

SCHREINER, E.: Results of a project in hybridizing poplars. J. Hered. 24: 271—299 (1933). — WHITECROSS, M. and WILLING, R. R.: Hybridization of incompatible poplars following solvent treatment of stigmas. Experientia 31: 651—653 (1975). — WILLING, R. R. and PRYOR, L. D.: Interspecific hybridization in poplar. Theor. App. Genet. 47: 141—151 (1976). — WINTON, L.: Fertilization in forced quaking aspen and

cottonwood. Silvae Genetica 17: 20—21 (1968). — ZUFFA, L.: A summary review of intraspecific breeding in the genus *Populus*. Proc. 14th Meeting Can. Tree Improvement Assoc., Fredericton, N.B., Canada, 1973. Part II, pp. 107—123 (1975). — ZUFFA, L.: The present work on poplar breeding in Ontario. 13th Session, Inter. Pop. Comm. pp. 1—46 (1968).

Einige Wuchs- und Holzeigenschaften bei einer Kreuzung *Populus alba* × *Populus grandidentata* im Vergleich mit dem Schwarzpappelbastard 'Robusta'

Von S. RECK¹⁾ und H. DIETERICH²⁾

(Eingegangen August 1976)

1 Einleitung

Seit langem werden innerhalb der Pappelsektion Leuce (Weiß- und Zitterpappeln) Züchungsarbeiten durchgeführt. Bereits vor dem 2. Weltkrieg hat v. WETTSTEIN mit Arten der Sektion Leuce gearbeitet. In Deutschland haben sich nach dem Kriege mehrere Stellen im Rahmen der Pappelforschung auch mit den Weißpappeln und Aspen befaßt (HATTENBERG U. a. 1967, MELCHIOR U. a. 1966, SEITZ 1963, v. SCHÖNBORN 1965). In Baden-Württemberg hat SCHLENNER bald nach dem Kriege ein umfangreiches Züchtungsprogramm mit Pappeln begonnen, wobei der Schwerpunkt bei der Sektion Leuce lag (SCHLENNER 1953, HEIMBURGER 1958).

Als recht vielversprechend erwiesen sich dabei Kreuzungen zwischen der europäischen Silberpappel (*Populus alba* L.) und einer nordamerikanischen Aspenart (*Populus grandidentata* Michx.). Die beiden im folgenden auch als alba und grand. bezeichneten Arten sind miteinander leicht zu kreuzen, und die Kreuzungspopulationen zeigen ein rasches Jugendwachstum, gute Formeigenschaften und gute Bewurzelungsfähigkeit bei Verwendung von Holzstecklingen (HEIMBURGER 1968, JOHNSON 1946, KOPECKY 1969, ZUFFA 1971). Bei Artkreuzungen entstehen jedoch selbst bei Wahl von Kreuzungspartnern mit guter Kombinationseignung in der Regel so heterogene Nachkommenschaften, daß ein großer Teil der Hybridsämlinge für eine wirtschaftliche Verwendung nicht geeignet ist (HEIMBURGER 1968). Wegen der guten Bewurzelungsfähigkeit besteht bei Kreuzungen alba X grand. jedoch die Möglichkeit der Auslese einzelner guter Pflanzen mit anschließender Vegetativvermehrung. Zur Klärung der Frage, welche Variation in Sämlingsnachkommenschaften dieser Kreuzung zu erwarten ist und welche genetischen Gewinne durch Auslese und Vegetativvermehrung möglich erscheinen, wurden vorliegende orientierende Untersuchungen an Holzproben von Sämlingen einer Kreuzung alba X grand. und von aus Stecklingen herangezogenen Bäumen von *P. X euramericana* cv. 'Robusta', nachfolgend als Robusta bezeichnet, durchgeführt.

Als Merkmale, die an den Holzproben zu erheben waren, wurde neben der Jahrringbreite die Dichte des Holzes ge-

wählt, da sie sowohl die in der Volumeneinheit erzeugte reine Holzsubstanz angibt, als auch ein komplexes Holzmerkmal darstellt, das Rückschlüsse auf die innere Holzqualität und die Holzverwendungsmöglichkeiten zuläßt (für weitergehende Literatur hierzu sei auf KENNEDY 1968 und MARCET 1965 verwiesen).

