

In der Bekämpfung der Viruskrankheiten bei der Feldvermehrung ist in der gegebenen mittleren Gesundheitslage die holländische Frühpflanzmethode mit früher Krautentfernung auch bei unseren Spätsorten stark überlegen, während die Spätpflanzung in Gesundheitslage hier besonders gegenüber der Blattrollkrankheit versagt hat. Vielleicht ist der Termin 8. Juli noch zu früh. Das X-Virus scheint bei Spätpflanzung geringer zu werden, es tritt bei und nach Normalpflanzung am stärksten sichtbar auf.

Der Verlauf der Viruskrankheiten unter verschiedenen Feldbedingungen wird zahlenmäßig untersucht.

Die Bedeutung der rechtzeitigen Selektion auch in sog. Gesundheitslagen wird zahlenmäßig durch die viel stärkere Infektion im Block mit zu später Selektion nachgewiesen.

Die Untersuchungen werden am gleichen Ort sowie in Abbaulagen fortgeführt. Die Bekanntgabe der vorläufigen Ergebnisse erscheint mit dem nötigen Vorbehalt gerechtfertigt, da sie für die Erhaltungszucht und Vermehrung wichtige Hinweise zur verbesserten Anbautechnik durch Einführung der Methode der Frühpflanzung und früher Krautentfernung (Holländische Methode) gibt.

(Akademie-Institut für Forstwissenschaften Eberswalde, Zweigstelle für Forstpflanzenzüchtung Waldsiedersdorf.)

Untersuchungen zur Frühbeurteilung der Wuchsleistung unserer Waldbäume, zugleich ein Beitrag zur Pappelzüchtung.*

Von O. SCHRÖCK und K. STERN.

Mit 12 Textabbildungen.

1. Einleitung.

Eines der wichtigsten Zuchtziele der Pappelzüchtung ist neben der Suche nach geradschäftigen Stämmen mit geradem Fasernverlauf, hohem Zellulosegehalt, Resistenz gegen Krankheiten und anderen Werteigenschaften, die Schaffung schnellwüchsiger Formen, die in möglichst kurzer Zeit Sortimente ergeben, die von der Sperrholz-, Zündholz- und Zelluloseindustrie verarbeitet werden können. Nach der Beobachtung der starken Wuchssteigerung der Bastarde europäischer und amerikanischer Schwarzpappeln hat man bei der Suche nach derartigen Formen große Hoffnungen auf Art- und Gattungsbastarde gesetzt.

STOUT und SCHREINER (16) haben in den Jahren 1925 bis 1927 unter etwa 13000 Sämlingen aus 100 verschiedenen Kreuzungen mit 34 verschiedenen Eltern der Sektionen Leuce, Aigeiros und Tacamahaca nach mehrmaliger Prüfung auf Wuchsform, Bewurzelung und Resistenz 10 besonders wüchsige Sämlinge ausgelesen, die durch Stecklinge vermehrt wurden. An den verschiedenen Stellen der Vereinigten Staaten wie auch Europas sind seitdem Abkömmlinge dieser 10 „Elite-Pflanzen“ angebaut und auf ihre Eignung geprüft worden. Im Jahre 1930 nahm VON WETTSTEIN (20) im Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung in Müncheberg (Mark) die Züchtung der *Populus*-Arten auf. Auch er konnte nach Kreuzung geeigneter Elternformen 1932 (18, 21) entsprechend der bekannten Heterosiserscheinung bei Bastarden einzelne Bastardpflanzen mit besonders guter Wüchsigkeit auslesen. Raschwüchsigkeit kann aber nur dann ein wertvolles Zuchtziel sein, wenn sie nicht mit einer Minderung der Holzqualität verbunden ist. Untersuchungen von L. P. V. JOHNSON (7) an 43 Bäumen der Arten *Populus alba*, *P. grandidentata*, *P. tremuloides*, sowie von Bastarden *P. alba* und *P. grandidentata* F₁ und *P. alba* und *P. tremuloides* F₁ ergaben jedoch keinen Anhalt für eine abträgliche Beeinflussung der Holzqualität durch besonders rasches Wachstum. Da nach den Feststellungen von WETTSTEINS bereits

an einjährigen Sämlingen gesicherte Unterschiede in der Faserlänge und dem Zellulosegehalt festzustellen sind, wäre eine wesentliche Abkürzung der Züchtung neuer ertragreicher Pappelsorten zu erreichen, wenn auch hinsichtlich der Wuchsleistung bereits in den ersten 3–5 Jahren ein endgültiges Urteil über diese Eigenschaft abgegeben werden könnte. Man beobachtet in Pappel- und Aspenaussaaten bereits im Sämlingsstadium große Unterschiede in der Wuchsleistung. Am Ende der ersten Vegetationsperiode zeigen solche Sämlingsnachkommenschaften ebenfalls große Unterschiede in der erreichten Höhe.

Die Klärung der Frage nach der Beziehung zwischen der Wuchsleistung des Sämlings und des daraus erwachsenen Baumes ist nicht nur für die Pappelzüchtung von großer Bedeutung, sie ist vielmehr die grundlegende Voraussetzung für die Forstpflanzenzüchtung überhaupt. Infolge der langen Nutzungszeit unserer Waldbäume nach der Aussaat bzw. dem Auspflanzen der Sämlinge können wir erst nach vielen Jahrzehnten endgültigen Aufschluß über die Leistungsfähigkeit eines Baumes erhalten. Die Erfahrungen der Forstwirtschaft haben gezeigt, daß im Leben eines Bestandes je nach Holzart in unterschiedlichem Ausmaße eine Verschiebung in der Zuwachsleistung der Bestandsglieder eintritt, die Zuwachsleistung, die als „Umsetzen“ bezeichnet wird. MÜNCH (10) wies an Hand seiner Fichten-Einzelstammabsaaten nach, daß durch Auslese auf Wüchsigkeit bei 3jährigen Pflanzen nur geringe oder unsichere Erfolge erzielt werden können. Diese Beobachtungen wurden von ROHMEDER (11) bestätigt. Er vertritt aber die Ansicht, daß im Alter von 10 bis 15 Jahren bei der Fichte die besten Zuwachsträger erkannt werden können. Auf Grund nochmaliger Aufnahmen der MÜNCHschen Versuche kommt jedoch SCHÖNBACH (13) zu dem Ergebnis, daß selbst nach 19 Jahren noch keine beständige Rangordnung der einzelnen Nachkommenschaften nach ihrer Wuchsleistung festzustellen ist. LINDQUIST (9) rechnet mit einem erforderlichen Beobachtungszeitraum bei Fichten von 40 Jahren.

Von WETTSTEIN (22) glaubt an Hand 4-jähriger Aufnahmen an seinen Kiefernachkommenschaften

* HANS LEMBKE zum 75. Geburtstag.

bei dieser Holzart bereits nach 4 Jahren ein endgültiges Urteil über die Leistungsfähigkeit der einzelnen Nachkommenschaften abgeben zu können. Wie STERN (14) aber bei einer nochmaligen Aufnahme der Versuchsflächen von WETTSTEINS zeigen konnte, ist jetzt nach 12 bis 16 Jahren eine erhebliche Verschiebung der Leistungsfähigkeit der einzelnen Nachkommenschaften eingetreten. SCAMONI (12) stellte an den DENGLENSchen Kiefern- und Lärchen-Kreuzungsnachkommenschaften ein entsprechendes Verhalten fest. Die Kreuzungsnachkommenschaften, die zunächst in ihrer Wüchsigkeit den Elternformen deutlich überlegen waren, ließen allmählich nach und wurden von diesen sogar überwachsen. Für die Lärchenkreuzungen steht dieses Ergebnis jedoch ganz im Gegensatz zu den LANGNERSchen (8) Beobachtungen. Die angeführten Beispiele zeigen mit aller Deutlichkeit, wie notwendig es ist, die Beziehung zwischen der Wuchsleistung der Sämlinge im 1. und 2. Vegetationsjahr und der aus diesen Sämlingen erwachsenen Bäume zu klären, um für die Züchtung neuer, ertragsreicherer Sorten gesicherte Unterlagen zu haben.

Für den praktischen Anbau werden die Pappeln ausschließlich durch Stecklinge vermehrt, und es sind zwischen den ein- und mehrjährigen aus Steckholz gezogenen Klonen ebenfalls sehr große Unterschiede in der Wuchsleistung zu beobachten, die oft in keinem Verhältnis zu der von den Elternbäumen erreichten Wuchsleistung stehen, zumal diese in den meisten Fällen auf ganz verschiedenen Standorten mit unterschiedlichen Boden-, Grundwasser- und Bestandsverhältnissen stehen und so keine Rückschlüsse auf die erheblich bedingten Wuchsleistungsunterschiede zulassen. Wenn auch HUMMEL (5) berichtet, daß Stecklinge von Sämlingen unterschiedlicher Wuchsleistung ein dem jeweiligen Alter entsprechendes Wuchsvermögen zeigen, so weisen doch die Beobachtungen von HUSFELD und SCHERZ (6) auf die Notwendigkeit einer eingehenden Untersuchung dieses Zusammenhanges hin. Sie fanden an Reben-Grünstecklingen, daß nicht immer die Wüchsigkeit der Grünstecklinge dem Wuchsvermögen der Sämlinge entspricht, von denen diese genommen waren. Da sie gleichzeitig eine sehr unterschiedliche Bewurzelungsfähigkeit verschiedener Stecklingsklone feststellten, ist die abweichende Wuchsleistung der Stecklinge sicher auf die unterschiedliche Bewurzelungsfähigkeit derselben zurückzuführen. Auch bei Pappeln ist eine unterschiedliche Bewurzelungsfähigkeit der einzelnen Klone bekannt, so daß bei der Beurteilung der Wuchsleistung von Stecklingspflanzen auch die modifizierende Beeinflussung derselben durch eine unterschiedliche Bewurzelungsfähigkeit der Stecklinge berücksichtigt werden muß.

