

GRUNDLAGEN FÜR EINE STEIGERUNG DES WALDERTRAGES DURCH ZÜCHTUNG.

Versuchsobjekt Weißföhre (*Pinus silvestris*)

von Dr. W. Wettstein.

(Aus der Abteilung für Waldbau und Forstpflanzenzüchtung der
Forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Mariabrunn).

EINLEITUNG.

Die forstliche Forschung beschäftigte sich bis vor etwa 30 Jahren im wesentlichen mit den Wachstumserscheinungen des Waldbestandes. Ohne auf die Einzelindividuen einzugehen, wurden die Veränderungen nach bestimmten Eingriffen beobachtet und die gewonnenen Werte zur Aufstellung von Massenertragstafeln verarbeitet. Man sah nur die Wirkungen bestimmter Maßnahmen im Reinbestand und übersah mit einer gewissen Absicht die gegenseitigen Beeinflussungen verschiedener Arten. Erst Änderungen in der Wirtschaft und neue wissenschaftliche Forschungserfolge anderer Disziplinen brachten auch in der Forstwissenschaft aller Völker neue Gesichtspunkte. Vor allem beeinflussten tiefgreifende Änderungen der Genetik und Bodenkunde, der Mikrobiologie und Klimatologie den Waldbau, lenkten die Forschungen vom Reinbestand auf den Mischbestand und das Einzelindividuum. Die Fragestellungen gingen also vom Bestande auf den Einzelbaum über. Man fragt sich: Wie verhält sich ein Einzelindividuum bei geänderter Umwelt und wie wächst die Nachkommenschaft eines Baumes im Vergleich zu den Nachkommen eines anderen gleicher Art und Herkunft?

Die bedeutendsten Kulturpflanzen sind aus reiner Selektionszüchtung entstanden und es ist ohne Frage anzunehmen, daß eine entscheidende Verbesserung der Forstbäume durch züchterische Maßnahmen zu erreichen ist. Wohl ist es ein großer Unterschied, ob wir, wie die Landwirtschaft, nur auf Früchte von ein- und zweijährigen Pflanzen ausgehen, oder ob wir das Endprodukt

„Holz“ von einer mehrere Jahrzehnte wachsenden Baumart gewinnen wollen. Beobachten wir aber die Baumkronen unserer Obstbäume, so sind die Erfolge der Züchtungen sofort zu erkennen. Eine Allee Kastanien oder Linden zeigt jedem Beschauer die individuellen Verschiedenheiten.

Die Notwendigkeit einer Verbesserung von Forstbäumen sowohl für Nutzholz wie auch für die Gewinnung von Faserholz und chemischen Stoffen ist einleuchtend, wenn man bedenkt, daß etwa das Vierfache der Menge verbraucht wird, die der Durchschnittszuwachs des Waldes heute liefert.

Die forstliche Züchtung ist natürlich ein Problem auf lange Sicht. Aber die Methoden sind in vielen Fällen die gleichen, wie sie in der Landwirtschaft und im Obstbau angewendet werden. Dem Nachteil, erst im hohen Baumalter ein wirklich abschließendes Urteil abgeben zu können, steht der Vorteil gegenüber, besonders wertvolle Bäume viele Jahrzehnte für Saatgutgewinnung nutzen zu können. Die Ende des XIX. Jahrhunderts auf internationaler Basis gegründeten Provenienzversuche brachten wertvolle Erkenntnisse, die schon praktische Auswertung zulassen; sie geben aber auch gleichzeitig Unterlagen für die Forstpflanzenzüchtung, an die man nunmehr in verschiedenen Staaten herantritt. Die genetisch-biologischen Grundlagen der Vererbungsforschung geben auch dem auf viele Jahrzehnte vorausdenkenden Forstmann ein wertvolles Rüstzeug.

GESCHICHTLICHE VORAUSSETZUNG FÜR DIE RASSEN- VERSUCHE BEI BÄUMEN.

Die Holzvorräte der Erde und besonders Europas haben die Völker je nach dem Stande ihrer Kultur mehr oder weniger stark genutzt. Besonders starke Eingriffe fanden in Notzeiten, nach langen Kriegen oder während politischer Machtentfaltung statt. Die Römer z. B. haben große Teile Italiens für Schiffsbauten und zu Krisenzeiten zur Beruhigung des Volkes für die öffentlichen Bäder entwaldet. Natürlich mußten auch die Nachbargebiete, wie Dalmatien und Istrien, schwere Opfer bringen. In West- und Mitteleuropa fand die Holzentnahme mit der Städtegründung und dem Aufblühen des Handwerkes im großen Ausmaße statt. Die großen, ausgedehnten Waldflächen ließen zunächst keine Gefahr erwarten; als aber im XVIII. Jahrhundert Frankreich, Spanien und England große Flotten bauten, stieg der Bedarf an ausgewählten voll-

holzigen Stämmen so, daß weite Gebiete ausgeplündert wurden. Zuerst waren es die schottischen Wälder, dann folgten die Ostgebiete Europas, wo die Franzosen und die Hansastädte Holz bester Güte vorfanden. Pin de Riga und Bois de Tarber waren Weltmarken geworden. Friedrich II. lieferte zur Finanzierung seiner Kriege Eichenstämmen aus Brandenburg nach England. Es ist ohne weiteres einzusehen, daß man aus den Wäldern das Beste entnahm und viel, sehr viel Gutes dabei verschleudert wurde. Es war früher allgemein üblich, wie heute noch in den Alpen oder in Jugoslawien diese Gepflogenheit besteht, mit dem Beil ausgerüstet in den Wald zu gehen und durch Anhacken die Probe zu machen, ob der oder jener Baum die gesuchte Qualität besitzt. Es ist klar, daß auf diese Art und Weise viele für andere Zwecke wertvolle Bäume geschädigt wurden und Pilzinfektionen oder andere Holzzerstörer nur zu leicht gute Angriffspunkte erhielten. Ohne weiter auf andere wirtschaftliche Gesichtspunkte, die die Waldflächen verkleinerten, einzugehen, sei nur noch auf den hohen Bedarf an Holz bei der aufkommenden Porzellanerzeugung, bei der Vergrößerung der Bergwerke und bei der Salzerzeugung hingewiesen.

Schon im XVIII. Jahrhundert mußten strenge Maßnahmen getroffen werden, um den Wald zu schützen. Die Waldpflege wurde von der Staatsführung angeordnet und nach der Entnahme des hiebreifen Holzes wurde zwangsweise die künstliche Bestandesgründung eingeführt. Es wurde aus dem natürlichen Wald ein Forst. Der Bedarf an Fachkräften war zwangsläufig geworden und die Vielgestaltigkeit der Verhältnisse forderte speziell ausgebildete Personen. Die künstliche Bestandesgründung steigerte weiterhin den Bedarf an Waldsämereien. Anfänglich erntete der Waldbesitzer in seinem Walde das Saatgut und bestreute mit diesem die Kahlfächen möglichst bald nach der Holzabfuhr. So war es üblich, um eine Kiefernverjüngung zu erhalten, die Zapfen der geschlagenen Bäume abzupflücken und im Frühjahr als sogenannte Zapfensaat auf der Kulturfläche zu verteilen. Bald lernte man aber bessere und sicherere Kulturarten und ging zur künstlichen Pflanzung über oder säte den geklengten Samen aus. Der Bedarf an Saatgut, besonders von Kiefer und Fichte, den wichtigsten Nadelholzarten, stieg bedeutend und dies gab den Anlaß zur Gründung größerer Unternehmungen, die dem Waldbesitzer in billigerer und sicherlich viel bequemerer Weise aussaatfertiges

Saatgut lieferten. Viele so entstandene unbeabsichtigte Fehlschläge ließen jedoch vermuten, daß nicht jedes Saatgut gleich geeignet ist. Großangelegte Versuchskulturen zeigten, daß die Herkunft des Samens von ausschlaggebender Bedeutung ist. Die grundlegenden Anbauversuche mit verschiedenen Herkünften Ende des XIX. Jahrhunderts lieferten den Beweis, daß wir eine Reihe von Rassen zu unterscheiden haben, die je nach ihrer Herkunft verschiedene physiologische und morphologische Eigenschaften haben. Werden solche Rassen nun in für sie ungünstige Orte verpflanzt, so sind Fehlschläge in den neugegründeten Beständen die zwangsläufige Folge. Versuche, die Rassenunterschiede zu erfassen, sind in fast allen Staaten, besonders mit Kiefern, in sehr großer Zahl gemacht worden. Die Schlußfolgerungen fanden in der Gesetzgebung einer Reihe von Staaten Europas ihren ersten Niederschlag. Auch bei der Samen- und Pflanzeneinfuhr ausländischer Holzarten haben die Beobachtungen zu gleichen Erkenntnissen geführt. Man ist vorsichtiger geworden und achtet darauf, daß das Klima des Anbauortes dem des Herkunftsortes möglichst ähnlich ist. Das Werk über ausländische Holzarten von S c h e n k berücksichtigt eingehend gerade diese Frage der klimatischen Umwelt. Die bis 1938 veröffentlichten Beobachtungen an Herkunftsversuchsflächen sind von A a r n o K a l e l a in Finnland und von O. L a n g l e t in Schweden zusammengestellt worden und haben zu weitgehenden Schlußfolgerungen Anlaß gegeben. Außer dem Klima ist besonders auch die Bodenstruktur von großem Einfluß auf die phänotypische Gestaltung, wie F a b r i c i u s, V a n s e l o w und B u r g e r zeigen konnten.

Die Umwelt hat unter natürlichen Aufwuchsverhältnissen absolut scharf selektioniert und um so schärfer, je extremer die Verhältnisse lagen. Seit C i e s l a r 1899 die Bezeichnung „physiologische Varietät“ einführte, findet sich in der Literatur eine lange Reihe von Arbeiten, die teilweise auf neueren Forschungen aufbauen, teilweise auf Erkenntnisse anderer Forschungsgebiete hinweisen. V a v i l o v s Theorie der Genzentren hat ebenso etwas Bestechendes wie die Ökotypen T u r e s s o n s. Die Bezeichnung „Klimarasse“ hat für eine Population, die eine Herkunft eigentlich darstellt, gewiß nicht volle Berechtigung, da, wie oben angeführt, auch Boden- und andere Umwelteinflüsse wirksam sind, doch bezeichnet dieser Ausdruck weitgehend das, was die Versuche darzustellen beabsichtigen. Erst in dem Moment, wenn eine züchte-

rische Selektion die Auflösung von Populationen vornimmt, sind andere Bezeichnungen nicht nur berechtigt, sondern sogar notwendig. Die Auffassung A. K. C a j a n d e r s (1921) über die Klimarasse ist eine vortreffliche Überleitung vom allgemeinen Begriff zur speziellen züchterischen Ausdrucksweise und beinhaltet alle theoretischen Erwägungen, so daß eine wörtliche Wiedergabe gestattet sei: *„Die Arten, so wie sie in der Natur spontan auftreten, sind als Großpopulationen einer Unzahl von Biotypen aufzufassen. Die Zusammensetzung dieser Populationen in betreff der Biotypen wechselt natürlich sehr stark. In klimatisch verschiedenen Gebieten muß also die Zusammensetzung der Populationen sehr verschieden sein. Solange das Verbreitungsgebiet ununterbrochen ist, müssen natürlich auch alle Übergänge von einem Typ der Populationen zu einem anderen existieren. Wenn aber das Verbreitungsgebiet gesprengt worden ist (natürlich durch Klimaänderung, künstlich durch Waldverwüstung), verschwinden die Übergänge zwischen den fraglichen Typen der Population wenigstens zum großen Teil. Die Typen der Populationen der verschiedenen Verbreitungsgebiete erscheinen als schärfer gesonderte systematische Formen.“*

Durch die künstlichen Verjüngungsmethoden ist infolge der Verwendung von ortsfremdem Saatgut eine Formenvermischung entstanden, der wir nur mit großem Aufwand an Zeit und Kosten wieder Herr werden können. In den meisten Fällen werden wir warten müssen, bis die Bestände im hiebreifen Alter sind und durch neue umweltgerechte Pflanzungen ersetzt werden können; wenn wir aber schon neue Kulturen anlegen, so müssen die Ergebnisse der Herkunftsvergleiche berücksichtigt werden. In kurzen Sätzen läßt sich folgender Schluß ziehen: Man verwende bodenständige Bäume als Saatguterzeuger und vermindere nach Möglichkeit unerwünschte Fremdbestäubung. Ein biologisch geschulter Forstwirt wird noch einen Schritt weiter gehen und nur die besten Formen für die Gewinnung von Nachkommenschaften heranziehen. Die schon seit vielen Jahrzehnten in anderen Disziplinen gepflegte Massenauslese und daraus sich ergebende Einzelauslese hat einzusetzen. Nur so wird es möglich sein, aus einer vorliegenden Population, gleichgültig ob es ein natürlich oder künstlich entstandener Bestand ist, Bäume besseren Erbgutes auszuwählen und wirtschaftlich wertvolles Pflanzgut zu gewinnen. Die Durchforstung und damit die Entfernung ungünstiger Wuchsformen mit dem Ziele, bei der Endnutzung nur wertvolles Holz zu gewinnen, kommt als gute

Grundlage für eine Selektion zu Hilfe, ist jedoch nicht allein ausschlaggebend. Die äußere Erscheinungsform (Phänotyp) ist das Produkt von Umwelteinfluß und Anlage und erlaubt nicht immer eine Rassendifferenzierung. Die Züchtung hat die Aufgabe, zu unterscheiden, ob bestimmte Eigenschaften genetisch bedingt sind und isoliert werden können oder ob die Außeneinflüsse so stark modifizieren, daß eine Selektion bestimmter Formen praktisch nicht zu erreichen ist. Für genetisch bedingte Eigenschaften, gleichgültig ob morphologischer oder physiologischer Natur, muß der Variationsbereich bestimmt und der Erbgang erfaßt werden. Zwei sich ergänzende Untersuchungen führen zum Ziel: Feststellungen über den Einfluß der Umwelt und Untersuchungen über den Erbgang von Eigenschaften. Den Einfluß der Umwelt hatte man bei der Anlage von Provenienzversuchen erfassen wollen und auch namhafte Erkenntnisse gewonnen. Die sich notwendig daran anschließende Untersuchung über den Erbgang bestimmter Eigenschaften hat man nur sehr zaghaft eingeleitet. Die internationalen Versuche, wie in gleicher Weise auch die Probepflanzungen einzelner Forscher haben jedoch erfreulicherweise in einigen Fällen die genetische Variabilität von Erbfaktoren klargestellt.

