

Eine Vervielfachung der Pfropfreiser kann in der Art erfolgen, daß die Ausgangspflanzen zur Vieltriebigkeit gebracht werden, indem man den Haupttrieb zurückschneidet. Es erfolgt dann eine Vermehrung der Seitentriebe, die als Pfropfreiser Verwendung finden können.

Die Prüfung dieses auf drei verschiedene Arten vegetativ vermehrten, genetisch also gleichen Materials, erleichtert unter anderem die Auslese auf bestimmte Eigenschaften. Es besteht weiters die Möglichkeit, aus den frischgebildeten Wurzeln am Pfropfreis art-spezifische Stoffe zu gewinnen, welche z. B. als Wuchsstoffe für Grünstecklinge Verwendung finden können.

Weitere Möglichkeiten bietet die Okulation, welche ebenfalls an einjährigen Sämlingen erfolgt. Obergärtner TRAUNINGER der Forstl. Bundes-Versuchsanstalt Mariabrunn hat solche Okulationen mit Erfolg durchgeführt. — Diese besonders günstige Methode

der Massenvermehrung der Birke ist bei der Errichtung von Samenplantagen gut anwendbar, aber auch für andere praktische Zwecke nützlich. Im übrigen läßt sich die gleiche Vermehrungsart auch bei Graupappeln anwenden. Das Okulieren wird am besten während der natürlichen Reifezeit der Samen durchgeführt.

Somit ist auch bei der schwierigen Holzart Birke die Möglichkeit einer modernen, großzügigen, züchterischen Bearbeitung gegeben. Daneben werden die vorliegenden Ergebnisse bereits in dieser Form auch dem Praktiker von Nutzen sein.

Literatur:

1. JENSEN, HOLGER: Ett försök med vegetativ förökning av björk m. m. Meddel. fr. Föreningen för växtförädling av Skogsträd, 1940. — 2. WETTSTEIN, WOLFGANG: Auslese bei Birkennachkommenschaft. Holzforschung, 5. Bd., H. 4., Berlin 1952.

(Aus dem Forstbotanischen Institut der Universität Freiburg i. Br.)

Über eine Methode zur züchterischen Bearbeitung von Standorteigenschaften bei der Pappel*.

Von HANS MARQUARDT.

Mit 6 Textabbildungen.

1. Die Grundlagen.

Aufgabe der Züchtungsforschung ist es, der Praxis Pflanzen mit den jeweils gewünschten Eigenschaften zur Verfügung zu stellen. Mit Züchtung meinen wir dabei in der Regel die Herstellung von Selbstungen oder Kreuzungen, Aufzucht von Nachkommenschaftsgenerationen und Selektionsarbeit. Bei unseren Bäumen beansprucht eine solche Methode bis zur sicheren Erreichung des Zuchtzieles häufig ein Jahrhundert oder sogar mehr. Dabei haben wir noch den Nachteil, daß am Ende der Züchtung ein neu zusammengesetztes Erbgut steht, welches hinsichtlich des Zuchtzieles optimal sein mag. Wie wirkt sich aber die neue Erbkonstitution für die Ausbildung aller anderen, in der Praxis des Anbaus so wichtigen Eigenschaften aus? Wir können es nicht vorhersagen, es muß sich dies erst beim praktischen Anbau erweisen, ob etwa eine Hochzucht für Wuchsleistung auch eine wertvolle Holzqualität liefert.

Wir kennen aber außer der sexuellen Fortpflanzung, deren wir uns bei Kreuzung und Selbstung in der Züchtung bedienen, auch die vegetative Fortpflanzung: Nehmen wir etwa von einem einzigen Pappel-Mutterbaum Stecklinge, so sind wir sicher, daß sie alle genau dieselbe Erbkonstitution besitzen und alle praktisch interessanten und nicht interessanten Eigenschaften im gleichen Umfang genetisch verankert enthalten; von den sehr seltenen Fällen somatischer Mutation kann dabei abgesehen werden.

Die vegetative Fortpflanzung ist bisher nur zur Propagation von günstig erscheinenden Phänotypen verwendet worden. Dabei mußte stets ungewiß bleiben, ob die für den Praktiker wesentlichen Eigen-

schaften des Mutterbaumes wirklich genetisch bedingt waren oder nur besonders optimalen Umweltbedingungen ihr Zustandekommen verdankten. Diese Fortpflanzungsweise kann aber zur Erreichung eines Zuchtzieles dann verwendet werden, wenn mit ihrer Hilfe der Nachweis gelingt, daß bestimmte, einem echten Zuchtziel entsprechende Eigenschaften eines Mutterbaumes vorwiegend genetisch gesteuert sind. In dem Augenblick, in dem dieser Nachweis geführt ist, sind wir sicher, daß auf entsprechenden Standorten alle Stecklinge des Mutterbaumes seine Eigenschaften ebenfalls zeigen. Darüber hinaus fällt in diesem Fall der Unsicherheitsfaktor weg, den wir bei der Verwendung der sexuellen Fortpflanzung kennen gelernt haben. Auch die im Augenblick nicht züchterisch im Vordergrund des Interesses stehenden Eigenschaften werden sich ebenso manifestieren, wie bei dem Mutterbaum; dafür garantiert uns eben die strenge Erbgleichheit von Steckling und Mutterbaum.

