

Die Phänologie als Bestimmungsmerkmal bei Pappelsorten

Autor(en): **Marcet, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **66 (1956)**

PDF erstellt am: **25.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-46604>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Phänologie als Bestimmungsmerkmal bei Pappelsorten

Von E. Marcet, Zürich

(Aus dem Institut für Waldbau an der ETH, Vorstand: Prof. Dr. H. Leibundgut)

Eingegangen am 13. Januar 1956

1. Die Bedeutung der Sortenprüfung von Zuchtpappeln

Bei den heute als Nutzbäume angebauten «Wirtschaftspappeln» handelt es sich größtenteils nicht um gute Arten der Gattung *Populus*, sondern um Bastarde zwischen europäischen und nordamerikanischen Schwarzpappeln aus der Sektion *Aigeiros*. Eine geringere Rolle spielen daneben auch Kreuzungen mit Balsampappeln aus der Sektion *Tacamahaca*. Nordamerikanische Schwarzpappeln — vermutlich verschiedene Varietäten der *Populus deltoides* Marsh. — wurden erstmals um 1700 in Europa eingeführt, wo sie sich wiederholt mit der einheimischen Schwarzpappel *Populus nigra* L. und ihren Varietäten kreuzten. Aus solchen Kreuzungsnachkommenschaften wurden in der Folge die besten und wüchsigsten Sämlinge ausgelesen und auf vegetativem Wege, durch Stecklinge, ständig weiter vermehrt. Hinsichtlich ihrer luxurierenden Wuchseigenschaften sind sie ihren beiden Eltern weit überlegen und wurden diesen infolgedessen vorgezogen, so daß die ursprünglich eingeführten amerikanischen Pappeln («Kanadapappeln», «Karolinapappeln») heute praktisch wiederum verschwunden sind. Aus dem gleichen Grunde ist auch die einheimische Schwarzpappel vielenorts stark zurückgedrängt worden.

Die Gesamtheit der Nachkommen eines einzigen ausgelesenen Sämlings ist von einheitlicher genetischer Veranlagung, also ein Klon. Dieser Begriff wird im Sprachgebrauch des Pappelwirtschafters gleichsinnig wie Sorte verwendet. In Übereinstimmung mit den botanischen Nomenklaturvorschriften (Int. Bot. Kongreß, Stockholm 1950) werden solche Bastarde heute als *Populus* × *euramericana* bezeichnet. Ferner werden die verschiedenen Sorten von der botanischen Varietät (var.) durch die Bezeichnung Cultivar (cv.) unterschieden, da sie als Wildpflanzen unbekannt sind und jeweils nur in einem Geschlecht vorkommen.

Dem forstlichen Anbau der Pappeln kommt heute in zweierlei Hinsicht eine wichtige wirtschaftliche Bedeutung zu: Diese raschwachsenden Baumarten vermögen einen wertvollen Beitrag an die notwendige Steigerung der Holzproduktion zu leisten, was um so wertvoller erscheint, als die Holzerzeugung der Wälder vielenorts infolge Übernutzungen,

kriegsbedingter Rodungen und Schädlingskalamitäten wesentlich zurückgegangen ist. Ferner werden dem Holz in unserer Zeit immer wieder neue Verwendungsmöglichkeiten erschlossen, für welche das Pappelholz in ganz besonderem Maße geeignet erscheint. Es sei hier neben der Fabrikation von Furnieren, Faserplatten, Kisten und Spankörben namentlich auf die ständig an Bedeutung zunehmende chemische Holzverwertung hingewiesen.

Bis vor relativ kurzer Zeit beschränkte sich der Pappelanbau fast ausnahmslos auf Auewaldstandorte, auf denen sich alle Sorten aus der Sektion *Aigeiros* im Optimum befinden. Erst im Verlaufe der neueren systematischen Intensivierung der Pappelkultur wurden auch Anbauten außerhalb des Auewaldareals ausgeführt, wobei sich ergab, daß die verschiedenen Sorten auf weniger günstigen Standorten, entsprechend der verschiedenen individuellen Veranlagung der Ausgangssämlinge, zum Teil stark unterschiedliche Wuchsleistungen und Krankheitsanfälligkeiten zeigen. Während bestimmte vollständig versagten, zeichneten sich andere auch hier durch eine hohe Produktion aus. Damit erschien aussichtsreich, den Pappelanbau flächenmäßig auszudehnen und verschiedene Standorte durch Verwendung der jeweils relativ besten Sorte auszunützen.

*

Die wichtigste Voraussetzung für eine erfolgreiche Ausdehnung des Pappelanbaues außerhalb der «absoluten Pappelstandorte» ist die Möglichkeit einer Unterscheidung der verschiedenen Sorten und einer kurzfristigen Eignungsprüfung, denn je weiter solche Anbauorte vom Optimum entfernt sind, um so mehr hängt der wirtschaftliche Erfolg von der spezifischen Eignung der gewählten Sorten ab. In der Schweiz, wo dem Pappelanbau nur relativ wenig ideale Möglichkeiten offen stehen, kommt der Klärung der Sortenfrage im Rahmen der Gesamtforschung der Pappel eine besonders wichtige Rolle zu.