2 Material und Versuchsdurchführung

2.1 Ausgangsmaterial und Feldversuchsanlage

Die Kreuzung *P. alba* X *P. grandidentata* wurde von SCHLENNER 1952 in Stuttgart-Weilimdorf durchgeführt. Als Mutter diente ein alba-Klon, der unter der Bezeichnung „Dillingen Nr. 27“ geführt wird. Der Pollen stammt aus einer Direktsendung von Prof. HEIMBURGER in Kanada. Ob es sich dabei um Pollen eines einzigen Baumes handelt (was wahrscheinlich ist), oder um ein Pollengemisch, ist nicht bekannt. Bei der aus dieser Kreuzung hervorgegangenen F₁-Population (Weilimdorf Nr. 5229) handelt es sich demnach mindestens um Halbgeschwister, wenn nicht um Vollgeschwister.

Mit den Sämlingspflanzen der F₁-Generation wurden in verschiedenen Teilen von Baden-Württemberg „Beobachtungsflächen“ angelegt, um die Standortstoleranz der Neuzüchtungen zu testen. Diese Flächen wurden meist nicht als Versuchsfächer im strengen Sinne angelegt, sondern die Neuzüchtungen wurden je nach verfügbarer Flächengröße und Geländeform block- oder reihenweise zusammen mit bekannten Altsorten angepflanzt.

Das hier untersuchte Material stammt von der Beobachtungsfläche „Eschelhof“ im Forstbezirk Unterweissach (jetzt Fbz. Backnang). Die Auspflanzung der zweijährigen Sämlinge erfolgte 1954 im Verband 5 X 5 m. Als Vergleichssorte wurden im Block daneben ebenfalls zweijährige Pflanzen der Schwarzpappelsorte 'Robusta' gepflanzt.

Der Standort ist eine flache Talsenke mit nährstofffreiem, grundfrischem kolluvialem Aueboden (lehmiger Sand) im Bereich des Stubensandsteins (mittl. Keuper). Die Fläche liegt im inneren Schwäbisch-Fränkischen Wald (Regionalgesellschaft paenemontaner Buchen-Tannenwald) in 470 m Meereshöhe. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt ca. 7,8° C, die jährlichen Niederschläge im Durchschnitt ca. 1000 mm.

2.2 Holzuntersuchungen

Nach einer Durchforstung in der Versuchsanlage im Jahre 1973 bot sich die Gelegenheit, einige Holzmerkmale

¹⁾ Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg Reinbek, Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung.

²⁾ Baden-Württ. Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt, Abt. Botanik und Standortskunde.

gleichzeitig mit Merkmalen der Wuchsleistung an Stammescheiben der inzwischen 22jährigen Versuchsbäume zu untersuchen. Als Stichprobe standen von der F_1 -Population der Kreuzung *Populus alba* \times *P. grandidentata* und der Schwarzpappelsorte 'Robusta', im nachfolgenden auch als Sorten bezeichnet, je vier Bäume zur Verfügung, die in ihrer Durchmesserleistung die Variationsbreite in der gesamten Versuchsanlage zum Zeitpunkt der Probenahme annähernd repräsentierten. Von den Probebäumen wurden aus Brusthöhe je eine Stammscheibe und eine radiale Holzprobe von Rinde zu Rinde entnommen. An den Stammescheiben von 2 cm Dicke wurden Durchmesser und die mittlere Holzdichte bestimmt und an den ebenfalls 2 cm dicken und 2 cm breiten radialen Holzproben die mittlere Jahrringbreite und mittlere Holzdichte getrennt für marknahes (Innenholz) und markfernes Holz (Außenholz). Diese Unterteilung der radialen Holzproben diente sowohl einer getrennten Untersuchung in unterschiedlichen Altersbereichen der Bäume als auch zur Einschätzung von Jugend-Alters-Korrelationen in Merkmalen der Wuchsleistung und der inneren Holzqualität, die insbesondere bei der Massenauslese in jüngeren Baumbeständen oder für die Frühbeurteilung von Züchtungsmaterial von Bedeutung sind. Als Maß für die Holzdichte wurde die „maximale Raumdichte“ (R_{\max}) gewählt, definiert als das Verhältnis der darrtrockenen Holzsubstanz zum Frischvolumen der Holzproben in Gramm pro Kubikzentimeter, die zusammen mit der Wuchsleistung eines Baumes ein Kriterium für seine Produktionsleistung an reiner Holzsubstanz darstellt, sowie als komplexes Holzmerkmal Rückschlüsse auf die innere Holzqualität ermöglicht.