Die Absicht, mit Hilfe der vegetativen Fortpflanzung ein Zuchtziel zu erreichen, ist aber an eine Voraussetzung gebunden. Da keine neue Erbkombination auf diese Weise erzielt werden kann, muß der Phänotyp des Mutterbaumes dem Zuchtziel bereits entsprechen. Dies ist aber nur möglich, wenn im Anbau sich sehr verschieden erscheinende Typen befinden. Bei der Pappel mit ihrer außerordentlichen Kreuzbarkeit sind ideale Voraussetzungen für das Herausspalten sehr vielfältiger Einzelformen gegeben; nach den Erfahrungen an Fällen bestehender Kreuzbarkeit zwischen genetisch stark differenten Rassen oder Arten muß sogar das Vorhandensein von Transgressionen postuliert werden. Die Wahrscheinlichkeit, unter den stark differenten Typen von Pappeln die interessierenden Mutterbäume zu finden, ist somit groß.

* Nach einem Vortrag, gehalten beim Internationalen Pappelkongreß in Baden-Baden vom 4. — 6. Mai 1953.

Mit diesen Überlegungen erscheint die Absicht gut fundiert, die vegetative Fortpflanzung dazu zu benutzen, durch den Nachweis erblicher Bedingtheit züchterisch wesentlicher Eigenschaften des Mutterbaumes ein gestecktes Zuchtziel zu erreichen.

Die nächste Überlegung richtet sich nun auf das anzustrebende Zuchtziel. Bei Durchsicht der Literatur fällt die große Rolle auf, welche unter den verschiedenen Zuchtzielen der Forstpflanzenzüchtung die Wuchsleistung spielt. Jeder Biologe und jeder Praktiker weiß aber, daß auch die schönste genetische Konstitution hinsichtlich dieser Eigenschaft nur dann manifest werden kann, wenn es der Standort erlaubt. Jeder Züchtungsversuch auf Wuchsleistung geht somit zwangsläufig darauf aus, außer positiv wirkenden Wachstumsanlagen auch eine Harmonie zwischen Standort und genetischer Konstitution herzustellen. Es gibt somit keine Züchtung auf Steigerung der Wuchsleistung ohne gleichzeitige Züchtung auf bestimmte Standorteigenschaften.

Dieser Zusammenhang scheint uns nicht so klar gesehen worden zu sein, daß die entsprechende Konsequenz daraus gezogen würde, nämlich die sorgfältige Charakterisierung der Standorteigenschaften mindestens der Ausgangspflanzen mit den Methoden der ökologischen Pflanzenphysiologie.

Um diesem Fehler zu entgehen und um einen klaren Ansatzpunkt für den Beginn unserer eigenen züchterischen Bemühungen bei der Pappel zu haben, legten wir den entscheidenden Akzent auf die Bearbeitung der Standorteigenschaften.

2. Die Methode.

Die Einsicht von der Bedeutung einer Harmonie zwischen Erbkonstitution und Standortsbedingungen in der Forstpflanzenzüchtung macht also als Voraussetzung jedes züchterischen Vorgehens in dieser Richtung rein pflanzenphysiologisch orientierte Untersuchungen notwendig.

Gerade bei Pappeln liegen hier kaum Vorarbeiten vor; es war für uns daher ziemlich gleichgültig, mit welcher ökologisch bedeutsamen Eigenschaft wir beginnen sollten. Da von forstpraktischer Seite durch BAUER (1935) in Baden begonnen wurde, Stecklinge von Mutterbäumen auf trockenen oder nassen Standorten zum Anbau auf entsprechenden Böden zu verwenden, setzten wir mit der Untersuchung des Wasserfaktors ein. So hat mein Mitarbeiter BARNER in umfangreichen experimentellen Untersuchungen das Wasserbedürfnis einzelner Pappelklone bestimmt, indem als Anhaltspunkt hierfür die Transpiration gemessen wurde (Einzelheiten in BARNER 1953 a u. b).

Das allgemeine Problem einer züchterischen Bearbeitung von Standorteigenschaften wurde somit eingeeignet auf die Frage: Ist das Vorkommen eines Pappel-Mutterbaumes auf trockenen oder auf feuchten Standorten ein rein zufälliges, oder entspricht dem ein genetisch gesteuerter, standortentsprechender Wasserhaushalt? Daraus ergibt sich sofort die Konsequenz, daß die Beantwortung dieser Frage nicht mit Hilfe der sexuellen Fortpflanzung gegeben werden kann; wir zerstören durch ihre Verwendung ja gerade die Einmaligkeit der Erbanlagenkonstitution des Mutterbaumes, welche wir prüfen wollen. An dieser Stelle ist allein der Einsatz der vegetativen Fortpflanzung möglich.

Von ihr ist schon lange bekannt, daß die Erbkonstitution des Mutterbaumes unverändert auf die Stecklinge übergeht, und daß bei der Technik einer Provenienzprüfung durch Verwendung von Stecklingen die unerwünschte Inhomogenität der genetischen Konstitution von Einzelindividuen eliminiert werden kann (SYRACH LARSEN 1937). Es bedeutet daher nur eine Variante in der logischen Verknüpfung einzeln der Praxis wohlvertrauter Verfahren, welche unsere Frage nach zwei Richtungen hin beantworten hilft.