Unser Institut befaßt sich daher seit Jahren mit der Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Unterscheidung des ökologischen Verhaltens von Pappelsorten. Ein rein praktischer Zweck dieser Untersuchungen liegt auch darin, die große Sortenzahl auf das notwendige Maß herabzusetzen. In unserem Pappelgarten sind beispielsweise heute 150 verschiedene Sorten vorhanden, die sukzessive geprüft werden.

Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus erscheint die weitere Beibehaltung der fast unübersichtlichen Vielfalt der heute gebräuchlichen Sortenbezeichnungen nur dann gerechtfertigt, wenn die Sorten tatsächlich genetisch verschieden sind und nicht nur verschiedene Herkünfte desselben Ausgangsmaterials darstellen. Wertvolle Identifizierungsergebnisse liegen hier bereits vor (6, 7). Da aber andererseits jede morphologische Verschiedenheit mit einem unterschiedlichen wirtschaftlichen

oder ökologischen Verhalten gekoppelt sein kann, ist es ebenso wichtig, zu prüfen, ob die einzelnen Sorten genetisch rein, d. h. wirklich einklonig sind, oder aber nur Zusammenfassungen auf Grund ähnlicher Einzelmerkmale darstellen.

Wo die habituellen und die meist breit streuenden morphologischen Einzelmerkmale keine sichere Beurteilung zulassen oder zumindest in alleiniger Anwendung nicht von hinreichender Zuverlässigkeit sind, erwies sich die genaue Beobachtung der vegetationsperiodischen Lebensabläufe, wie Austreiben, Blüte und Blattfall, als ausgezeichnetes Hilfsmittel. Darauf hat bereits früher auch der holländische Pappelspezialist H o u t z a g e r s (1) hingewiesen.

Da die Pappeln, mit Ausnahme der Sektion *Leuce*, fast ausschließlich vegetativ vermehrt werden, ist die Bestimmungssicherheit viel größer als bei den stark heterozygoten, sich generativ vermehrenden Waldbäumen. Es kann dabei eine beliebig große Zahl erblich identischer und stets reproduzierbarer Pflanzen untersucht werden. Abgesehen von verschiedenartigen Umweltseinflüssen ist hier nur insofern ein Vorbehalt zu berücksichtigen, als lediglich Pflanzen im gleichen Zeitpunkt und Entwicklungszustand verglichen werden dürfen (z. B. Baumschulpflanzen, Altbäume).

Unter gleichen Bedingungen können phänologische Beobachtungen an Klonen bereits während einer einzigen Vegetationsperiode weitgehend Aufschluß über erbmäßige Verschiedenheiten geben. Es ist klar, daß dabei Untersuchungen im Laboratorium oder Gewächshaus feiner differenzierte Aussagen über bestehende Unterschiede erlauben, als dies im Freiland möglich ist. Während hier stets mit plötzlichen Veränderungen zu rechnen ist, die auf die Kontinuität eines Lebensablaufes störend einwirken und bestehende Unterschiede verwischen oder unsystematisch vergrößern, können im Versuchsraum die Umweltfaktoren über die ganze Versuchsdauer hin konditioniert werden.

Es sei aber auch hier festgehalten, daß selbstverständlich auch bei verklonten Pflanzen ein noch so gutes Einzelmerkmal nie allein letzte Bestimmungssicherheit gewährleistet. Größtmögliche Zuverlässigkeit kann nur durch eine Gesamtbetrachtung der verschiedenen physiologischen und morphologischen Merkmale erreicht werden.

2. Beispiel einer phänologischen Sortenprüfung

a) Fragestellung und Versuchsanlage

Nachdem im Laborversuch bereits früher gezeigt werden konnte, daß sich verschiedene Pappelsorten u. a. durch eine quantitative Erfassung des Austreibeablaufes (Knospenentwicklung, Blattentfaltung) signifikant unterscheiden lassen (4), ergab sich zunächst aus methodischen Erwägungen folgende *Fragestellung*:

«Sind die zeitlichen Austreibeunterschiede bei verschiedenen Pappelsorten auch während der Vegetationsruhe reproduzierbar, so daß das Austreiben mehrmals im Jahr als Bestimmungsmerkmal beigezogen werden kann?»

Da ferner nach zahlreichen Untersuchungen unseres Institutes, insbesondere der noch unveröffentlichten Lärchenversuche Leibundguts, bestimmte Unterschiede der Reaktionsnorm, denen unter normalen Verhältnissen keine selektive Bedeutung zukommt, oft erst bei extremen oder sogar unnatürlichen Bedingungen wirksam hervortreten, stellte sich im weiteren die Frage:

«Treten die Austreibeunterschiede verschiedener Pappelsorten in einem bestimmten Zeitpunkt während der Vegetationsruhe deutlicher hervor als zur Zeit des natürlichen Vegetationsbeginns im Frühjahr?»

