versuche zur vegetativen Vermehrung von Pappeln der Sektion Leuce DUBY. Unveröffentlichtes Manuskript (1971). — BENSON, M. K. and SCHWALBACH, D. E.: Technique for rooting aspen root sprouts. Tree Planters' Notes 21, 12—14 (1970). — BLUM, W. E.: „Vermiculit“ als Nährsubstrat für angewandte und experimentelle Pflanzenökologie. AFZ 141, 205—209 (1970). — BRAUN, H.: Wurzelkeime in jungen und älteren Sproßachsen von *Populus*. Zeitschr. f. Botanik 51, 441—451 (1963). — DÖPP, W.: Versuche über die Bewurzelung von Sproßstecklingen von *Populus tremula* L. Angew. Botanik 21, 382—391 (1939). — ELIASSON, L.: Growth regulators in *Populus tremula*. III. Variation of auxin and inhibitor level in roots in relation to root sucker formation. IV. Apical dominance and suckering in young plants. Physiol. Plant. 25, 118—121 und 263—267 (1971). — FARMER, R. E., Jr.: Aspen root sucker formation and apical dominance. Forest Sci. 8, 403—410 (1962). — FARMER, R. E., Jr.: Vegetative propagation of aspen by greenwood cuttings. J. Forestry 61, 385—386 (1963). — FRÖHLICH, H.-J.: Grundlagen und Voraussetzungen der autovegetativen Vermehrung. Silv. Gen. 8, 49—68 (1959). — FRÖHLICH, H.-J. und GROSSCURTH, W.: Züchtung, Anbau und Leistung der Pappeln. Mitteilungen der Hess. Landesforstverwaltung Bd. 10, Frankfurt (1973). — GARDNER, F. E.: The relationship between tree age and rooting of cuttings. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 26, 101—104 (1929). — GERHARDT, F.: Statistische Programme des Deutschen Rechenzentrums. Darmstadt (1969). — GRAEVENITZ, L.: Über Wurzelbildung am Steckholz. Dissertation, Jena (1913). — GULLÖVE, H.: Über die vegetative Vermehrung von *Populus tremula*. Der Züchter 4/6, 101—104 (1943). — HEITMÜLLER, H. H.: Vegetative Vermehrung unter Verwendung von Wuchsstoffen bei *Populus canescens* Sm. und *P. tremula* L. Zeitschr. f. Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung 3, 135—136 (1954). — HERRMANN, S.: Zum Problem der vegetativen Vermehrung von Aspen-Hybriden. Jahresbericht der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, 21—22 (1973). — HOFMANN, E.: Zur Anzucht der Aspe. Forstw. Centralbl. 24, 360—365 (1902). — JANSON, L.: Die vegetative Vermehrung von Pappeln der Sektion Leuce DUBY. XIV. IUFRO-Kongress Sektion 22 — AG 22/24, Bd. III, 205—223 (1967). — JANSON, L.: Einfluß der Mineraldüngung von Mutterpflanzen zweier Klone der Sektion Leuce auf die Ergebnisse der vegetativen Vermehrung. Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa Nr. 477, 1—74 (1974). — KUCHLENZ, F.: Untersuchungen über die günstigste Wurzelstecklingslänge und -stärke bei der vegetativen Vermehrung von Pappeln der Sektion Leuce durch Wurzelstecklinge. Der Züchter 28, 336—343 (1958). — LEK, H. A. A., VAN DER: Over de wortelvorming van houtige stekken. Meded. Landbouwhoogschool, Wageningen 28, 1—230 (1924). — LÜCKE, H.: Pappelanzücht und -anbau. Hannover (1951). — MUHLE-LARSEN, C.: Cuttings from herbaceous shoots on roots of aspen and grey poplar. Dansk Skovforen Tidsskr. 28, 96—113 (1943). — PEIKERT, K.: Verbesserung der Vermehrungsmethoden für Baumschulgehölze in Schleswig-Holstein. Deutsche Baumschule G 2151 E, 10—11 (1975). — SCHIER, G. A.: Origin and development of Aspen root suckers. Can. Journ. of Forest Res. 3, 45—53 (1973). — SCHMID, A.: Über die Steckholzbewurzelung bei einheimischen Laubholzarten mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse bei *Populus tremula*. Dissertation, Freiburg/Schweiz (1972). — SNOW, A. G.: Use of indolbutyric acid to stimulate the rooting of dormant aspen cuttings. Journ. of Forestry 36, 582—587 (1938). — WETTSTEIN, W., VON: Die Vermehrung und Kultur der Pappel. Frankfurt (1944). — ZUFA, L.: A rapid method for vegetative propagation of aspen and their hybrids. The Forestry Chronicle 47, 36—39 (1971).