Wie bereits oben erwähnt wurde, haben STOUT und SCHREINER (16) aus rund 13000 F₁-Bastarden der Balsam- u. Schwarzpappelsektion 10 Pflanzen auf Grund ihrer Wuchsleistung im zweiten Vegetationsjahr und nach ihrer Wuchsform, Bewurzelung und Resistenz in den folgenden Jahren ausgelassen. Wie aus einem von Professor ROL, Nancy, auf dem „Internationalen Pappelkongreß in England vom 25. IV. bis 2. V. 1951“ gehaltenen Vortrag (1) hervorgeht, „erscheint von diesen mit großen Hoffnungen verfolgten Kreuzungsarbeiten so gut wie nichts brauchbar. Wenn auch z.T. ungenügende Bodenqualität

und schlechte Bestandsbehandlung an den Mißerfolgen Schuld zu sein scheinen, so ist von der Folgerung, daß die Kreuzungen zwischen Balsam- u. Schwarzpappelsektion nicht resistent und nur im Jugendzustand von größerer Wüchsigkeit sind, kaum viel wegzureden“. Diese Feststellungen, die nach dem Bericht nur als persönliche Anschauung von Professor ROL vorgetragen wurden, unterstreichen die Notwendigkeit der von uns durchgeführten Untersuchungen zur Feststellung gesicherter Unterlagen für die Auslese auf nachhaltige Wüchsigkeit bereits an 2- bis 3jährigen Sämlingen, um derartige Mißerfolge bei der Auslese künftig zu vermeiden.

Als sicherster Weiser für die Massenleistung eines Stammes kann das Höhenwachstum desselben angesehen werden. Der Verlauf des Wachstums sowohl während der einzelnen Vegetationsperioden wie auch des gesamten Lebens ist nicht gleichmäßig, vielmehr ist er zunächst langsamer, erreicht dann ein Maximum, um wieder langsamer zu werden („Große Periode des Wachstums“ nach SACHS). BACKMANN (2) und seine Schule haben festgestellt, daß der zeitliche Ablauf des Wachstums nach einem bestimmten Gesetz verläuft, das von der Feststellung ausgeht, daß der log des laufenden Zuwachses in der Zeiteinheit dem Quadrat des log der Zeit negativ proportional ist: $\log H = k_2 \cdot \log^2 T$.

Die Gültigkeit dieses Gesetzes wurde von ihnen sowohl für Tiere wie auch bei ein- und mehrjährigen Pflanzen untersucht. Insbesondere prüften sie seine Gültigkeit für verschiedene *Pinus*-, *Picea*- und *Abies*-Arten, wie auch *Qercus pedunculata*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Juglans nigra* und *Salix nigra*.

WECK (17) konnte bei seinen Untersuchungen über die Brauchbarkeit des BACKMANNschen Gesetzes als diagnostisches Hilfsmittel der Waldwachstumskunde an einer Reihe von Stammanalysen feststellen, daß das „Symmetriegesetz“ gilt, so lange ein Stamm unter Umweltbedingungen erwachsen ist, die „keine schroffe und bleibende Änderung erfahren“. Aus der Folgerung des BACKMANNschen Wachstumsgesetzes, daß die Darstellung des laufenden Zuwachses über dem log der zugehörigen physikalischen Zeit eine symmetrische Glockenkurve ergibt, leitet WECK ab, daß die zu dieser Glockenkurve gehörige Summenkurve, also die Kurve des Wachstumsganges, über log Zeit im Wahrscheinlichkeitsnetz eine gerade Linie ergibt, sofern die Glockenkurve der GAUSS-Verteilung entspricht. Wegen der mit der Gradlinigkeit der Wachstumskurve verbundenen eindeutigen Extrapolierbarkeit derselben kann diese Darstellung für die frühzeitige Beurteilung der Leistungsfähigkeit einzelner Individuen von großer Bedeutung und damit ein wichtiges Hilfsmittel für die Forstpflanzenzüchtung sein. Es würde sich so die Möglichkeit ergeben, aus der nach dem Wachstumsgang während einiger Jahre im Wahrscheinlichkeitsnetz erhaltenen Gerade durch Extrapolation die von dem betreffenden Baum bei gleichbleibenden Umweltsverhältnissen in jedem Alter erreichbaren Zuwachsleistungen vorherzusagen. Auf diese Weise könnte die an sich langwierige Zuchtarbeit bei unseren Waldbäumen wesentlich abgekürzt und auf eine sichere Grundlage gestellt werden.

2. Wachstumsanalysen mit Hilfe der Summenkurve im Wahrscheinlichkeitsnetz

Die Darstellung der Wachstumskurve einer Einzelpappel vom 20. bis zum 70. Jahr, wie sie von BAUER (4) angegeben ist, im Wahrscheinlichkeitsnetz ergibt die in Abb. 1 wiedergegebene Gerade. Als wahrscheinliche Endgröße ergab sich eine Höhe von 48 m. Für die Darstellung der Summenkurve im Wahrscheinlichkeitsnetz ist es von Bedeutung, daß diese nur für eine bestimmte „wahrscheinliche Endhöhe“ eine Gerade ist. Würde sie zu groß gewählt, so ist der Verlauf der Kurve zur Abszisse konkav, würde sie zu niedrig gewählt, so ist der Kurvenverlauf konvex zur Abszisse. Durch Extrapolation läßt sich aus der dargestellten Wachstumskurve der laufende Zuwachs ermitteln, wie er in Tabelle 1 wiedergegeben ist. Nach den BACKMANNschen Folgerungen über den Eintritt der Kulmination des laufenden Zuwachses, den Eintritt der vollen Mannbarkeit wie des Alterstodes ergibt sich folgendes: Die Kulmination des laufenden Zuwachses und damit der Beginn der Fruchtbarkeit tritt im Alter von 6 Jahren, die volle Mannbarkeit im Alter von 19 Jahren und der Alterstod zwischen dem 150. und 160. Lebensjahr ein.

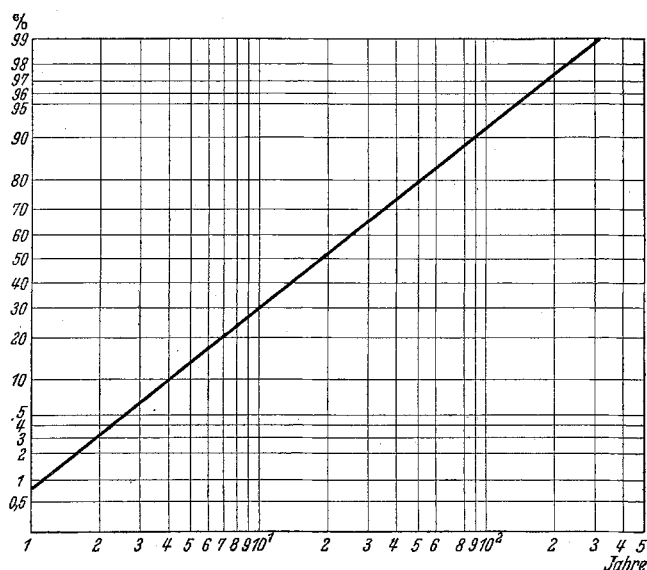


Abb. 1. Gang der mittl. Höhe nach der Ertragstafel von F. W. BAUER, 1938, die jüngeren und älteren Altersstufen extrapoliert. Endgröße 48 m.

Diese aus der Summenkurve extrapolierten Werte für die Zeit vom 1. bis zum 19. und vom 80. bis zum 160. Lebensjahr stehen durchaus im Einklang mit dem an Pappeln beobachteten Wachstumsverlauf. Nur die Werte für die ersten Jahre scheinen zu niedrig zu sein, da wir bei den aus Steckholz erzeugten Pappeln bereits im ersten Lebensjahre Höhen bis zu 1,50 m und darüber beobachten. Bei der Aufzucht aus Samen finden wir jedoch für die ersten Jahre Zuwachswerte, die den in der obigen Tabelle aufgeführten theoretischen Werten entsprechen.

Die BACKMANNsche Wachstumsformel und auch die im Wahrscheinlichkeitsgesetz dargestellte Wachstumskurve ergeben uns die theoretischen Wachstumswerte, wie sie bei Sämlingen zu erwarten sind, während unsere Pappeln ausschließlich durch Steckholz vermehrt werden.

Betrachten wir jetzt den Wachstumsverlauf einer *Populus canadensis*, die in einem Pappelbestand auf

Tabelle 1. Ertragstafelangaben BAUERS.