Wir müssen dabei zunächst wissen, ob das Transpirationsverhalten zweier Mutterbäume auf Standorten mit entgegengesetzter Wasserführung überhaupt verschieden ist und — falls dies so sein sollte — ob hier die Erbkonstitution eine Rolle spielt. Zu diesem Zweck läßt sich die folgende Standard-Versuchsanordnung entwickeln.

Wir bringen Stecklinge einer sogenannten Trockenpappel und einer sogenannten Naßpappel auf einen einheitlichen Standort. Wir pflanzen dabei die beiden Klone mit entsprechenden Wiederholungen so auf das Versuchsfeld, daß wir mit den mathematischen Methoden der FISHER'schen Varianzanalyse zu statistisch gesicherten, zahlenmäßigen Ergebnissen kommen, wenn wir die Transpirationsgrößen der einzelnen Stecklinge und Klone bestimmen. In diesem Versuch sind für beide Klone die Umweltbedingungen übereinstimmend. Ferner ist die Erbkonstitution jedes Stecklings innerhalb seines Klons identisch. Bestimmen wir nun die Transpirationsleistung jedes Klons und finden beim Vergleich keine statistisch gesicherte Differenz, dann kann das Verhalten gegenüber dem Wasserfaktor nicht erblich bedingt sein: Identische Umwelt und identisches Transpirationsverhalten zwingen zu dem Schluß, daß auch im Erbgut beider Klone hinsichtlich dieses Standortfaktors kein Unterschied bestehen kann.

Ergeben aber unsere Messungen einen statistisch gesicherten Unterschied in den Transpirationswerten, dann liegen die Dinge entgegengesetzt: Unter identischen Umweltbedingungen und methodisch einwandfreier Versuchsdurchführung kann eine Verschiedenheit der Transpirationswerte beider Klone nur auf der Tatsache beruhen, daß dieser Unterschied durch Differenzen im Erbgut hervorgerufen wird; sie sind in diesem Fall sogar die Ursache für das unterschiedliche Transpirationsverhalten.

Mit diesen Überlegungen haben wir aber das Verfahren gefunden, mit dessen Hilfe wir bereits in einer einzigen Vegetationsperiode bindend entscheiden können, wieviel vom Standortverhalten eines Mutterbaumes und damit seiner sämtlichen Stecklinge allein von der Umwelt und wieviel vom Erbgut abhängig ist. Das Ergebnis dieser Standard-Versuchsanordnung zeigt uns weiter, ob überhaupt eine züchterische Behandlung von Standorteigenschaften möglich ist.

Für den Fall, daß tatsächlich das besondere Verhalten der Transpiration eines Mutterbaumes vorwiegend durch genetische Faktoren bestimmt wird, erhebt sich sofort das weitere Problem nach der Toleranz dieses Klons verschiedenen Umweltbedingungen gegenüber. Ein bestimmtes Transpirationsverhalten auf einem bestimmten Standort muß ja nicht notwendig bedeuten, daß der betreffende Mutterbaum an seinem Fundort Bedingungen optimalen Ge-

deihens findet; es bedarf vielmehr experimenteller Untersuchungen, unter welchen Bedingungen eine gegebene Erbkonstitution optimal gedeiht und wie groß die Toleranz gegenüber abgeänderten Wasserhältnissen ist. Auch dieses Problem ist durch eine geeignete Versuchsanstellung im Rahmen der BARNER'schen Untersuchungen bearbeitet worden.

3. Die Bestimmung der genetischen Bedingtheit von Transpiration und von Trockenresistenz.

In drei Varianten des Standard-Versuchsschemas wurde eine eindeutige Antwort auf die Frage nach der genetischen Bedingtheit des Verhaltens von Pappelklonen gegenüber dem Wasserverhältnis des Standortes gegeben.

In der ersten Versuchsserie wurde als Beispiel einer sogenannten Trockenpappel die Neuenburger Schwarzpappel in ihrem physiologischen Verhalten verglichen mit einer sogenannten Naßpappel von einem badischen Standort (Nr. 26 der Klonbezeichnung von BAUER). Der Versuch wurde genau dem Standardverfahren entsprechend durchgeführt, so daß in Abb. 1 die auf identischem Standort befindlichen Naß- und Trockenpappeln in ihrem durchschnittlichen Transpirationsverhalten einander gegenübergestellt sind. Die links von den Stecklingen stehenden Werte geben den Wasserverlust von einzelnen Blättern in mg pro Gramm Trockengewicht pro Minute an; die rechts von den Stecklingen befindlichen Werte dagegen die Aktivitäten als Maß aufgenommenen radioaktiven Phosphats. BARNER hat nämlich durch Verabreichung von radioaktivem Phosphat durch die Wurzel nach vorangegangener Trockenperiode die radioaktive Substanz in den Sproß aufsteigen lassen, um in den aufeinander folgenden Nodien und Blättern die Menge radioaktiver Substanz durch ein Geiger-Zählgerät zu bestimmen. Einen groben, aber sehr anschaulichen Überblick über die Verteilung des ^{32}P gibt die Abb. 2, die Radiographie einer Naßpappel (links) und einer Trockenpappel.