Die für die einzelnen Bäume und die beiden Sorten errechneten Mittelwerte wie auch die Vergleiche zwischen den Sorten und zwischen Innen- und Außenholz basieren auf den Merkmalswerten in Brusthöhe der Bäume. Da sowohl die Jahrringbreite als auch die Holzdichte längs zur Stammachse des Baumes systematische Schwankungen aufweisen (GÖRTE 1964), ist bei den mitgeteilten Mittelwerten auch eine systematische Abweichung vom wahren Baum-Mittelwert zu berücksichtigen. Auf eine Einschätzung dieser Abweichung, die mittels rechenaufwendiger Trendanalysen möglich ist (vgl. STERN 1963), wurde verzichtet, da Hauptziel dieser orientierenden Untersuchung die Ermittlung der Holzeigenschaften in dem wirtschaftlich wichtigsten Teil des Baumes war, der durch Proben in Brusthöhe gut repräsentiert ist.

Wegen des geringen Stichprobenumfangs von vier Bäumen pro Sorte und der genetisch ungleichartigen Besetzung innerhalb der Sorten — die Bäume der 'Robusta' sind nach Vegetativvermehrung entstandene isogenetische Individuen, die der Kreuzungsfamilie stellen verschiedene Genotypen dar — sowie wegen der systematischen Probenahme von Bäumen aus den unteren und oberen Durch-

messerklassen, waren varianzanalytische Auswertungsmethoden nicht anwendbar. Um dennoch orientierende Informationen aus dem vorhandenen Material für weitergehende Forschungs- und Züchtungsarbeiten mit F_1 -Hybriden der Kreuzung *alba* \times *grandidentata* zu erhalten, wurden als Streuungsmaße die Variationsbreiten der einzelnen Merkmale verwendet und in Anlehnung an quantitativen Methoden zur Schätzung von genetischen Variationen und Heritabilitäten genetisch bedingte Variationsbreiten sowie relative genetische Variationsbreiten geschätzt. Danach läßt sich die totale Variationsbreite in der F_1 -Population (V.B._t) auffassen als Summe eines genetisch (V.B._g) und eines umweltbedingten Anteils (V.B._u):

$$V.B_{t(1)} = V.B_g + V.B_u \quad (1)$$

Die relative genetische Variationsbreite (rel. V.B._g) ergibt sich dann als Verhältnis der genetisch bedingten Variationsbreite zur totalen Variationsbreite:

$$\text{rel. } V.B_g = \frac{V.B_g}{V.B_g + V.B_u} = \frac{V.B_g}{V.B_{t(1)}} \quad (2)$$

Für die Vergleichssorte 'Robusta' ist die totale Variationsbreite allein durch nichtgenetische Ursachen erklärt:

$$V.B_{t(2)} = V.B_{n.g.} \quad (3)$$

Läßt man die vereinfachende Annahme gelten, daß die nichtgenetische Variationsbreite in dem Schwarzpappel-Klon überwiegend durch umweltbedingte Ursachen erklärt ist und daß zum anderen die Umwelteffekte in beiden Sorten von annähernd gleicher Größenordnung sind, so lassen sich näherungsweise für die F_1 -Populationen genetisch bedingte Variationsbreite und relative genetische Variationsbreite mittels Gleichung (1) und (3), bzw. Gleichung (1) und (2), aus den totalen Variationsbreiten in der F_1 -Population (V.B._{t(1)}) und in dem Schwarzpappelkロン 'Robusta' (V.B._{t(2)}) einschätzen:

$$\begin{aligned} V.B_g &= V.B_{t(1)} - V.B_{t(2)} \\ &= V.B_{t(1)} - V.B_{n.g.} \end{aligned} \quad (4)$$

und

$$\text{rel. } V.B_g = \frac{V.B_{t(1)} - V.B_{t(2)}}{V.B_{t(1)}} \quad (5)$$

Die relative genetische Variationsbreite entspricht der Heritabilität im weiteren Sinne (h^2_w), ein Parameter in der quantitativen Genetik zur Einschätzung von Züchtungsmöglichkeiten nach Selektion und Vegetativvermehrung (RECK 1974). Wie die Heritabilität ist auch dieses hier verwendete Maß durch die Extremwerte 0 und +1, bzw. 0 und 100% begrenzt, wobei der Wert 0 den Fall ohne genetische Variation bezeichnet und der Wert +1 den Fall, daß die gesamte Variation allein durch genetische Unterschiede erklärt ist.