Jahre	Höhe			Jahre	Höhe
	Extrap. m	Beobacht. m			
0	0,00			100	43,94
1	0,34			110	44,54
2	1,49			120	44,98
3	2,98			130	45,36
4	4,66			140	45,65
5	6,38			150	45,94
6	8,06			160	46,17
7	9,74		Kulmin. d. lfd. Zuw. u. beginn. Frucht- barkeit		Alters- tod
8	11,28				
9	12,77				
10	14,26				
11	15,60				
12	16,85				
13	18,05				
14	19,15				
15	20,26				
16	21,26				
17	22,27		volle Mann- barkeit		
18	23,18				
19	24,05				
20		25,00			
30		31,00			
40		35,00			
50		38,00			
60		40,00			
70		41,32			
80	42,43				
90	43,34				

einer Wiese erwachsen war, und bei einem Alter von 43 Jahren eine Höhe von 34 m und einen Durchmesser in 1,3 m Höhe von 0,65 erreicht hatte. In Tab. 2 sind die bei der Stammanalyse ermittelten jährlichen Höhen bis zum Alter von 28 Jahren zusammengestellt.

Tabelle 2. Pappel Tharun.

Alter	Jährlicher Zuwachs m	Wachstum m	Wachstum in % der Endgröße
1	1,38	1,38	3,07
2	0,67	2,05	4,56
3	1,03	3,08	6,84
4	0,97	4,05	9,00
5	1,10	5,15	11,44
6	0,87	6,02	13,38
7	0,74	6,76	15,02
8	1,32	8,08	17,96
9	0,97	9,05	20,11
10	0,92	9,97	22,16
11	1,58	11,55	25,67
12	1,02	12,57	27,93
13	1,04	13,61	30,24
14	1,07	14,74	32,76
15	0,96	15,70	34,89
16	1,01	16,71	37,13
17	1,14	17,85	39,67
18	1,33	19,18	42,62
19	1,04	20,22	44,93
20	1,14	21,36	47,47
21	1,22	22,58	50,18
22	0,66	23,24	51,64
23	0,86	24,10	53,56
24	1,16	25,26	56,13
25	0,98	26,24	58,31
26	0,58	26,82	59,60
27	0,73	27,55	61,22
28	0,82	28,37	63,04

Abb. 2 zeigt die Darstellung der Wachstumskurve im Wahrscheinlichkeitsnetz.

Auffallend sind zunächst die zwei Knicke in der Kurve, und zwar im Alter von 8—9 Jahren und von 16—17 Jahren. Diese entsprechen der von WECK (17)

an den Durchmesserkurven der Stabfichten von Hating in Lappland nach dem Lichtungshieb festgestellten Änderung des Zuwachses. Weiterhin zeigt die Kurve für die ersten Lebensjahre des Baumes ebenfalls wie Abb. 1 für die von BAUER (4) mitgeteilten Werte

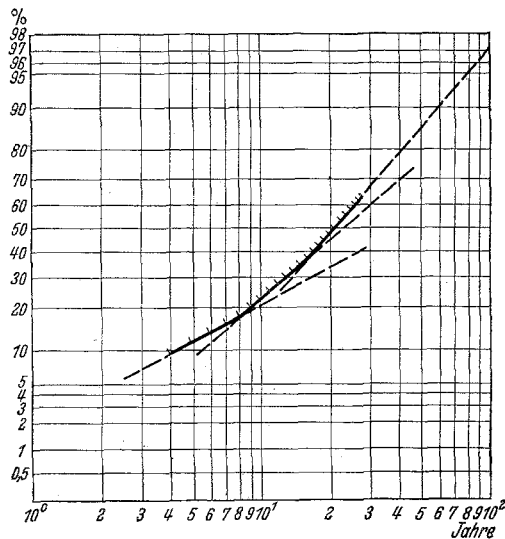


Abb. 2. Höhenwachstum einer Pappel im geschlossenen Bestand auf einer Bruchwiese. Zweimal haben sich die Milieuvhältnisse geändert, wahrscheinlich durch Durchforstung und Melioration.

beobachtete Höhenwerte, die über den theoretisch zu erwartenden liegen. Auf den Einfluß des Steckholzes auf die Wachstumskurve werden wir im Anschluß an die folgenden Untersuchungen näher eingehen.

Aus dem Vorstehenden können wir den Schluß ziehen, daß das BACKMANNsche Wachstumsgesetz auch für die Pappel Gültigkeit hat. Um jedoch Folgerungen für die Auslese ziehen zu können, ist es notwendig, Stammanalysen an Bäumen verschiedenen Alters und Standortes durchzuführen, um aufzuklären, wie die unterschiedliche Leistungsfähigkeit verschiedener Pappelsorten sich im Verlauf der Wachstumskurve ausdrückt.

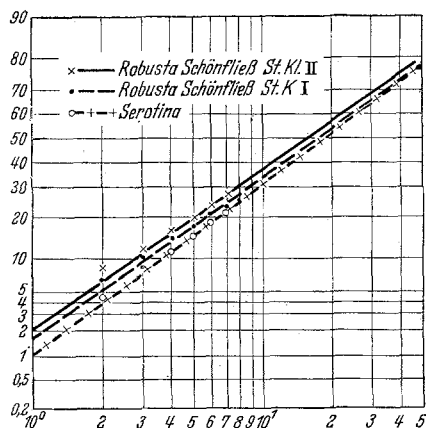


Abb. 3. Erbliche und milieubedingte Unterschiede im Wachstumsgang. Die beiden Stämme Robusta unterschiedlicher Baumklasse zeigen im Wahrscheinlichkeitsnetz parallele Geraden, die benachbarte Serotina holt den anfänglichen Vorsprung der Robusta später auf.

In den Abb. 3 und 4 sind die Wachstumskurven von je drei vergleichbaren Pappeln auf gleichem Standort und gleichen Alters wiedergegeben. In Abb. 3 sind die Wachstumskurven von zwei Stämmen der Sorte *Pop. robusta* (Schönfließ) und zwar je einem der Stammklasse II (Schönfließ II) und III, (Schönfließ I), wie einem Stamm der Sorte *Pop. serotina* (Garzin)

wiedergegeben. Die Stämme gehören zu der von WETTSTEINschen Kultur Brigittenhof (19), die im Jahre 1941 angelegt wurde. Die Bonität des Standortes ist mindestens II. Wie die Abbildung erkennen läßt, laufen die Wachstumskurven der beiden Stämme des Klonen „Schönfließ“ im Wahrscheinlichkeitsnetz bis zu einem bestimmten Punkt genau parallel, dann liegt der Zuwachs des Stammes der Klasse III zu tief

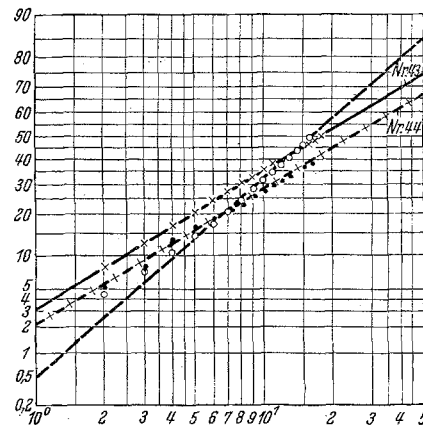


Abb. 4. Höhenwachstum von drei benachbarten Pappeln unterschiedlicher Herkunft.

(von 8 Jahren), was eine Folge der Einengung des Kronenraumes ist. Da es sich bei den beiden Stämmen um Abkömmlinge eines Klonen handelt und die Standortverhältnisse für beide die gleichen waren, ergibt sich, daß die bereits im 1. Lebensjahr vorhandene Überlegenheit eines Stammes für das ganze weitere Leben von Bedeutung ist, und sich gegebenenfalls noch vergrößern kann.

Die Wachstumskurve der Sorte *Pop. serotina*, Herkunft Garzin, zeigt gegenüber denen der Sorte *Pop. robusta* einen deutlich verschiedenen Verlauf. Sie beginnt im 1. Jahr mit einem niedrigeren Wert und nähert sich in den späteren Jahren allmählich dem für die Sorte *Pop. robusta*, um sie im Alter von etwa 60 Jahren zu überholen. Die Wachstumskurven für die beiden Arten *Pop. robusta* und *Pop. serotina* zeigen also einen deutlich verschiedenen Verlauf, trotzdem die Standortverhältnisse für beide Arten die gleichen waren.

In Abb. 4 sind die Wachstumskurven von 3 Stämmen unbekannter Herkunft wiedergegeben, die zur Zeit der Untersuchung etwa 18–20 Jahre alt waren. Sie stocken ebenfalls auf einem Standort mindestens II. Bonität. Auch hier sehen wir, daß der Wachstumsverlauf der drei Bäume unterschiedlich ist. Die beiden Stämme Nr. 43 und 44 zeigen einen fast parallelen Verlauf ihrer Wachstumskurven. Der Baum Nr. 43 hat aber während des ganzen Lebens eine höhere Wuchseistung als der Baum Nr. 44, was sich auch in seinem stärkeren Dickenwachstum ausdrückt. Die Durchmesser in 1,3 m Höhe betragen 0,41 m bzw. 0,37 m. Die Wachstumskurve des dritten Stammes hat einen ganz anderen Verlauf. In den ersten Jahren ist die Wachstumsintensität dieses Baumes deutlich niedriger als die der beiden ersten Stämme, erreicht diese jedoch bereits im 7. bzw. 14. Lebensjahr, um im weiteren Lebensabschnitt eine höhere Leistung als diese beizubehalten und damit etwa den gleichen Kurvenverlauf wie *Pop. serotina*.

