

Verfahren zur Konservierung und Erhaltung der Befruchtungsfähigkeit von Waldbaumpollen über mehrere Jahre

Von S. HERRMANN*

Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung,
Großhansdorf-Schmalenbeck, der Bundesforschungsanstalt
für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg-Reinbek

Einleitung

Bei der Züchtung von Waldbaumarten ist es in der Praxis schwierig, bestimmte Kreuzungen, aber auch größere Kreuzungsprogramme durchzuführen, weil die als männliche und weibliche Kreuzungspartner vorgesehenen Bäume nicht im gleichen Jahr blühen. Im einzelnen können bei Bäumen Blühintervalle von mehreren Jahren auftreten. Diesem Problem wäre dadurch zu begegnen, daß im Zeitpunkt des Erscheinens der Blüte des weiblichen Kreuzungspartners der Pollen des männlichen Kreuzungspartners als Konserve aus vorhergehenden Jahren zur Verfügung steht. Es setzt dies eine Methode zur Pollenkonservierung voraus, mit der es möglich ist, Pollen der interessierenden Waldbaumarten über mehrere Jahre hinweg zu lagern und hinreichend befruchtungsfähig zu erhalten. Für die Anwendbarkeit einer solchen Methode in der Praxis der Forstpflanzenzüchtung ist außerdem die Anforderung zu stellen, daß diese praktikabel sein muß, das heißt sowohl zeitlich als auch kostengünstig relativ geringen Aufwand erfordert. Im folgenden wird eine solche Methode beschrieben und ihre Brauchbarkeit an Hand einiger Versuche mit dem empfindlichen Pollen der Pappel getestet.

Bisherige Untersuchungen und Erkenntnisse bei der Pollenaufbewahrung

Die Konservierung von Pollen stellt wohl ein sehr altes Problem dar, welches schon lange vor Christus bei den Arabern eine Rolle gespielt hat, die bereits männliche Blüten mit reifem Pollen der Dattelpalme (*Phoenix dactylifera* L.) in dichten Papiertüten bei Lagerung in trockenen und dunklen Räumen von einer zur anderen Blühperiode aufbewahrten, um den Pollen zur Bestäubung zu verwenden (KÄMPFER 1712). Jedoch erst etwa in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts und zunehmend mit Beginn der Züchtungsarbeit bei Kulturpflanzen wurden eingehende Untersuchungen zur Frage nach Möglichkeiten einer Erhaltung der Keimfähigkeit von Pollen während der Lagerung angestellt, wobei hauptsächlich folgende Faktoren der Lagerungsbedingungen geprüft wurden: Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Licht und direkte Sonnenstrahlung. Gleichzeitig wurde Pollen von verschiedenen Arten in die Untersuchungen einbezogen. Aus den zahlreichen Arbeiten vieler Autoren seien in diesem Zusammenhang einige wichtige Ergebnisse zusammengefaßt:

Temperatur

Fast alle Untersuchungen, die sich mit dem Faktor Temperatur befassen, kommen zu dem Ergebnis, daß niedrigere Temperaturen für die Erhaltung der Lebensfähigkeit von Pollen günstiger sind als höhere Temperaturen. So konnte ROEMER (1914), Pollen von *Antirrhinum*, *Mimulus*, *Mat-*

thiola und *Lathyrus*, der unter normalen Bedingungen nur wenige Tage keimfähig ist, bis zu etwa 70 Tagen keimfähig erhalten, wenn dieser bei +5 bis +10° C im Exsikkator aufbewahrt wurde. Der Pollen blieb jedoch nur bis zu etwa 40 Tagen keimfähig unter Aufbewahrung bei +15 bis +25° C. Bei Aufbewahrung ohne Exsikkator, also bei normaler Luftfeuchtigkeit im Raum, verringerte sich auch bei der niedrigen Temperatur die Zeitspanne auf etwa 20 Tage, woraus gleichzeitig hervorgeht, daß die Faktoren Temperatur und Luftfeuchtigkeit nicht unabhängig voneinander auf die Keimfähigkeit einwirken. Was die Temperatur betrifft, so ist es möglich, daß Pollen bei wesentlich niedrigeren Temperaturen als +5° C unter Erhaltung der Keimfähigkeit aufbewahrt werden kann und in den neueren Untersuchungen zu diesem Problem gehen die Erfahrungen dahin, daß Minustemperaturen noch günstiger sind. SATO und MURO (1955). So wurde 1960 von EHRENBURG (EKLUNDH) gefunden, daß Pollen von Pinusarten nach Aufbewahrung bei -18° C in Glasampullen wesentlich besser keimte und ein höheres Befruchtungsprozent erzielte, als bei +4° C gelagerter Pollen. Es ist interessant, daß die Keimfähigkeit von Pollen selbst unter extrem niedrigen Temperaturen nicht leidet, wie 1947 BREDEMANN, HARTEK, GARBER und SUHR bei Pollen von *Lupinus* und 1955 VISSER bei Pollen von *Pyrus* gezeigt haben, der mehrere Monate lang in flüssiger Luft bzw. in flüssigem Sauerstoff, d. h. bei etwa -190° C aufbewahrt wurde. Diese Ergebnisse lassen vermuten, daß Pollen, der vorübergehend in hohe Luftschichten gelangt, selbst bei sehr starker Senkung der Temperatur noch keimfähig bleiben kann.

Luftfeuchtigkeit

Auf Grund früherer Arbeiten, wie z. B. von RITTINGHAUS (1886), der den Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Lebensdauer von Pollen untersucht hatte, erbrachte SIMON (1909) den Beweis, daß Pollen mit sehr gutem Ergebnis in einem luftdicht verschließbaren Gefäß, dessen Luftraum durch wasserfreies Calciumchlorid oder Schwefelsäure trocken gehalten wird (Exsikkator) längere Zeit keimfähig erhalten werden kann. Ein Jahr später konnte PFUNDT (1910) auf Grund der Untersuchung des Pollens von 127 Arten, darunter auch von *Salix*, *Alnus*, *Ulmus*, *Pyrus*, *Prunus*, *Aesculus* und *Tilia*, den er bei 30, 60 und 90% Luftfeuchtigkeit sowie bei im Mittel +17,5 bis +21° C aufbewahrte, ermitteln, daß der Bereich von 0 bis 30% relativer Luftfeuchtigkeit am besten zur Erhaltung der Keimfähigkeit geeignet ist. Neuere Erkenntnisse ergaben sich insbesondere aus einer Arbeit von JOHNSON (1943), der mit Pollen von 5 verschiedenen Pinusarten arbeitete und als beste Lagerungsbedingungen 50 bis 75% relative Luftfeuchtigkeit bei +2° C ermittelte. Hierzu sei noch eine Arbeit von FECHNER und FUNSCH (1966) angeführt, die bei Pollen von *Pinus ponderosa* LAWS. und *Picea pungens* ENGELM., der bei 0 bis +4° C und 25 bzw. 50% rel. Luftfeuchtigkeit aufbewahrt worden war, noch nach 11 Jahren Keimfähigkeit beobachteten. Es ergibt sich hieraus im Vergleich zu den Arbeiten früherer Auto-

* Adr.: Dr. S. HERRMANN, 2070 Großhansdorf 2 — Schmalenbeck, Siekerlandstr. 2, Bundesrepublik Deutschland.