Schon Darwin wurde zu Vererbungsversuchen angeregt, als er die gleiche Formenbildung sowohl bei Nadel- wie auch bei Laubbäumen fand. Die Konvergenzerscheinungen veranlaßten de Vries 1901 bei seinen mutationstheoretischen Betrachtungen, Beispiele aus der Forstwirtschaft zu bringen. Auch die Gartengestalter haben die verschiedenen Baumformen je nach Mode-richtung für ihre Zwecke verwendet und sowohl vegetative als auch generative Vermehrungen durchgeführt, wobei manche Nachrichten über den prozentischen Anteil von Farbspielarten oder Wuchsformen bei Aussaaten bekannt wurden. Der Nachweis der Vererbung ist von de Vries, Darwin, Straßburger, Schröter, Engler, Oppermann, Tubeuf, Zederbauer u. a. m. geliefert worden, so daß wohl kein sachlicher Grund vorliegt, nicht auch wirtschaftlich wertvolle Formen als erblich zu bezeichnen. Es ist aber die Art des Erbganges festzustellen und ob man homozygote und heterozygote Individuen zur Verfügung hat. Tabelle I bringt für Nadel- und Laubbäume die häufigsten gleichsinnig gerichteten Mutationen.

Tabelle I.

Holzart Mutationen		Laubhölzer											Nadelhölzer																																																						
		Populus	Salix	Betula	Alnus	Carpinus	Corylus	Fagus	Quercus	Ulmus	Robinia	Acer	Tilia	Fraxinus	Taxus	Abies	Picea	Larix	Pinus	Juniperus																																															
Blattfarben	Blatt- formen	pyramidal	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																																															
																					hängend	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																														
																																						kugelig	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
																																																						zwergig	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
knorrig	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																																																
																				niederliegend	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																														
																																						geschlitzt bzw. fadenförmig	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
																																																						gekräuselt	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Blattfarben		rot	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																																															
																					gelb	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																												
																																								blau	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+											
																																																									bunt	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Die Provenienzversuche lassen für *Pinus silvestris* folgende Schlußfolgerungen auf erblich manifestierte Eigenschaften zu:

1. Nördliche Provenienzen haben eine zeitigere Frühjahrsentwicklung als südliche Provenienzen, aber auch ein zeitiger abschließendes Wachstum. Westliche Formen treiben früher aus als östliche und sind weniger widerstandsfähig gegen Frost- und Schneeschäden. Alpine Herkünfte stehen nördlichen Herkünften näher.

2. Nördliche und östliche Provenienzen haben geringeren Pflanzenabgang durch Klima und Pilzbefall als westliche, südliche und alpine.

3. Der jährliche Zuwachs ist bei nördlichen und östlichen Provenienzen geringer als bei den westlichen und südlichen. Alpine Provenienzen sind sehr variabel.

4. Nördliche Provenienzen haben gegenüber südlichen und westlichen kürzere und stärkere Nadeln, ausgeprägte Winterverfärbung in der Jugendentwicklung, dünnere Rindenbildung, großes spezifisches Gewicht des Holzes, geringere Stammkrümmungen und weniger Zweige.

5. Einzeluntersuchungen geben wertvolle Hinweise, daß östliche und nördliche Provenienzen geringeren Phototropismus der Keimlinge besitzen und größeren Gehalt der Nadeln an Trockensubstanz und im Herbst an Zucker- und Fettsubstanzen haben.

Bei einer Übertragung nördlicher Provenienzen nach Süden und alpiner Formen in tiefe Lagen zeigt sich ein sehr typisches Verhalten, ähnlich wie bei Langtagformen, die in Kurztaggegenden verpflanzt werden. Das Wachstum, auf Länge der Tageszeit (Sonnenstand) eingestellt, ist in einer Gegend mit kürzerer Tageszeit gering, dafür aber die Zapfenbildung (Mannbarkeit) sehr früh. Die Widerstandskraft gegen Spätfröste, Krankheiten und Dürre ist stark herabgesetzt. Die Übertragung von Süden nach Norden zeigt ein analoges Verhalten gegenüber der geänderten Tageslänge während der Vegetationszeit. Der Wachstumsabschluß erfolgt ungünstig spät, so daß der Einfluß des frühen Winters sich bemerkbar macht.

Eine Veränderung der Umwelt von Westen nach Osten hat eine Verstärkung des Pflanzenausfalles durch klimatische Faktoren zur Folge. Vielleicht ist die Selektion auf die Veränderung des Frühjahrsanfanges zurückführbar. Es ist die Annahme berechtigt,

daß die Temperatursummenregel, wie sie in der Landwirtschaft üblich ist, auch hier zutrifft.

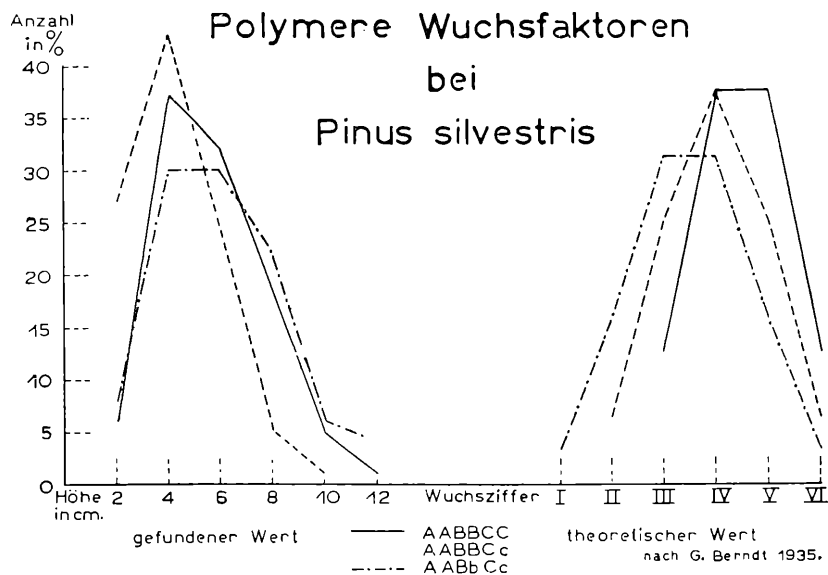
Die eingehenden Versuche über die Provenienzfrage bei der Kiefer haben gerade für diese Holzart klargestellt, daß mit einer größeren Zahl von Rassen zu rechnen ist, eine Feststellung, die nicht verwunderlich ist, da es kein Lebewesen gibt, bei dem keine Formenmannigfaltigkeit gefunden wurde, besonders bei einem so großen Verbreitungsgebiet. Die Herkunft besagt uns, mit welchem Formenkreis wir es zu tun haben und von welchen Rassen das jeweilige Saatgut stammt. Die Versuche legen eindeutig dar, welche Rassen, bzw. welche Formengemische für eine gegebene Umwelt geeignet sind, welches Saatgut auszuschalten ist. Die Züchtungsforschung soll nunmehr zu erkennen suchen, welche Type, welche Form innerhalb einer Rasse für eine bestimmte Umwelt am geeignetsten ist, um den wirtschaftlichen Nutzwert unserer Wälder zu sichern. Es wird wohl ohne Frage nicht eine Herkunft, Rasse oder Spielart der Ausgangspunkt solcher Untersuchungen sein, sondern dem Wuchsgebiet entsprechend mehrere. Solange wir aber kein besonderes Liniengemisch kennen als den jeweiligen Altholzbestand, der vor der Einführung fremden Saatgutes aufgewachsen ist, wird man fremde Rassengemische zu vermeiden haben.

AUS DEN PROVENIENZVERSUCHEN NACHWEISBAR ERBLICHE EIGENSCHAFTEN.

Nur wenige Eigenschaften konnten bisher gesichert als erblich bedingt nachgewiesen werden. Die moderne Forschung sucht nun sowohl Gesetzmäßigkeiten zwischen Eigenschaften der Herkünfte einerseits und Klima, geographischer Breite und Höhenlage anderseits zu ergründen als auch die Faktoren zu erfassen, die eine Beurteilung des Wachstumes bis ins hiebreife Alter bereits in sehr frühem Stadium gestatten. Im wesentlichen sind es physiologische Eigenschaften. Als erblich festgestellt sind bisher folgende:

1. Die Widerstandskraft, bzw. Immunität gegen Schütte (*Lophodermium pinastri*) ist auch bei Einzelabsaaten innerhalb einer Herkunft wiederholt festgestellt worden. Eigene Infektionsversuche zeigten absolute Immunität bei zwei Nachkommenschaften auch in der zweiten Generation nach künstlicher Kreuzung von Geschwisterpflanzen.

2. Die Wachstumschnelligkeit (Abb. 1). Aus Höhenmessungen im Stadtwald Müncheberg/Mark ging variationsstatistisch gesichert hervor, daß mindestens drei Faktoren das Wachstum bestimmen. Aus den vielen Veröffentlichungen über



Provenienzversuche kann man eine sehr auffallende Erscheinung feststellen: das kontinentale Klima wirkt auf maritime Herkunftse weitauß schädlicher als im umgekehrten Falle. Der Abgang und die Schädigung durch Dürre, Frost und Pilzbefall sind hiebei besonders ins Gewicht fallend. Das Jugendwachstum ist häufig gut. Auch alpine Formen sind, nach dem Osten verpflanz, in den ersten fünf Jahren führend, um dann fast gänzlich zusammenzuberechnen, wie ein eigener Versuch ergab. Es ist hiebei sicher eine größere Anzahl von Faktoren zusammen wirksam. Es dürfte die Besiedlung des großen Verbreitungsgebietes der *Pinus silvestris* sich auf eine sehr lange Zeit erstreckt haben, und so ist es begreiflich, daß auf weite Entfernungen, wenn auch die Formen ineinander übergehen, sich einzelne Rassen gebildet haben. Auch werden einzelne Glazialrelikte zu berücksichtigen sein. Nur die Nachkommenschaftsprüfung nach Einzelauslese kann hier durch

Erfassung der Variationsbreite Klarheit geben. Eigene Versuche zeigten, daß bei der märkischen Kiefer drei Wachsfaktoren zumindestens die Jugendentwicklung bedingen (wie Abb. 1 zeigt). Andererseits hat das Musterbeispiel von Bonaduz klargestellt, daß bei örtlich bedingten Rassen die Modifikation eine sehr große Rolle spielen kann und genetische Unterschiede überdeckt werden. Leider ist der Samen für die Nachkommenschaftsprüfungen der zweiten Generation, bei denen die Wuchseigenschaften der Bonaduzer Rasse verloren gingen, von freiabblühenden Bäumen genommen worden, und es ist keine Nachprüfung durch künstliche Bestäubungsversuche erfolgt. Die Heterosis ist bei Rassenkreuzungen von Dengler und Wettstein einwandfrei festgestellt worden, so daß eine Erzeugung luxurrierender F₁-Generationen außer Zweifel steht.

3. Die jährliche Wachstumsperiode (Vegetationsperiode). Der Beginn, die Dauer und der Abschluß der jährlichen Wachstumsperiode sowie die Tageslänge in dieser Zeitspanne spielt für die Entwicklung eines Baumes eine große Rolle. Der Baum durchwächst während seines langen Lebens nicht nur verschiedene Kleinklimazonen, sondern er ist auch unter Umständen Schwankungen des Großklimas ausgesetzt. Bei einjährigen, bzw. kurzlebigen Pflanzen ist die Reifemöglichkeit des Samens ausschlaggebend für die Verbreitung und natürlich muß auch die Jugendentwicklung des Sämlings ungestört möglich sein. Bei einem Baum, in diesem Falle bei der Föhre, haben wir die gleichen Voraussetzungen für die Jugendentwicklung, später aber muß das Wachstum vor allem zur richtigen Zeit abgeschlossen sein; aber auch im Durchschnitt der Jahre muß der Austriebsbeginn nach der Spätfrostgefahr erfolgen. Nördliche und alpine Herkünfte haben wohl einen deutlich frühen Vegetationsabschluß und sind daher gut gegen Wintereinflüsse gesichert, während westliche und südliche Herkünfte häufig Schaden leiden. Die internationalen Versuche haben bei der Kiefer, im Gegensatz zu anderen Baumarten, nur sehr geringe Verschiedenheiten innerhalb desselben Wachstumsgebietes gezeigt. Auch ihre Vermehrung wird durch späte Reife nicht gefährdet, da ja zwei Winter bis zum Samenausfall notwendig sind. Wohl aber ist die Witterung während der Blütezeit von größter Bedeutung. Es steht nunmehr fest, daß die Empfangsbereitschaft der weiblichen Blüte nur acht Tage anhält, und wenn nun in klimatisch ungünstiger Gegend in dieser Zeit Nebel oder

Regen den Pollenflug verhindern, erfolgt geringe, bzw. keine Bestäubung. Die Naturverjüngung bestimmter Herkünfte wird somit stark klimatisch beeinflußt. Früher Abschluß verursacht geringeren Zuwachs und die betreffende Herkunft wird in ungünstiger Umwelt im Konkurrenzkampf unterliegen. Diese Umstände sind für die natürliche Selektion von ausschlaggebender Bedeutung und nur die Individuen, deren genetische Konstitution den jeweiligen Verhältnissen angepaßt ist, werden zu alten Bäumen heranwachsen können. Die Züchtung wird diese wichtigen Eigenschaften berücksichtigen müssen und es ist klar, daß diese Auswahl schon in früher Jugend getroffen werden kann, zumal häufig morphologisch leicht sichtbare Merkmale festgestellt werden können. So geben die Ausbildung der Winterknospen und die Verfärbung der Nadeln einen deutlichen Hinweis. Bei Kreuzungen von finnländischen Kiefern mit schlesischen ist der Abschluß des Nadelwachstumes deutlich intermediär. Die Nachkommen haben somit ein größeres Anpassungsvermögen an das Klima als die Eltern.