In Abb. 5 sind die Wachstumskurven zweier STOUT- und SCHREINERschen Kreuzungen, Baum Nr. 6 und Baum Nr. 7 dargestellt. Auch diese beiden Bäume zeigen einen deutlich verschiedenen Verlauf ihrer Wachstumskurven. Die Wachstumsintensität des Baumes 6 beträgt im 1. Lebensjahr 2,8% der Endgröße gegenüber 0,8% beim Baum Nr. 7. Die Differenzen der Wachstumsintensität der beiden Bäume verringern sich aber von Jahr zu Jahr, und aus dem

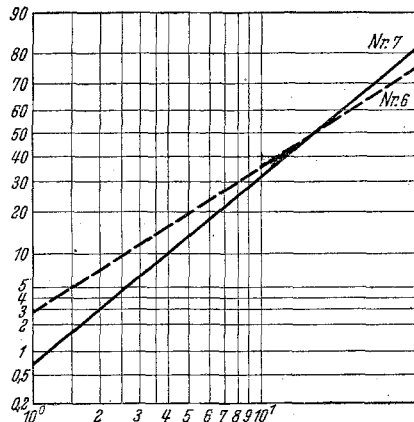


Abb. 5. Höhenwachstum zweier STOUT- und SCHREINERschen Kreuzungen.

Kurvenverlauf ist zu ersehen, daß sie etwa im Alter von 20 Jahren = 0 geworden ist und darauf mit umgekehrtem Vorzeichen stetig zunimmt. Mit anderen Worten ausgedrückt: Der jährliche Zuwachs des Baumes Nr. 7, der im ersten Lebensjahr bedeutend niedriger als der des Baumes Nr. 6 war, nimmt gegenüber dem des Baumes Nr. 7 von Jahr zu Jahr so zu, daß beide Bäume im Alter von etwa 20 Jahren den gleichen Prozentsatz ihrer Endhöhe — in dem vorliegenden Falle etwa 51% — erreichen. Unter der Voraussetzung gleichbleibender Umweltverhältnisse wird der Baum Nr. 7 seine erreichbare Endhöhe in einem früheren Lebensalter als der Baum Nr. 6 erreichen.

Auffallend an den wiedergegebenen Wachstumskurven ist, daß die beobachteten Höhen für die ersten Lebensjahre mehr oder weniger deutlich über den theoretischen Werten, wie wir sie aus der Wachstumsgeraden im Wahrscheinlichkeitsnetz ablesen, liegen. Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, ist diese Differenz bei den einzelnen Bäumen sehr unterschiedlich und bleibt beim Baum 43a bis zum 5. Lebensjahr erhalten, während sie bei den Stämmen des Klones Schönfließ und dem Stamm Nr. 43 nur bis zum 2. Lebensjahr erhalten bleibt.

Tabelle 3.

Jahr	Nr. 43	Nr. 43a	Nr. 44	Schönfl.	II	Serotina
1.	+0,86	+1,11	+0,60	+0,40	+0,65	+0,95
2.	+1,12	+0,85	+0,15	+0,25	+0,50	+0,20
3.	+0,01	+0,63	0	0	0	+0,55
4.	0	+0,62	0	0	0	0
5.	0	+0,36	0	0	0	0
6.	0	0	0	0	0	0

Diese Erscheinung ist offensichtlich eine Folge der Anzucht der Pappeln aus Steckholz. Aus Samen angezogene Pappeln erreichten nach Abschluß der ersten Vegetationsperiode bei weitem nicht die Höhen, wie wir sie bei einjährigen Stecklingspflanzen gewöhnt sind. In dem Sämlingsmaterial des Jahres 1949 von 13 frei abgeblühten Bäumen, bestehend aus 1248 In-

dividuen, konnten wir bei Freilandkultur nur Maximalhöhen von 21,0 cm feststellen. Die Sämlingsnachkommenschaften des Jahres 1950 mit 1477 Individuen ergaben mit einer Maximalhöhe von 108 cm wesentlich höhere Werte. Es ist dabei aber zu berücksichtigen, daß die letzteren Kreuzungen bereits im Januar durchgeführt wurden und infolgedessen die Aussaat bereits Mitte Februar erfolgen konnte. Die Aussaat 1949 dagegen wurde erst im Anschluß an die natürliche Reife der Samen im Monat Juni durchgeführt. Letzteren Pflanzen stand somit einmal eine wesentlich kürzere Entwicklungszeit zur Verfügung, und außerdem mußten die Sämlinge 1950 zunächst mehrere Wochen im Gewächshaus kultiviert werden, wodurch sie eine weitere Förderung ihres Wachstums erfahren haben.

Betrachten wir demgegenüber den Wachstumsverlauf eines aus Steckholz erzeugten Klones, wie er nach Tabelle 4 und Abb. 6 für die Sorte *Pop. berolinensis* gezeichnet ist, im Wahrscheinlichkeitsnetz dargestellt, so ergibt er ebenfalls wie bei der Darstellung der Wachstumskurven der Bäume, daß die Zuwachswerte für die erste Wachstumszeit über den theoretisch zu erwartenden liegen.

Tabelle 4.

Tag der Messung	Einzusetzende Zeit	Höhe	Höhe in % der wahrscheincl. Endhöhe
Austrieb			
15. 5.		0	0
27. 5.	0,13	6	0,13
3. 6.	0,20	7	0,16
10. 6.	0,26	9	0,20
17. 6.	0,33	13	0,29
24. 6.	0,39	17	0,38
1. 7.	0,46	23	0,51
8. 7.	0,53	27	0,60
15. 7.	0,59	32	0,71
22. 7.	0,66	40	0,89
29. 7.	0,72	48	1,01
5. 8.	0,79	53	1,18
12. 8.	0,85	59	1,26
19. 8.	0,92	67	1,49
26. 8.	1,00	77	1,71
2. 9.		78	1,72

Die der Darstellung zugrunde liegenden Messungen sind vom Revierförster WALTHER, Barendikte, gemacht und uns zur Auswertung freundlicherweise zur Verfügung gestellt worden. Wir möchten ihm auch an dieser Stelle unseren Dank aussprechen.

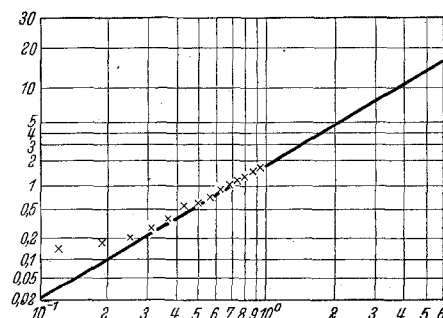


Abb. 6. Höhenwachstum der 1jähr. aus Steckholz gezogenen Pflanze *Pop. berolinensis* im Wahrscheinlichkeitsnetz nach wöchentlichen Zuwachsmessungen von Revierförster WALTHER, Barendikte (Schorfheide).

Zur Darstellung des einjährigen Zuwachses im Wahrscheinlichkeitsnetz muß der Tag des Austreibens = dem Beginn des Wachstums bekannt sein, ebenso der Tag des Abschlusses des Höhenwachstums. Hierbei ist es wichtig, daß das Höhenwachstum seinen nor-

malen Abschluß erfahren hat und nicht infolge nicht-zusagender Tageslänge allmählich und auch nicht durch einen Frühfrost plötzlich abgeschlossen worden ist. Sinkt der laufende Zuwachs gegen Ende der Vegetationsperiode allmählich ab, so kann man zwar den theoretischen Wachstumsverlauf aus dem mittleren Kurvenstück ermitteln, jedoch wird das Ergebnis nicht mit den tatsächlichen Verhältnissen am Anbauort übereinstimmen, da in jedem Jahr eine gewisse Zeit des möglichen Zuwachses verloren geht, die die abzuleitende Funktion ausdrückt.

Die Zuwachsmessungen des Klonen *berolinensis* ergaben, daß der Zuwachs plötzlich aufhört, wie es nach dem BACKMANNschen Wachstumsgesetz zu erwarten ist, und zwar bereits zu einer Zeit, wo Schädigungen infolge eines Frühfrosts noch nicht eingetreten sein können. Für die Darstellung der Wachstumskurve rechnet man die Vegetationsperiode des Klonen in Zehnerbrüche um, damit eine Darstellung bei logarithmischer Einteilung ermöglicht ist. Als Endgröße kann die an einer anderen Pappel der gleichen Sorte und gleichen Standortes festgestellte angenommen werden. In dem vorliegenden Fall waren es 45 m, was erfahrungsgemäß einer guten Pappelbonität in der Mark entspricht. Wie unsere Untersuchungen ergeben haben, unterscheiden sich die Endgrößen der einzelnen Pappelsorten nur unwesentlich voneinander, das Lebensalter dagegen beträchtlich. Als dann wird der laufende Zuwachs, in unserem Fall wöchentlich gemessen, in % der Endgröße umgerechnet und zu den aus der Umrechnung der Zeit ermittelten Werten der Abszisse aufgetragen. Für das vorliegende Beispiel ergaben sich die in Tabelle 5 zusammengestellten Werte.