3 Ergebnisse

Zur Charakterisierung der Wuchsleistung werden im folgenden die Aufnahmewerte im Alter 20 mitgeteilt:

	Zahl der gemessenen Bäume	Höhe (m)		BHD (cm)	
		Mittelw.	Streuung	Mittelw.	Streuung
<i>alba</i> \times <i>grand.</i>	50	21,9	19 — 25,5	24	13—36
Robusta	33	18,9	14,4—22	21	13—27

Die Robusta zeigt starke Schäden durch den Rindentod (*Dothichiza populea*). Die F_1 -Population ist vollkommen gesund (es wurde auch keine Triebspitzenkrankheit beobachtet), von guter Wuchsform und wenig lichtwendig. Im Mittel betrug zu diesem Zeitpunkt die Überlegenheit der Kreuzungsfamilie gegenüber Robusta ca. 15% in Stammhöhe und Brusthöhendurchmesser.

Die an den Stammscheiben erhobenen Merkmale sind als

Mittelwerte für die einzelnen Probebäume und für die beiden Sorten *alba* \times *grand.* und Robusta in Tab. 1 zusammengestellt. Ein erster Vergleich läßt bereits erkennen — was auch durch die intensiveren Untersuchungen an den radialen Holzproben bestätigt wird — daß sowohl in der Durchmesserleistung als auch in der Wuchsleistung an reiner Holzsubstanz die Kreuzung *alba* \times *grand.* übereinstimmend mit der vorausgegangenen Gesamtauswertung im

Mittel der Robusta zwar überlegen ist, bei Bewertung einzelner Bäume aber auch erheblich hinter dieser Wirtschaftspappel sorte zurückbleiben kann. Am deutlichsten wird das bei dem Merkmal „Trockengewicht“ erkennbar, das ein Kriterium für die Produktionsleistung an reiner Holzsubstanz darstellt. Setzt man hier den Mittelwert der Sorte Robusta gleich 100%, so ergeben die einzelnen Probäume der Kreuzung *alba* × *grand.* als Leistungsindex: 48%, 60%, 168% und 180%.

Rückschlüsse auf die Faktoren, die für die Schwankungen der Merkmale innerhalb der Sorten verantwortlich sein könnten, geben die Werte der Variationsbreiten in Tab. 1 und Tab. 2. Bei allen Merkmalen ist die Variationsbreite in der Kreuzungsfamilie *alba* × *grand.* erheblich größer als in der Sorte Robusta. Unter der zuvor genannten Annahme, daß die Variation innerhalb der Robusta ein

Maß für die Umweltwirkungen in der Versuchsanlage darstellt und die Variation innerhalb der Kreuzungsfamilie sich additiv aus umwelt- und genetisch bedingten Variationsanteilen zusammensetzt, ermöglichen die aufgeführten Variationsbreiten — wie im methodischen Teil näher beschrieben — eine Einschätzung der Größenordnung von Umwelt- und genetischen Faktoren auf die Variation der untersuchten Merkmale in der Kreuzung *alba* × *grand.* Die praktische Bedeutung der genetischen Faktoren ist in Tab. 3 durch Prozentangabe der Schätzwerte für die „relative genetische Variationsbreite“ aufgezeigt. Die Bedeutung der Umweltfaktoren ergibt sich dabei aus der Differenz zu 100%.

Insgesamt folgt aus Tab. 3, daß überschlägig etwa die Hälfte der gesamten Variation in der *F₁*-Population je durch genetische Faktoren und durch Umwelteffekte er-

Tabelle 1. — Mittelwerte und Variationsbreiten in Stammscheiben

Merkmal	Sorte	Probäume				Mittelwert	Variationsbreite
		1	2	3	4		
Durchmesser (cm)	Robusta	18,8	19,4	23,8	26,1	22,0	7,3
	<i>alba</i> × <i>grand.</i>	16,9	18,3	28,3	30,0	23,4	13,1
Raumdichte (g/ccm)	Robusta	0,354	0,350	0,353	0,365	0,356	0,015
	<i>alba</i> × <i>grand.</i>	0,299	0,315	0,370	0,353	0,334	0,071
Trockengew. (g)	Robusta	98,3	103,5	157,0	195,3	138,5	97,0
	<i>alba</i> × <i>grand.</i>	67,1	82,9	232,7	249,5	158,1	182,4