4. Die Winterverfärbung der Nadeln. Die Provenienzversuche zeigen, daß Sämlinge und kleine Pflanzen der nördlichen Herkunft sich intensiv rot verfärben, während besonders die südfranzösischen und spanischen Rassen mit vorwiegend blaugrünen Nadeln keine Verfärbung besitzen. Im wärmeren Klimabereich ist die Verfärbung sehr schwach ausgeprägt und besonders häufig treten gelbgrüne und rein gelbe Nadelspitzen auf. Bei alpinen Formen variiert die Winterverfärbung außerordentlich. Neuere Arbeiten lassen eine Änderung des Chlorophyllgehaltes mit Abschluß der Vegetationszeit erkennen. Es ist die Verfärbung also eine Funktion der Lichtverhältnisse des Herkunfts-ortes und des physiologischen Zustandes der Pflanze (und wohl auch der Temperatur).

5. Die Ausbildung der Stammform ist durch künstliche Kreuzungsversuche (Dengler) als erblich nachgewiesen.

6. Die Lichtempfindlichkeit (Phototropismus) der Keimlinge ist individuell sehr verschieden und auch bei Kreuzungen von positiv und negativ reagierenden Formen festgestellt worden (Schmidt).

7. Die Bildung von Johannistrieben und die Regenerationsfähigkeit des Wipfeltriebes.

8. Der Trockensubstanzgehalt der Nadeln im Herbst.

9. Die Rindenform und -farbe. Die Ausbildung der Rinde, die mit der Wuchsform wesentlich im Zusammenhang steht, ist schon seit längerer Zeit eine Streitfrage und besonders durch die Verknüpfung mit der Rassenfrage von wirtschaftlicher Bedeutung, da einzelne Industrien aus der Rindenausbildung auf die Holzgüte Schlüsse ziehen. Die letzten statistischen Untersuchungen über die Ausbildung der Spiegelrinde zeigen, daß diese bei östlichen und nördlichen Herkünften tiefer herabreicht als bei westlichen und südlichen. Die Provenienzen aus Thüringen und den nördlichen Kalkalpen zeigen eine besonders starke Ausbildung der dünnen, rötlichgelben Rinde. Im Revier Alteiche in Ostpreußen (B u s s e) konnten aus diesem Grunde aus allen Beständen die thüringischen Herkünfte leicht erkannt werden. Wenn so die Ausbildung der Spiegelrinde eine Rassenunterscheidung möglich macht und auf Erbanlagen zurückzuführen ist, so kann wohl angenommen werden, daß auch die Ausbildung der Schuppen-, Platten- und Muschelrinde in gleicher Weise auf Erbfaktoren beruht. Wie groß hier die Variation ist und besonders wie die Umwelt modifizierend wirkt, ist aber noch gänzlich ungeklärt. Eine zwölfjährige Versuchspflanzung in Müncheberg läßt noch keine Schlüsse über die Rindenbildung zu. Sicher ist, daß langsamer Wuchs die Plattenform begünstigt und rascher Jahreszuwachs die Schuppenform der Rinde beeinflußt.

10. Die Länge und Lebensdauer der Nadeln. Die Ausbildung der Nadellänge (Abb. 2) zeigt eine sehr gute Variabilität und ist sicherlich durch die Umwelt weitgehend modifiziert. Aus den Provenienzversuchen geht hervor, daß die kurz nadeligen Typen vorherrschend in Südfrankreich, in Spanien und in einzelnen Gebieten der nördlichen Kalkalpen sind. Viele Forscher sehen in diesen Kurznadelformen Subspezies oder besondere Rassen. Die lang nadeligen Typen sind hingegen im Westen und im Nordwesten relativ am häufigsten. Die individuellen Verschiedenheiten sind im ganzen Verbreitungsgebiet zu finden. Die beigefügte Tabelle II über die Nadellängen aus Tirol und dem östlichen Mitteldeutschland gibt eine Auswahl solcher Unterschiede wieder. Die Nadellängen der Bastarde *P. silvestris* $\times$ *montana* und noch deutlicher der Kreuzung verschiedener Herkünfte lassen die faktorielle Bedingtheit erkennen.

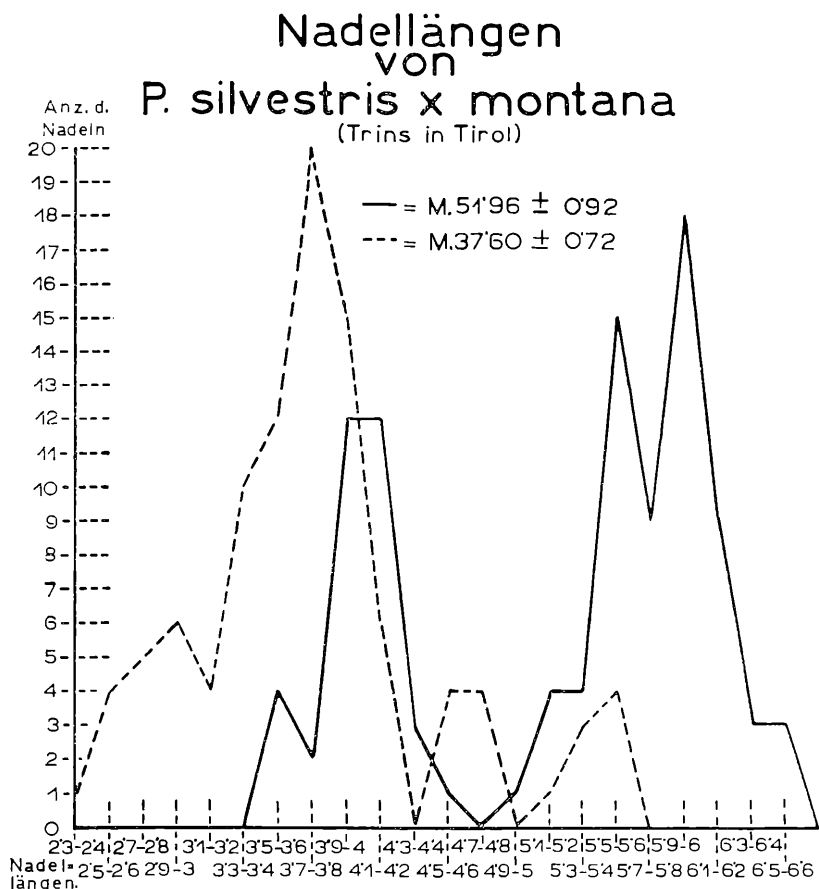


Abb. 2

Sehr schön ist die große Breite der Variation bei den Bastarden *silv.* x *mont.* in der graphischen Darstellung zu erkennen, die auch infolge der Bastardnatur des Objectes mehrgipfelige Kurven zeigt.

Die Lebensdauer der Nadeln von zwei bis fünf Jahren ist wohl eher eine Funktion des Klimas. Nachwirkungen bei Ab-
saaten sind nur sehr selten und sehr undeutlich.

11. Die Form und Farbe der Zapfen. Der Zapfen, der morphologisch als ein in eine Infloreszenz veränderter Kurztrieb anzusehen ist, wird vielfach als Provenienzmerkmal

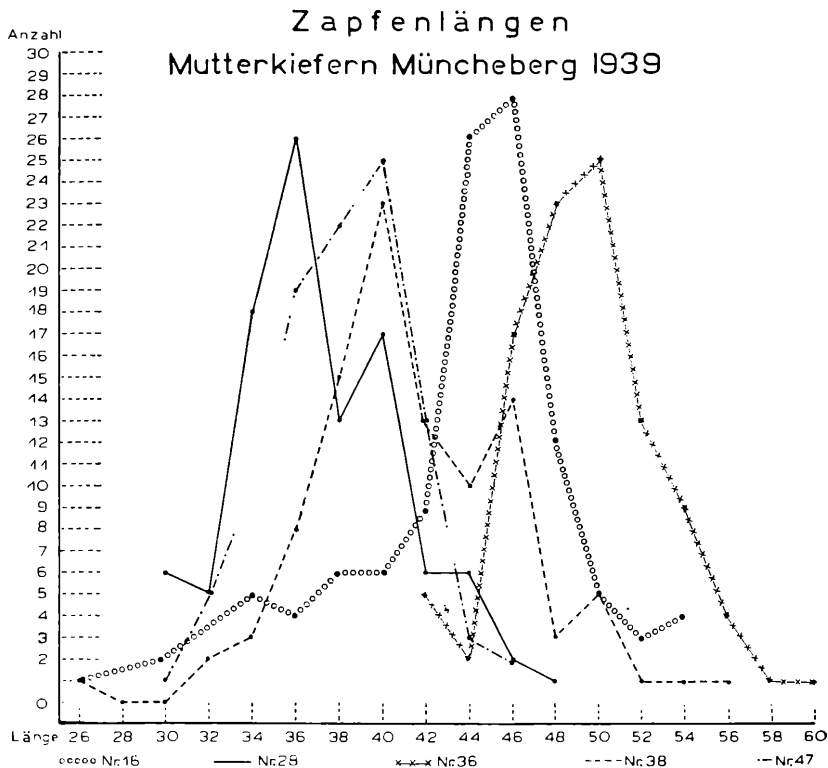
Tabelle II.

Kiefern nadellängen.

Herkunft		Länge von je 100 Nadeln mm
Trins (Tirol) 1200 m Baum Nr.	1	37,61 $\pm$ 0,39
„	2	61,72 $\pm$ 0,25
1500	3	36,88 $\pm$ 0,13
„ 1830 „	4	23,45 $\pm$ 0,38
P. silvestr. $\times$ mont. (Trins)		37,60 $\pm$ 0,72
„		51,96 $\pm$ 0,92
Sachsen (Zeitheim)		70,14 $\pm$ 0,64
Finnland		31,92 $\pm$ 0,27
Finnland $\times$ Sachsen		54,17 $\pm$ 0,45
Müncheberg (Mark) Baum Nr.	14	92,24 $\pm$ 0,37
	33	82,95 $\pm$ 0,41
	39	58,22 $\pm$ 0,29
„	52	94,73 $\pm$ 0,64
Wildenow (Warthe)	1	84,64 $\pm$ 0,61
	8	59,76 $\pm$ 0,84
„	37	96,33 $\pm$ 0,89
Küstrin (Oder)	2	82,78 $\pm$ 0,23
„ „ „ „	10	53,27 $\pm$ 0,15

herangezogen; doch ist die Form, Größe und Zahl der empfangsfähigen Blüten außerordentlich stark abhängig vom Zeitpunkt der Mannbarkeit des Baumes, vom Baumalter, von Umweltfaktoren und natürlich auch von einer Reihe individueller Faktoren. Es ist aber auch klar, daß Herkünfte, die Wuchsunterschiede aufweisen, sich auch in der Ausbildung der Kurztriebe unterscheiden können, daß also z. B. die einen noch grünliche Farbe haben, während andere schon die normale graubraune Färbung der reifen Zapfen besitzen. Dies ist besonders auffallend nach einem warmen niederschlagsreichen Herbst. Im allgemeinen herrschen hellere Farben bei nördlichen und östlichen Provenienzen vor. Die größeren Zapfen sind wieder bei westlichen und südlichen Formen häufiger. Die Variationsbreiten greifen aber vielfach ineinander. Hier hat der Züchter bei individueller Auslese ein gutes Merkmal zur Sicherstellung seiner Auswahl, indem die Form und Größe der Zapfen hierbei von wesentlicher Bedeutung ist. Die Variationsbreite des Einzelbaumes ist enger und jährlich konstant, während man bei Herkünften mit einer sehr

weiten Variabilität zu rechnen hat. Die graphische Darstellung der Zapfenlängen von fünf Einzelbäumen (Abb. 3) veranschaulicht das Gesagte. Die Farbe des männlichen Blütenstandes ist bei nördlichen, östlichen und alpinen Herkünften gelb bis gelbgrün,



während westliche und südliche Formen sehr häufig rote, bzw. rötliche Farben aufweisen. Auszählungen in der Rominter Heide ergaben bei 827 Bäumen keine roten männlichen Blüten, sondern nur 625 gelbe und 202 grüne bis gelbgrüne Pollenträger. In einer Neupflanzung (15jährig), mit gekauftem Saatgut angelegt, hatten bei 478 Pflanzen 211 Bäume rote Blüten, 85 waren ohne Blüten und 182 hatten solche von gelbgrüner Farbe.

12. Die Sameneigenschaften. Es ist fast selbstverständlich, daß die Samenkontrolle viel Mühe und Zeit aufgewendet

hat, um am Samen Eigenschaften zu erkennen, die genaue Herkunftsbestimmungen gestatten. Es ist aber ebenso klar, daß hier besonders morphologische Eigenschaften in reichlicher Menge vorhanden sind, die deutlich mendeln. Man spricht heute Saatgut mit vorwiegend hellen Farben als nördliche Herkünfte an und großkörnige Samen sind mehr in westlichen Gebieten zu finden. Die allgemeinen Gesichtspunkte bei der Herkunftskontrolle sind aber immer noch eine Erfahrungs- und Gefühlssache. Von ganz besonderer Bedeutung und besonders als Kontrollmaßnahme brauchbar sind die Form, Größe und Oberfläche für die Einzel- auslese. Es sind dies individuelle Eigenschaften, die jedes Jahr gleich und von so enger Variation sind, daß jeder Irrtum ausgeschlossen ist. Die Eigenschaften, welche die Flügelgestaltung bedingen, sind ebenso einwandfrei zu unterscheiden.