Die Sorte *Populus berolinensis* hat bei Anzucht aus Stecklingen eine verhältnismäßig geringe Wuchsleistung in der ersten Vegetationsperiode, während andere Sorten im ersten Jahr je nach den Witterungsbedingungen im ersten Jahr bereits Höhen bis zu 2 m erreichen.

Die gesteigerte Wachstumsleistung der Stecklingspflanzen gegenüber den Sämlingen in den ersten Jahren muß wahrscheinlich folgendermaßen erklärt werden. Während der kleine Pappelsamen dem sich entwickelnden Sämling nur geringe Nährstoffmengen zur Verfügung stellen kann, stehen den aus Steckholz sich entwickelnden Pflanzen je nach der Länge und Stärke des Steckholzes unvergleichlich größere Nährstoffmengen zur Verfügung. Diese werden durch die größere Zahl und Stärke sich am Steckholz bildender Wurzeln weiterhin stark vermehrt, so daß die Steckholzpflanzen sich wesentlich kräftiger entwickeln können. Eine weitere Förderung des Wachstums der Steckholzpflanzen ergibt sich dadurch, daß ihnen eine längere Vegetationszeit im ersten Lebensjahr zur Verfügung steht als den Sämlingen. Das Pappelsteckholz wird Anfang April gesteckt, und die ersten Triebe gehen je nach der Witterung Ende April oder Anfang Mai auf, während der Aufgang der Pappelsamen unter natürlichen Bedingungen erst Anfang Juni erfolgt.

Ein weiterer Grund für die unterschiedliche Wachstumsleistung von Steckholzpflanzen und Sämlingen kann auch in einem unterschiedlichen physiologischen Alter derselben gegeben sein. BACKMANN (2) konnte feststellen, daß wir in dem Wachstumsverlauf eines Individuums 3 Zyklen unterscheiden

müssen, die entweder nacheinander oder mehr oder weniger nebeneinander ablaufen. Nach unseren bisherigen Untersuchungen laufen bei den Pappelsämlingen wenigstens der 1. und 2. Wachstumszyklus nacheinander ab. In Abb. 7 ist der Wachstumsverlauf für 3 Sämlinge während der ersten Vegetationsperiode dargestellt.

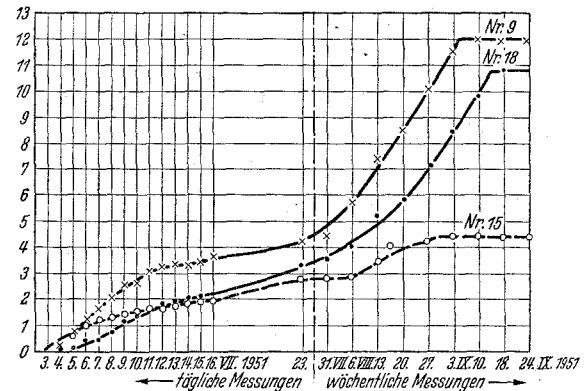


Abb. 7. Säumlingswachstum bei der Pappel. Man unterscheidet deutlich den abgeschlossenen Zyklus des ersten Wachstums nach dessen Abschluß langsam (Maßstab!) der nächste Wachstumszyklus einsetzt.

Um Störungen der Untersuchungen durch Pilzbefall, der bei Pappelaussaaten oft großen Schaden verursacht, auszuschließen, wurden die Samen auf Hohenbocker Quarzsand zur Keimung ausgelegt und die Sämlinge 24 Tage lang in wasserdampfgesättigter Luft in Glaskästen angezogen. Gegossen wurden die Sämlinge mit Nährlösung. Die Aussaat erfolgte am 2. 7. 1951. Am 25. 7. wurden die Sämlinge eingetopft und im Gewächshaus weiter kultiviert. Die zunächst täglichen, später wöchentlichen Messungen des Längenwachstums wurden an den neben den einzelnen Sämlingen aufgestellten Maßstäben vorgenommen, so daß die Kästen nicht geöffnet zu werden brauchten. Die Wachstumskurven lassen deutlich erkennen, daß die Wachstumsintensität der Sämlinge zunächst von Tag zu Tag zunimmt, etwa bis zum 8. Tage, um dann allmählich wieder abzunehmen. Es tritt dann etwa nach 20 Tagen ein Wachstumsstillstand ein. Dadurch ergibt sich die für den Wachstumsablauf typische S-Kurve. Es erfolgt dann nach einigen Tagen ein nochmaliger allmählicher Anstieg der Wachstumsintensität und ein abermaliges langsames Absinken, bis zu einem, von Pflanze zu Pflanze früheren oder späteren plötzlichen Abschluß des Wachstums. Der Verlauf der Wachstumskurven deutet daraufhin, daß bei Pappelsämlingen zumindest der 1. und 2. Wachstumszyklus nacheinander ablaufen. Für den 2. und 3. Wachstumszyklus kann aus den bisherigen Untersuchungen noch nicht entschieden werden, ob diese auch nacheinander oder teilweise nebeneinander ablaufen. Die Fortführung der Untersuchungen an dem gleichen Pflanzenmaterial während der nächsten Jahre wird auch hier zu einer Klärung führen.

Sehen wir demgegenüber die Wachstumskurven von Steckholzpflanzen verschiedener Pappelsorten, wie sie nach den Messungen von Revierförster WALTHER in Abb. 8 dargestellt sind, an, so liegt der wesentlichste Unterschied darin, daß sich bei der Darstellung des Wachstumsverlaufes nur eine einfache S-förmige Kurve ergibt. Daraus müssen wir aber nach dem an den Sämlingen beobachteten Wachstumsverlauf schließen, daß bei den Steckholzpflanzen zu-

mindest der 1. Wachstumszyklus nicht in Erscheinung tritt, und daß somit diese und die Sämlinge ein verschiedenes physiologisches Alter besitzen. Weitere Untersuchungen an Steckholzpflanzen von Bäumen verschiedenen Alters, die aus Samen erzogen sind, werden Aufschluß darüber geben, welche Beziehung zwischen dem Alter des Mutterbaumes, insbesondere seinem organischen Alter und dem der vegetativen Nachkommen und damit dem Wachstumsverlauf derselben besteht. Die Klärung dieser Frage ist für die vergleichende Beurteilung der Wuchsleistung vegetativer Nachkommen von Mutterbäumen unterschiedlichen Alters von Bedeutung. So läuft z. B. nach den Untersuchungen BACKMANNs bei der Eiche (*Quercus pedunculata*) der 1. Wachstumszyklus allein im ersten Jahr ab. Der 2. und 3. beginnen aber beide im 2. Jahr, und der 2. läuft neben dem 3. bis zum 20. Lebensjahr. Die jährlichen Leistungen der beiden Zyklen addieren sich. Wenn auch die Leistung des 3. Zyklus wesentlich höher als die des 1. und 2. ist, so könnte doch eine Beurteilung der Wüchsigkeit eines Klonen ohne genaue Kenntnis seines organischen Alters zu groben Fehlschlüssen führen. Bei anderen Baumarten, wie z. B. bei *Picea sitchensis*, dauert der 1. Wachstumszyklus sogar bis zum 7. Lebensjahr. BACKMANN zieht aus seinen Untersuchungen weiterhin den Schluß: „Je kürzer die Lebensdauer ist, desto größer ist der Anteil vom Gesamtwachstum, der von den beiden ersten Wachstumszyklen bestritten wird“. Dies würde daher auch für die Pappelarten zutreffen, die eine verhältnismäßig kurze Lebensdauer haben, und somit könnte der Einfluß des organischen Alters eines Baumes von nicht zu unterschätzender Bedeutung auf die Wuchsleistung seiner vegetativen Nachkommen sein, wenn sie das gleiche organische Alter des Mutterbaumes beibehalten. Es ist schon oft angenommen worden, daß bei vegetativer Vermehrung von Bäumen die Nachkommenschaften das gleiche organische Alter wie der Mutterbaum behalten und das Absterben, besonders der Pyramidenpappeln damit in Zusammenhang gebracht worden. Diese Annahmen beruhen aber bisher keinesfalls auf exakten Untersuchungen. Dagegen können auch einige allen Pappelvermehrern bekannte Beobachtungen an Klonvermehrungen von Pappeln, selbst höheren Alters, sprechen. Diese bilden an ihren einjährigen Trieben immer Blätter vom ausgesprochenen Jugendformtyp, die sich erst später in normale Altersformblätter entwickeln.

Das gleiche beobachteten wir an aus Grünstecklingen von Aspen- und Graupappeln höheren Alters erzeugten Pflanzen, die sämtlich Jugendformblätter entwickelten, nachdem die ersten Blätter entsprechend der Anlage in den Knospen als typische Altersformblätter entwickelt worden waren. Entsprechend verhielten sich Pfropfreiser aus der Krone blühfähiger Aspen auf 2jährigen Unterlagen. Dies verdient Beachtung auch bei der Beurteilung unserer *Pop. berolinensis*-Stecklinge. Offenbar liegen auch hier zu Beginn des Wachstums andere Altersverhältnisse vor als zum Ende der Vegetationsperiode, was sich in der Abweichung der Anfangswerte des Wachstums von der Geraden äußert. Infolgedessen bleibt hier die Frage nach der anzusetzenden organischen Zeit vorläufig offen.