Tabelle 2. — Mittelwerte und Variationsbreiten in radialen Holzproben

Merkmal	Sorte	Probäume				Mittelwert	Variationsbreite
		1	2	3	4		
Jahrringbr. (Innenholz)	Robusta	3,7	4,1	4,2	5,2	4,3	1,5
	<i>alba</i> × <i>grand.</i>	4,2	4,2	5,9	7,2	5,4	3,0
Jahrringbr. (Außenholz)	Robusta	4,4	4,1	6,3	5,5	5,1	2,2
	<i>alba</i> × <i>grand.</i>	4,6	4,8	5,7	8,7	6,0	4,1
Raumdichte (Innenholz)	Robusta	0,377	0,355	0,368	0,364	0,366	0,022
	<i>alba</i> × <i>grand.</i>	0,340	0,320	0,353	0,386	0,350	0,066
Raumdichte (Außenholz)	Robusta	0,339	0,324	0,331	0,368	0,341	0,044
	<i>alba</i> × <i>grand.</i>	0,287	0,298	0,348	0,364	0,324	0,077

Tabelle 3. — Relative genetische Variationsbreiten in der Kreuzung *P. alba* × *grand.* bei Merkmalserhebungen in Stammscheiben und in radialen Holzproben

Merkmal	Variationsbreite ¹⁾	relative Variationsbreite (%) ²⁾
Durchmesser der Stammscheiben	13,1 — 7,3 = 5,8 cm	44
Raumdichte der Stammscheiben	0,071 — 0,015 = 0,056 g/ccm	79
Trockengewicht der Stammscheiben	182,4 — 97,0 = 85,4 g	47
Jahrringbreite im Innenholz	3,0 — 1,5 = 1,5 mm	50
Jahrringbreite im Außenholz	4,1 — 2,2 = 1,9 mm	46
Raumdichte im Innenholz	0,066 — 0,022 = 0,044 g/ccm	67
Raumdichte im Außenholz	0,077 — 0,044 = 0,033 g/ccm	43

¹⁾ Die genetisch bedingte Variationsbreite ergibt sich aus der Differenz: Variationsbreite in der *alba* × *grand.*-Variationsbreite „Robusta“.

²⁾ Die genet. bedingte relative Variationsbreite bezeichnet den Quotienten: genetisch bedingte Variationsbreite / Variationsbreite in der *alba* × *grand.* (Erläuterungen im Text)

klärt werden kann, wobei bei Merkmalen der Wuchsgröße der Einfluß von Umweltbedingungen und bei Holzeigenschaften der Einfluß genetischer Faktoren etwas zu überwiegen scheint. Ein Vergleich der getrennt für Innen- und Außenholz geschätzten relativen genetischen Variationsbreiten läßt erkennen, daß im höheren Baumalter die Merkmale Jahrringbreite und Raumdichte des Holzes im stärkeren Maße von nichtgenetischen Faktoren gesteuert werden als in jungen Bäumen.

Zur Einschätzung von Jugend-Alters-Korrelationen wurden für Jahrringbreite und Raumdichte Autokorrelationen zwischen Innen- und Außenholz berechnet und in Tab. 4 für die beiden Prüfgruppen zusammengestellt. Während für die Kreuzungsfamilie *alba* × *grand.* hochsignifikante Koeffizienten für Autokorrelationen eine straffe Jugend-Alters-Korrelation bei beiden Merkmalen erwarten lassen, sind bei dem Klon Robusta keine sicheren Zusammenhänge zwischen jungem und älterem Holz nachzuweisen.

Tabelle 4. — Autokorrelationen zwischen Innen- und Außenholz

Merkmal	Sorte	Korrelations- ¹⁾ koeffizient r	Bestimmtheit r ² (%)
Jahrring- breite	'Robusta'	0,44—	(19,6)
	<i>alba</i> × <i>grand.</i>	0,94***	89,3
Raumdichte	'Robusta'	0,17—	(3,0)
	<i>alba</i> × <i>grand.</i>	0,85**	72,9

¹⁾ Signifikanzbezeichnungen:

— nicht signifikant an der 5% Schwelle

** signifikant an der 1% Schwelle

*** signifikant an der 0,1% Schwelle

4 Diskussion

Über den gleichen Zeitraum von 22 Jahren hat unter vergleichbaren Wuchsbedingungen die Kreuzungspopulation im Mittel bei einer um etwa 7% geringeren Holzdichte eine um ca. 15% höhere Produktionsleistung an reiner Holzsubstanz erbracht als die Vergleichssorte 'Robusta'. Betrachtet man jedoch die einzelnen Baumwerte der Kreuzung, so liegen die Hybridsämlinge sowohl bis zu rd. 50% unter als auch bis zu rd. 80% über den Werten für den Schwarzpappel-Klon. Daraus folgt, daß die Kreuzung *Populus alba* × *Populus grandidentata* insgesamt etwas günstiger, hinsichtlich einiger guter Bäume erheblich günstiger, unter Berücksichtigung der großen Streuung der Einzelbaumwerte und der damit verbundenen Inhomogenität der Holzeigenschaften aber ungünstiger zu beurteilen ist als 'Robusta'. Die wirtschaftliche Verwendung der vollständigen Hybridpopulation erscheint somit nicht vertretbar; andererseits ließe man große Möglichkeiten züchterischer Verbesserung bei dieser interessanten Artkreuzung ungenutzt.