Herrn Professor Dr. W. LANGNER zum 70. Geburtstag gewidmet.

ren, daß bei der Aufbewahrung von Pollen die Faktoren Temperatur und Luftfeuchtigkeit, wie schon vorher erwähnt, im Zusammenspiel gesehen werden müssen.

Luftdruck

VISSER beobachtete bei Kreuzungsarbeiten mit *Pyrus*-Arten, daß die Erhaltung der Keimfähigkeit verbessert werden konnte, wenn der Pollen unter reduziertem Luftdruck aufbewahrt wurde (VISSER, 1955). Später hat JENSEN (1964 u. 1970 zu dieser Frage Untersuchungen mit Pollen von Arten aus 10 verschiedenen Genera angestellt und gefunden, daß die Keimfähigkeit des Pollens bei einer Verminderung des Luftdrucks bis zu 0,015 mm Hg unter Aufbewahrung bei +5° C z. B. von *Pinus nigra* und *Betula verrucosa* bis zu 2½ Jahren verlängert werden konnte. Ähnliche Ergebnisse wurden von WILCOX (1966) bei Pollen von *Liriodendron* berichtet.

Licht und direkte Sonnenstrahlung

Nachdem bekannt war, daß Pollen in hohe Luftschichten getragen und über mehrere hundert km weite Strecken transportiert werden kann (REMPE, 1938), ist die Frage nach dem Einfluß des Lichtes und der Sonnenstrahlung auf die Keimfähigkeit des Pollens gestellt worden. So untersuchte WERFFT (1951) diesen Fragenkomplex und fand, daß Pollen von *Salix caprea* nach 7stündiger Besonnung 55% seiner Keimfähigkeit verloren hatte, *Philadelphus*- und *Digitalis*-pollen sogar 97 bis 98% gegenüber Pollen, der dunkel gehalten worden war. Gleichzeitig ging aus den Untersuchungen hervor, daß sich mit zunehmender Lagerungsdauer die Schädigung des Pollens durch Sonnenbestrahlung noch erhöht. Z. B. verlor Pollen von *Trollius* nur 29% an Keimfähigkeit durch Sonnenbestrahlung am Tage der Pollenernte gegenüber 83,6% am 5. Tag nach der Pollenernte sowie 85,6% am 28. Tag, während im Dunkeln aufbewahrter Pollen am 28. Tag nach der Ernte nur 33% seiner Keimfähigkeit verloren hatte. Weitere Untersuchungen erbrachten, daß eine Schädigung in erster Linie durch die UV-Strahlung erfolgt. So litten darunter durch Verlust der Keimfähigkeit bis zu 90 und 100% insbesondere die zeitigen Frühlingsblüher, wie *Galanthus*, *Alnus*, *Ulmus*, *Salix*, *Populus*, *Fraxinus* und *Betula*, während z. B. *Pinus montana*, die erst im Mai (Juni) zur Blüte gelangt, weniger geschädigt wurde (WERFFT, 1951). DIETZE konnte (1973) feststellen, daß in einer Wetterhütte gelagerter Kiefernpollen nach einem Monat nur etwa 5% an Keimfähigkeit verloren hatte, Douglasienpollen nach drei Monaten etwa 50%. Es ist möglich, daß sich hierbei, neben dem Schutz vor Regen und Tau, der Schutz vor Sonnenbestrahlung auf die Erhaltung der Keimfähigkeit günstig ausgewirkt hat.

Die hier zitierten Untersuchungsergebnisse lassen den Schluß zu, daß der Pollen in der freien Natur nur wenig Chancen hat, seine Keimfähigkeit vermutlich länger als einen bis wenige Tage zu erhalten. Ausnahmen sind durch besondere Wetterlagen, wie Trockenperioden mit stärker reduzierter Luftfeuchtigkeit, auch während der Nacht, und relativ niedrigen Temperaturen möglich, wenn der Ort, an dem sich der Pollen zufällig befindet, gleichzeitig genügend Schutz, vor allem gegen Licht und direkte Sonnenbestrahlung bietet.

Bisherige Methoden der Pollenaufbewahrung

Bis vor etwa 2 Jahrzehnten war die Aufbewahrung des Pollens in Exsikkatoren üblich, in denen sich außer dem Pollen, der in mit Watte verschlossenen Reagenzgläsern gelagert wurde, noch Chemikalien zur Trocknung der Raumluft, wie z. B. wasserfreies Calciumchlorid, befanden. Die-

se Exsikkatoren wurden entweder in den Keller oder in den Kühlschrank gestellt. Die Lagerung im Exsikkator reichte im allgemeinen aus, um den Pollen von einem Jahr zum anderen in gewissem Umfang keimfähig zu erhalten, in günstigen Fällen bis zu etwa 2 Jahren. So berichtet u. a. NEWCOMER (1939), daß Pollen von *Ginkgo* bei +7° C über CaCl₂ 16 Monate keimfähig erhalten werden konnte. MARCET (1951) gelang es, Kiefernpollen, den er bei +3° C über CaCl₂ aufbewahrte, 20 Monate lang keimfähig zu erhalten.

Etwa in den letzten 20 Jahren, wohl in erster Linie im Zusammenhang mit Fragen der Züchtung von Bäumen, zunächst auf dem Sektor des Obstsbaues und später in der Forstpflanzenzüchtung, hat man bei der Pollenaufbewahrung die Methode der Gefriertrocknung eingesetzt. Diese hat den Vorteil, daß bei der Konservierung mit Hilfe von Minustemperaturen zugleich das Wasser auf schonende Weise entzogen werden kann, das heißt durch Sublimation im Vakuum. Auf Grund der tiefen Temperatur während der Trocknung (DIETZE, 1973; 24 Stunden bei -30 bis -20° C, Vakuum 10⁻³ Torr = Haupttrocknung; 24 Stunden bei +5 bis +15° C, Vakuum 10⁻³ Torr = Nach Trocknung) entstehen reversible, die Lebensfähigkeit der Zelle nicht oder kaum beeinflussende Veränderungen.