Nach den Untersuchungen STERNs (14) an Kiefern können wir die von BACKMANN (3) für die verschie-

denen Wachstumsrhythmen im Organismenreich gefundenen Typen auch innerhalb der einzelnen Arten unserer Holzpflanzen ausscheiden. Die oben wiedergegebenen Stammanalysen an verschiedenen Pappelarten haben dies auch für die Pappeln bestätigt.

3. Die Feststellung der photoperiodischen Reaktion durch laufende Wachstumsmessungen.

Wir haben oben bei der Darstellung der Wachstumskurven einjähriger Steckholzpflanzen darauf hingewiesen, daß eine wesentliche Voraussetzung der Darstellbarkeit darin liegt, daß das Wachstum einen normalen Abschluß gefunden hat und nicht durch Frühfröste oder zu geringe Tageslänge beeinflusst worden ist. Von WETTSTEIN (19) hat gezeigt, welche Bedeutung die Feststellung hat, ob die einzelnen Pappelsorten Kurz- oder Langtagpflanzen sind. Da Kurztagformen in unserem Gebiet des Langtages erst nach dem Juni ein gesteigertes Wachstum zeigen und in vielen Fällen sogar noch im August und September ein verstärktes Wachstum aufweisen, kann das Holz nicht ausreifen. Die Feststellung der Tageslängenreaktion ist nicht nur in der Pappelzüchtung von Bedeutung, wo wir es in der Mehrzahl der Fälle mit Bastar-

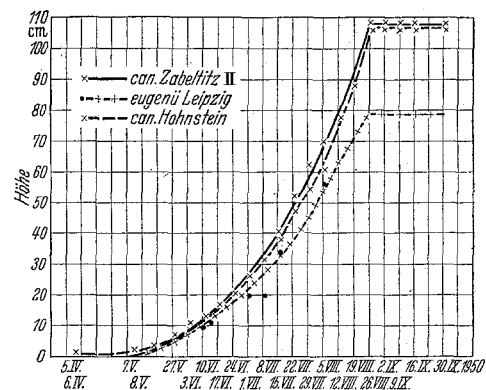


Abb. 8. Wachstum der Steckholzpflanzen dreier Pappelklone nach Revierförster WALTHER, Barendikte, mit rechtzeitigem und plötzlichem Wachstumsabschluß.

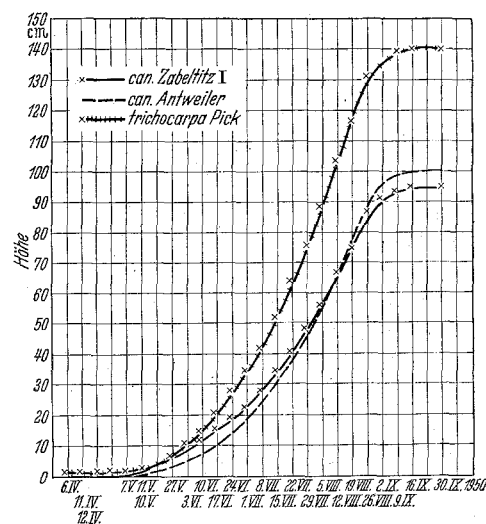


Abb. 9. Wachstum der aus Steckholz gezogenen Pflanzen dreier Pappelklone nach Revierförster WALTHER, verspäteter Wachstumsabschluß.

den zwischen Arten oder Herkünften aus verschiedenen geographischen Breiten und damit unterschiedlichem Lichtklima zu tun haben, sondern auch bei den übrigen Baumarten, sei es, daß es sich um die Einführung von Arten oder um Kreuzungen einheimi-

scher Arten mit Herkünften der gleichen Art oder verwandten Arten aus anderen Gebieten handelt.

Betrachten wir eine Auswahl der nach den WALTHERschen Messungen gezeichneten Wachstumskurven, wie sie in Abb. 8 und 9 zusammengestellt sind, so fällt neben der sehr unterschiedlichen Endhöhe der einzelnen Klone vor allen Dingen der verschiedene Verlauf und Abschluß der Kurven auf. Die in Abb. 8 wiedergegebenen Wachstumskurven der Klone *P. canadensis* (Zabeltitz II), *P. eugenii* (Leipzig) und *P. canadensis* (Hohnstein) zeigen zunächst eine allmähliche Zunahme des Wachstums und einen plötzlichen Abschluß desselben bereits am 26. 8. Demgegenüber erfolgt bei den in Abb. 9 wiedergegebenen Kurven der Klone *P. canadensis* (Zabeltitz I), *P. trichocarpa* (Pick) und *P. canadensis* (Antweiler) der Wachstumsabschluß allmählich und erst am 16. 9. Die Klone, die einen plötzlichen Wachstumsabschluß zu einem Zeitpunkt (26. 8.) aufweisen, an dem ein plötzlicher Wachstumsabschluß durch Frost noch nicht möglich ist, sind offenbar an die kritische Tagesdauer unterhalb der gegebenen Tageslänge angepaßt, und somit für unsere Verhältnisse als „Langtagformen“ anzusprechen, während die Klone, die einen allmählichen Wachstumsabschluß zu einem mehr oder minder späteren Zeitpunkt aufweisen, als „Kurztagformen“ bezeichnet werden müssen und für unsere klimatischen Verhältnisse infolgedessen nicht geeignet sind. Wachstumsmessungen an 3 verschiedenen *Populus nigra*-Klonen, wie sie in den Abb. 10, 11 und 12 dargestellt sind, zeigen, daß *Populus nigra* als einheimische Art Ende August einen plötzlichen Wachstumsabschluß der Einzelpflanzen aufweist. Die gleiche Erscheinung stellte STERN (14) an Wachstumsmessungen an 100 etwa 6jährigen Kiefernpflanzen aus autochthonem Material fest. Die Einzelpflanzen zeigen ebenfalls einen plötzlichen Wachstumsabschluß bis spätestens Mitte Juli, obwohl weiterhin günstige Wachstumsbedingungen bestehen. Da der Wachstumsabschluß der Einzelpflanzen sich über einen gewissen Zeitraum erstreckt, zeigt die aus den Mittelwerten dargestellte Wachstumskurve naturgemäß einen allmählichen Wachstumsabschluß.

tativen Phase in Erscheinung. Für die Kurztagpflanzen ist es charakteristisch, daß Tagesauern unter 12 Stunden ihre vegetative Entwicklung hemmen, während sie unter Langtagbedingung ein gesteigertes vegetatives Wachstum zeigen und ihr Wachstum erst unter dem Einfluß der sich verkürzenden Tageslänge und der mit fortschreitender Jahreszeit sinkenden Temperaturen allmählich und so spät abschließen, daß ein Ausreifen des Holzes nicht mehr in ausreichendem

Tabelle 5.

Datum Tagesl.	19. 8. 14 ^h 23'	26. 8. 13 ^h 58'	2. 9. 13 ^h 32'	9. 9. 13 ^h 06'	16. 9. 12 ^h 38'	30. 9. 11 ^h 44'
Zabeltitz II	+13	+16	0	—	—	—
<i>eugenii</i> Leipzig	+7	+8	0	—	—	—
<i>canad.</i> Hohnstein	+10	+20	0	—	—	—
<i>robusta</i> Naunhof	+8	+8	+4	0	—	—
<i>canad.</i> Kauppa	+4	+5	+3	0	—	—
<i>berolin.</i> Moritzburg	+8	+10	+1	0	—	—
Sachsenhausen	+3	+3	+2	0	—	—
<i>rob.</i> Plaue	+9	+8	+7	+3	0	—
<i>canad.</i>						
Klotzsche	+9	+9	+2	+1	0	—
<i>canad.</i> Leipzig	+8	+10	+3	+1	0	—
<i>bachelevii</i>	+11	+10	+10	+5	0	—
<i>rob.</i> Pinne IIIh	+6	+6	+7	+4	0	—
<i>canad.</i> Sahlis	+10	+11	+3	+2	0	—
<i>canad.</i> Münchenberg	+8	+2	+3	+2	0	—
<i>trichocarpa</i>						
Kauppa	+12	+12	+7	+8	0	—
Havelberg	+8	+9	+5	+1	0	—
Frankfurt/O.	+13	+7	+4	+5	0	—
Liebenwalde	+3	+9	+11	+4	0	—
Kremmen	+8	+12	+8	+2	0	—
<i>rob.</i> Pinne VIII	+7	+9	+6	+5	+1	0
<i>canad.</i> Antweiler	+10	+12	+7	+2	+1	0
<i>trichoc.</i> Pick	+13	+14	+5	+4	+1	0
Prenzlau	+5	+8	+3	+3	+2	0
<i>canad.</i> Zabeltitz I	+8	+12	+4	+2	+2	0
<i>trichoc.</i>						
Klotzsche	+3	+8	+4	+8	+7	+1
Finkenkrug	+9	+12	+6	+2	+4	+6

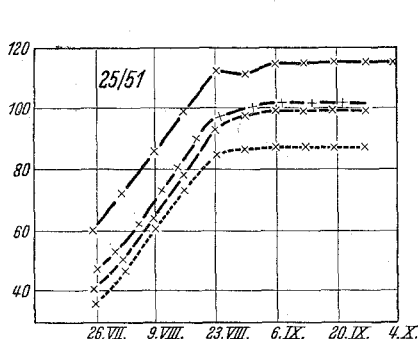


Abb. 10.