Die im Vergleich zu reinen Aspen gute Bewurzelungsfähigkeit von Steckhölzern ermöglicht die Selektion einzelner guter Pflanzen aus Hybridfamilien mit anschließender Vegetativvermehrung. Eine Einschätzung des hier nach zu erwartenden Züchtungserfolges bleibt beim gegenwärtigen Entwicklungsstand der Pappelzüchtung, insbesondere aber auch wegen des geringen Stichprobenumfangs für diese Untersuchung, mit Unsicherheiten belastet. Als Tendenz ist jedoch erkennbar, daß die innerhalb der Kreuzungsfamilie bestehende große und für eine wirtschaftliche Verwendung ungünstige Variation zum großen Teil genetisch bedingt ist und durch Geschwisterselektion kontrollierbar sein dürfte. Nimmt man ersatzweise die in Tab. 3 aufgeführten „relativen Variationsbreiten“ als Richt-

werte für Heritabilitäten, was aus den zuvor dargelegten Gründen gerechtfertigt erscheint, dann sind Frühtestverfahren zur genetischen Analyse der Wuchsgröße und der Holzdichte bei Nachkommenschaften aus Kreuzungen *alba* × *grand.* und genetische Verbesserungen in diesen Merkmalen als erfolgversprechend zu beurteilen.

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangten viele Autoren, die bei einer Reihe von Pappelarten hohe Heritabilitäten für Holzeigenschaften, insbesondere für Holzdichte und Faserlänge, nachgewiesen und züchterische Möglichkeiten zur Verbesserung der Holzqualität aufgezeigt haben (CECH et al. 1960, EINSPAHR et al. 1967 und 1968, FARMER et al. 1968, HAASEMANN 1967, HAMILTON 1967, KENNEDY 1959, MARTON et al. 1968, POSEY 1969, PRONIN et al. 1968, RECK 1974).

Die Frage, mit welcher Sicherheit Frühtestergebnisse auch eine Frühbeurteilung der Holzeigenschaften im nutzungsfähigen Baumalter zulassen, wird für die hier zu besprechende Versuchsanlage erst in einem höheren Alter abschließend zu beantworten sein. Vorweg ist aber bereits festzustellen, daß sich mit zunehmendem Baumalter eine Zunahme von Umwelteinflüssen auf die Holzbildung abzeichnet. Frühbeurteilungen wie auch Schätzungen von Jugend-Alters-Korrelationen erfordern deshalb auch spezifizierte Analysen zur getrennten Einschätzung des Einflusses von genetischen und Umweltfaktoren auf die zeitliche Entwicklung der interessierenden Merkmale. Die hier durchgeföhrten Berechnungen von Autokorrelationen für Jahrringbreite und Holzdichte zwischen Holzproben aus dem inneren und dem äußeren Teil des Stammes ergaben statistisch gesicherte Zusammenhänge nur für die Kreuzungspopulation. Es kann deshalb angenommen werden, daß zumindest bis zu einem Baumalter von ca. 20 Jahren Jugend-Alters-Korrelationen überwiegend durch genetische Ursachen zu erklären sind und Frühbeurteilungen der Wuchsgröße und der Holzdichte bis zu diesem Baumalter möglich sind. Die Jugendmerkmale sind in der vorliegenden Untersuchung als Mittelwerte über die ersten 10 Jahrringe erhoben worden. Die für die praktische Anwendung von Jugend-Alters-Korrelationen wichtige Frage, zu welchem frühesten Zeitpunkt Frühbeurteilungen und Frühselektionen erfolgversprechend sind, muß weiteren, spezielleren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Falls der für das vorliegende Versuchsmaterial festgestellte Trend eines verstärkten Einflusses von Umweltfaktoren mit zunehmendem Baumalter auch über das Alter von 22 Jahren hinaus anhält, werden auch Frühbeurteilungen von Zuwachsleistung und Holzeigenschaften im höheren Baumalter zunehmend unsicherer. Weniger berührt von einem solchen Trend werden jedoch Korrelationen zwischen Eigenschaften im jungen Baum und den sich aus jungem und älterem Holz ergebenden mittleren Eigenschaften eines Stammes, die in allen Fällen eine höhere Bestimmtheit aufweisen als die hier abgehandelten Jugend-Alters-Korrelationen. Dem Forstpflanzenzüchter ermöglichen diese „Jugend-Gesamtstamm-Korrelationen“ die Einschätzung von Neuzüchtungen hinsichtlich der Holzqualität bei Endnutzung.