Beide Methoden der Transpirationsbestimmung ergeben prinzipiell übereinstimmende Resultate. Bei beiden untersuchten Pappelklonen nimmt die Transpiration von apikal zu basal zu. Die Einzelheiten dieser Zunahme sind aber bei beiden Klonen deutlich verschieden. Die obersten Blätter der Naßpappel zeigen einen verhältnismäßig geringen Wasserverlust, die Transpirationswerte steigen aber in basaler Richtung rasch an. Auf der anderen Seite zeigt die Trockenpappel an der Spitze eine höhere Transpirationsleistung, dafür ist aber ihr Anstieg basalwärts deutlich langsamer.

Rein methodisch ergibt sich zunächst also, daß ein Vergleich der Transpiration bei Pappelstecklingen nur zwischen den Werten von Blättern in demselben Abstand von der Sproßspitze möglich ist; von BARNER wurden daher in den Serienversuchen stets die obersten voll ausgebildeten Blätter verwendet. Für den Vergleich der Trocken- und Naßpappel folgt der zunächst überraschende Tatbestand, daß an den Blättern der Sproßspitze die Trockenpappel mehr transpiriert als die Naßpappel. Auch wenn wir die Gesamttranspiration beider Stecklingssorten summarisch berechnen, liegen die Werte der Trockenpappel höher als die der Naßpappel.

Im Rahmen der Durchführung unseres Standardversuches bedeutet dieses Ergebnis, daß die nicht zu übersehende Verschiedenheit in dem Transpirationsverhalten unserer Klone tatsächlich durch genetische

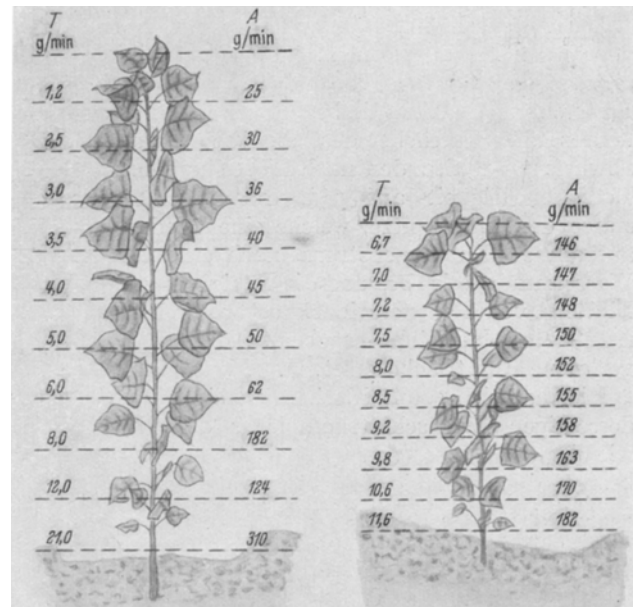


Abb. 1. Die Transpiration eines einjährigen Stecklings. a) einer Naßpappel; b) einer Trockenpappel. Werte links der Stecklinge: mg Wasserverlust/g Blattockgewicht/Minute. Werte rechts der Stecklinge: Gemessene Aktivitäten nach Aufnahmen von ^{32}P (Nach BARNER 1953). Fehler in den Bildern: Die Werte links der Stecklinge müssen lauten: mg/g/min.

Verschiedenheiten hervorgerufen sein muß. Eine Berechtigung, bereits auf Grund dieser Bestimmung von „Trocken-“ und „Naßpappeln“ zu sprechen, besteht dagegen trotz der nachgewiesenen genetischen Differenz noch in keiner Weise.



Abb. 2. Radiographie a) der Naß- b) der Trockenpappel nach Aufnahme von ^{32}P (Nach BARNER 1953).

Die zweite Versuchsserie setzt dieselben Stecklingsklone, in Töpfen gepflanzt, einer länger dauernden Trockenheit aus und bedeutete somit einen Welkungsversuch. Auch hier treten zwischen beiden Klonen entscheidende Unterschiede der Reaktion auf Trocken-

heit auf: Bei den Naßpappelstecklingen welken die Blätter von unten nach oben allmählich ab, und auch die Sproßspitze wird schlaff und welk. Ohne spezielle Gegenreaktionen sterben diese Stecklinge den Trocken-tod.

Unter denselben Bedingungen zeigen dagegen die Trockenpappelstecklinge Spezialanpassungen an die Trockenheit. Von den Feststellungen BARNER's heben wir hier nur heraus die Tatsache des aktiven Blattabwurfs 7—18 Stunden nach Einstellung der Bodenfeuchtigkeit auf 5%, die Trockenstarre der Sproßspitze, welche eine Wiederaufnahme des Wachstums nach erneuter Wasserzufuhr erlaubt, und die Fähigkeit zur Bildung von Regenerationsknospen, welche reduzierte Kurztriebe ergeben und so die verlorene Blattfläche ersetzen.

Hier hat sich somit hinsichtlich eines andersartigen Eigenschaftskomplexes dasselbe wie in der ersten Versuchsserie gezeigt; es besteht ein unterschiedliches Verhalten beider Stecklingssorten, welches im wesentlichen im Erbgut verankert sein muß. Gleichzeitig ist aber jetzt festgestellt, daß allein die Stecklinge der sogenannten Trockenpappel spezielle Anpassungen zur Überdauerung längerer Trockenperioden während der Vegetationsperiode besitzen. Im Gegensatz zur ersten Versuchsserie scheint von BARNER hier derjenige Eigenschaftskomplex gefaßt worden zu sein, welcher das Vorkommen der beiden Pappelmutterbäume auf den, gerade hinsichtlich des Wasserhaushaltes verschiedenen Standorten hervorgerufen hat.