Die Versuchsanlage sah zur grundsätzlichen Abklärung dieser Fragen vor, während der Vegetationsruhe 1954/55 in Intervallen von 30 Tagen fünfmal Stecklinge von 4 verschiedenen Pappelsorten zu schneiden und in Wasserkultur zum Austreiben zu bringen. Dazu wurde je 1 Klon einer Balsampappel und von drei verschiedenen euramerikanischen Schwarzpappelbastarden aus dem Pappelgarten «Glanzenberg» der ETH ausgewählt:

Cultivar	Klon-Nr.	Geschlecht	Herkunft
<i>tacamahaca</i> (B)	09.2	m	Schweiz: Peiden (820 m)
<i>robusta</i> (SS)	20.82	m	Belgien: (auf Meereshöhe)
<i>regenerata</i> (SS)	04.6	f	Schweiz: Yverdon (435 m)
<i>serotina</i> (SS)	10.1	m	Frankreich: Marais Poitevin (20 m)

B: Balsampappel (Sektion *Tacamahaca*)

SS: Schwarzpappelbastard (Sektion *Aigeiros*)

Jede Sorte war in jeder der 5 Serien mit 5 Stecklingen vertreten, wobei ausschließlich Fußstecklinge aus dem mittleren Rutenteil von einjährigem Stecklingsaufwuchs verwendet wurden. Alle Stecklinge wiesen 5 unbeschädigte Axillarknospen auf.

Die Anlage der 5 Versuchsserien, für welche das Stecklingsmaterial jeweils kurz vorher geschnitten wurde, erfolgte an den folgenden Tagen:

Serie I:	24. November 1954
Serie II:	23. Dezember 1954
Serie III:	21. Januar 1955
Serie IV:	19. Februar 1955
Serie V:	18. März 1955

Die zwischen den 2 obersten Axillarknospen an schmalen Tragbrettchen angeklammerten Stecklinge wurden in 13,5ltrige Glasgefäße mit Leitungswasser gehängt, so daß nur die oberste Knospe dem direkten

Licht ausgesetzt war; die 4 untern Knospen verblieben ständig unter Wasser. Die Glasgefäße standen in einem verschließbaren Treibkasten, in welchem die Lufttemperatur ziemlich genau auf 19° C konditioniert werden konnte. Als Lichtquelle dienten 4 Tageslicht-Fluoreszenzröhren «Sylvania-Daylight» von je 40 Watt, die im Abstand von 35 cm über den Kulturgefäßen angebracht waren und täglich während 12 Stunden von 6 bis 18 Uhr automatisch einschalteten.

Zur genauen Ermittlung des Austreibens wurde der Entwicklungsgrad der apikalen Axillarknospen aller Stecklinge täglich zur gleichen Zeit kontrolliert. Der nachstehend beschriebene Entwicklungsverlauf ließ dabei deutlich folgende 4 *Stadien* erkennen:

Stadium 1: Das Austreiben wird durch basales Wachstum der Knospenschuppen eingeleitet, wodurch sich der Knospenverband zu lockern beginnt. Die innere Schuppenhülle wächst über die kaum oder nicht mehr wachstumsfähige äußere Hülle empor, wobei ihre sichtbare basale Zone eine frischgrüne Farbe annimmt.

Stadium 2: Da die innern Schuppen im Verlaufe des Streckungswachstums höchstens eine schwach nach auswärts gerichtete Entfaltungsbewegung durchführen, stoßen die noch in der involutiven Knospenlage verharrenden Blättchen oben aus der Knospe hervor. Dabei erscheinen vorerst die schmalen, fadenartigen Blattspitzen.

Stadium 3: Die Sproßachse beginnt sich nun stärker zu strecken, doch bleiben die Blättchen zunächst noch in der aufgerichteten Knospenlage. Erst wenn die zusammengefalteten Spreiten über die oberen Schuppenränder hinaufgewachsen sind, beginnen sie auseinanderzurücken.

Stadium 4: Schließlich entfalten sich die Blattspreiten bei gleichzeitigem Wachstum der Blattstiele und nehmen eine endgültige Lage zum Licht ein.

Zur statistischen Auswertung wurde das besonders einfach und eindeutig taxierbare Stadium 2 gewählt.

Das Vorgehen zur *Ermittlung der Durchschnittswerte* für das Austreiben ist aus dem Beispiel in Tabelle 1 ersichtlich. Die Einzelwerte erhalten wir durch Multiplikation der seit Versuchsbeginn verstrichenen Zeit in Tagen (x_i) mit der Anzahl Stecklinge (f_j), die an den betreffenden Tagen in das definierte Stadium eintreten. Durch Division der Summe dieser Produkte ($\sum [f_j \cdot x_i]$) mit der Stecklingszahl pro Sorte ($\sum f_j = n$) errechnet sich der durchschnittliche Austreibzeitpunkt (\bar{x}) für die Sorte als Ganzes. Die für die Berechnung des mittleren Fehlers ($s_{\bar{x}}$) erforderlichen Quadrate der Einzelwerte werden durch Multiplikation der Stecklingszahl in f_j mit dem Quadrat der Tage in x_i erhalten.