Die Nachkommen freiabgeblühter Bäume, die schwarzes Samenkorn hatten, hatten in der Mehrzahl wieder schwarzen Samen (von 637 Individuen hatten 18 braune und 2 hellbraune Farben). Es ist mit mehreren Faktoren für schwarz und Dominanz dieser Farbe zu rechnen. Ein weißsamiger Baum besitzt Nachkommen mit schwarzen, braunen, grauen und weißen Samen. Leider standen noch zu wenig mannbare Pflanzen zur Verfügung, um nähere Zahlenangaben machen zu können.

13. Der Trockensubstanzgehalt der Nadeln. Der Gehalt der Nadeln an Trockensubstanz und anderen Stoffen (Zucker, Fetten usw.) nimmt nach Untersuchungen von Langleit (1936) mit steigender nördlicher Breite zu. Ebenso scheint er von Westen nach Osten zuzunehmen. Langleit bringt dies mit der Luftfeuchtigkeit in Zusammenhang und folgert daraus eine größere Widerstandskraft gegen Frost bei höherem Trockensubstanzgehalt. Die verschiedene Anfälligkeit gegen Krankheiten und Schädlinge, gegen *Lophodermium*, *Phacidium*, *Cenangium* und Wildverbiß, die Dürrewiderstandsfähigkeit sowie der verschiedene Pflanzenabgang bei Herkünften, die aus wärmeren Gebieten in kältere verpflanzt werden, haben sicherlich auch eine hierin begründete Ursache. Der Lophodermiumbefall von Provenienzen aus Ungarn, den Alpen und dem Schwarzwald ist allgemein bekannt, und die einzelnen individuellen Ausnahmen, wie sie Zederbauer, Dengler 1930, v. Lochow und Wettstein finden konnten, zeigen, daß auch hier Erbfaktoren maßgeblich beteiligt sind.

In Müncheberg wurde die Nachkommenschaft Nr. 82 an zwei verschiedenen Stellen besonders stark vom Wild verbissen und eine chemische Analyse, die S e n g b u s c h durchführte, zeigte einen besonders hohen Zuckergehalt der Nadeln bei verringerter Harzmenge.

14. D a s H o l z. Ähnlich wie bei dem Trockensubstanzgehalt der Nadeln konnte T r e n d e l e n b u r g 1939 beim Raumgewicht des Kiefernholzes eine sehr große Variationsbreite von 330 bis 600 kg feststellen. Die Herkünfte aus warmen, sommerfeuchten Gebieten haben schwereres Holz, als die aus kaltfeuchten Klimaten. Der Grund dürfte an der begünstigten Spätholzausbildung liegen. Diese ist mitbestimmend für die Wuchskraft und diese bedingt wiederum den Zeitpunkt der Verkernung. Nach H ä g g l u n d 1934 ist das Durchschnittsalter beginnender Verkernung in Südschweden das 25. Lebensjahr, in Mittelschweden das 40. und in Nordschweden das 70. Lebensjahr. Im Elsaß (P i l z 1907) ist es das 20. Lebensjahr und in Ostpreußen dürfte das 30. und 40. Lebensjahr in Frage kommen. In gleichem Maße ist auch die Verbreitung von holzerstörenden Pilzen davon abhängig. Die veränderte Umwelt beeinflusst den jährlichen Zuwachs und auch den Holzaufbau weitgehend. Durch Auslese kann ein anpassungsfähiger Typ selektiert werden. Die Züchtung kann hier wohl wichtige Schlüsse für eine qualitative Verbesserung der Föhre ziehen. In einigen Fällen wurde die Menge der gebildeten Trockensubstanz als eine erbliche Eigenschaft festgestellt. So zeigt B u r g e r, daß zur Bildung der gleichen Holzmenge je nach der Herkunft eine verschiedene Menge Nadeln (= Assimilationsfläche) notwendig ist. Es benötigen z. B. norwegische Kiefern von 23 Jahren 1100 bis 1300 kg Nadelfrischgewicht, um jährlich einen Festmeter Holz erzeugen zu können, während Bäume gleichen Alters in der Schweiz nur 700 bis 800 kg Nadelfrischgewicht benötigen. Die Tätigkeit der Nadeln eines norwegischen Baumes ist etwa halb so intensiv, wie die des anderen Baumes. In verschiedenen Klimaten sind die Verdunstungsgröße und der Luftfeuchtigkeitsgehalt verschieden und so der Zuwachs wesentlich beeinflusst. Eine wichtige Funktion der Bodenbonität ist die wasserhaltende Kraft des Bodens, und doch wird ein Baum von geringerer Assimilationsenergie eine geringere Ausnützung dieses Umweltfaktors aufweisen. Ebenso zeigt auch der CO₂-Bedarf der Kiefer, wie bei anderen Pflanzen auch, große Verschiedenheiten, die wiederum mit dem Lichtgenuß in

Zusammenhang stehen. Mit zunehmender geographischer Breite und im Gebirge ist nicht nur die Zusammensetzung der Strahlenart, sondern auch die Einwirkungsdauer verändert. Eine Durchforstung bewirkt stärkere Benadelung (Reiz zur Bildung von Wasserreisern) und damit die Möglichkeit einer größeren Zuwachsleistung. Schmidt hat in der Ausbildung von Johannistrieben Unterschiede gefunden und auch die Regenerationsfähigkeit des Wipfels nach Verlust desselben ist sowohl herkunftsweise wie auch individuell verschieden. Es ist völlig gleichgültig, ob man physiologische und morphologische Eigenschaften untersucht, immer werden wir Rassenunterschiede, Ökotypen und deutlich unterscheidbare Einzelindividuen finden. Die Auslese auf erhöhte Zuwachsleistung ist nach Sichtung einer Reihe von Eigenschaften fraglos möglich und ebenso ist auch eine qualitative Verbesserung durch Selektion in verschiedenen Populationen sicher zu erreichen.

Schlußfolgerung: Die Herkunftsvergleiche (Provenienzversuche) zeigen, daß wir es bei der Kiefer mit einer Vielzahl von Rassen zu tun haben, die sich, je ungleicher die Umweltfaktoren sind, um so schärfer unterscheiden. In vielen Fällen konnten Unterschiede sowohl morphologischer als auch physiologischer Natur festgestellt werden. Diese Erkenntnis läßt es, wie schon erwähnt, solange nicht Einzelauslese einsetzt, zweckmäßig erscheinen, das Kiefern Saatgut für eine neue Bestandesgründung an Ort und Stelle zu beschaffen oder von einer Gegend zu beziehen, deren Klima möglichst ähnlich ist. In ungünstigen Samenjahren wird es besser sein, die Kulturgründung zu verschieben, als ungeeignetes Saatgut zu verwenden.

Durch die Verwendung von Saatgut, wie es der Samenhandel der letzten 50 bis 60 Jahre verbreitete, ist in Mitteleuropa eine große Anzahl von Fehlkulturen entstanden. Nur noch Reste von Altbeständen, die für die Gewinnung von anerkanntem Saatgut in Frage kommen, sind noch vorhanden. Die Gefahr, durch schlechte Rassen zu viel Fremdbestäubung und dadurch schlechte Formenvererbung zu erhalten, ist nach blütenbiologischen Untersuchungen des Verfassers und Denglers (1939) nicht so groß wie man angenommen hat. Der bestandeseigene Pollen ist zur Zeit der Blüte maßgeblich beteiligt. Allgemein kann gesagt werden, daß die Übertragung von Saatgut aus nördlichen und östlichen (kontinentalen) Wuchsgebieten nach Westen weniger schädlich ist

als die Übernahme südlicher oder westlicher (maritimer) Herkünfte nach Osten.

Erbliche Unterschiede der Rassen sind, wie oben gezeigt, festgestellt worden und ebenso ist es sicher, daß wir innerhalb jeder Rasse individuelle Verschiedenheiten, die erblich manifestiert sind, vorfinden. Die sich daraus ergebende Folgerung ist, durch Linientrennung aus den Rassenpopulationen die wirtschaftlich geeigneten Formen herauszufinden und gleichzeitig über den Erbgang dieser Eigenschaften genauere Kenntnis zu erhalten. Wie bei jeder Züchtung wird der Massenauslese, als solche können die Provenienzversuche bezeichnet werden, die Einzelauslese folgen müssen. Ferner muß eine Kombinationszüchtung, auf künstlicher Kreuzung aufbauend, einsetzen, und der Einfluß der Umwelt auf die Nachkommenschaften geprüft werden. Die vermutlich lange Dauer dieser Aufgabe wird durch gärtnerische Kunstgriffe (Pfropfung), variationsstatistische Berechnungen und, wenn möglich, internationale Versuchstätigkeit abgekürzt werden können.

ZÜCHTUNG UND AUSLESE.

Die Frage der Prüfung von Nachkommenschaften einzelner Bäume, um auf diese Weise individuelle Verschiedenheiten des Mutterbaumes zu erfassen, ist nicht neu und hat schon Cieslar, Zederbauer, Tschermak, v. Lochow, Münch, Fabricius, Kienitz, Sylvén, Austin, Busse, Langlet u. a. beschäftigt, wobei nicht nur die Kiefer, sondern auch andere Nadel- und Laubbäume herangezogen wurden. Jeder fand, daß der Zuwachs, die Formgestaltung und die Anpassung an Umweltverhältnisse sehr verschieden sind, und doch ist bisher in den seltensten Fällen die letzte Konsequenz daraus gezogen worden. In den letzten Jahren hat Schweden die Führung in der forstlichen Züchtung übernommen. Noch ist die Frage, ob die gefundenen Eigenschaften eines Baumes jährlich sich wiederholen oder ob der Einfluß des unbekannten Vaters nicht jährliche Verschiedenheiten bewirkt, offen. Es ist also noch festzustellen, ob die wirtschaftlich erwünschten Eigenschaften eines Mutterbaumes dominant oder rezessiv sind und ob die gefundenen Elitebäume für diese Eigenschaften heterozygot oder homozygot sind.

Für alle Baumarten, die vegetativ vermehrt werden können, ist die Beantwortung dieser Fragen nicht so vordringlich, da wir ja ohne Einschaltung der generativen Vermehrung eine Form fest-

halten können. Für die Kiefer ist jedoch die Festlegung des Erbganges einzelner Faktoren grundlegend. Es sei denn, wir versuchen durch künstliche Bestäubung auf gepfropfte Bäume jährlich gleiche Kombinationen zu erhalten. D e n g l e r (1939) konnte an neun- und zehnjährigen Kreuzungen von französischen, Rheinpfälzer, schottischen und märkischen Herkünften wertvolle Anhaltspunkte liefern. Er benutzte die Herkünfte des internationalen Vergleichsversuches und konnte zeigen, daß Kreuzungen innerhalb der gleichen Provenienz keine wesentlichen Unterschiede gegenüber den Eltern aufweisen, sobald aber Rassenkreuzungen vorgenommen werden, deutliche Unterschiede auftreten. So ist bei der Verbindung französischer $\times$ schottischer Kiefern die Wuchsleistung der Mutterrasse dominant und bei der Kreuzung Schotten $\times$ Märker ergab sich Heterosis. Die krumme Schaftform der Pfälzer ist ebenfalls dominant gegenüber der märkischen Kiefer. Zwei Jahrgänge der Kreuzung Franzosen $\times$ Märker waren in bezug auf Schaftbildung verschieden, so daß man, da verschiedener Pollen verwendet wurde, eine Heterozygotie des Mutterbaumes für diese Eigenschaft annehmen kann. Auch die blaugrüne Farbe der französischen Kiefer und die gelbliche Winterfarbe der ostrussischen Rassen ist in der F₁-Generation als dominant erkannt worden. D e n g l e r empfiehlt, da durch Pollen von Pfälzer Herkünften und französischen Rassen krummwüchsige Nachkommen entstehen können, diese zu entfernen oder zum mindesten diese in der Nähe von anerkannten Waldparzellen nicht zu dulden. Bei der Auslese einzelner Bäume wird natürlich auch das Augenmerk darauf zu richten sein, daß als Elite nur phänotypisch geradschäftige Formen gewählt werden. Es sei denn, man kann nachweisen, daß die Deformation der Bäume tatsächlich durch äußere Umstände entstanden ist.

Da es nun in einzelnen Fällen feststeht, daß die gefundenen Rassenunterschiede auf erblichen Eigenschaften beruhen und gegenüber den modifizierenden Einflüssen festgehalten werden konnten, war es naheliegend, auch in einem gleichförmigen Wachstumsgebiet zu versuchen, ob nicht die Auflösung einer Population weitere Aufschlüsse über die Variationsbreite einzelner Faktoren möglich macht. In der 1931 gegründeten Abteilung für Forstpflanzenzüchtung des E r w i n B a u r - I n s t i t u t e s der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in Müncheberg/Mark wurden daher in den Jahren 1934 bis 1941 vom Verfasser und seinen Mitarbeitern

jährlich im nahen Stadtforst (Müncheberg) zirka 100 Föhren durch Erklettern beerntet. Es sollte sich zeigen, ob bestimmte Eigenschaften jährlich wiederkehren, oder ob der Einfluß des jährlich verschiedenen väterlichen Pollens bei der Nachkommenschaft von Einzelbäumen in jungen Jahren zu erkennen ist. Es ist der Großzügigkeit Erwin B a u r s und Julius B u s s e s zu verdanken, daß diese Arbeiten in diesem Umfange gemacht werden konnten. Leider hat das Zeitgeschehen nach 1942 die Durchführung der Prüfung und die Fortsetzung dieser Arbeiten jäh unterbrochen. Dem Verfasser wurde seitens des Reichsforstamtes die weitere Bearbeitung der Föhre untersagt und die Weichlaubholzzüchtung zugewiesen.