In der dritten Versuchsanstellung ist der Kreis der untersuchten Klone erweitert worden; außer den genannten beiden Sorten wurden zwei Trockenpappeln und zwei weitere Klone aus Baden auf ihr Transpirationsverhalten geprüft. Damit nicht ausschließlich badische Pappelsorten in die Untersuchung einbezogen sind, hat BARNER auch die Berliner Pappel berücksichtigt. Die durchschnittlichen Transpirationswerte der insgesamt 7 Klone während der Monate April bis August sind in Abb. 3 zusammengefaßt. Ent-

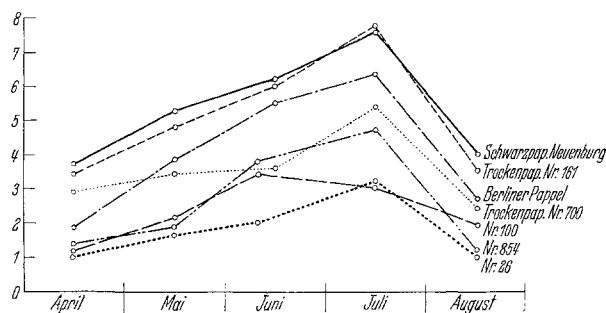


Abb. 3. Transpirationsgang von 7 verschiedenen Pappelklonen, gemessen an einjährigen Stecklingen während der Vegetationsperiode (Nach BARNER 1953).

sprechend unseren Feststellungen in der ersten Versuchsserie liegen die Werte der Trockenpappeln am höchsten, die der Naßpappeln am niedersten.

Es ist hier nicht der Ort, auf Einzelheiten einzugehen. Entscheidend ist in diesem Zusammenhang allein die Tatsache, daß bei statistischer Prüfung der erhaltenen Werte von den verschiedenen Sorten bedeutsame Differenzen viel häufiger sind als eine Übereinstim-

mung. Da infolge der Versuchsanstellung diese statistisch gesicherten Unterschiede des Transpirationsverhaltens vorwiegend genetisch bedingt sind, muß gefolgert werden, daß gerade bei der Pappel echte physiologische Rassenbildung weit verbreitet ist. Eine

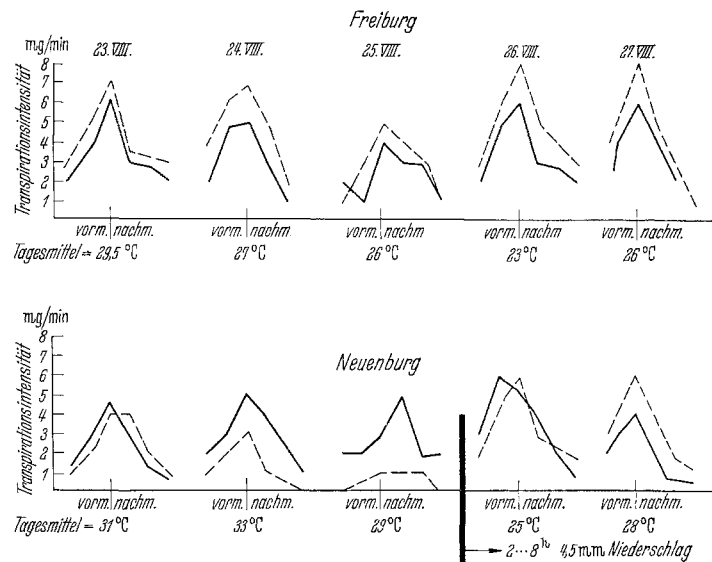


Abb. 4. Die Transpiration der Trockenpappelstecklinge (punktierter Linie) und der Naßpappelstecklinge (ausgezogene Linie) an 5 aufeinanderfolgenden Tagen auf einem verhältnismäßig feuchten („Freiburg“) und einem trockenen Versuchsfeld („Neuenburg“).

zu Beginn unserer Ausführungen geäußerte Voraussetzung für die Entwicklung unseres züchterischen Vorgehens ist somit hier durch den Ausgang des Experiments als zutreffend bewiesen, die Voraussetzung, daß bei der vorhandenen Neigung zur Bastardierung eine große Fülle genetisch differenter Individuen und Klone nachweisbar sein müssen.