Zusammenfassung

Untersuchungen der Holzdichte, der Jahrringbreite und des Gehalts an trockener Holzsubstanz an 22jährigen Bäumen einer Kreuzung *Populus alba* × *Populus grandidentata* sowie der Schwarzpappel-Sorte 'Robusta' hatten zum Ziel, durch Vergleiche von Mittelwerten und Variationen zwischen den beiden Versuchsgruppen zur Frage der praktischen Verwendbarkeit der Kreuzungspopulation beizutragen und Möglichkeiten für einen durch Selektion und Ven-

getativvermehrung erreichbaren genetischen Gewinn einzuschätzen.

Eine Gesamtaufnahme der Versuchsanlage ergab im Baumalter von 20 Jahren für die Kreuzung eine im Mittel um ca. 15% höhere Leistung in Stammhöhe und Brusthöhendurchmesser gegenüber der 'Robusta'. Diese Überlegenheit wurde durch Holzuntersuchungen an zwei Jahre älteren Probebäumen bestätigt. Bis zum Alter der Probenahme hatten die Hybridsämlinge eine um ca. 15% höhere Produktionsleistung an reiner Holzsubstanz erbracht bei einer um ca. 7% geringeren Holzdichte als die Vergleichssorte. Innerhalb der Versuchsgruppen zeigten die Einzelbaumwerte nur geringe Unterschiede bei dem Schwarzpappelklon, aber große Unterschiede bei der Kreuzungspopulation. Diese Unterschiede, die bei dem Merkmal Trockensubstanzleistung mit 48% bis 180% gegenüber der 'Robusta' am ausgeprägtesten waren, konnten zu rd. 50% auf den Einfluß genetischer Faktoren zurückgeführt werden. Aus den Ergebnissen wird gefolgert, daß Selektion einzelner guter Hybridsämlinge aus guten Kreuzungsfamilien mit anschließender Vegetativvermehrung wirtschaftlich vorteilhaft und züchterisch durchführbar erscheint. Getrennte Untersuchungen von Holzproben aus verschiedenen Altersbereichen des Stammes sowie Einschätzungen von Jugend-Alters-Korrelationen zeigten Möglichkeiten auf, den großen Zeitbedarf der Züchtungsarbeit durch Frühtests wesentlich abzukürzen und durch Frühbeurteilung von Neuzüchtungen deren Wert bei Endnutzung einzuschätzen.

Summary

Some growth and wood characteristics in a crossing *Populus alba* × *Populus grandidentata* compared with the black poplar hybrid 'Robusta'.

Wood density, annual ring width, and dry matter production of 22 years old trees from a crossing *Populus alba* × *Populus grandidentata* and from the black poplar hybrid 'Robusta' have been investigated. With the objective to estimate the usability of the crossing and the possible improvement by further selection and vegetative propagation, mean values and within variation have been calculated and analysed for each of the two groups.

After an evaluation of the total field trial had shown at the age of 20 years a superiority of the crossing of about 15% in tree height and diameter in breast height compared to the clone 'Robusta', the investigation on wood samples two years later resulted in the average in a respective superiority of about 15% also in dry matter production of the crossing, having on the other hand wood density about 7% lower than the standard of comparison. Within the groups there were distinct individual variation which was low for the clone, but high for the crossing. This variation, which had the longest range in dry matter production with 48% to 180% of the clone 'Robusta', was explained to about 50% by genetical effects.

From the results it follows that selection and clonal propagation of single good hybrid seedlings seem to be advantageous and feasible. Separated investigations on characteristics in juvenile and older wood as well as estimations

for juvenile-mature correlations indicated possibilities to reduce considerably the time spent for breeding by using early tests, and to predict the final economical value of new breeding material from an early stage of tree age.

Key words: Hybridaspeln, Wuchsleistung, Holzeigenschaften, Genetische Variation, Frühtest, Frühbeurteilung.