Die Versuche waren unter der Voraussetzung angelegt worden, daß sich Eigenschaften selektionieren lassen müßten, die aus der Gestaltung der Jungpflanzen einen Schluß auf die spätere Entwicklung ermöglichen. Die Variationsbreite einzelner Eigenschaften gibt uns einen Einblick in die durch die Umwelt beeinflusste Gestaltung des äußeren Erscheinungsbildes. Für eine züchterische Auswertung müssen zuerst die Grundlagen an einer Herkunft erfaßt werden, um später darauf aufbauend, wirtschaftlich wertvolle Eigenschaften kombinieren zu können. Es war unter den gegebenen Verhältnissen vorerst gleichgültig, ob quantitativ oder qualitativ Fortschritte erzielt würden. Die einheitliche Bestandesgründung mit einer raschwüchsigen, aber grobüstigen Form ist genau so wertvoll wie ein reiner Bestand mit langsamwüchsigen und feinästigen Kiefern. Es galt auch Methoden zu finden, die eine Züchtung wirtschaftlich gestalten.

Der Müncheberger Stadtforst hat bis zur Jahrhundertwende eine eigene Klänge unterhalten und so für den eigenen Bedarf nur selbstgeerntetes Saatgut verwendet. So waren also mit Sicherheit die 60- bis 80jährigen Bestände bodenständiger, märkischer Herkunft. Dieser günstige Umstand gab Anlaß, aus diesen Altersklassen 100 Bäume zu wählen. Von jedem Baum wurde ein Bohrsplan genommen und auf Gesundheit und Alter geachtet. Die Auswahlbäume, die in fünf Abteilungen I. und III. Bonität stehen, wurden fortlaufend mit Nummern bezeichnet. Durch jährliches Erklettern mit Wolfgang Steigeisen wurden je Baum mindestens 100 Zapfen gepflückt. Diese wurden sorgfältig in Blechkästen getrennt gehalten und in einem Heißluftschrank geklengt. Der Samen wurde im Frühjahr nach eingehender Prüfung ausgesät.

Die Aussaat erfolgte im eigenen Saatkamp in der Weise, daß jede Saatnummer, die mit der Baumnummer übereinstimmte, in kleinen gleichgroßen Beetchen ausgesät wurde. Auf jedes Beetchen kamen 250 Samen und im Höchstmaß wurden vier Beetchen = 1000 Samen in Anspruch genommen. Vor der Beetreihe wurde ein Streifen gleicher Breite mit anerkanntem Saatgut des Müncheberger Forstes

Versuchsbeet-Anordnung für Nachkommenschaftsprüfungen.

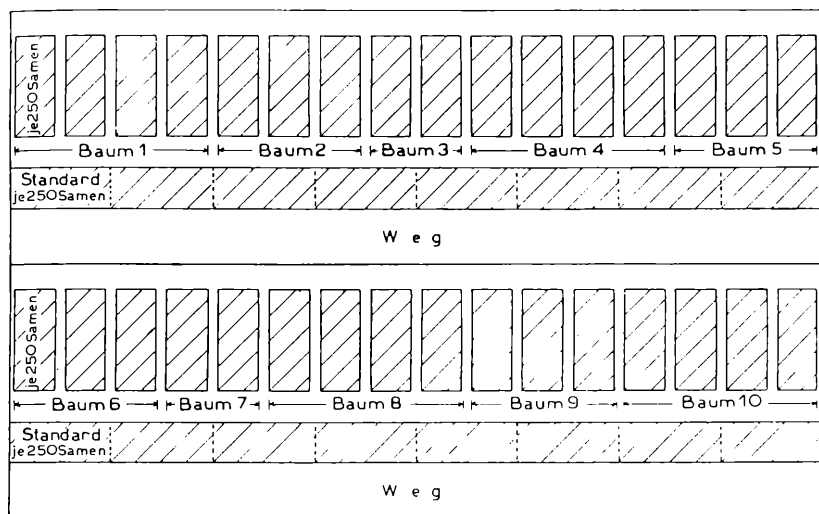


Abb. 4

beschießt, wobei ebenfalls die gleiche Menge von 250 Samen auf gleicher Fläche ausgesät wurde (Bild 4). Auf diese Art und Weise war es möglich, Bodenfehler sogleich festzustellen und während des ganzen Jahres stets Wuchsunterschiede der Nachkommenschaften zu erkennen. Diese Methode hat sich ausgezeichnet bewährt und ist auch bei anderen Holzarten angewendet worden.

Das Handelssaatgut der Kiefer ist vielfach eingehend untersucht worden, um die Herkünfte unterscheiden zu können (W. Schmidt, Kalela, Polskin, Busse, Rohmeder u. a.). Nach diesen Untersuchungen besitzt das Handelssaatgut 57 bis 68 Prozent schwarze und 43 bis 32 Prozent helle Körner. Die

Schwankungen sind jährlich sehr groß. Dies ist absolut verständlich, da jährlich andere Bäume beerntet werden und verschieden starker Zapfenbehang die Mischung verändern muß. Bei nördlichen Herkunft finden sich mehr helle Körner, bei den südlichen mehr schwarze. Es wurde selbstverständlich auch das Saatgut einzelner Bäume geprüft. Die Meinung, daß helle Körner langsamer keimen als schwarze, ist nur insofern richtig, als Samen nördlicher und alpiner Herkunft, die einen größeren Prozentsatz heller Farbe haben, oft eine Nachreife benötigen.

Das anerkannte Saatgut des Stadtforstes Müncheberg brachte folgendes Ergebnis: 56 Prozent schwarz, 31 Prozent braun, 13 Prozent weiß.

Tabelle III.

	schwarze Samen	braune Samen	weiße Samen
24. III.	53 $\frac{0}{10}$ gekeimt	62 $\frac{0}{10}$ gekeimt	54 $\frac{0}{10}$ gekeimt
25. III.	8	9	5
26. III.	8	6	8 „
27. III.	2	4	4 „
28. III.	6	— „	4
29. III.	— „ „	1 „ „	— „ „
	77 $\frac{0}{10}$	82 $\frac{0}{10}$	75 $\frac{0}{10}$

Die Keimgeschwindigkeit wäre in diesem Falle für helle, bzw. braune Kornfarbe günstiger als für schwarze Samen, die gekeimte Menge für weiß am geringsten.

Vergleichen wir nun die Keimfähigkeit der ausgewählten Individuen, so ist es nicht verwunderlich, daß wir große Unterschiede finden und auch die einzelnen Jahrgänge verschiedene Ergebnisse bringen. Es wurde wohl der gleiche Erntetermin (Mitte Dezember bis Mitte Jänner) eingehalten, aber die Witterung war variabel und dadurch die Einbringung naß oder trocken und auch die Reifezeit durch den vorhergegangenen Herbst verschieden. Hier konnten individuelle Unterschiede nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Die 54 ausgewählten Bäume (Tabelle IV) hatten als Mischsaat betrachtet 92 Prozent keimfähige Samen, während das anerkannte Saatgut 87 Prozent aufwies. Natürlich wurde bei der Samenauswahl der Einzelbäume größere Vorsicht angewendet als bei der Gewinnung der Handelsware, so daß keine Vergleichs-

Tabelle IV.

Keimschnelligkeit des Samens von 54 der Müncheberger Auswahlbäume.

Nr.	1. — 3. Tag	4. — 6. Tag	— 9. Tag	Tote ⁰ :
23	73	8	11	8
24	90	3	1	6
25	73	15	2	10
26	74	21	1	4
27	62	17	1	20
28	87	9	1	3
29	73	6	—	21
30	59	28	5	8
31	88	4	—	8
32	59	35	2	4
33	72	21	5	2
34	97	—	—	3
35	64	23	3	4
36	49	42	1	8
37	77	20	—	3
38	82	9	1	8
39	80	8	2	10
40	81	11	12	7
41	28	25	12	35
42	4	18	5	73
43	90	7	—	3
44	55	30	3	12
45	44	24	7	25
46	87	9	—	4
47	87	4	2	7
48	93	3	1	3
50	61	19	14	6
51	62	34	2	2
52	74	16	3	7
53	32	23	20	25
54	96	3	—	1
55	91	8	1	0
56	56	26	10	8
57	99	—	—	1
58	74	22	—	4
59	82	13	2	3
60	97	—	—	3
61	100	—	—	0
62	98	1	—	1
63	70	2	1	27
64	99	1	—	0
65	91	4	1	4
66	95	—	—	5
67	96	3	1	0
69	96	2	—	2
70	96	2	—	2
112	95	3	1	1
113	96	4	—	0
114	98	—	—	2
115	98	1	—	1
116	97	1	—	2
117	99	—	—	1
118	99	—	—	1
V _o	97	—	—	3

möglichkeiten waren. Die Vorprüfungen waren aber für die späteren Freiaussaaten unerlässlich. Als besonders wertvoll zeigte sich die Kenntnis individueller Keimschnelligkeit (Abb. 5).

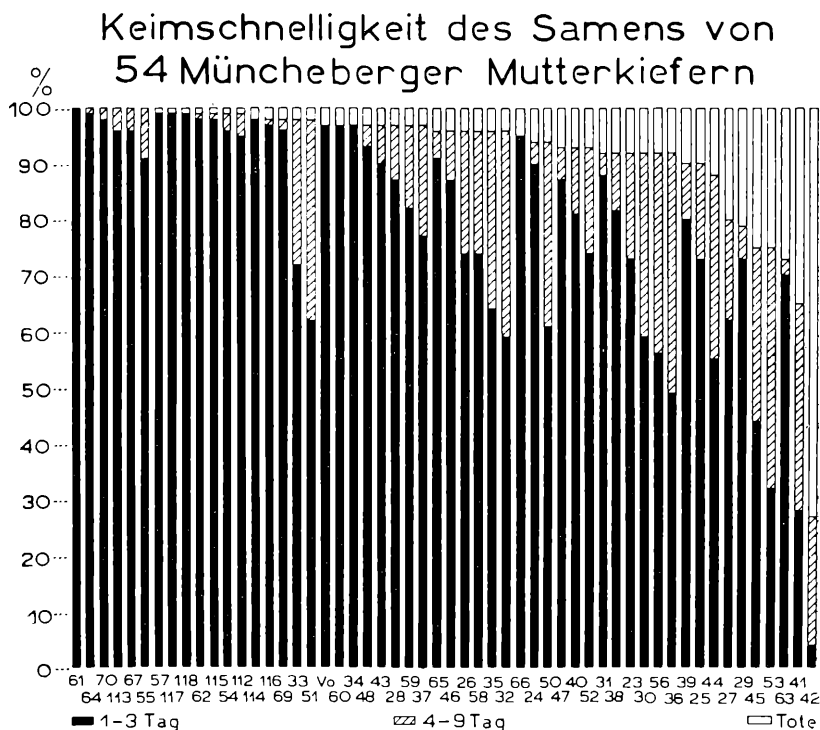


Abb. 5

Die morphologischen Eigenschaften, wie Samenfarbe, Flügel-form und -struktur sind je Baum sehr verschieden, aber in den Vergleichsjahren absolut gleich. Wir haben es ja mit mütterlichen Geweben zu tun, die durch den väterlichen Pollen nicht beeinflusst werden. Schon Busse hat darauf hingewiesen und hierin vor allem eine wertvolle Kontrollmöglichkeit bei Individualauslese gesehen. Es ist mir auch wiederholt vorgekommen, daß mir falsches Saatgut von Kontrollbäumen anderer Gegenden zugesandt wurde, aber der Vergleich mit älteren aufgehobenen Samen konnte jedes-mal ohne Schwierigkeiten die Fehlsendungen feststellen. Neben

den Kontrollsamen wurde von jedem Baum ein Samenbild angefertigt, wobei besonders die Unterschiede der Flügel hervortraten (Abb. 6). Leider sind Samen und Bilder vernichtet worden. Auch