Bisher standen die beiden bearbeiteten Eigenschaften, die Transpirationsgröße und die Anpassung an länger dauernde Trockenperioden beziehungslos nebeneinander. Untersuchungen des Tagesganges der Transpiration auf zwei verschiedenen Versuchsfeldern zeigen nun aber, daß dies nicht der Fall ist (BARNER, unveröffentlicht). Vom 23.—27. August 1952 wurden die Neuenburger Trockenpappeln gleichzeitig sowohl auf dem tiefgründigen, relativ feuchten Boden des Freiburger Feldes wie auf dem kiesigen, trockenen Boden in Neuenburg auf ihr Transpirationsverhalten geprüft. Es ergab sich dabei, daß über die ganzen 5 Tage die Differenz zwischen den Naßpappeln (Abb. 4 niedriger Wert, ausgezogene Kurve) und den Trockenpappeln (Abb. 4 hoher Wert, gestrichelte Kurve) in Freiburg bestehen bleibt. Wohl infolge der stärker sich auswirkenden Trockenheit tritt jedoch auf dem Neuenburger Feld eine Umkehrung ein; während die Naßpappeln in den ersten drei Tagen kaum eine Veränderung der Kurve des Transpirations-Tagesganges zeigen, drosseln die Trockenpappeln ihre Transpiration am dritten Tag bis auf einen minimalen Umfang. Der glücklicherweise nur in Neuenburg gefallene leichte Regen in der Nacht vom 3. zum 4. Versuchstag genügte, um am übernächsten Tag bereits wieder die normale Differenz herzustellen.

Dieses Ergebnis in Neuenburg kann nur so verstanden werden, daß unsere Trockenpappeln dort

unter starkem Wassermangel standen, und deswegen in den Tagen der Untersuchung den Mechanismus der Trockenanpassung in Gang setzten. Infolge des Regens vom 3. zum 4. Tag kam es aber nicht zur vollen Manifestation d. h. zu den Symptomen des Blattabwurfs und der Trockenstarre. Der Rückgang der Transpiration fast bis zum Nullwert stellt vielmehr das erste Anzeichen dieses Mechanismus einer Trockenanpassung dar. Er besteht daher nicht nur in einer morphologisch feststellbaren Reaktion, sondern auch in einer solchen, welche durch Transpirationmessungen aufgewiesen werden kann.

4. Die Bestimmung der Toleranz gegenüber verschiedenen Standorts-Bedingungen.

Während das Standardsversuchs-Schema das Ziel verfolgte, beobachtete Unterschiede im physiologischen Verhalten von Klonen auf die Bedingtheit vorwiegend durch die Erbkonstitution oder vorwiegend durch die Umweltbedingungen festzustellen, ist es die Aufgabe der folgenden Versuchsanstellung, die Toleranz ein und desselben Klons gegenüber entgegengesetzten Standortsbedingungen zu bestimmen. Zu diesem Zweck sind von BARNER Stecklinge der Naßpappel Nr. 26 auf trockenem und auf nassem Standort kultiviert worden, um durch die Vegetationsperiode hindurch auf ihr Transpirationsverhalten geprüft zu werden.

Die zahlreichen Einzelwerte des Wasserverlustes der obersten voll ausgebildeten Blätter der einjährigen Stecklinge wurden dabei so zusammengefaßt, daß auf der Abszisse die jeweilige, abgegebene Wassermenge pro Gramm Trockengewicht und pro Minute aufgetragen wurde, auf der Ordinate dagegen die jeweilige prozentuale Anzahl der einzelnen erhaltenen Werte. Auf diese Weise entstehen die glockenähnlichen Kurven der Abb. 5. Das Ergebnis der Messungen auf dem nassen Standort stellt die rechte Kurve dar; die am häufigsten erhaltenen Werte liegen bei 5—6 mg/g/min, die höheren und niederen Werte gruppieren sich gleichmäßig zu beiden Seiten des Maximalwertes.

Wesentlich andere Verhältnisse finden sich aber bei der Kultur der Naßpappelstecklinge auf trockenem Standort. Hier überwiegen die Werte zwischen 0 und 2 mg/g/min sehr stark, und die höheren Werte sind so selten, daß eine sehr viel spitzere und weit nach links verschobene Kurve entsteht. Es ist aber keine Frage, daß so niedere Werte nicht mehr als normal bezeichnet werden können; die Naßpappel scheint auf diesem ihr fremden Standort die Wasserabgabe so stark zu drosseln, daß dadurch die Stoffproduktion ernsthaft beeinträchtigt wird. Diese pathologische Reaktion auf dem Standort hat auch auf die Morphologie des Sprosses Rückwirkungen, der bereits im ersten Jahr sich buschig verzweigt (vgl. BARNER l. c.). Daß dieses pathologische Verhalten nicht nur eine Folge des extremen Standorts ist, ergibt sich aus der Häufigkeitskurve der Transpirationswerte bei Trockenpappeln unter denselben Standortsbedingungen; sie erweist sich als normal (Abb. 5, gestrichelte Kurve). Wir haben damit für die Charakterisierung der Standortsbedürfnisse von Naßpappeln einen neuen Gesichtspunkt gewonnen: Ihnen fehlen nicht nur Sonderanpassungen an länger dauernde Trockenperioden, sie sind darüber hinaus mit ihrer genetischen Konstitution nicht in der Lage, ein normales Transpirationsverhalten auf trockenen Standorten aufrecht zu er-

halten — mit anderen Worten sie sind verhältnismäßig eng an Standorte mit ausreichender Wasserführung gebunden und besitzen somit gegenüber einseitigen Änderungen der

Standortsbedingungen hinsichtlich des Wasserfaktors eine nur geringe Toleranz.