Tabelle 1

x_i	f_j	$f_j \cdot x_i$	$f_j \cdot x_i^2$
11	1	11	121
12	2	24	288
13	2	26	338
	5	61	747

$$\bar{x} = \frac{\sum(f_j \cdot x_i)}{\sum f_j = n} = \frac{61}{5} = 12,2$$

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum(f_j \cdot x_i^2) - \frac{[\sum(f_j \cdot x_i)]^2}{n}}{n(n-1)}} = \pm 0,37$$

b) Ergebnisse

Aus der seit Versuchsbeginn verstrichenen Zeit in Tagen, innerhalb welcher die verschiedenen Sorten im Mittel das Austreibestadium erreicht haben, geht hervor, daß die 4 Sorten in allen 5 Serien (!), vom November bis zum März, in der *gleichen* Reihenfolge austreiben (Tabelle 2, Spalte 4). Die ermittelte Reihenfolge *tacamahaca—robusta—regenerata—serotina* stimmt dabei mit den Austreibeverhältnissen im Freiland überein, wie sie zum Beispiel H o u t z a g e r s (1) auf Grund umfangreicher Beobachtungen von 1932 bis 1936 an verschiedenen Arten und Bastarden zusammengestellt hat. Auch P e a c e (8) gibt dieselbe Reihenfolge an, wobei er unsere 4 Sorten folgenden Vergleichsperioden zuordnet:

sehr früh: *tacamahaca*

früh: *robusta*

Höhepunkt des Vegetationsbeginns

spät: *regenerata*

sehr spät: *serotina*

Besonders auffällig ist der große zeitliche Abstand zwischen der *robusta* und *regenerata* in Serie I, der die 4 Sorten in eine frühe (*tacamahaca, robusta*) und eine späte Gruppe (*regenerata, serotina*) trennt, wobei letztere im Mittel 1,7- bis 2,3mal mehr Zeit benötigt, um das Austreibestadium zu erreichen. Die statistische Prüfung der Differenz der beiden Gruppendurchschnitte ($\Delta \bar{x} = 19,8$ Tage) mit dem t-Test (3) ergibt einen bei $P = 0,001$ stark gesicherten Unterschied.

Tabelle 2

Klon-Nr.	Cultivar	Serie I (24.11.54)					Serie II (23.12.54)					Serie III (21.1.55)					Serie IV (19.2.55)					Serie V (18.3.55)									
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
09.2	<i>tacamahaca</i>	16	1	10	18,4	± 1,66	11	2	4	12,2	± 0,59	8	1	2	8,8	± 0,22	5	2	2	5,6	± 0,22	4	3	3	4,6	± 0,40	4	3	3	4	3
		17	4				12	3				9	5				6	5				5	4				5	4			
		25	5				14	5														6	5				6	5			
20.82	<i>robusta</i>	23	1	4	24,6	± 0,50	20	3	3	20,6	± 0,39	15	1	3	16,2	± 0,39	10	1	3	11,2	± 0,39	9	5	1	9,0	0	9	5	1	9,0	0
		24	2				21	4				16	3				11	3				11	3								
		25	4				22	5				17	5				12	5				12	5								
		26	5																												
04.6	<i>regenerata</i>	30	1	23	41,0	± 3,74	20	1	8	23,8	± 1,28	15	2	5	16,4	± 0,74	13	2	4	14,6	± 0,67	10	4	2	10,2	± 0,20	10	4	2	10,2	± 0,20
		38	2				22	2				16	3				15	3				15	3								
		39	3				24	3				17	4				16	5				16	5								
		46	4				26	4				19	5																		
		52	5				27	5																							
10.1	<i>serotina</i>	31	1	26	41,6	± 4,97	21	1	10	26,0	± 1,64	18	5	1	18,0	0	14	2	3	14,8	± 0,39	10	2	2	10,6	± 0,24	10	2	2	10,6	± 0,24
		35	3				24	2									15	4				11	5								
		51	4				26	3									16	5													
		56	5				29	4																							