Literatur

- CECH, M. Y. et al.: Variation in some wood quality attributes of one-year-old black cottonwood. Tappi 43, 857—859 (1960). — EINSPAHR, D. W. et al.: Variation and heritability of wood and growth characteristics of five-year-old quaking aspen. Genetics and Physiol. Notes No. 1, Inst. of Paper Chem., Appleton, Wisc. (1967). — EINSPAHR, D. W. et al.: Wood property variation in *Populus*. U.S. For. Serv. Res. Pap. NC-23, 24—27 (1968). — FARMER, R. E. JR. et al.: Preliminary testing of eastern cotton wood clones. T.A.G., Vol. 38, 197—201 (1968). — GOETZE, H.: Untersuchungen über die Rohdichte des Pappelholzes. Arch. Forstwes. 13, 11, 1193—1214 (1964). — HAASEMANN, W.: Untersuchungen zur genetisch bedingten Variation verschiedener Holzeigenschaften an Aspe (*Populus tremula* L.). Zellstoff u. Papier 4, 108—111 (1967). — HAMILTON, J. R. et al.: Specific gravity and fiber length of some hybrid poplars growing in West Virginia. Bull. W. Va. agric. Exp. Sta. No. 556 T (1967). — HATTEMER, H. H. u. a.: Einige Ergebnisse von Testanbauten mit Aspenhybridn. (2. Kreuzungen der Jahre 1953 und 1958). Silvae Genetica 16, 1, 6—13 (1967). — HEIMBURGER, C.: Poplar breeding in Eastern Canada. Cellulosa e Carta 9 (3), 7—11 (1958). — HEIMBURGER, C.: Poplar breeding in Canada. in: MAIN, J. S. and CAYFORD, J. H. "Growth and Utilization of Poplars in Canada" For. Branch Dept. Publ. No. 1205, Ottawa 1968, 88—100 (1968). — JOHNSON, L. P. V.: A note on inheritance in F_1 and F_2 hybrids of *Populus alba* × *grandidentata* Michx. Can. J. Res. (C) 24: 313—317 (1946). — KENNEDY, R. W.: Anatomy and fundamental wood properties of poplar. in: MAIN, J. S. and CAYFORD, J. H. "Growth and Utilization of Poplars in Canada". For. Branch Dept. Publ.-No. 1205, Ottawa 1968, 149—168 (1968). — KENNEDY, R. W. et al.: The effects of some genetic and environmental factors on wood quality in poplar. Pulp and Paper Mag. Can. 60, T 35 — T 37 (1959). — KOPECKY, F.: Introduction of new poplar hybrids and clones in Hungary. 2nd World Cons. on Forest Tree Breeding, Wash. D.C., 1969, — Fo-FTB — 69 — 7/6 (1969). — MARCET, E.: Flurholzanbau — Pappelanbau. Hespa-Mitt. 2, 15. Jg., Juli 1965 (1965). — MARTON, R. et al.: Influence of growth rate and clonal effects on wood anatomy and pulping properties of hybrid poplars. Tappi, Vol. 51, No. 5, 230—235 (1968). — MELCHIOR, G. H. u. a.: Einige Ergebnisse bei Testanbauten mit Aspenhybridn. (1. Kreuzungen des Jahres 1951). Silvae Genetica 15, 4, 127—133 (1966). — POSEY, C. E.: Natural variation in specific gravity, fiber length, and growth rate of eastern cottonwood in the Southern Great Plains. Tappi, Vol. 52, No. 8, 1508—1511 (1969). — PRONIN, D. et al.: A literature survey of *Populus* species with emphasis on *P. tremuloides*. USDA For. Serv. Res. Note, FPL-0180 (1968). — RECK, S. G.: Growth and wood characteristics in clones of *Populus trichocarpa* grown in West Germany and their significance for selection. Proc. Joint IUFRO Meeting, S.02.04. 1—3, Stockholm 1974, Sess. II, 129—143 (1974). — SCHLENKER, G.: Züchtungen und Untersuchungen in der Sektion Leuce der Gattung *Populus*. Allg. Forstztschr. 18/19, 229—231 (1953). — SCHÖNBORN, A. V.: Die züchterische Bearbeitung der Pappeln in Deutschland. Holzzentralbl. 108 (1965). — SEITZ, F. W.: Untersuchungen zur Züchtung von Leuce-Pappeln. Holzzentralbl. 41, 623—624 (1963). — STERN, K.: Einfluß der Höhe am Stamm auf die Verteilung der Raumdichte des Holzes in Fichtenbeständen. Holzforschung 17, 6—12 (1963). — ZUPA, L.: Poplar breeding in Canada. Internat. Poplar Comm., 14th Sess., Bucharest, Romania (1971).