Über ihre Erfahrungen bei der Aufbewahrung von Waldbaumpollen, der mit dieser Methode konserviert wurde, berichten u. a. LIVINGSTON und CHING (1967), daß durch die Bestäubung mit bis zu einem Wassergehalt von 8,5% gefriergetrocknetem und anschließend bei -18° C gelagerten Pollen von *Pseudotsuga* noch nach zweijähriger Aufbewahrungszeit bis zu 30% keimfähige Samen erzielt wurden. DIETZE (1973) berichtet über seine Versuchsergebnisse mit gefriergetrocknetem Pollen von *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* und *Pseudotsuga menziesii*. Danach konnte die Keimfähigkeit des Pollens dieser Koniferenarten nach Gefriertrocknung bis zu 1,5% Wassergehalt und bei einer Lagerungstemperatur von -10° C, wenn auch z. T. stark vermindert, bis zu 4 Jahren erhalten werden. Dieses Ergebnis war jedoch nicht generell zu erreichen, sondern es stellten sich dabei erhebliche Unterschiede in der Erhaltung der Keimfähigkeit des Pollens bei den verschiedenen Gattungen und Arten und darüber hinaus Individualunterschiede innerhalb der Arten heraus.

Eigene Methode zur Konservierung und Lagerung von Waldbaumpollen

Auf Grund eigener Erfahrungen bei der Handhabung von Pollen in der praktischen Züchtungsarbeit bei Waldbaumarten sowie der Erkenntnisse aus den zahlreichen Arbeiten der vorgenannten und anderer Autoren ergab sich die Notwendigkeit, eine einfach zu handhabende und vor allem kostenmäßig relativ wenig aufwendige Methode zur Pollenkonservierung und Lagerung zu entwickeln, über die bereits 1969 berichtet wurde (HERRMANN, 1969). Diese besteht aus:

1. Ernte und Trocknung des Pollens

Die männlichen Blüten mit dem voll ausgereiften Pollen werden bei möglichst trockener Witterung in Tüten gepflückt und bald danach in flachen Schalen, im Zimmer bei normaler Raumtemperatur von ca. 20° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von ca. 50% bei gleichzeitig abgedunkelten Fenstern ausgebreitet und 2 bis 3 Tage lang getrocknet. Anschließend wird der Pollen durch feine Siebe von groben Teilen getrennt und in Reagenzgläsern abgefüllt, die mit einem Wattestopfen verschlossen werden.

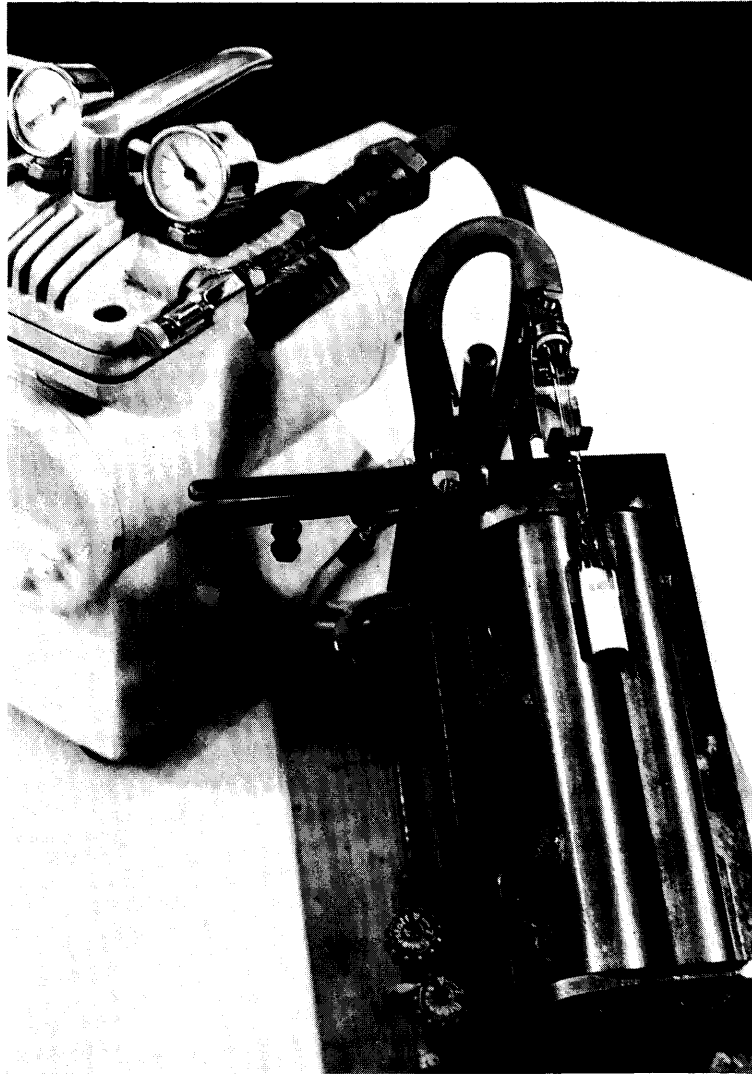


Abb. 1. — Apparatur zur Vakuumkonservierung von Pollen
(Photo: GRÄFIN V. WALLWITZ)

2. Konservierung

Der Pollen wird mit Hilfe einer einfach zu handhabenden Apparatur unter Vakuum in kleine Glasampullen eingeschmolzen, Abb. 1¹⁾. Die ca. 3 cm³ große Ampulle besteht aus braunem Violax-Neutralglas zum Schutz des Pollens gegen Licht und besitzt einen verlängerten Hals. Das Verschließen der Ampulle geschieht in zwei Schmelzgängen. Im ersten Schmelzgang wird der Hals der Ampulle, die vorher mit etwa 1 cm³ Pollen gefüllt wurde, zu einer Kapillare ausgezogen, wobei die geeignete Viskosität des Glases bei ca. 775 bis 785° C z. B. durch eine Flamme aus einem Propan-Sauerstoffgemisch mit Hilfe eines klappbaren Brenners erreicht wird. Im nächsten Schritt erfolgt die Evakuierung des Ampullenraumes. Hierzu wird die Ampulle, deren Hals inzwischen wieder erkaltet und erstarrt ist, mit ihrem oberen Trichterende an ein sog. Hitzekissen herangeschoben, welches mit einem Schlauch an eine kleine Pumpe angeschlossen ist. Danach wird der Hahn der Saugleitung geöffnet, wodurch sich die Ampulle festsaugt und

evakuiert wird. Bisher wurde mit einem Membran-Kompressor, Leistung = 2 Atü, gearbeitet, der neben Druckluft zugleich auch Saugluft liefert²⁾. In der Ampulle wird damit ein Vakuum von ca. 75% = 190 Torr erzielt. Während der Evakuierung der Ampulle wird diese im zweiten Schmelzgang verschlossen, das heißt, es wird dabei der im ersten Schmelzgang zu einer Kapillare ausgezogene Ampullenhals mit der Flamme kurz abgeschmolzen (Glühbirnenprinzip). Das Vakuum in der Ampulle bleibt erhalten. Alle Bearbeitungsschritte können innerhalb kürzester Zeit erfolgen, so daß es möglich ist, in einer Stunde etwa 100 Ampullen zu evakuieren und zuzuschmelzen.