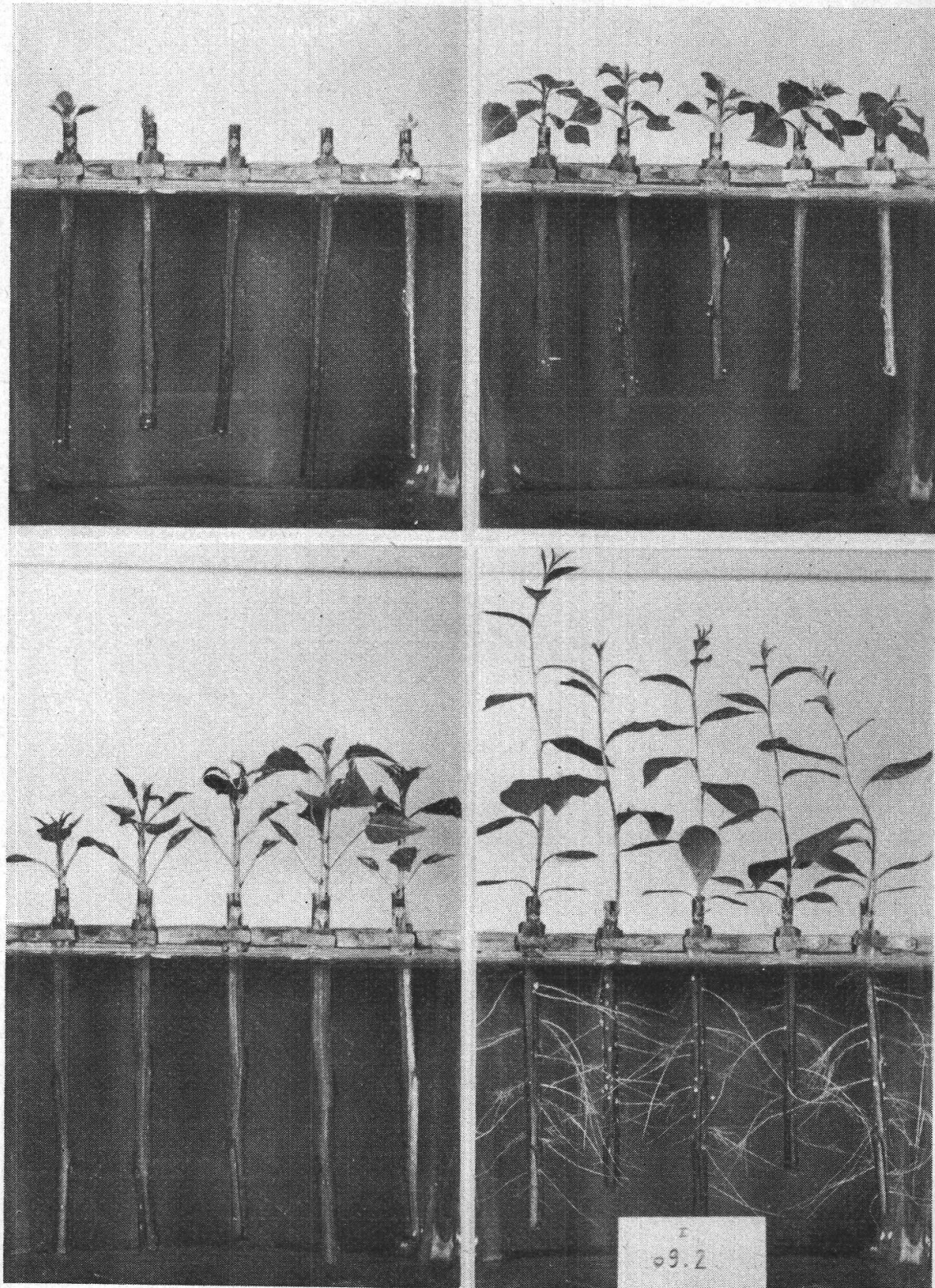
Spalte 1: Tage seit Versuchsanlage

Spalte 2: Anzahl Stecklinge im Austreibestadium 2

Spalte 3: Dauer des Austreibens in Tagen

Spalte 4: Sortenmittelwerte (\bar{x}) in Tagen

Spalte 5: Mittlerer Fehler (sx)



4 Pappelsorten (Klone) mit verschiedener Austreibzeit. Die Stecklinge sind seit 37 Tagen in der Prüfanlage. (Aufnahme 30.12.54.)

In Serie III (Anlage: 21. Januar 1955) wurden gewissermaßen als Stichprobe zusätzlich eine weitere Balsampappel, eine amerikanische Schwarzpappel und zwei weitere euramerikanische Schwarzpappelbastarde mitberücksichtigt:

Cultivar	Klon-Nr.	Geschlecht	Herkunft
<i>candicans</i> (B)	20.47	?	Schweiz: Les Ponts (1000 m)
<i>angulata</i> (S)	07.5	?	Wettstein-Selektion
<i>robusta</i> (SS)	01.1	m	Schweiz: Vouvry (380 m)
<i>serotina</i> (SS)	03.2	m	Schweiz: Yvonand (440 m)

B: Balsampappel (Sektion *Tacamahaca*)

S: Schwarzpappel (Sektion *Aigeiros*)

SS: Schwarzpappelbastard (Sektion *Aigeiros*)

Die Austreibeverhältnisse dieser 4 Sorten sind aus Tabelle 3 ersichtlich. Auch die nun aus 8 verschiedenen Sorten gebildete Reihenfolge der Serie III deckt sich mit der Zusammenstellung H o u t z a g e r s (1):