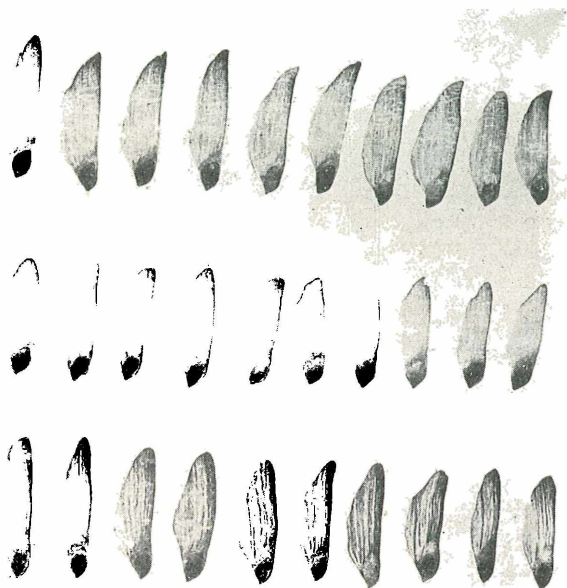


Abb. 6

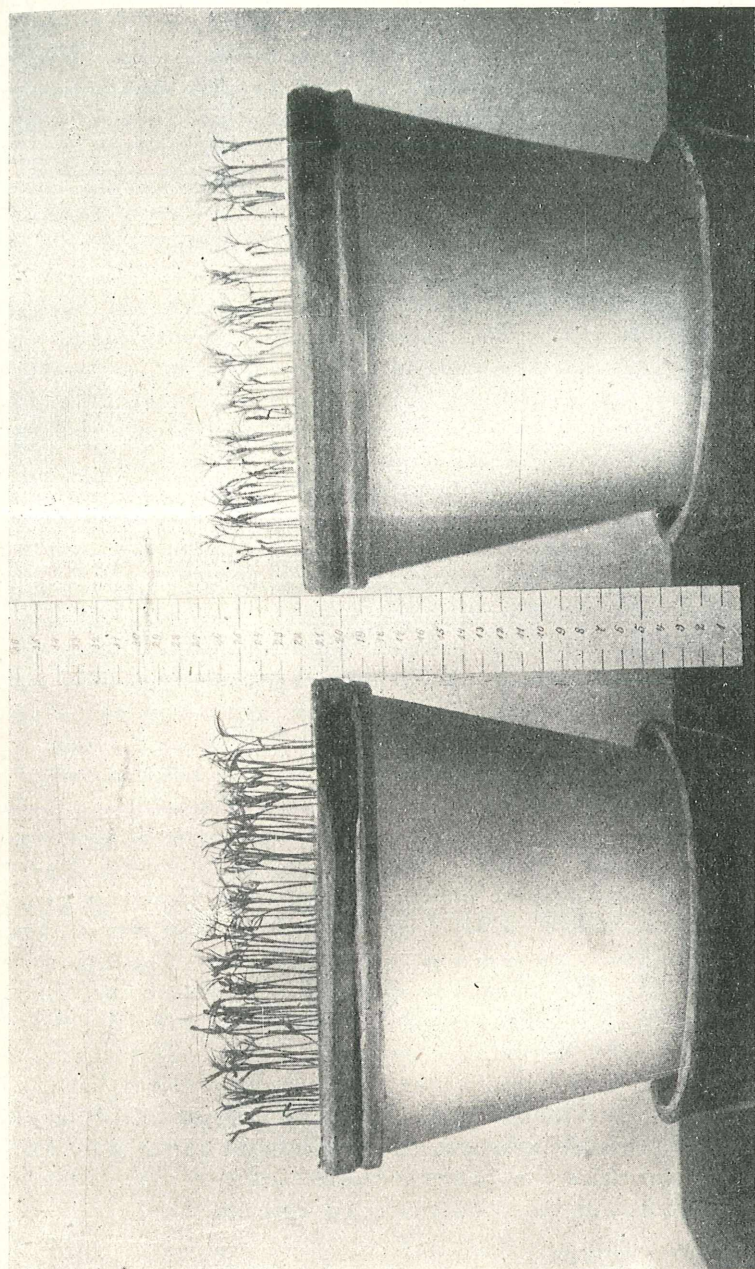
das Tausendkorngewicht ist individuell verschieden. Es gibt Bäume, deren Samen in den verschiedenen Jahren fast gleiches Gewicht besitzen, aber auch einzelne Individuen, die größere jährliche Schwankungen aufweisen (Tabelle V).

Der Wunsch, schon im Saatgut physiologische Eigenschaften festzustellen, um die spätere Wüchsigkeit zu beurteilen, hat auch schon lange die Saatgutkontrollstationen zu diesbezüglichen Untersuchungen veranlaßt. Busse, Langner, Rohmeder, Strohmeyer u. a. fanden, daß hohes Tausendkorngewicht für die erste Jugendentwicklung von Vorteil ist und nun forderte man deshalb eine Saatgutsortierung. Nur Rohmeder stellt hiebei bereits als notwendige Voraussetzung eine Individualauslese in den Vordergrund, denn eine Saatgutsortierung durch Siebung und so Trennung von Körnern nach Größe und Gewicht (Abb. 7) wird

Tabelle V.

Größensortierung des Samens und sein Tausendkorngewicht.

Anzahl der Samen					Tausendkorngewicht				
Nr.	bei einer Siebgröße von mm								un- sortiert
	1,5	2,0	2,5	3,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
23	26	773	201		3,5	4,6	5,7		4,77
24		302	698			5,2	6,3		5,98
25	59	831	110		3,0	4,2	5,4		4,28
26	3	600	397		3,0	5,5	6,0		5,53
27	2	558	440			4,7	6,8		5,64
28		122	878			5,8	7,5		7,28
29		126	874			6,0	7,8		7,38
30		377	618			5,9	7,2	7,9	6,73
31	76	827	97		3,0	5,1	5,9		5,02
33		483	517			5,3	6,3		5,90
35		43	931	26		6,2	7,5	9,2	7,50
36		265	735			5,9	6,9		6,65
37		383	617			5,3	6,6		6,10
39		172	828			5,4	6,5		6,28
40	9	823	168		4,4	5,4	6,3		5,52
41		63	922	15		6,2	7,9	8,6	7,93
42		138	861	1		5,8	7,3		7,16
43	7	595	398		4,3	5,8	6,8		6,24
44		546	454			5,9	6,7		6,30
45		439	561			5,7	7,1		6,57
48		173	827			5,4	6,8		6,56
50	4	313	682	1	5,0	5,7	7,2		6,75
51		162	838			5,3	6,6		6,38
52		239	639		5,0	5,5	6,3		6,08
53	4	498	498		5,0	5,8	6,6		6,19
55	1	134	865			5,6	6,9		6,72
57	7	683	310		3,6	5,5	7,2		6,08
63	1	496	503			5,9	6,0		6,03
67	8	664	323		3,7	5,5	6,5		5,81
68		418	582			5,5	6,4		6,14
69	10	860	130		3,5	5,1	5,8		5,20
113		205	735			5,2	6,6		6,37
115	12	565	423		3,3	5,4	6,6		5,94
116	4	821	175		2,5	4,9	5,9		5,11
117	1	746	253			6,1	7,5		6,51
118		430	570			5,6	6,3		6,03
V ₀		70	919	11		5,6	7,3		11,00
37 Bäume	236	16003	20702	59					6,21



Große Körner

Abb. 7

Kleine Körner

niemals das Liniengemisch verändern. Wie aus Tabelle V hervorgeht, ist die Variationsbreite des Samengewichtes eines Baumes so groß, daß von jedem Baum ein Teil zu den Auswahlssamen kommt. Wir haben die gleiche Population vor uns. Dies hat schon J o h a n n s e n an einer Population von Bohnen zeigen können, und er zeigte auch, daß erst eine Linientrennung eine gerichtete Selektion ermöglicht. Die Auswahl von Bäumen mit hohem Tausendkorngewicht verlangt allerdings eine genaue Kontrolle und erhöhte Werbungskosten, dafür könnten der Praxis genauere Vorschriften über die Aussaatmengen gegeben werden, wodurch viel Saatgut erspart werden würde. Die Tabelle zeigt die Siebtrennung von 37 Bäumen nach vier Größen und die dazu gehörenden Tausendkorngewichte. Die Größe des Kornes beeinflußt wohl nicht nur das Gewicht, sondern auch die Menge an Aufbaustoffen und deren Zusammensetzung. Würde die Auswahl nach hohem Samengewicht ohne Einzelbaumauslese erfolgen, so wäre auf alle Fälle für jede Herkunft (Klimagebiet) eine andere Größenordnung festzulegen, wodurch allerdings der Wert der Siebung herabgesetzt würde. Beispielsweise ist das Durchschnittsgewicht von schwedischen und finnländischen Herkünften 4 bis 5 g, während belgische und Mainebene-Herkünfte 6 bis 7 g besitzen. Auch haben alte Bäume geringeres und junge Bäume häufig hohes Tausendkorngewicht aufzuweisen. Sobald man zum Schutz der bodenständigen Rasse Althebestände beerntet, ist somit die Sortierung wieder anders zu wählen. Die Individualauslese ist auf jeden Fall bei der Saatgutauswahl am Platz. Wählt man aus einer Herkunft, wie in unserem Versuch, eine Anzahl Bäume aus und vergleicht das Saatgut und die daraus aufwachsenden Pflanzen, so finden sich Unterschiede in weiten Grenzen. Die im Müncheberger Stadtforst ausgewählten Bäume stehen im Alter von 75 bis 95 Jahren und stocken, wie erwähnt, in verschiedenen Abteilungen mit den Standortklassen I bis III. Das Samengewicht zeigt sich deutlich individuell verschieden (vgl. Tabelle VI). Der Baum Nr. 1 mit $8'6 \pm 0'68^1$) hat die schwersten Körner, der Baum Nr. 9 mit $4'65 \pm 0'67^1$) die leichtesten. Der Durchschnitt aller 104 beernteten Bäume ist 1934 bis 1939 in fünf Jahren $6'5 \text{ g} \pm 0'72$. Der Jahrgang 1938 wurde nicht in den Vergleich gezogen, da die Ernte zu gering war. Auch die Variationsbreite des Samengewichtes jedes Baumes ist sehr unterschiedlich und kann sich über 2 g erstrecken.

¹⁾ Dreifacher mittlerer Fehler.

Tabelle VI.

Durchschnitt der Tausendkorngewichte 1934 bis 1939 mit seinen
M $\pm$ m-Werten.

Nummer	M $\pm$ m	Nummer	M $\pm$ m
M 1	8,60 $\pm$ 0,226	M 51	6,42 $\pm$ 0,208
65	8,40 $\pm$ 0,321	64	6,40 $\pm$ 0,332
8	8,37 $\pm$ 0,353	99	6,39 $\pm$ 0,298
78	8,17 $\pm$ 0,205	82	6,34 $\pm$ 0,285
10	8,16 $\pm$ 0,350	17	6,34 $\pm$ 0,231
86	8,04 $\pm$ 0,315	95	6,33 $\pm$ 0,020
22	7,89 $\pm$ 0,243	89	6,21 $\pm$ 0,259
32	7,88 $\pm$ 0,344	61	6,21 $\pm$ 0,185
41	7,75 $\pm$ 0,255	5	6,20 $\pm$ 0,251
77	7,71 $\pm$ 0,315	13	6,19 $\pm$ 0,328
66	7,65 $\pm$ 0,247	79	6,17 $\pm$ 0,327
29	7,64 $\pm$ 0,203	81	6,17 $\pm$ 0,141
28	7,63 $\pm$ 0,308	83	6,16 $\pm$ 0,166
40 a	7,61 $\pm$ 0,292	33	6,15 $\pm$ 0,182
6	7,60 $\pm$ 0,286	97	6,14 $\pm$ 0,206
35	7,57 $\pm$ 0,502	63	6,13 $\pm$ 0,309
55	7,57 $\pm$ 0,249	69	6,13 $\pm$ 0,267
72	7,48 $\pm$ 0,365	27	6,07 $\pm$ 0,331
85	7,48 $\pm$ 0,182	48	6,05 $\pm$ 0,246
42	7,41 $\pm$ 0,318	68	6,03 $\pm$ 0,212
11	7,31 $\pm$ 0,265	37	6,00 $\pm$ 0,307
3	7,31 $\pm$ 0,238	12	5,97 $\pm$ 0,310
39	7,25 $\pm$ 0,208	104	5,97 $\pm$ 0,174
38	7,15 $\pm$ 0,172	57	5,93 $\pm$ 0,412
30	7,11 $\pm$ 0,296	16	5,93 $\pm$ 0,266
103	7,00 $\pm$ 0,182	34	5,93 $\pm$ 0,195
2	6,98 $\pm$ 0,246	40	5,91 $\pm$ 0,342
14	6,97 $\pm$ 0,349	26	5,91 $\pm$ 0,176
19	6,96 $\pm$ 0,219	70	5,89 $\pm$ 0,203
59	6,95 $\pm$ 0,265	91	5,86 $\pm$ 0,155
73	6,95 $\pm$ 0,145	67	5,85 $\pm$ 0,249
50	6,92 $\pm$ 0,131	94	5,83 $\pm$ 0,245
4	6,82 $\pm$ 0,455	24	5,49 $\pm$ 0,297
45	6,81 $\pm$ 0,295	93	5,78 $\pm$ 0,171
44	6,80 $\pm$ 0,400	21	5,71 $\pm$ 0,247
87	6,74 $\pm$ 0,280	71	5,69 $\pm$ 0,459
75	6,74 $\pm$ 0,207	92	5,67 $\pm$ 0,123
62	6,73 $\pm$ 0,246	46	5,65 $\pm$ 0,403
80	6,71 $\pm$ 0,236	7	5,62 $\pm$ 0,240
36	6,68 $\pm$ 0,256	60	5,53 $\pm$ 0,277
76	6,68 $\pm$ 0,205	56	5,56 $\pm$ 0,251
18	6,64 $\pm$ 0,278	58	5,53 $\pm$ 0,263
74	6,64 $\pm$ 0,259	52	5,51 $\pm$ 0,228
15	6,63 $\pm$ 0,211	96	5,47 $\pm$ 0,090
20	6,59 $\pm$ 0,279	31	5,44 $\pm$ 0,421
54	5,58 $\pm$ 0,209	98	5,37 $\pm$ 0,226
47	6,58 $\pm$ 0,131	100	5,26 $\pm$ 0,253
102	6,53 $\pm$ 0,071	84	5,25 $\pm$ 0,158
43	6,49 $\pm$ 0,365	23	5,07 $\pm$ 0,233
88	6,48 $\pm$ 0,182	90	4,92 $\pm$ 0,271
53	6,43 $\pm$ 0,414	25	4,74 $\pm$ 0,201
101	6,43 $\pm$ 0,185	9	4,65 $\pm$ 0,225

Sicher spielen ökologische Einflüsse eine Rolle, wie ja auch sicherlich die Niederschlagsmengen, besonders in den letzten Monaten vor der Reife, auf das Korngewicht einen Einfluß nehmen. Wie aus der Tabelle VII zu ersehen ist, ist eine auffallende Übereinstimmung zwischen der Niederschlagsmenge und den jährlichen Tausendkorngewichtsschwankungen vorhanden. Dieser verschiedenen starke Einfluß ist aber sehr weitgehend individuell und wohl genetisch bedingt.