3. Lagerung

Die Aufbewahrung der verschlossenen Ampullen erfolgt in temperaturgesteuerten Kühlboxen bei ca. —17 bis —18° C. Die Ampullen liegen, ohne sich gegenseitig zu berühren, in einem Metallgestell, welches eine Durchströmung mit Kaltluft gestattet.

Untersuchungen zur Haltbarkeit und Befruchtungsfähigkeit von Pollen, konserviert nach der hier entwickelten Methode

Wassergehalt des konservierten Pollens:

Zur Prüfung der Methode haben wir Pollen mehrerer Pinus- und Picea-Arten sowie von *Populus tremula* 1 Jahr

¹⁾ Die Apparatur wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Herbert Rehn, Fabrik für Glasampullen, 2050 Hamburg-Bergedorf, Kampchaussee 64, entwickelt.

²⁾ Membran-Kompressor für Dauerbetrieb, Hersteller: Firma Fritsche GmbH u. Co., Kleinmotorenwerk, 7857 Haagen (Baden), Type MK 80 (Leistung 2 atü).

Tab. 1. — Wassergehalt des konservierten Pollens.

Probe Nr.	Pollen der Baumart	Wassergehalt nach 1jähriger Lagerung %
1	<i>Pinus sylvestris</i>	10,2
2	<i>Pinus sylvestris</i>	9,6
3	<i>Pinus sylvestris</i>	9,8
4	<i>Pinus sylvestris</i>	10,0
5	<i>Pinus sylvestris</i> × <i>P. montana</i>	9,0
6	<i>Pinus sylvestris</i> × <i>P. montana</i>	8,3
7	<i>Pinus banksiana</i>	10,1
8	<i>Pinus banksiana</i>	10,1
9	<i>Pinus banksiana</i> × <i>P. contorta</i>	17,8
10	<i>Pinus banksiana</i> × <i>P. contorta</i>	10,9
11	<i>Pinus contorta</i>	9,8
12	<i>Pinus contorta</i>	8,5
13	<i>Pinus rigida</i>	8,9
14	<i>Pinus rigida</i>	8,5
15	<i>Picea alba</i>	9,3
16	<i>Picea alba</i>	9,2
17	<i>Picea abies</i>	7,4
18	<i>Picea abies</i>	7,6
19	<i>Populus tremula</i>	10,1

nach der Konservierung und Lagerung untersucht und einen Wassergehalt des Pollens zwischen 7,4 und 10,9% festgestellt, wobei sich unter 19 Pollensorten nur eine Ausnahme befand, die einen höheren Wassergehalt und zwar von 17,8% aufwies (Tab. 1, Probe Nr. 9).

Aus dem Ergebnis läßt sich jedoch schließen, daß hier benutzte bzw. entwickelte Methode zur Ernte, Trocknung, Konservierung und Lagerung des Pollens geeignet ist, die Haltbarkeit des Pollens zu erhalten. Insbesondere ist eine Wiederbefruchtung des Pollens während der Lagerung, die durch die Vakuumkonservierung verhindert wird, ebenso wenig festgestellt worden wie z. B. Verklumpung des Pollens.

Befruchtungsfähigkeit des konservierten Pollens

Zur Prüfung der Befruchtungsfähigkeit von Pollen, der nach der hier beschriebenen Methode konserviert wurde, wurden im Jahre 1974 Kreuzungen mit Aspen durchgeführt, und zwar aus folgendem Grunde: Der Pollen von *Populus* ist ähnlich wie derjenige anderer, sehr früh im Jahr blühender Windblütler, wie z. B. von *Salix*, *Ulmus*, *Fraxinus* usw. sehr empfindlich (WERFFT, 1951; SEITZ und SAUER, 1962). Mit Hilfe des Pollens einer solchen Waldbaumart dürfte

deshalb die Brauchbarkeit einer Konservierungs- und Lagerungsmethode besonders gut zu testen sein. Andererseits lassen sich Kreuzungen mit Aspen (*Populus tremula*, *Populus tremuloides*, usw.) von Beginn der Pollenreife an bis zur Samenernte im Labor durchführen, was die Arbeiten erleichtert und gut kontrollierbar macht. Weiter war aus eigenen vorhergehenden Kreuzungsversuchen bekannt, daß zwischen den Kreuzungspartnern, die zur Prüfung der Befruchtungsfähigkeit des Pollens benutzt werden sollten, keine Inkompatibilität besteht.

Für die Testkreuzungen wurden zwei männliche Aspen, Baum A und Baum B, ausgewählt, von denen im Frühjahr 1974 frischer Pollen gewonnen werden konnte und von denen zugleich konservierter Pollen aus der Blüte des Jahres 1969 bzw. 1970 zur Verfügung stand. Dadurch ergab sich die Möglichkeit, daß der Pollen jeweils desselben Baumes sowohl im frischen Zustand als auch im Zustand nach Konservierung und 5- bzw. 4jähriger Lagerung zur Bestäubung der weiblichen Aspen, Baum D und E, herangezogen und auf seine Befruchtungsfähigkeit hin geprüft werden konnte.

Kreuzungspartner:

Baum A ♂ = We — 52 (*Populus tremula* L., Wedesbüttel, Niedersachsen) Pollen aus der Blüte der Jahre 1969 und 1974

Baum B ♂ = Th 1291 (Hybrid, *Populus tremula* L. × *Populus tremuloides* MICHX., Kreuzung 1951, Großhansdorf-Schmalenbeck) Pollen aus der Blüte der Jahre 1970 und 1974

Baum D ♀ = Wä — 18 (Hybrid, *Populus tremula* L. × *Populus tremuloides* MICHX., Kreuzung 1953, Großhansdorf-Schmalenbeck, jetzt Standort Wächtersbach, Hessen)

Baum E ♀ = Wä — 20 (Hybrid aus derselben Kreuzungsnachkommenschaft wie Baum D)

Kreuzungsschema, siehe Tab. 2.

Die Durchführung der Kreuzungen erfolgte im Februar und März 1974 an künstlich vorgetriebenen Zweigen in jeweils mehreren klimatisierten Isolierkabinen. Bestäubt wurde mit dem Pinsel, je nach Blühfortschritt in zwei Durchgängen. Einige Tage vor der Samenreife wurden dann bei den weiblichen Aspen pro Wiederholung 3 Blütenkätzchen als Behandlungseinheit zusammengefaßt, das heißt durch gesondertes Eintüten von den übrigen Blütenkätz-

Tab. 2. — Kreuzungsschema und Ergebnisse aus der Bestäubung mit frischem und zugleich mit bis zu 5 Jahre altem konservierten Pollen.