Tabelle 3

Klon-Nr.	Cultivar	Serie III (Anlage: 21.1.55)				
		1	2	3	4	5
20.47	<i>candicans</i>	11	1	3	12,0	$\pm 0,32$
		12	4			
		13	5			
07.5	<i>angulata</i>	12	1	4	13,6	$\pm 0,50$
		13	2			
		14	4			
		15	5			
01.1	<i>robusta</i>	14	1	3	15,4	$\pm 0,39$
		15	2			
		16	5			
03.2	<i>serotina</i>	18	1	7	20,4	$\pm 1,02$
		19	2			
		20	3			
		21	4			
		24	5			

Spalte 1: Tage seit Versuchsanlage

Spalte 2: Anzahl Stecklinge im Austreibestadium 2

Spalte 3: Dauer des Austreibens in Tagen

Spalte 4: Sortenmittelwerte (\bar{x}) in Tagen

Spalte 5: Mittlerer Fehler ($s\bar{x}$)

Cultivar	Klon-Nr.	Mittelwert in Tagen
<i>tacamahaca</i>	09.2	8,8
<i>candicans</i>	20.47	12,0
<i>angulata</i>	07.5	13,6
<i>robusta</i>	01.1	15,4
<i>robusta</i>	20.82	16,2
<i>regenerata</i>	04.6	16,4
<i>serotina</i>	10.1	18,0
<i>serotina</i>	03.2	20,4

Die genetisch bedingten Unterschiede im Zeitpunkt des Austreibens zwischen verschiedenen Sorten manifestieren sich demnach nicht nur zur Zeit des natürlichen Vegetationsbeginns, sondern auch bei provoziertem Austreiben während der Vegetationsruhe. Daß dies aber schon im November (Serie I) möglich ist, weist darauf hin, daß durch die plötzliche, wenn auch nicht extreme Änderung der Umweltfaktoren bereits in allen Fällen eine stimulierende Wirkung erzielt wurde, die genügte, um die Ruheperiode mehr oder weniger rasch zu beenden. Eine große Bedeutung kommt dabei sicherlich der Temperatur zu, die gegenüber dem Monatsmittel der Außentemperatur um rund 14° C erhöht war. Auch das Licht ist im gleichen Sinne, wenn auch weniger stark, wirksam, wobei hier weniger die Lichtintensität als vielmehr ein photoperiodischer Reiz in Form einer Tagesverlängerung von etwa 4 Stunden (Serie I) ins Gewicht fallen wird. Schließlich spielt auch die reichliche Wasserversorgung (Wasserkulturen!) für den Wiederbeginn der Vegetation eine Rolle.

Im Unterschied zu dem untersuchten Material aus den Pappelsektionen *Aigeiros* und *Tacamahaca* sei hier noch auf das abweichende Verhalten der meist noch nach der *serotina* austreibenden *P. tremula* L. (Sektion *Leuce*) hingewiesen, die zur Zeit der Versuchsanlage von Serie I (21. November) nur durch die radikaleren Methoden der Frühtrieberei, insbesondere der Warmbadbehandlung (5), zum Austreiben gebracht werden konnte.

Trotz der kleinen Zahl von 5 Stecklingen je Serie und Sorte wurde versucht, die aufeinanderfolgenden Sorten in jeder Serie variationsstatistisch miteinander zu vergleichen. Die Prüfung der Durchschnitte (\bar{x}) mit dem t-Test (3) ergab die in Tabelle 4 zusammengestellten Verhältnisse.

Während der Unterschied zwischen den nahe verwandten Sorten *regenerata* und *serotina* nie eine kleinere Fehlerwahrscheinlichkeit als $P = 0,1$ aufweist, sind die Unterschiede zwischen *regenerata* und *robusta* einerseits und zwischen *robusta* und *tacamahaca* andererseits bei $P = 0,05$ bis $0,001$ gut gesichert; einzig in Serie III ist der Unterschied zwischen *regenerata* und *robusta* nicht gesichert.

Tabelle 4

Cultivar	Serie I			Serie II			Serie III			Serie IV			Serie V		
	$\Delta\bar{x}$	t	P	$\Delta\bar{x}$	t	P	$\Delta\bar{x}$	t	P	$\Delta\bar{x}$	t	P	$\Delta\bar{x}$	t	P
<i>tacamahaca</i>	6,2	3,579	0,01	8,4	11,878	0,001	7,4	5,232	0,001	5,6	3,959	0,01	4,4	11,007	0,001
<i>robusta</i>	16,0	4,344	0,01	3,2	2,386	0,05	0,2	0,239	0,9	3,4	4,389	0,01	1,2	6,004	0,001
<i>regenerata</i>	0,6	0,096	0,9	2,2	1,080	0,4	1,6	2,156	0,1	0,2	0,258	0,9	0,4	1,265	0,3
<i>serotina</i>															