Tabelle VII.

	1934	1935	1936	1937	1938	1939	Diffz.
Jahresniederschlag	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Müncheberg	470	508	406	296	483	730	324
Niederschlag Sept. bis Dez.	170	166	159	128	130	285	157
Tausendkorngewicht							
Durchschnitt	6,1 g	6,7 g	6,0 g	— g	6,3 g	7,3 g	1,3 g
Tausendkgw. B. Nr. 9	4,3	5,4	3,8	4,5	4,5	5,2	1,4
1	7,7	9,0	8,7	8,3	8,6	9,2	1,5
„ 18	6,1	6,8	6,1	—	6,6	7,6	1,5
„ 84	4,7	5,3	4,9	5,5	5,1	5,7	1,0
„ „ „ 71	4,8	6,5	4,4	—	5,9	6,7	2,3

Es ist ernährungsphysiologisch verständlich, daß die Witterung, besonders der Niederschlag, auf die Ausbildung von Zapfen und Samen ausschlaggebend einwirkt und die jährliche Schwankung neben der Variationsbreite hiedurch beeinflußt wird. Auffallend ist die Höhe der Differenz, die nur in einem Falle mehr als 2 g erreichte. Die Schwankung übersteigt bei diesem Untersuchungsmaterial nicht die für eine Mehrausbildung von einem Keimblatt notwendige Gewichtserhöhung, wie weiter unten gezeigt wird.

Die individuelle Verschiedenheit des Tausendkorngewichtes könnte auch von der Anzahl der Samen, die der Zapfen ausbildet, beeinflußt sein. Entweder ist die Anlage für Samenausbildung genetisch bedingt oder aber die Witterung während der Blütezeit modifiziert die jährlichen Veränderungen. Wie wir feststellen konnten, ist die Dauer der Empfangsfähigkeit der weiblichen Blüte nur sieben bis acht Tage. Es kann also eine Regenperiode den

Fruchtansatz auf ein Minimum herabsetzen, wie dies 1936 der Fall war. Trotz reichlicher Blüte fiel die Ernte 1937/38 fast gänzlich aus. Die Zapfen werden in solchen Fällen klein oder einseitig ausgebildet und geben außerdem dem wenigen Samen nicht die Möglichkeit, sich besonders gut zu entwickeln. Eine Korrelation zwischen Samen pro Zapfen Zapfenlänge Tausendkorngewicht besteht jedoch nicht. Die Korrelationsgrößen sind zwischen

Samen pro Zapfen Tausendkorngewicht $r = 0.06 \pm 0.09$; Regression $R = 0.13$;

Zapfenlänge Tausendkorngewicht $r = 0.124 \pm 0.098$; Regression $R = 0.046$.

Eine geringe Korrelation findet sich zwischen Zapfengewicht: Tausendkorngewicht $r = 0.02 \pm 0.095$; $R = 0.27$. Eine Steigerung von 100 g Zapfengewicht gibt eine Erhöhung von 0.27 g Tausendkorngewicht; Werte, die jedoch noch innerhalb der Fehlergrenze liegen.

Aus Tabelle VIII ergibt sich, daß eine Differenz von 315 g (vgl. Baum 31) eine Zunahme von 0.81 g des Tausendkorngewichtes zur Folge hätte. Die Ausbildung von großen oder kleinen Samen mendelt somit selbständig.

Von viel größerer Bedeutung ist die von meinem Mitarbeiter *Strohmeyer* an demselben Material festgestellte Korrelation zwischen Samengewicht und Keimblattzahl. $r = 0.48 \pm 0.004$ mit einer Regression von $R = 1.97$. Das bedeutet, daß 2 g Gewichts-differenz der Vermehrung um ein Keimblatt entspricht. Größere Körner hätten somit die Möglichkeit, über die Keimung hinaus nicht nur größere Nährstoffmengen zur Verfügung zu haben, sondern auch durch eine größere Assimilationsfläche sich ein stärkeres Wachstum zu sichern, was wiederum erhöhte Widerstandskraft gegen Umweltfaktoren ermöglicht. Die beigelegte Tabelle IX gibt die Mittelwerte von drei Jahren wieder. Die Übereinstimmung ist sofort erkennbar.

Wie gezeigt wurde, besteht zwischen den Samen pro Zapfen und dem Tausendkorngewicht keine Korrelation, wohl aber bestehen sehr schwache Abhängigkeiten 1. zwischen Zapfengewicht und Samen pro Zapfen und ebenso 2. zwischen Zapfenlänge und Samen pro Zapfen sowie begreiflicherweise 3. eine etwas stärkere Abhängigkeit zwischen Zapfenlänge und Zapfengewicht.

1. $r = 0.56 \pm 0.044$ mit einer R von 2.0. Steigt das Gewicht um 100 g, so ist mit 2 Samen mehr zu rechnen.

Tabelle VIII.

Gewicht von 100 Zapfen in Gramm für 1939 und 1940 Münchberger Stadtforst.

Nr.	Gewicht 1939	Gewicht 1940	Diff.	Mittel	Nr.	Gewicht 1939	Gewicht 1940	Diff.	Mittel
31	375	690	+ 315	532	40	524	613	+ 89	568
37	527	775	+ 248	651	19	634	721	+ 87	677
36	534	780	+ 246	657	16	556	642	+ 86	599
25	517	737	+ 220	627	76	524	610	+ 86	567
22	741	952	+ 211	846	8	609	694	+ 85	651
14	490	700	+ 210	595	91	532	613	+ 81	572
71	537	746	+ 209	641	102	551	630	+ 79	590
39	818	1020	+ 202	919	87	510	587	+ 77	548
27	556	755	+ 199	655	78	483	560	+ 77	521
68	459	652	+ 193	555	46	365	442	+ 77	403
70	417	610	+ 193	514	2	824	898	+ 74	861
26	598	786	+ 188	692	38	730	658	- 72	694
67	524	710	+ 186	617	17	520	592	+ 72	556
12	511	697	+ 186	604	98	497	564	+ 67	530
18	577	746	+ 169	661	33	844	910	+ 66	877
50	961	800	- 161	881	59	452	518	+ 66	485
29	681	840	+ 159	760	83	727	790	+ 63	758
54	456	615	+ 159	535	88	723	785	+ 62	754
7	492	646	+ 154	569	6	616	677	+ 61	646
82	394	548	+ 154	471	4	590	650	+ 60	620
92	478	629	+ 151	554	48	585	645	+ 60	615
52	394	537	+ 143	465	28	570	628	+ 58	599
23	428	570	+ 142	499	77	700	644	- 56	672
58	344	486	+ 142	415	95	887	832	- 55	859
100	413	545	+ 132	479	66	570	624	+ 54	597
61	398	530	+ 132	464	85	964	1017	+ 53	990
81	428	557	+ 129	492	73	767	819	+ 52	793
15	585	710	+ 125	647	69	515	567	+ 52	541
63	417	542	+ 125	479	99	647	698	+ 51	672
21	343	467	+ 124	405	96	387	438	+ 51	413
97	454	575	+ 121	514	65	760	810	+ 50	785
24	523	642	+ 119	582	93	487	536	+ 49	511
32	719	836	+ 117	777	86	387	435	+ 48	411
42	762	879	+ 117	820	34	760	805	+ 45	782
10	522	633	+ 116	580	45	910	867	- 43	889
3	459	562	+ 113	510	41	719	762	+ 43	740
89	572	684	+ 112	628	1	771	813	+ 42	792
56	467	579	+ 112	523	75	312	352	+ 40	332
62	520	630	+ 110	575	11	840	879	+ 39	859
103	469	578	+ 109	523	30	918	882	- 36	900
13	533	640	+ 107	586	74	720	688	- 32	704
64	440	547	+ 107	494	80	579	558	- 21	568
84	725	831	+ 106	778	47	586	605	+ 19	595
9	542	645	+ 103	593	43	552	540	- 12	546
20	509	610	+ 101	559	94	575	585	+ 10	580
51	715	813	+ 98	764	55	844	852	+ 8	848
44	650	745	+ 95	697	60	438	445	+ 7	442
53	545	630	+ 95	587	72	664	670	+ 7	667
79	613	721	+ 92	667	90	559	563	+ 4	561
35	694	785	+ 91	739	104	655	650	- 5	652
101	319	409	+ 90	364					

Tabelle IX.

**Durchschnitt der Tausendkorngewichte 1935 bis 1940 und
Durchschnitt der Keimblattzahlen 1936 bis 1939.**

Nr.	Tausendkgw. M $\pm$ m	Keimblz. M	Nr.	Tausendkgw. M $\pm$ m	Keimblz. M
1	8,60 $\pm$ 0,226	6,30	51	6,42 $\pm$ 0,203	5,77
65	8,40 $\pm$ 0,321	5,92	64	6,40 $\pm$ 0,332	5,87
8	8,37 $\pm$ 0,353	6,14	99	6,39 $\pm$ 0,298	6,00
78	8,17 $\pm$ 0,205	6,36	17	6,34 $\pm$ 0,231	5,46
10	8,16 $\pm$ 0,350	5,84	82	6,34 $\pm$ 0,231	6,14
86	8,04 $\pm$ 0,315	6,49	95	6,33 $\pm$ 0,020	5,93
22	7,89 $\pm$ 0,243	5,97	61	6,21 $\pm$ 0,185	5,70
32	7,88 $\pm$ 0,344	6,04	89	6,21 $\pm$ 0,259	5,85
41	7,75 $\pm$ 0,255	6,00	5	6,20 $\pm$ 0,251	5,61
77	7,71 $\pm$ 0,315	6,25	13	6,19 $\pm$ 0,328	6,06
66	7,65 $\pm$ 0,247	6,29	81	6,17 $\pm$ 0,141	5,73
29	7,64 $\pm$ 0,203	5,94	79	6,17 $\pm$ 0,327	5,64
28	7,63 $\pm$ 0,308	5,60	83	6,16 $\pm$ 0,166	5,86
6	7,60 $\pm$ 0,286	5,82	33	6,15 $\pm$ 0,182	5,64
55	7,57 $\pm$ 0,249	5,87	97	6,14 $\pm$ 0,206	5,54
35	7,57 $\pm$ 0,502	5,60	69	6,13 $\pm$ 0,267	5,88
85	7,48 $\pm$ 0,182	6,08	63	6,13 $\pm$ 0,309	6,10
72	7,48 $\pm$ 0,365	5,73	27	6,07 $\pm$ 0,331	5,87
42	7,41 $\pm$ 0,318	6,11	48	6,05 $\pm$ 0,246	5,75
3	7,31 $\pm$ 0,238	5,86	68	6,03 $\pm$ 0,212	5,61
11	7,31 $\pm$ 0,265	5,78	37	6,00 $\pm$ 0,307	5,59
39	7,25 $\pm$ 0,208	5,90	104	5,97 $\pm$ 0,174	5,54
38	7,15 $\pm$ 0,172	5,87	12	5,97 $\pm$ 0,310	5,52
30	7,11 $\pm$ 0,296	6,27	34	5,93 $\pm$ 0,195	5,73
103	7,00 $\pm$ 0,182	5,51	16	5,93 $\pm$ 0,266	5,83
2	6,98 $\pm$ 0,246	5,81	57	5,93 $\pm$ 0,412	5,40
14	6,97 $\pm$ 0,349	5,76	26	5,91 $\pm$ 0,176	5,30
19	6,96 $\pm$ 0,219	5,86	40	5,91 $\pm$ 0,312	5,65
73	6,95 $\pm$ 0,145	6,08	70	5,89 $\pm$ 0,203	5,71
59	6,95 $\pm$ 0,265	5,77	91	5,86 $\pm$ 0,155	5,32
50	6,92 $\pm$ 0,131	5,88	67	5,85 $\pm$ 0,249	5,89
4	6,82 $\pm$ 0,455	5,42	94	5,83 $\pm$ 0,245	5,66
45	6,81 $\pm$ 0,295	5,61	24	5,79 $\pm$ 0,297	5,82
44	6,80 $\pm$ 0,400	6,12	93	5,78 $\pm$ 0,171	5,33
75	6,74 $\pm$ 0,207	5,91	21	5,71 $\pm$ 0,247	5,37
87	6,74 $\pm$ 0,280	5,73	71	5,69 $\pm$ 0,459	5,82
62	6,73 $\pm$ 0,246	5,61	92	5,67 $\pm$ 0,123	5,36
80	6,71 $\pm$ 0,236	5,89	46	5,65 $\pm$ 0,403	5,33
76	6,68 $\pm$ 0,205	6,36	7	5,62 $\pm$ 0,240	5,33
36	6,68 $\pm$ 0,256	5,81	60	5,58 $\pm$ 0,277	5,71
74	6,64 $\pm$ 0,259	6,31	56	5,56 $\pm$ 0,251	5,57
18	6,64 $\pm$ 0,278	5,64	58	5,53 $\pm$ 0,263	5,92
15	6,63 $\pm$ 0,211	6,18	52	5,51 $\pm$ 0,228	6,09
20	6,59 $\pm$ 0,279	5,86	96	5,47 $\pm$ 0,090	5,66
47	6,58 $\pm$ 0,131	5,80	31	5,44 $\pm$ 0,421	5,68
54	6,58 $\pm$ 0,203	5,88	98	5,37 $\pm$ 0,226	5,69
102	6,53 $\pm$ 0,071	5,76	100	5,26 $\pm$ 0,253	5,51
43	6,49 $\pm$ 0,365	6,05	84	5,25 $\pm$ 0,158	5,22
88	6,48 $\pm$ 0,182	5,90	23	5,07 $\pm$ 0,233	5,36
101	6,43 $\pm$ 0,185	5,57	90	4,92 $\pm$ 0,271	5,31
53	6,43 $\pm$ 0,414	6,04	25	4,74 $\pm$ 0,201	5,44
			9	4,65 $\pm$ 0,225	5,50

2. $r = 0'63 \pm 0'066$ mit einer R von $0'490 = 1 \text{ cm}$ länger = 5 Samen mehr.