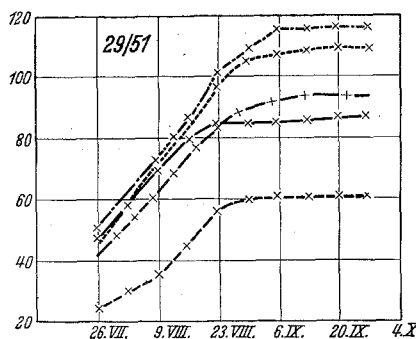


Abb. 11.

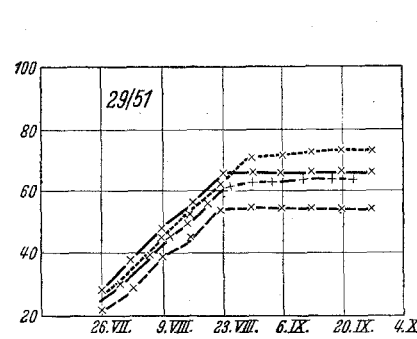


Abb. 12.

Abb. 10, 11, 12. Einjähriges Wachstum von *Pop. nigra* Klonen, mit rechzeitigem und plötzlichem Wachstumsabschluß.

Die photoperiodische Reaktion der Pflanzen zeigt sich sowohl in einer Änderung der Geschwindigkeit der vegetativen wie auch der reproduktiven Phase. Aber auch die physiologischen Eigenschaften der Pflanzen werden durch die Photoperiode weitgehend beeinflusst, wie die Frost- und Dürresistenz und andere. Bei unseren Baumarten, die erst in späterem Alter zur reproduktiven Phase übergehen, tritt während der ersten Jahre nur die Beeinflussung der vege-

Maße erfolgen kann. Demgegenüber entwickeln sich Langtagpflanzen bei Tageslängen über ihrer „kritischen Tageslänge“ normal, d. h. ihr Wachstum wird so rechtzeitig abgeschlossen, daß das Holz bis zum Herbst ausgereift ist und nicht durch Fröste geschädigt werden kann.

Über das mögliche Ausmaß der Frühfrostschädigungen an nicht ausgereiftem Holz von Pappelklonen wird von SCHRÖCK (23) an anderer Stelle berichtet

werden. In Tabelle 5 sind nach den WALTHERSchen Messungen die wöchentlichen Zuwachswerte vom 19. 8. bis zum 30. 9. für die einzelnen Klone zusammengestellt. Wir sehen, daß die Klone, die ihr Wachstum am 26. 8. abgeschlossen haben, bis zu diesem Zeitpunkt einen steigenden wöchentlichen Zuwachs und einen plötzlichen Wachstumsabschluß aufweisen. Demgegenüber zeigen die übrigen Klone, die bis 2. 9., 9. 9., 16. 9. oder 30. 9. ihr Wachstum abgeschlossen haben, eine allmählich absinkende wöchentliche Wachstumsleistung. Sie stellen offenbar sämtlich Kurztagformen dar, die allerdings Unterschiede in ihrer „kritischen Tageslänge“ aufweisen. Tagneutrale Formen, d. h. solche, die durch die Tageslänge in der Geschwindigkeit ihrer vegetativen und reproduktiven Phase nicht beeinflußt werden, sind offenbar innerhalb der untersuchten Klone nicht vorhanden.

4. Besprechung der Ergebnisse.

Das Ziel der züchterischen Bearbeitung unserer Waldbäume ist die Steigerung der Holzproduktion sowohl in quantitativer wie auch qualitativer Hinsicht. Während die Beurteilung der Holzqualität beeinflussenden Eigenschaften, wie Gradschäftigkeit, Ästigkeit, Krankheits-, Frostresistenz und andere bereits nach einigen Jahren mit ausreichender Sicherheit durchgeführt werden kann, ist die Feststellung der Wuchsleistung, also die Ermittlung der gebildeten Holzmasse erst im Zeitpunkt der Nutzung im hiebsreifen Alter der Bäume, bei der Mehrzahl unserer Waldbäume erst nach vielen Jahrzehnten endgültig möglich. Die widersprechenden Ansichten der verschiedenen Autoren (9, 10, 11, 13, 22) über den Zeitpunkt, zu dem bereits eine Vorhersage der späteren Wuchsleistung auf Grund des bisherigen Wachstums erfolgen kann, zeigen, wie unsicher z. Zt. noch die Frühbeurteilung der Leistungsfähigkeit unserer wichtigsten Holzarten nach der Leistung während der ersten 30 bis 40 Lebensjahre ist. Wenn aber die Leistungsprüfungen bei unseren Waldbäumen so lange Zeit in Anspruch nehmen, werden die Erfolge der Forstpflanzenzüchtung wesentlich langsamer als bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen erreicht werden und stets mehr dem Zufall unterworfen sein. Eine systematische Kombinationszüchtung kann bei so langsamer Generationsfolge aber nicht durchgeführt werden. Es ist daher unbedingt erforderlich, sämtliche Möglichkeiten, die zu einer sicheren Frühbeurteilung der Leistungsfähigkeit unserer Waldbäume führen können, zu untersuchen. Eine sichere Frühbeurteilung der Wuchsleistung ist jedoch nur dann möglich, wenn der Verlauf des Wachstums nach einem bestimmten Gesetz erfolgt und so die Möglichkeit besteht, aus dem Verlauf desselben während einiger weniger Jahre einen eindeutigen Schluß über seinen späteren Gang zu ziehen. Die Untersuchungen WECKS (17) und die oben mitgeteilten Ergebnisse der Stammanalysen wie auch der Wachstumsmessungen an Sämlingen und Stecklingen haben gezeigt, daß der Wachstumsverlauf der untersuchten Bäume sich völlig dem von BACKMANN aufgestellten Wachstumsgesetz fügt.

Die in Abb. 3 wiedergegebenen Wachstumskurven der zwei Stämme (Stammklasse I und III) des Klones *Populus robusta* (Schönfließ) zeigen einen parallelen Verlauf ihrer Wachstumskurven. Obwohl sie verschiedenen Stammklassen angehören, ergab sich für

beide Stämme die gleiche Endhöhe. Da es sich um verschiedene Stämme eines Klones handelt, sie also die gleiche erbliche Veranlagung der Wuchsleistung haben, ist die Feststellung selbstverständlich, da modifizierende Einflüsse unterschiedlicher Standorte nicht wirksam sein konnten, wie sie sich auf verschiedenen Bonitäten bemerkbar machen.

Dagegen ist der Ablauf der organischen Zeit der beiden Stammklassen deutlich verschieden. Der Stamm der Stammklasse III erreicht die entsprechende prozentuale Höhe der Stammklasse I stets zu einem späteren Zeitpunkt als der Stamm der Stammklasse I. Unterschiedliche Standortverhältnisse dagegen wirken sich nach den Untersuchungen STERNs (15) sowohl in einer Veränderung der organischen Zeit wie auch der Endgröße aus. Er konnte für den Wachstumsverlauf der Kiefer wie auch der Fichte nach den Ertragstafeln von Schwappach (Kie. Schw. 08 und Fi. Schw. 0'') auf den verschiedenen Bonitäten sowohl Ordinaten- wie auch Abszissenaffinität feststellen. Mit anderen Worten heißt das: Die Höhen- und Zeitwerte der verschiedenen Bonitäten stehen in einem bestimmten Verhältnis zueinander. Für den Stamm des Klones *Pop. serotina* ergab sich ebenfalls eine Endhöhe von 48 m. Der Kurvenverlauf zeigt aber, daß seine Wachstumsgröße zunächst niedriger als die der *robusta*-Stämme ist, jedoch im Laufe der Jahre stetig zunimmt so daß er diese nach dem bisherigen Wachstumsverlauf zwischen dem 15. und 20. Jahr überholen wird.

Bei der Darstellung der Wachstumskurven der drei Stämme im Wahrscheinlichkeitsnetz haben wir sowohl für die Art *Pop. robusta* wie *Pop. serotina* eine Endhöhe von 48 m angenommen, obwohl durchaus die Möglichkeit besteht, daß zu beiden Arten verschiedene Endhöhen gehören. Das Auftreten des Überschneidens der Wachstumsgeraden kann aber nicht die Folge einer falschen Wahl der Endgröße sein. Die Darstellung im Wahrscheinlichkeitsnetz ergibt nur bei richtig gewählter Endgröße eine Gerade. Ist diese zu niedrig gewählt, so erhalten wir einen zur Abszisse konvexen, und ist diese zu groß gewählt, einen zur Abszisse konkaven Verlauf der Wachstumskurve, wodurch auch ein Überschneiden der Wachstumskurven bedingt sein würde. Wie aber die Abb. 3 zeigt, liegen die Höhenwerte mit Ausnahme der ersten Jahre für beide Arten auf einer Geraden. Durch Verlängerung dieser Geraden können wir also mit hinreichender Genauigkeit den Verlauf des Wachstums in den folgenden Jahren extrapolieren. Selbstverständlich ist es schwierig, aus den wenigen Beobachtungen gerade dieser Stämme die Lage der Geraden und die Endgröße eindeutig festzulegen. Sicher feststellbar ist jedoch die Tendenz beider Wachstumsreihen. Es ist also für unsere Zwecke zunächst ausreichend, bei Festlegung gleicher Endhöhen für die zu vergleichenden Sorten festzustellen, ob ein Überschneiden der Kurven wahrscheinlich ist. Mehrmaliges „Umsetzen“ ist beim einzyklischen Wachstum nicht zu erwarten.