Bereits zur Zeit der Vegetationsruhe kommt bei allen Sorten die endogene Jahresrhythmik zum Ausdruck, indem die Bereitschaft zum Austreiben vom November bis März ständig zunimmt. Diese Aktivitätssteigerung zeigt sich einmal in der Zeitspanne, während welcher die 5 Stecklinge einer Sorte in das definierte Stadium eintreten (Tabelle 2, Spalte 3). Diese Streuung ist in Serie I mit 4 (*robusta*) bis 26 Tagen (*serotina*) am größten, nimmt dann mehr oder weniger kontinuierlich ab und erreicht in Serie V mit 1 (*robusta*) bis 3 Tagen (*tacamahaca*) die kleinsten Werte. Besonders deutlich zeigt sich diese abnehmende Tendenz bei der *regenerata*:

Serie I	Serie II	Serie III	Serie IV	Serie V
23	8	5	4	2

Auf die relativ großen Streuungen zu Beginn des Versuches ist auch der Umstand zurückzuführen, daß beispielsweise der Unterschied zwischen *robusta* und *regenerata* in Serie I trotz der großen Mittelwertsdifferenz von 16 Tagen weniger stark gesichert ist als in Serie V, wo die Differenz nur 1,2 Tage beträgt. Es folgt daraus, daß für eine Untersuchung im Frühjahr die verwendete Stecklingszahl pro Sorte wohl ausreichend, für eine sehr frühe Prüfung jedoch mit Vorteil größer zu wählen ist.

Noch deutlicher geht die Aktivitätssteigerung aber aus dem durchschnittlichen Zeitpunkt des Austreibens (\bar{x}) selber hervor. Die Sortenmittelwerte (Tabelle 2, Spalte 4) zeigen nämlich, daß infolge des allmählichen Abklingens der Ruheperiode alle 4 Sorten in jeder nächstfolgenden Serie früher austreiben als in der vorangehenden, was übrigens auch bei anderen Holzgewächsen beobachtet werden kann (5). Diese Verfrühung ist dabei bereits im Übergang von Serie I zu Serie II bei allen Sorten mit einer Fehlerwahrscheinlichkeit von $P = 0,02$ bis $0,001$ statistisch gesichert und mit Ausnahme der *regenerata* im Übergang von Serie III zu Serie IV ($P = 0,2$) und der *tacamahaca* im Über-

gang von Serie IV zu Serie V ($P = 0,1$) auch in allen übrigen Vergleichen mit mindestens $P = 0,01$.

Interessanterweise zeigen nun aber nicht alle Sorten denselben Rhythmus in der Zunahme der Austreibebereitschaft. Die beiden allgemein als früh bekannten Sorten *tacamahaca* und *robusta* verfrühen sich mit jeder nächsten Serie um Beträge, die von ähnlicher Größenordnung sind:

	Serie I/II	Serie II/III	Serie III/IV	Serie IV/V
<i>tacamahaca</i>	6,2	3,4	3,2	1,0
<i>robusta</i>	4,0	4,4	5,0	2,2

Im Unterschied dazu machen die zu Beginn der Untersuchung noch viel später austreibenden Sorten *regenerata* und *serotina* im Übergang von Serie I zu Serie II eine bedeutend größere (2,5- bis 4,3fache) Verfrühung durch:

	Serie I/II	Serie II/III	Serie III/IV	Serie IV/V
<i>regenerata</i>	17,2	7,4	1,8	4,4
<i>serotina</i>	15,6	8,0	3,2	4,2

Damit ist der große anfängliche Unterschied zwischen den beiden Sortengruppen von Serie II an ausgeglichen, so daß die *regenerata* nun für die restlichen Serien knapp an die vorangehende *robusta* angeschlossen bleibt.

Dieses unterschiedliche Verhalten ergibt sich aber nicht nur aus den Mittelwerten, die, wie oben dargelegt wurde, für *regenerata* und *serotina* in Serie I mit einer relativ großen Streuung behaftet sind. Auch wenn wir von den 5 Stecklingen je Sorte nur den zuerst oder zuletzt ausgetriebenen Steckling durch die Serien vergleichen, ergibt sich für die späten Sorten eine anfängliche Verfrühung, die 2- bis 6mal größer ist als bei den frühen Sorten (Tabelle 5).

Das unterschiedliche Verhalten der früh- und spätreibenden Sorten weist damit deutlich auf zwei verschiedene Typen der Ruheperiode hin. Nach J o h a n n s e n (2) sind während der Ruheperiode 3 Phasen mit verschiedenen Graden der Ruhetiefe zu unterscheiden, nämlich eine «Vorruhe» mit abnehmender Austreibefähigkeit, eine «Mittelruhe» mit absoluter Ruhe und eine «Nachruhe» mit wiederum zunehmender Austreibefähigkeit. Je später also die Pflanzen zum Treiben veranlaßt werden, um so leichter lassen sie sich dazu bringen, vorausgesetzt, daß die Phase der absoluten Ruhe, die bei verschiedenen Arten nicht synchron zu verlaufen braucht, bereits beendet ist.