Kreuzungen						Ergebnisse					
	♂ Pollen	Pollen				Anzahl Kätzchen (Baum E bzw. Baum D)	Anzahl Samenanlagen, geschätzt nach Tab. 3 zus.	Anzahl erzielte Samen	dto. bezogen auf Samenanlagen in %	Anzahl erzielte Keimpflanzen	dto. bezogen auf Samen in %
Nr.	♀ Baum	Baum B	1970	Baum A	1969						
1a	E	×				3	4812	2570	53,4	633	24,6
1b	E	×				3	4812	2230	46,3	351	15,7
2a	E		×			3	4812	2934	61,0	220	7,5
2b	E		×			3	4812	2056	42,7	506	24,6
3a	E			×		3	4812	3475	72,2		
3b	E			×		3	4812	2805	58,3		
4a	E				×	3	4812	2351	48,9		
4b	E				×	3	4812	3286	68,3		
5a	D			×		3	3828	1786	46,7		
5b	D			×		3	3828	2530	66,1		
6a	D				×	2	2552	1376	53,9		
6b	D				×	2	2552	1578	61,8		

chen isoliert. Parallel dazu wurden den weiblichen Aspen voll entwickelte Blütenkätzchen entnommen und auf deren jeweilige Anzahl Fruchtknoten an einem Blütenkätzchen und die Anzahl Samenanlagen in einem Fruchtknoten hin untersucht.

Samenernte, Aussaat und Keimung

Die Ernte der Samen erfolgte nach Einsetzen der Reife innerhalb von 13 bis 22 Tagen nach der ersten Bestäubung. Die jeweils geernteten Samen wurden danach aufbereitet, das heißt im Luftstrom über einem Sieb vom Haarkranz (Flugorgan) getrennt und ausgezählt. Anschließend erfolgte die Aussaat im Gewächshaus unter doppeltem Glas. Nach der Keimung der Samen und dem Auflaufen der Pflanzen wurde deren Anzahl in den einzelnen Kreuzungen festgestellt.

Ergebnisse

Aus den jeweils zwei Wiederholungen der Kreuzungen mit frischem und zugleich 4 Jahre altem, nach der hier beschriebenen Methode konservierten Pollen (Kreuzungen 1a bis 2b) gingen keimfähige Samen bzw. Keimpflanzen hervor. Als Maß für die Befruchtungsfähigkeit des Pollens sind das in den einzelnen Kreuzungen erzielte Samen- bzw. Keimpflanzenprozent festgestellt (siehe Tab. 2).

Aus den Kreuzungen Nr. 1a und 1b mit frischem Pollen gingen aus der Bestäubung von je 3 Blütenkätzchen 2570 und 2230 Samen hervor, dagegen aus den Kreuzungen Nr. 2a und 2b mit 4 Jahre altem, konservierten Pollen 2934 und 2056 Samen. In beiden Fällen, das heißt sowohl in den Kreuzungen mit frischem als auch in den Kreuzungen mit konserviertem Pollen wurde also im Durchschnitt annähernd die gleiche Anzahl Samen erzielt, das heißt nach dem Anpassungstest ($\chi^2 = 3,68 < 3,48$ bei $p = 5\%$) ist kein Unterschied anzunehmen.

Nach der Aussaat aller Samen aus den Kreuzungen Nr. 1a bis 2b gingen nun aus den 2570 Samen der Kreuzung 1a (frischer Pollen) 633 Pflanzen = 24,6% und aus den 2230 Samen der Kreuzung 1b (frischer Pollen) 351 Pflanzen = 15,7% hervor. Aus den 2934 Samen der Kreuzung 2a (4 Jahre alter Pollen) wurden 220 Pflanzen = 7,5% und aus den 2056 Samen der Kreuzung 2b (4 Jahre alter Pollen) 506 Pflanzen = 24,6% erzielt. Obwohl in je einer Kreuzung (Wiederholung) sowohl mit frischem als auch mit konserviertem Pollen das gleiche Pflanzenprozent erzielt wurde, ist nach dem Anpassungstest ($\chi^2 = 38,93 > 10,83$ bei $p = 0,1\%$) ein Unterschied zugunsten des frischen Pollens anzunehmen. Aus den Kreuzungen Nr. 3a bis 4b mit demselben Mutterbaum wie in den Kreuzungen 1a bis 2b, jedoch mit frischem und zugleich 5 Jahre altem Pollen einer anderen männlichen Aspe wurden im Durchschnitt etwa 10% mehr Samen mit frischem Pollen erzielt als mit konserviertem Pollen, aus den Kreuzungen 5a bis 6b mit demselben Pollen wie in den Kreuzungen 3a bis 4b, jedoch mit einer anderen weiblichen Aspe etwa 30% mehr Samen mit

frischem als mit konserviertem Pollen. Bei diesen Kreuzungen liegen nur Teilergebnisse über das erzielte Pflanzenprozent vor, da offenbar aus technischen Ursachen deren Absaaten größtenteils ausgefallen sind, das heißt sowohl solche, in denen frischer als auch solche, in denen konservierter Pollen zur Bestäubung verwandt worden war. Es sei hier nur mitgeteilt, daß in allen Kreuzungen Nr. 3a bis 6b sowohl mit frischem als auch mit konserviertem Pollen Keimpflanzen erzielt worden sind.

Die mikroskopische Untersuchung der Blütenkätzchen auf die vorhandene Anzahl Fruchtknoten und Samenanlagen hin ergab für die weibliche Aspe, Baum D, im Mittel 137,7 Fruchtknoten mit je im Mittel 9,3 = zusammen rd. 1276 Samenanlagen und für den Baum E im Mittel 144,1 Fruchtknoten mit je im Mittel 11,1 = zusammen rd. 1604 Samenanlagen pro Kätzchen. Siehe Tab. 3. Von den vorhandenen Samenanlagen, deren Schätzwerte in Tab. 3 wiedergegeben sind, wurden danach ungefähr die Hälfte bis Dreiviertel befruchtet (Befruchtungsprozent = 42,7 bis 72,2, siehe Tab. 2, Spalte 10) und zur Ausbildung reifer Samen veranlaßt, wenn vorausgesetzt wird, daß jede befruchtete Samenanlage die Samenreife erreicht. Unterschiede im Befruchtungsprozent zwischen frischem und konserviertem Pollen waren hier nicht festzustellen.

Diskussion

Bisher verwendete Methoden der Pollenkonservierung und -lagerung sind entweder wenig wirkungsvoll, z. B. Lagerung im Exsikkator, oder sehr kostenaufwendig, z. B. Gefriertrocknung. Die hier beschriebene Methode der Vakuumkonservierung besitzt keine der beiden vorgenannten Nachteile. Im Gegenteil sie ist von der apparativen Ausstattung her kostengünstig und in jedem Züchtungsbetrieb einsetzbar.