Mit welcher Präzision unsere Methode zur Charakterisierung der genetischen Bedingtheit der Transpiration verschiedener Klone arbeitet, sei anhangsweise durch den folgenden „Zwischenfall“ illustriert. Die Darstellung der Transpirationswerte eines Klons durch die ganze Vegetationsperiode, wie sie von BARNER vorgenommen und in unserer Abb. 5 für Naßpappeln auf verschiedenen Standorten dargestellt wurde, muß eine eingipfelige Kurve ergeben, da alle Stecklinge eines Mutterbaumes identische genetische Konstitution besitzen.

Um nun jeden Schein einer subjektiven Beeinflussung auszuschalten, war die Herkunft der Pappelstecklinge während der Untersuchungsperiode zum größten Teil meinem Mitarbeiter BARNER nicht bekannt. Es befand sich aber unter den von ihm bearbeiteten 7 Klonen auch ein Scheinklon, d. h. ein Gemisch aus drei verschiedenen Klonen (Nr. 161). Während alle echten Klone die in Abb. 5 gezeigte, typische eingipfelige Kurve ergaben, führte das Klongemisch zu der deutlich dreigipfiligen Kurve der Abb. 6. Ohne vorherige Kenntnis der Verhältnisse war es auf diese Weise BARNER gelungen, nicht nur den „Betrug“ mit Sicherheit herauszufinden, sondern dazu noch die Anzahl der zur Mischung verwendeten Einzelklone zu bestimmen. Außerdem konnten durch Markierung der untersuchten Stecklinge die Individuen mit Trockenpappel-Eigenschaften sicher heraus-

selektioniert werden. Die Verwendung unseres Standardverfahrens gibt somit der Praxis die Möglichkeit, im Falle einer geschehenen Verwechslung oder Verunreinigung von Klonen wieder die ursprünglichen Verhältnisse herzustellen.

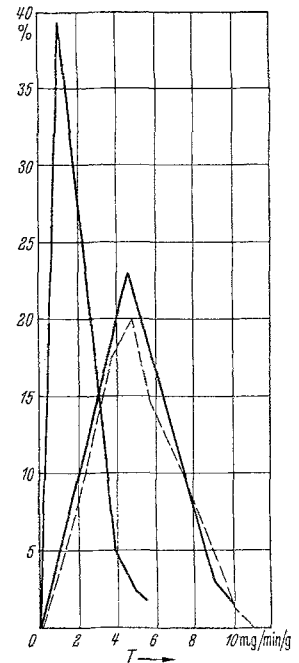


Abb. 5. Die Häufigkeitsverteilung der Transpirationswerte von Naßpappelstecklingen in der Vegetationsperiode; rechte Kurve: Naßpappel auf feuchtem Standort, linke Kurve: Naßpappel auf trockenem Standort; punktierte Kurve: Trockenpappel auf demselben Trockenstandort. (Nach BARNER 1953.)

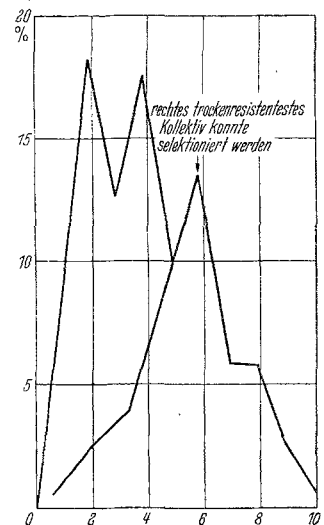


Abb. 6. Die Häufigkeitsverteilung der Transpirationswerte des Scheinklons Nr. 161 in der Vegetationsperiode; Stecklingsgemisch von 3 verschiedenen Mutterbäumen. (Nach BARNER 1953.)

5. Bedeutung und Grenzen der entwickelten Verfahren.

Wir haben uns hier die Aufgabe gestellt, über die Standortansprüche der Pappel eine Aussage zu machen, unter besonderer Berücksichtigung ihrer genetischen Bedingtheit. Durch Verwendung der modernen pflanzenphysiologischen Laboratoriums- und Freiland-Methoden sowie durch Schaffung einer einfachen, genetisch orientierten Versuchsanstellung haben wir diese Aufgabe zu lösen versucht. Weil uns aber alle Vorarbeiten dafür gefehlt haben, konnten wir bis jetzt nur den Wasserfaktor und ihn nur mit Hilfe von Transpirationmessungen bearbeiten. Trotz dieses etwas mühsamen Neubeginns haben wir in zwei Jahren die Arbeit soweit vorantreiben können, daß wir einige Pappelklone hinsichtlich ihrer Resistenz gegen länger dauernde Trockenperioden genetisch charakterisiert haben.

Wir haben somit an einem konkreten Beispiel gezeigt, daß durch Anwendung vegetativer Fortpflanzung praktisch in einer einzigen, arbeitsmäßig voll ausgenutzten Vegetationsperiode gezüchtet werden kann, weil gerade bei der Pappel ein große Mannigfaltigkeit an Standortstrassen vorhanden ist. Es bedeutet ja die Erreichung eines gesteckten Zuchtzieles, wenn eine als Mutterbaum verwendete Pappel die züchterisch interessierenden Eigenschaften nachweislich im Erbgut verankert besitzt. Es bedeutet ferner für die Praxis des Pappelanbaues einen weiteren Fortschritt, wenn in einer exakten Versuchsanstellung in einer einzigen Vegetationsperiode geprüft werden kann, unter welchen Außenbedingungen die betreffende Erbkonstitution einen guten Phänotyp ergeben kann und unter welchen Bedingungen die vorhandene Toleranz überfordert ist. Weiterhin ist es ein nicht hoch genug zu veranschlagender Gewinn, wenn alle Individuen des Klones auch hinsichtlich der züchterisch nicht beachteten Eigenschaften keine Überraschungen bringen. Auch für ihre Ausbildung gilt ja der Satz, daß gleiches Erbgut auf gleichen Standortbedingungen zu einem weitgehend identischen Phänotyp führen muß.