Nach den hier mitgeteilten Ergebnissen werden wir durch eine Beurteilung des jährlichen Wachstumsverlaufes einzelner Bäume oder Nachkommenschaften bereits nach 8 bis 10 Jahren ein Urteil über den späteren Verlauf desselben abgeben können. Bei schnellwüchsigen Holzarten, wie Pappeln und vielleicht auch Birken und Robinien, wird diese Beurteilung jedoch schon nach 4 bis 5 Jahren möglich sein.

In Verbindung mit den laufenden wöchentlichen Wachstumsmessungen, wie wir sie an Pappeln durchgeführt haben, sind wir in der Lage, eine Auslese auf Anpassung an die für das jeweilige Anbaugebiet eigentümlichen Tageslängen zu erreichen.

Derartige Messungen an Kiefern und unserer einheimischen Schwarzpappel haben gezeigt, daß bei der Betrachtung eines einzelnen Baumes das Wachstum entgegen den bisherigen Darstellungen ganz plötzlich aufhört, obwohl die Wachstumsverhältnisse, wie Temperatur, Tageslänge und Wasserversorgung, zum gleichen Zeitpunkt noch günstig sind. Die bekannte S-förmige Kurve erhalten wir dagegen nur dann, wenn wir das mittlere Wachstum einer größeren Zahl untersuchter Individuen darstellen. Der von uns bei Einzelindividuen beobachtete Wachstumsverlauf mit einem plötzlichen Abschluß entspricht auch vollkommen dem BACKMANNschen Wachstumsgesetz. Die Geschwindigkeit des Wachstums während der Vegetationsperiode ändert sich kaum. Sicherlich wäre es kein Beweis gegen die Theorien BACKMANNs, wenn dies nicht so wäre (wie z. B. bei Crustaceen, deren Schalenwechsel andere Verhältnisse bedingt), doch gibt uns dieses Verhalten dem Anbauort angepaßter Sorten vieler Holzarten die Möglichkeit, die Zahl der Beobachtungen wesentlich zu erhöhen und gleichzeitig etwaige Störungen im Wachstum schnell zu erkennen. Wir müssen aus diesen Beobachtungen zunächst folgern, daß nur solche Individuen an das jeweilige Klima des Anbauortes angepaßt sind, die ohne Einwirkung von außen allein auf Grund ihrer erblichen Veranlagung einen normalen jährlichen Wachstumsablauf zeigen. Zeigt das Wachstum dagegen ein allmähliches Nachlassen, so ist mit Sicherheit anzunehmen, daß dieses durch die allmählich nachlassende Wirkung eines der das Wachstum beeinflussenden Faktoren bedingt ist. Der Abschluß des Wachstums erfolgt aber dann so spät, daß die Zeit bis zum Eintritt der ersten Fröste zu kurz ist, um das Holz ausreifen zu lassen, so daß Frostschädigungen auftreten. Auf die Schwierigkeit, den Beginn des Wachstums in der jeweiligen Periode genau zu definieren, wurde schon hingewiesen. Die Grundlagen auch hierfür zu schaffen, wird eine der nächsten Aufgaben sein.

Bei der vorstehend dargestellten Beurteilung des Wuchsleistungsvermögens werden die Anteile der drei Wachstumszyklen nicht voneinander getrennt. Da aber anzunehmen ist, daß zwischen dem Verlauf des Wachstums der drei Zyklen wohl definierte Beziehungen bestehen, was auch durch weitere von uns angestellte Untersuchungen sehr wahrscheinlich gemacht worden ist, besteht die Möglichkeit, daß wir nach Feststellung dieser Beziehungen durch eingehende Untersuchung des ersten Wachstumszyklus, der bei den meisten Holzarten bereits ganz oder aber zu einem wesentlichen Teil während der ersten Vegetationsperiode abläuft, bereits durch Wachstumsmessungen an Sämlingen in der Lage sind, den zeitlichen Ablauf des Wachstums, d. h. den Entwicklungsgang der organischen Zeit einzelner Individuen oder ganzer Nachkommenschaften, zu erkennen und auf diese Weise die Auslese nach den verschiedenen Typen durchzuführen.

Zusammenfassung.

1. An Beispielen von Stammanalysen und laufenden Wachstumsmessungen wird die Gültigkeit des BACK-

MANschen Wachstumsgesetzes und die Möglichkeit einer Frühbeurteilung der Wuchsleistung bei Waldbäumen gezeigt. Dabei ergab sich folgendes:

2. Die graphische Darstellung des Wachstumsverlaufes im Wahrscheinlichkeitsnetz nach WECK ermöglicht weitgehende Extrapolation des späteren Wachstumsverlaufes und damit eine annähernde Vorhersage der relativen Wuchsleistung.

3. Man kann auf diese Art die in der Jugend vorwüchsigen, später nachlassenden Typen, von den nachhaltig wachsenden trennen, wie besonders am Beispiel STOUT und SCHREINERScher sog. luxurrierender Bastarde gezeigt wurde.

4. Die Tatsache, daß auch innerhalb einer einzigen Wachstumsperiode die Wachstumswerte dem Gesetz zu folgen scheinen, ermöglicht die Vermehrung der Beobachtungen und die Ausschaltung von Wachstumsstörungen.

5. Der Verlauf des Wachstums innerhalb einer Vegetationsperiode kann gleichzeitig die Ansprüche einer Sorte an das Lichtklima aufdecken, wie am Beispiel der Pappel gezeigt wurde.

Literatur.

1. Allgemeine Forstzeitschrift 6, 243—244 (1951) „Internationaler Pappelkongreß in England“.
2. BACKMAN, G.: Wachstum und organische Zeit. Bios 15, Ambrosius Barth, Leipzig (1943).
3. BACKMAN, G.: Der Lebenslauf der Organismen, nebst kritischen Betrachtungen zu meiner Wachstumstheorie. Z. Altersforsch. 4, 237—290 (1943).
4. BAUER, F. W.: Furnierpappeln für den deutschen Wald. Berlin 1938.
5. HUMMEL, O.: Ein Beitrag zur Frage der vegetativen Vermehrung der Waldbäume durch Stecklinge. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 62, 38—47 (1930).
6. HUSFELD, B. u. W. SCHERZ: Neuaufbau der Rebenunterlagenzüchtung. Der Züchter 6, 280—288 (1934).
7. JOHNSON, L. P. V.: Studies on the relation of growth rate to wood quality in *Populus* hybrids. Canad. J. Res., Sect. C. 20, 28—40 (1942).
8. LANGNER, W.: Kreuzungsversuche mit *Larix europaea* D. C. und *Larix leptolepis* GORD. Z. Forstgenetik u. Forstpflanzenzüchtung 1, 2—18, 40—55 (1951/52).
9. LINDQVIST, B.: Den Skogliga rasforskningen och praktiken. Svenska Skogsvårdsföreningens förlag. Stockholm 1946.
10. MÜNCH, E.: Beiträge zur Forstpflanzenzüchtung. Bayerischer Landwirtschaftsverlag, G.m.b.H. München 1949.
11. ROHMEDER, E.: Schlußwort zu Münch, E. Bayerischer Landwirtschaftsverlag, G.m.b.H. München 1949.
12. SCAMONI, A.: Die weitere Entwicklung der Kreuzungen zwischen *Larix europaea* D. C. und *Larix leptolepis* MURRAY in Eberswalde. Züchter 19, 192—196 (1949).
13. SCHÖNBACH, H.: Stand der Provenienz- und Züchtungsforschung bei Fichte. Züchter 20, 156—167 (1950).
14. STERN, K.: Methodik der Beurteilung von Kiefern-Einzelnachkommenschaften nach der Standardmethode. Diss. (1952).
15. STERN, K.: Wachstumsverlauf bei unterschiedlichen Standortverhältnissen. (Unveröffentlicht.)
16. STOUT, A. B., MCKEE, RALPH, H. and SCHREINER, E. J., N. Y. Bot. Gard. 28, 49—63 (1927).
17. WECK, J.: Über die Brauchbarkeit von Wachstumsgesetzen als diagnostisches Hilfsmittel der Waldwachstumskunde. Forstwirts. Cbl. 69, 584—605 (1950).
18. WETTSTEIN, W. von: Die Kreuzungsmethoden und die Beschreibung von F₁-Bastarden bei *Populus*. Z. Zücht. 18, 597—656, 33.
19. WETTSTEIN, W. von: Die Faserholzpappel. Ihre Kultur und Züchtung. Pappeljahrbuch, S. 33—47. Verlag M. u. H. Schaper, Hannover 1947.
20. WETTSTEIN, W. von: Die Züchtung von Pappeln (*Populus*). Züchter 2, 219—220 (1930).
21. WETTSTEIN, W. von: Die Züchtung von *Populus* II. Züchter 5, 280—281 (1933).
22. WETTSTEIN, W. von: Selektion von Kiefern nach 4 Jahren. Züchter 19, 205—206 (1949).
23. SCHRÖCK, O.: Unterschiedliches Vorhaben gegenüber Frühfrösten bei Pappelklonen. (Unveröffentlicht.)