Gegenüber der Gefriertrocknungsmethode hat diese Methode den Vorteil, daß durch die Art der Konservierung gleichzeitig eine Wiederbefeuchtung während der Lagerung ausgeschlossen wird. Daß das Vakuum in den Ampullen und die Feuchtigkeitswerte während der Lagerung gehalten werden können, geht aus Tab. 1 hervor. Damit ist der Zuschmelzvorgang mit der relativ einfachen Apparatur hinreichend reproduzierbar. Ein Vergleich dieser Methode mit der Gefriertrocknung u. a. ist leider aus technischen Gründen nicht durchgeführt worden. Es sollte zunächst die grundsätzliche Brauchbarkeit der Methode getestet werden, die positiv ausgefallen ist, wie die Ergebnisse zeigen. Zur Prüfung der Befruchtungsfähigkeit von gelagertem Pollen wurden 4 Aspen ausgewählt, weil sich die Keimfähigkeit von Aspenpollen sehr schlecht mit herkömmlichen Aufbewahrungsmethoden erhalten (SEITZ, persönliche Mitteilung)*

Frau A. HIPPE danke ich für ihre technische Assistenz und Frau E. STAAS, Wageningen, für ihre interessierte Mitarbeit während ihres Studienaufenthaltes im hiesigen Institut.

* Dr. F. W. SEITZ, Adr. 3501 Fuldabrück, Ostring 19.

Tab. 3. — Anzahl Fruchtknoten und Samenanlagen an einem Blütenkätzchen bei den weiblichen Aspen, Baum D und Baum E.

Baum	Anzahl Fruchtknoten an einem Kätzchen (Mittel aus 10 Kätzchen und Standardabweichung)	Anzahl Samenanlagen in einem Fruchtknoten (Mittel aus 15 Frucht- knoten von 5 Kätzchen und Standardabweichung)	Durchschnittliche Anzahl Samenanlagen an einem Kätzchen und Standardabweichung. Geschätzte Werte
D	137,7 ± 6,87	9,3 ± 0,41	1276 ± 85
E	144,1 ± 7,94	11,1 ± 0,27	1604 ± 97

und die Brauchbarkeit der Methode demgemäß an solchem Material besonders eindrucksvoll zeigen läßt. Es wurde hier auch auf die Ermittlung der Keimfähigkeit verzichtet, weil die Keimfähigkeit des Pollens nicht notwendigerweise über seine Befruchtungsfähigkeit aussagt. Die Bestäubung mit dem Pinsel in zweimaligem Durchgang ist praxisüblich und gewährleistet, daß hohe Befruchtungsprozente, wie sie in dieser Untersuchung auch erhalten wurden (siehe Tab. 2), erzielt werden. Diese mit der Pinselbestäubung erhaltenen Ergebnisse sagen jedoch nichts darüber aus, ob und wieviel der konservierte Pollen gegenüber dem frischen Pollen in der Keimfähigkeit und Befruchtungsfähigkeit zurücksteht. Das Ergebnis besagt, daß im konservierten Pollen eine hinreichende Zahl von Pollenkörnern keim- und befruchtungsfähig erhalten werden kann, um unter Praxisbedingungen genügend hohe Keimpflanzenzahlen produzieren zu können.

Damit ist erreicht worden, eine praktikable Methode für die mehrjährige Lagerung von empfindlichen Pollen zu entwickeln, die in der Praxis und unter Praxisbedingungen leicht anwendbar ist. Die hier dargestellten Ergebnisse einiger weniger Testkreuzungen sind exemplarisch und können natürlich nicht über die generelle Verwendbarkeit der Methode aussagen. Es ist jedoch anzunehmen, daß auch Pollen anderer Arten unter Erhaltung der Befruchtungsfähigkeit nach dieser Methode konserviert und gelagert werden kann, wobei Ausnahmen nicht ausgeschlossen werden sollen.

Zusammenfassung

Die Züchtung von Waldbaumarten erfordert ein praxisnahes Verfahren zur Konservierung und Aufbewahrung von Pollen, da als männliche und weibliche Kreuzungspartner vorgesehene Bäume oft nicht im gleichen Jahr blühen, wobei Blühintervalle von mehreren Jahren auftreten können. Beginnend mit dem Jahre 1968 wurde hierfür eine Methode entwickelt. Diese beruht darauf, daß der Pollen auf einfache Weise und unter kostenmäßig relativ geringem Aufwand in Glasampullen eingeschmolzen werden kann, in denen ein Vakuum von ca. 75% erzielt wird. Dies geschieht mit Hilfe einer kleinen Apparatur in zwei Schmelzgängen, wobei die notwendige Viskosität des mit einem Lichtschutz versehenen Glases durch eine Flamme aus einem Propan-Sauerstoffgemisch erreicht wird. Die beiden Schmelzgänge können schnell nacheinander erfolgen, so daß in einer Stunde etwa 100 Ampullen verschlossen werden können. Die Glasampullen (3 cm³), die etwa 1 cm³ Pollen enthalten, werden anschließend bei ca. -17 bis -18° C gelagert.

Zur Prüfung der Fertilität des nach dieser Methode aufbewahrten Pollens wurden im Jahre 1974 Kreuzungen mit Aspen durchgeführt, wobei zwei weibliche Aspen sowohl mit frischem Pollen von einer bzw. von zwei männlichen Aspen als auch zugleich mit konserviertem und 4 bzw. 5 Jahre lang gelagerten Pollen jeweils derselben männlichen Aspen aus den Jahren 1970 bzw. 1969 bestäubt wurden. Gleichzeitig erfolgte eine Untersuchung der Blütenkätzchen der in den Kreuzungsversuchen verwendeten weiblichen Aspen auf deren Anzahl Fruchtknoten und Samenanlagen hin, deren Ergebnisse eine Schätzung des Befruchtungsprozentes ermöglichte. Dieses erreichte in allen Testkreuzungen zwischen 42,7 und 72,2 Prozent. Bei 4 der insgesamt 12 Kreuzungen konnte der Vergleich des Befruchtungserfolges mit frischem oder konserviertem Pollen auf die jeweils aus den Kreuzungen hervorgegangenen Keimpflanzen ausgedehnt werden. Es ergab sich daraus, daß aus den Kreuzungen mit frischem Pollen, auf die Anzahl geernteter Samen bezogen, in den zwei Wiederholungen 24,6 und 15,7% Pflanzen und aus den Kreuzungen mit konserviertem und 4 Jahre lang gelagerten Pollen 7,5 und ebenfalls

24,6% Pflanzen hervorgegangen waren. Nach dem χ^2 Anpassungstest für $p = 0,1\%$ ist hier ein Unterschied zugunsten des frischen Pollens anzunehmen.

Schlagworte: Pollenkonservierung, praktikable Methode zur Aufbewahrung unter Vakuum, Prüfung der Befruchtungsfähigkeit des aufbewahrten Pollens.