Gerade an dieser Stelle scheint uns ein entscheidender Vorteil gegenüber den in der Pappelzüchtung so häufig verwendeten Kreuzungsmethoden zum Zwecke der Erzielung einer Heterosis zu liegen. Es bedarf ausgedehnter Anbau-Erfahrungen, um mit Sicherheit sagen zu können, daß bei gelungener Erhöhung der Wachstumsleistung auch andere entscheidende Eigenschaften — z. B. Holzqualität, Resistenz gegen pflanzliche und tierische Schädlinge — den Erwartungen der Praxis entsprechen. Zudem ist die Bezeichnung „heterotischer Bastard“ recht allgemein und berücksichtigt nicht den ökologischen Faktorenkomplex. Sobald der Anbau solcher Formen auf ökologisch etwas schwierigen Standorten unternommen wird, kann die Manifestation dieser Eigenschaft nicht mit Sicherheit erwartet werden.

Wir sind also in der Lage, bestimmte Pappelklone auf Grund ihrer genetischen Konstitution als besonders für trockene oder für nasse Standorte geeignet präzise zu charakterisieren. Der Praktiker baut aber Pappeln nicht an, weil sie diese oder jene Standorteigen-

schaft haben, sondern weil sie quantitativ und qualitativ befriedigenden Holzertrag bringen sollen. Es ist nun selbstverständlich, daß auf einem trockenen Standort die Stoffproduktion und damit die Holz-erzeugung geringer ist als auf einem durchschnittlichen Standort. Der Praxis ist daher zwar an Pappeln gelegen, die auf trockenem Standort gedeihen, aber sie sollen — gerade als Trockenpappeln — auch eine gute Wachstumsleistung zeigen.

Die von uns erarbeiteten Einsichten müssen daher in dieser, der Praxis entgegenkommenden Richtung erweitert werden. Wir haben unter zahlreichen Klonen einige wenige mit der genetisch verankerten Eigenschaft der Trockenresistenz herausgefunden. Unter ihnen muß nun eine weitere Selektion nach demjenigen Klon vorgenommen werden, welcher auf einem Standort mit gegebenem Trockenheitsgrad sich am wüchsigsten erweist.

Diese Prüfung kann geschehen durch jahrzehntelanges Zuwarten und durch anschließende Messungen im Sinne der Ertragskunde. Eine Prognose kann aber bereits in einer einzigen Vegetationsperiode gestellt werden, wenn die Größe der Bruttoproduktion, d. h. die Größe der Assimilationsleistung bekannt ist und als Anhaltspunkt für die Größe der Nettoproduktion gewertet wird. So, wie wir die Physiologie der Transpiration untersucht haben und damit genetische Feststellungen durch die gewählte Versuchsanordnung treffen konnten, so muß das Standardversuchsschema auch für die Assimilations-Physiologie durchgeführt werden.

Nach der Vorselektion von Klonen auf die Standorteigenschaft „Trockenresistenz“ folgt also die Selektion auf die Eigenschaft „Hohe Wachstumsleistung“ unter den vorgegebenen, nicht optimalen Bedingungen. Wenn wir diesen zweiten Selektionsschritt allein durch die Bestimmung der Assimilationsgröße tun wollen, so nur, um den zentralen, die Höhe einer Stoffproduktion überhaupt bestimmenden Faktor in den Vordergrund zu stellen. Im Grunde gelangen wir zur sicheren Aussage über die genetische Grundlage aller züchterisch interessierender Eigenschaften nur durch die Analyse des Gesamtkomplexes der Stoffproduktion. Das heißt aber, daß neben die züchterische Methode selbst eine gründliche Analyse des ökologisch-physiologischen Verhaltens der Holzarten treten muß. Daß dieser letztere Gesichtspunkt in der Forstpflanzenzüchtung so spät erst in den Vordergrund geteilt werden muß, halten wir für eine der Ursachen von mancherlei Mißerfolgen forstpflanzenzüchterischer Bemühungen, auch wenn sie als Züchtungserfolg herausgestellt wurden.

Literatur.

1. U. 2. BARNER, J.: Waldbauliche und forstbotanische Grundlagen zur Frage des Anbaus trockenresistenter Pappeln auf grundwassergeschädigten Standorten. Berichte der Naturforschenden Gesellschaft, Freiburg i. Br., 42. 1—72, 1953a und Dissertation Freiburg i. Br. 1953b. — 3. BAUER, F. W.: Die Nachzucht der Pappel und der Baumweiden in den badischen Auwäldungen. Dienstvorschrift der Badischen Forstverwaltung, Karlsruhe 1935. — 4. SYRACH, LARSEN, C.: The employment of species types and individuals in forestry. Kopenhagen 1937.