Der Zeitpunkt der Anlage von Serie I (24. November) fällt nun für die frühen Sorten *tacamahaca* und *robusta* anscheinend bereits in die «Nachruhe», denn gegenüber den andern 2 Sorten treiben sie relativ bald, und die Verfrühung des Austreibens mit jeder nächsten Serie erfolgt

Tabelle 5

Cultivar	Serie I/II	Serie II/III	Serie III/IV	Serie IV/V
<i>tacamahaca</i>	5	3	3	1
	11	5	3	0
<i>robusta</i>	3	5	5	1
	4	5	5	3
<i>regenerata</i>	10	5	2	3
	25	8	3	5
<i>serotina</i>	10	3	4	4
	26	12	2	5

Obere Zahl: Zuerst ausgetriebener Steckling

Untere Zahl: Zuletzt ausgetriebener Steckling

nahezu kontinuierlich. Zur selben Zeit befinden sich dagegen die späten Sorten *regenerata* und *serotina* noch in einer Phase tieferer Ruhe; erst ab Serie II verhalten sie sich analog den frühen Sorten. Die erwähnte sprunghafte Verfrühung, die sie dabei im Übergang von Serie I zu Serie II durchmachen, weist darauf hin, daß die Phase mit tiefer Ruhe innerhalb dieser 30 Tage überwunden und von einer nächsten Phase mit zunehmender Austreibefähigkeit abgelöst wird. Dabei schließen diese beiden Sorten im Herbst praktisch gleichzeitig mit der *robusta* ab, was auf den gemeinsamen Beginn der Ruheperiode hinweist.

Daß schließlich aber auch frühe Sorten eine den späten analoge Phase mit tiefer Ruhe durchlaufen, beweist ein Versuch vom Herbst 1955 mit einer *P. candicans*. Von den 50 Stecklingen, die bereits am 20. Oktober, also 1 Monat vor Serie I, in die Prüfanlage kamen, ist bis heute (nach 70 Tagen) noch kein einziger ausgetrieben.

Verschiedene Teile einer Pflanze können bekanntlich zur gleichen Zeit in verschiedenen Entwicklungszuständen sein, was auch für unser Stecklingsmaterial zu berücksichtigen ist. Da aus einer Rute meist mehr als ein Steckling geschnitten wurde, werden die 5 Stück einer Sorte in ihrem Entwicklungszustand nie vollständig übereinstimmen. Im Übergang verschiedener Ruhephasen muß sich diese Erscheinung besonders stark auswirken, indem diejenigen Stecklinge, die zur Zeit der Entnahme bereits in einem fortgeschritteneren Stadium sind, bald einmal austreiben können (z. B. Tabelle 2, Spalte 1: *serotina* 1—3), jene dagegen, die sich zur gleichen Zeit noch in einer tieferen Ruhephase befinden, erst viel

später (z. B. Tabelle 2, Spalte 1: *serotina* 4 und 5). Es ist daher nahelegend, die großen Streuungen bei den späten Sorten in Serie I (bei *serotina* 26 Tage zwischen dem zuerst und zuletzt ausgetriebenen Steckling!) in erster Linie diesem Effekt zuzuschreiben.

Zusammenfassend ist vorerst festzustellen, daß sich die angewandte Methode zur Unterscheidung von Pappelsorten gut eignet und den großen Vorteil aufweist, mit verhältnismäßig wenig Material in kurzer Zeit wertvolle Ergebnisse zu liefern. Verschiedene Pappelsorten lassen sich im Laborversuch auch während der Vegetationsruhe anhand der Austreibezeiten von Stecklingen leicht auseinanderhalten. Da zudem die Phase mit tiefer Winterruhe bei den früh- und spätreibenden Sorten nicht gleichzeitig beendet wird, läßt sich der Unterschied im Austreiben zwischen diesen durch eine Prüfung im Spätherbst besonders deutlich darstellen.

Literatur

1. H o u t z a g e r s , G.: Die Gattung *Populus* und ihre forstliche Bedeutung. Hannover 1941.
 2. J o h a n n s e n , W.: Das Ätherverfahren beim Frühreiben. Jena 1900.
 3. L i n d e r , A.: Planen und Auswerten von Versuchen. Basel 1953.
 4. M a r c e t , E.: Zum ökologischen Verhalten verschiedener Pappelsorten. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, Nr. 11, 1952.
 5. M o l i s c h , H.: Das Warmbad als Mittel zum Treiben der Pflanzen. Jena 1909.
 6. M ü l l e r , R.: Die Bestimmbarkeit von Pappelklonen. Allg. Forstzeitschrift, Nr. 12/13, 1952.
 7. — Wirtschaftspappelsorten. Holz-Zentralblatt, Nr. 142, 1954.
 8. P e a c e , T. R.: Poplars. Forestry Commission Bulletin, Nr. 19, 1952.
-