Summary

The breeding of forest tree species requires a procedure for conservation and preservation of pollen in a practicable way, since trees which are selected as male and female for crossing often do not flower in the same year. Intervals of flowering comprising several years often occur. Starting in 1968 a method had been developed, which enables to melt down the pollen in glass ampoules in a simple way and with comparatively little cost. The ampoules contain a vacuum of about 75%. This is done with the aid of a small apparatus in two melting steps, where the necessary viscosity of the glass which is protected against light is obtained by a flame produced of a mixture of propan gas and oxygen. The working steps can be done quickly; thus about 100 ampoules can be closed within one hour. The glass ampoules (3 cm³) which contain about 1 cm³ pollen are stored at about -17 to -18° C.

In 1974 crossings with aspen were carried out to test the fertility of the pollen preserved by this method. Two female aspen trees were pollinated each with fresh pollen of one or two male aspen trees as well as with conserved pollen of the same male aspen tree from 1970 or 1969 which was preserved for 4 or 5 years. At the same time the catkins of the female aspen trees were analysed to find out the number of ovaries and ovules. The results made an estimation of the fertilization percentage possible. In all test crossings the percentage was between 42.7 and 72.2. In 4 of the 12 crossings a comparison was possible concerning the success of fertilization of fresh and conserved pollen with the number of seeds obtained and seedlings obtained. The crossings with the fresh pollen produced — concerning the number of harvested seed — 24.6 and 15.7% of plants, the crossings with the preserved pollen (4 years) according to this method 7.5 and also 24.6%. Testing with the χ^2 test at the 0.1% level a difference in favour of the fresh pollen is to be supposed.

Key words: pollen conservation, practicable method of vacuum storage, testing of fertility of stored pollen.

Literatur

- BREDEMANN, G., HARTEK, P., GARBER, K. und SUHR, K. A.: Die Temperaturabhängigkeit der Lebensdauer von Blütenpollen. *Naturwiss.* 34, 279—280 (1947). — DIETZE, W.: Gefriertrocknung und Lagerung von Pollen verschiedener Waldbaumarten. *Silvae Genetica* 22, 154—162 (1973). — EHRENBURG (EKLUNDH), C.: Studies on the longevity of stored pine pollen (*Pinus sylvestris* L. and *Pinus contorta* var. *Murrayana* ENGELM.). *Medd. Statens Skogsforskningsinstitut* Bd. 49 Nr. 7, 31 pp (1960). — FECHNER, G. H. and FUNSCH, R. W.: Germination of Blue Spruce and Ponderosa Pine after Eleven Years of Storage at 0° to 4° C. *Silvae Genetica* 15, 164—166 (1966). — HERRMANN, S.: Practical method to conserve pollen of forest trees under vacuum. 2nd World Consult. on Forest Tree Breeding, Washington, FAO/IUFRO, FO-FTB-69-11/10, 1381—1389 (1969). — JENSEN, C. J.: Pollen storage under vacuum. *Roy. Vet. Agr. Coll. Yearb. Copenhagen*, 133—146 (1964). — JENSEN, C. J.: Aspects and problems of pollen storage and assessment of pollen quality for forest tree breeding and genetics. FAO/IUFRO, Sec. 22, Work. Gr. Meet. Varparanta, Finland (1970). — JOHNSON, L. P. V.: The storage and artificial germination of forest tree pollens. *Can. Journ. Res.* 21, 332—342 (1943) zit. nach EHRENBURG. — KÄMPFER, E.: *Amoenitates exoticae* etc. Lemgoviae. S. 708 (1712) zit. nach PFUNDT. — KING, J. R.: The storage of pollen particularly by the freeze drying method. *Bull. Torrey Bot. Club*, Vol. 92, No. 4, 270—287 (1965). — LIVINGSTON, G. K. and CHING, K. K.: The Longevity and Fertility of Freeze-Dried Douglas-Fir Pollen. *Silvae Genetica* 16, 98—101 (1967). — MARCET, E.: Pollenuntersuchungen an Föhren (*Pinus sylvestris* L.) verschiedener Provenienz. *Schweiz. Forst. Versuchsw.* 27, 348—403 (1951). — NEWCOMER,

E. H.: Pollen longevity of Ginkgo. Bull. Torrey Bot. Club 66, 121–123 (1939) zit. nach KING. — PFUNDT, M.: Der Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Lebensdauer des Blütenstaubes. Jb. Wiss. Bot. 47, 1–40 (1910). — REMPE, H.: Untersuchungen über die Verbreitung des Blütenstaubes durch die Luftströmungen. Planta 27, 93–147 (1938). — RITTINGHUUS, P.: Der Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Lebensdauer des Blütenstaubes. Verh. Naturwiss. Ver. Rheinl. 43, 123–166 (1886) zit. nach VISSER. — ROEMER, TH.: Zur Pollenaufbewahrung. Z. f. Pflanzenzüchtung 2. Bd., 83–86 (1914). — SATO, Y. and MUTO, K.: On the viability of forest tree pollen. Res. Bull. Coll. Exp. Forests, Hokkaido, Vol. XVII, 2, 967–980 (1955). — SEITZ, F. W. und SAUER, E.: Salicaceae — Weiden und Pappeln. Handb. d. Pflan-

zenz. Herausg. ROEMER, TH. u. RUDOLF, W. 2. Aufl., 786–805, Berlin u. Hamburg (1962). — SIMON, J.: Eine neue Methode zur Aufbewahrung von Blütenstaub. Besondere Mitt. d. pflanzenphysiol. Versuchsstation, Dresden (1909) zit. nach ROEMER. — VISSER, T.: Germination and storage of pollen. Med. Landbouwhogeschool, Wageningen, 55 (1), 1–68 (1955). — WERFF, R.: Über die Lebensdauer der Pollenkörner in der freien Atmosphäre. Biol. Cbl. 70, 354–367 (1951). — WILCOX, J. R.: Vacuum storage of Yellow-Poplar. J. Proc. 2nd Genetics Workshop Soc. Amer. Foresters a. 7. Lake States For. Tree Impr. Conf. US Forest Exp. Station, St. Paul, Minn. 102–103 (1966).

Buchbesprechungen

Physiological Plant Pathology. Edited by R. HEITEFUSS and P. H. WILLIAMS. Contributors: J. R. AIST, P. J. ALLEN, H. G. BASHAM, a. o. (Encyclopedia of Plant Physiology. Edit.: A. PIRSON and M. H. ZIMMERMANN. New Series, Volume 4). Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1976. XX, 890 S. und 92 Abb. Geb. DM 196,—.

Innerhalb der neuen Serie des Handbuchs für Pflanzenphysiologie ist der 4. Band dem aktuellen Thema „Physiologische Pflanzenpathologie“ gewidmet. Erfreulicherweise wird in dieser Reihe neben den Vorgängen in der gesunden Pflanze auch der Physiologie der kranken Pflanze Aufmerksamkeit geschenkt. Das Werk gibt einen ausgezeichneten und umfassenden Überblick über den gegenwärtigen Kenntnisstand der Physiologie bei Wirt-Parasit-Interaktionen. Beeindruckend ist die Fülle der verarbeiteten Literatur, wovon auch das 77seitige Autorenverzeichnis Zeugnis ablegt. In der Regel wurden Veröffentlichungen bis zum Jahr 1974 berücksichtigt. In dem breit angelegten Werk werden die Physiologie und ultrastrukturelle Cytologie bei den verschiedensten Krankheitserregern ebenso wie die neuesten Erkenntnisse über die biochemischen Abläufe während der Pathogenese und während der Resistenzreaktionen dargestellt. In der Hauptsache werden Ergebnisse aus Untersuchungen an Bakterien- und Pilzkrankheiten berücksichtigt, doch sind in dem Buch auch Hinweise und Abschnitte über entsprechende Forschungen an Viren, mykoplasmaähnlichen Organismen und Nematoden zu finden. Obwohl die bisherigen Erkenntnisse der physiologischen Pflanzenpathologie überwiegend an landwirtschaftlichen Objekten gewonnen wurden, findet man doch eine ganze Reihe von Beispielen aus der Forstpathologie (*Cronartium*, *Cercospora*, *Fomes*, *Armillaria* u.a.).

Das Buch gliedert sich in 8 Hauptabschnitte, deren einzelne Unterkapitel von insgesamt 36 Autoren bearbeitet wurden. Die Themen seien im folgenden anhand aufgeführt: Allgemeiner historischer Überblick (50 S.), Sporenkeimung und ihre Regulation (78 S.), Cytologie und Physiologie des Eindringens und der Etablierung des Erregers (118 S.), Kräfte, mit deren Hilfe der Erreger die Wirtspflanze attackiert (166 S.), Physiologie der Reaktionen der Wirtspflanze nach erfolgter Infektion (290 S.), Modifikation der Wirtspflanzenreaktion (Prädisposition) (16 S.), biotrophe Parasiten in Kultur (41 S.), Genetik der Wirt-Parasit-Interaktionen (18 S.) Autorindex, Verzeichnis der Mikroorganismen und Nematoden (10 S.) sowie Sachverzeichnis (22 S.) bilden den Abschluß dieses Werkes, zu dem die Herausgeber zu beglückwünschen sind. Wer auf dem Gebiet der physiologischen Pflanzenpathologie arbeitet und sich über die Entwicklung dieses Fachgebietes, über den gegenwärtigen Kenntnisstand und über zukünftige Entwicklungstendenzen und Aussichten informieren will und muß, kann auf die Lektüre dieses Handbuchs nicht verzichten.

B. R. STEPHAN

Toward the future forest: Applying physiology and genetics to the domestication of trees. Edited by F. THOMAS LEDIG, with papers by J. H. REDISKE, F. THOMAS LEDIG, PETER S. CARLSON and THOMAS B. RICE, and RICHARD P. PHARIS. Yale School of Forestry and Environmental Studies Bulletin no. 85 1973-74 Champion International Corporation Lecture-series New Haven, 1974, 80 pp., \$ 3.00.

Im Vorwort stellt F. MERGEN die vier Formen der Rohstoffquelle Wald in ihrer geschichtlichen und wirtschaftlichen Bedingtheit dar.

Der Leser folgt dabei einem Weg, der von der ersten menschlichen Nutzung von primären Urwäldern zum sekundären, natürlich regenerierten Urwald führt und findet eine Zeichnung der Gegenwart, in der auf vorbereiteten Böden gepflanzte Bäume geerntet werden, die nach Baumartenzusammensetzung, Abständen, Verjüngungsart und Konkurrenz abgestimmt sind. Der Wald der Zukunft wird gezielte Bäume enthalten, die nur noch eine genetische Verbindung zu heutigen Bäumen haben werden, und denen man, wie bereits in der Landwirtschaft allgemeingültig ist, die Verwandtschaft mit den Wildformen kaum ansehen wird. Diese Änderung ist zwangsläufig, da sich die Forstwirtschaft an knapper werdenden Anbauflächen sowie die gesteigerten Anforderungen an Holzproduktion und Sozialpflichtigkeit anpassen muß.

J. H. REDISKE („The Objectives and Potential for Tree Improvement“) gibt nachfolgend eine Einführung in die Grundsätze und Ziele der Forstpflanzenzüchtung und erläutert anhand von Beispielen deren wichtigste Prinzipien sowie Erfolge und Mißerfolge. Abschließend führt der Autor neue Methoden der biologischen Forschung auf, denen für die zukünftige Entwicklung entscheidende Bedeutung beigemessen wird. Solche Methoden werden in den folgenden drei Aufsätzen erläutert und nach ihrem heutigen Ergebnisstand dargestellt:

F. TH. LEDIG: „Photosynthetic Capacity: Developing a Criterion for the Early Selection of Rapidly Growing Trees“

P. S. CARLSON and TH. B. RICE: The Potential of In Vitro Techniques for Forest Genetics“

R. P. PHARIS: „Precocious Flowering in Conifers: The Role of Plant Hormones“

Das Heft ist jedem, der sich über die genannten Gebiete einen Überblick verschaffen oder in deren Grundzüge einarbeiten will, zu empfehlen.

O. MOHRDIEK

Begriffe der Forsteinrichtung. Von H. KRAMER. 80 Seiten mit 9 Abbildungen. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und Mitteilungen der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 48, J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main 1976. Kartiert DM 10,80.

Der vorliegende Band ist vom Autor als Ergänzung zur waldbaulichen Terminologie von A. BONNEMANN konzipiert worden. Es hat sich dabei die Notwendigkeit einer Sammlung von Definitionen von Begriffen aus der Forsteinrichtung aus der starken Entwicklung dieses Fachgebiets in den letzten Jahrzehnten und der Uneinheitlichkeit bei der Verwendung von wichtigen Begriffen, besonders in bezug auf deren unterschiedliche Entwicklung in den Bundesländern, ergeben. Jeder, der wie der Rezensent sich entsprechende Definitionen im Studium mühsam zusammensuchen mußte, wird die Vorlage der „Begriffe der Forsteinrichtung“ von Horst Kramer besonders zu schätzen wissen.

O. MOHRDIEK

Beregnung und Wasserlagerung von Nadelstammholz aus der Sturmkatastrophe vom 13. November 1972. Erfahrungen und erste Ergebnisse. Von K. D. ARNOLD, K. L. HANKE, B. KRIEBITZSCH, E. KUBA, W. LIESE, R. D. PEEK, C. v. PROLLIUS, H. RIPKEN, H. J. RUSACK. 151 Seiten mit 22 Abbildungen