3. $r = 0'75 \pm 0'044$ mit einer R von $0'295$. Steigt die Länge des Zapfens um 1 cm, so nimmt das Gewicht um 295 g zu.

Es fiel jedes Jahr auf, daß manche Bäume trotz gutem Zapfenbehang ständig geringere Mengen an Samen lieferten. Die Bäume, die hier in Beobachtung stehen, haben freie Kronenentwicklung, so daß der Einwand, die Lage des Baumes verhindere eine Befruchtung, nicht stichhaltig ist. Die Ausbildung von Vollkörnern wird nicht nur durch günstige oder ungünstige Bestäubung hervorgerufen, sondern ist auch genetisch bedingt. Es besteht, ähnlich wie bei Roggenähren, eine Eigenschaft, die bewirkt, daß nur ein Teil der Samenanlagen vollkommen ausgebildet wird (Schartigkeit des Roggens). Die Zapfenlänge ist abhängig vom Alter des Baumes. Junge Bäume bis 30 Jahre haben eine Zapfenlänge von 5'5 bis 8 cm, während 100jährige Bäume 3'8 bis 4'6 cm lange Zapfen ausbilden. Die Zapfenlänge der 75- bis 85jährigen Münchberger Kiefern haben einen Variationsbereich von $4'60 \pm 0'26$ bis $2'89 \pm 0'36$. Die Extreme sind absolut gesichert, so daß neben modifizierenden Einflüssen mit genetisch bedingten Eigenschaften zu rechnen ist. Auch die Korrelation zwischen Samen pro Zapfen und Zapfenlänge (Tabelle X) ist so gering, daß mit selbständig mendelnden Faktoren gerechnet werden muß. Wohl wäre der Einwand berechtigt, daß wir nicht wie bei Getreide das Samenkorn nutzen und daher diese Eigenschaft nicht zu berücksichtigen ist. Doch ist bei der Individualauslese oder bei einer Saatgutsortierung oder bei einer natürlichen Auslese (Naturverjüngung) ein Wert darauf zu legen. Baum 10 mit einem Tausendkorngewicht von $8'16 \pm 0'315$, einer Keimblattzahl von 6 bis 7, aber nur 6 Samen pro Zapfen würde bei einem größeren Saatgutbedarf nicht zur Wirkung kommen. Das Gegenteil haben wir bei Baum 23 mit einem Tausendkorngewicht von $5'07 \pm 0'233$, einer Keimblattzahl von 5 bis 6 und einer Samenzahl von 21 pro Zapfen. Sowohl bei einer Massenauslese wie bei einer Einzelauslese müssen derartige Unterschiede Einfluß haben. Vielleicht wäre es wertvoll, an anderem Material zu prüfen, ob nicht eine geringere genetisch bedingte Vermehrbarkeit, analog anderen Objekten, eine erhöhte vegetative Wachstumsleistung zur Folge hat.

Tabelle X.

**Durchschnitt der Samen pro Zapfen und Zapfenlänge aus 1935
bis 1937 und 1939 bis 1940.**

Nr.	Samen pro Zapfen M $\pm$ m	Zapfenlänge M $\pm$ 3 m	Nr.	Samen pro Zapfen M $\pm$ m	Zapfenlänge M $\pm$ 3 m
M 45	23 $\pm$ 2,05	4,29 $\pm$ 0,95	M 53	14 $\pm$ 1,65	3,86 $\pm$ 0,57
36	22 $\pm$ 2,84	4,27 $\pm$ 1,08	24	14 $\pm$ 1,55	3,53 $\pm$ 0,48
23	21 $\pm$ 2,95	3,61 $\pm$ 0,62	89	14 $\pm$ 1,52	4,02 $\pm$ 0,45
55	21 $\pm$ 2,48	3,93 $\pm$ 0,34	20	14 $\pm$ 1,27	3,66 $\pm$ 0,39
11	21 $\pm$ 1,71	4,12 $\pm$ 0,66	61	14 $\pm$ 1,26	3,48 $\pm$ 0,54
12	20 $\pm$ 3,34	3,70 $\pm$ 0,64	6	14 $\pm$ 1,09	3,67 $\pm$ 0,54
57	20 $\pm$ 3,18	4,34 $\pm$ 1,38	68	14 $\pm$ 0,95	3,92 $\pm$ 0,53
98	20 $\pm$ 3,01	3,48 $\pm$ 0,18	25	14 $\pm$ 0,55	3,80 $\pm$ 0,59
84	20 $\pm$ 2,52	3,89 $\pm$ 0,44	19	13 $\pm$ 2,27	3,98 $\pm$ 0,69
39	19 $\pm$ 2,39	4,14 $\pm$ 0,59	87	13 $\pm$ 1,77	3,67 $\pm$ 0,39
94	19 $\pm$ 2,26	3,85 $\pm$ 0,63	100	13 $\pm$ 1,58	3,61 $\pm$ 0,47
95	19 $\pm$ 1,45	4,00 $\pm$ 0,36	56	13 $\pm$ 1,38	3,68 $\pm$ 0,45
40	19 $\pm$ 0,57	3,62 $\pm$ 0,35	99	13 $\pm$ 1,34	3,76 $\pm$ 0,29
41	18 $\pm$ 2,92	4,49 $\pm$ 0,60	90	13 $\pm$ 1,31	3,35 $\pm$ 0,45
38	18 $\pm$ 2,81	3,87 $\pm$ 0,51	7	13 $\pm$ 1,14	3,45 $\pm$ 0,45
34	18 $\pm$ 2,27	4,60 $\pm$ 0,26	4	13 $\pm$ 1,02	3,64 $\pm$ 0,49
26	18 $\pm$ 2,23	4,02 $\pm$ 0,55	52	13 $\pm$ 0,87	3,67 $\pm$ 0,59
74	18 $\pm$ 2,10	4,19 $\pm$ 0,39	47	13 $\pm$ 0,50	3,32 $\pm$ 0,52
67	18 $\pm$ 1,52	4,26 $\pm$ 0,56	102	12 $\pm$ 2,98	3,88 $\pm$ 0,44
91	18 $\pm$ 0,89	3,43 $\pm$ 0,29	85	12 $\pm$ 2,08	4,26 $\pm$ 0,43
51	18 $\pm$ 0,78	4,37 $\pm$ 0,39	9	12 $\pm$ 1,87	3,77 $\pm$ 0,33
48	18 $\pm$ 0,70	3,72 $\pm$ 0,33	5	12 $\pm$ 1,71	4,00 $\pm$ 0,48
32	17 $\pm$ 4,27	4,13 $\pm$ 0,39	17	12 $\pm$ 1,68	3,69 $\pm$ 0,48
79	17 $\pm$ 2,74	3,66 $\pm$ 0,38	82	12 $\pm$ 1,64	3,47 $\pm$ 0,34
72	17 $\pm$ 2,59	3,99 $\pm$ 0,41	77	12 $\pm$ 1,43	3,88 $\pm$ 0,35
83	17 $\pm$ 2,08	4,21 $\pm$ 0,57	35	12 $\pm$ 1,31	4,02 $\pm$ 0,59
13	17 $\pm$ 1,82	3,50 $\pm$ 0,59	21	12 $\pm$ 1,25	3,58 $\pm$ 0,54
33	17 $\pm$ 1,55	4,33 $\pm$ 0,69	78	12 $\pm$ 1,23	3,48 $\pm$ 0,28
16	17 $\pm$ 1,48	3,91 $\pm$ 0,49	63	12 $\pm$ 1,12	3,34 $\pm$ 0,40
30	16 $\pm$ 2,81	3,95 $\pm$ 0,78	62	12 $\pm$ 1,05	3,79 $\pm$ 0,59
80	16 $\pm$ 2,68	3,75 $\pm$ 0,11	50	12 $\pm$ 0,98	4,31 $\pm$ 0,32
44	16 $\pm$ 2,26	3,72 $\pm$ 0,47	15	12 $\pm$ 0,71	3,91 $\pm$ 0,69
73	16 $\pm$ 2,14	4,20 $\pm$ 0,65	84	11 $\pm$ 2,25	3,60 $\pm$ 0,42
66	16 $\pm$ 1,53	3,53 $\pm$ 0,63	27	11 $\pm$ 1,82	3,51 $\pm$ 0,93
2	16 $\pm$ 1,38	3,87 $\pm$ 0,62	65	11 $\pm$ 1,82	4,00 $\pm$ 0,57
42	16 $\pm$ 1,25	4,27 $\pm$ 0,23	46	11 $\pm$ 1,25	2,89 $\pm$ 0,36
88	16 $\pm$ 0,95	3,87 $\pm$ 0,23	43	11 $\pm$ 1,20	4,03 $\pm$ 0,40
37	15 $\pm$ 3,09	3,71 $\pm$ 0,69	76	11 $\pm$ 1,14	3,64 $\pm$ 0,38
29	15 $\pm$ 2,47	4,02 $\pm$ 0,75	97	11 $\pm$ 0,87	
31	15 $\pm$ 2,00	3,97 $\pm$ 0,81	54	11 $\pm$ 0,84	3,59 $\pm$ 0,41
14	15 $\pm$ 1,34	3,62 $\pm$ 0,63	71	10 $\pm$ 1,87	3,68 $\pm$ 0,55
104	15 $\pm$ 1,34	3,68 $\pm$ 0,32	59	10 $\pm$ 1,01	3,22 $\pm$ 0,60
93	15 $\pm$ 1,14	3,61 $\pm$ 0,36	64	10 $\pm$ 0,54	3,54 $\pm$ 0,87
92	15 $\pm$ 1,01	3,70 $\pm$ 0,26	86	9 $\pm$ 1,85	3,37 $\pm$ 0,30
103	15 $\pm$ 0,71	3,63 $\pm$ 0,43	58	9 $\pm$ 1,09	3,54 $\pm$ 0,56
3	14 $\pm$ 2,74	3,65 $\pm$ 0,23	75	9 $\pm$ 0,55	3,15 $\pm$ 0,19
8	14 $\pm$ 2,60	3,76 $\pm$ 0,36	28	8 $\pm$ 1,30	3,28 $\pm$ 0,12
69	14 $\pm$ 2,26	3,55 $\pm$ 0,19	70	8 $\pm$ 0,95	3,74 $\pm$ 0,47
1	14 $\pm$ 2,17	4,05 $\pm$ 0,51	60	7 $\pm$ 2,61	3,66 $\pm$ 0,33
18	14 $\pm$ 1,94	4,19 $\pm$ 0,56	101	7 $\pm$ 1,10	3,30 $\pm$ 0,27
22	14 $\pm$ 1,76	3,60 $\pm$ 0,45	10	6 $\pm$ 0,92	3,86 $\pm$ 0,61

Es wurde weiter untersucht, ob die Anlage für mehr Keimblätter auch späterhin eine größere Menge von Seitenzweigen, bzw. Winterknospen bewirkt. Wenn auch Unterschiede vorhanden sind, so besteht keine Übereinstimmung mit der Keimblattzahl. Ebenso ist keine Korrelation zwischen Korngröße und Vegetationsabschluß vorhanden. Es sind dies eben Eigenschaften, die selbständig mendeln. Die Möglichkeit, durch künstliche Entfernung des Wipfeltriebes (W. Schmidt) eine Auslese auf gute Regeneration zu erreichen, ist sowohl herkunftweise als auch individuell verschieden ausgeprägt und kann als eine Eigenschaft angesehen werden, die von der Jugendentwicklung auf das spätere Wachstum schließen läßt.

Die Kulturen mit den Nachkommenschaften der Müncheberger Auswahlbäume wurden noch 1936 durch 50 Selektionsbäume aus der Landsberger Heide (Forstamt Wildenow) erweitert, die sämtliche über 100 Jahre alt waren. Im Müncheberger Forst stehen die Jahrgänge 1935 bis 1939 mit je 100 bis 150 Pflanzen pro Nummer auf Schlagflächen, wobei neben jeder Langreihe eine Reihe Standard (anerkanntes Saatgut — Stadforst Müncheberg) gepflanzt ist. Auf diese Weise ist während der Jugendentwicklung ständig eine Kontrolle zwischen Individualauslese und Population möglich. Für später war gedacht, den Standard zu entfernen und nur die Einzelnachkommenschaften zu vergleichen. Der jährliche Höhenzuwachs ist vermessen worden. Die Pflanzungen wurden jedoch vielfach durch die Kämpfe um Berlin schwer geschädigt. Von den Vermessungsprotokollen stehen mir leider nur vier Nachkommenschaften aus dem B-Jahr ¹⁾ 1935, C-Jahr 1936, D-Jahr 1937 und E-Jahr 1938 zur Verfügung. Das Material ist jedoch genügend, um eindeutig zu belegen, daß die Versuchsanordnung eine Nutzanwendung gestattet. Eine Bestandesauflösung gibt die Möglichkeit, mit Hilfe einer Vergleichsprüfung mehrerer Erntejahre über den wirtschaftlichen Wert einzelner Bäume Aufschluß zu geben (Abb. 8). Die gleichzeitig als Standard benützte anerkannte Saat (standortgerechte Population) gestattet einen Vergleich mit der bisher benutzten Herkunft. Man kann den Wert der mütterlichen Eigenschaften erkennen und nicht nur die Jugendentwicklung untersuchen, sondern bis zum hiebreifen Alter Feststellungen machen. Verfasser ist der Ansicht, daß eine gut gelungene gleich-

¹⁾ B-Jahr $\equiv$ 2. Sammeljahr, C-Jahr $\equiv$ 3. Sammeljahr u. s. w.

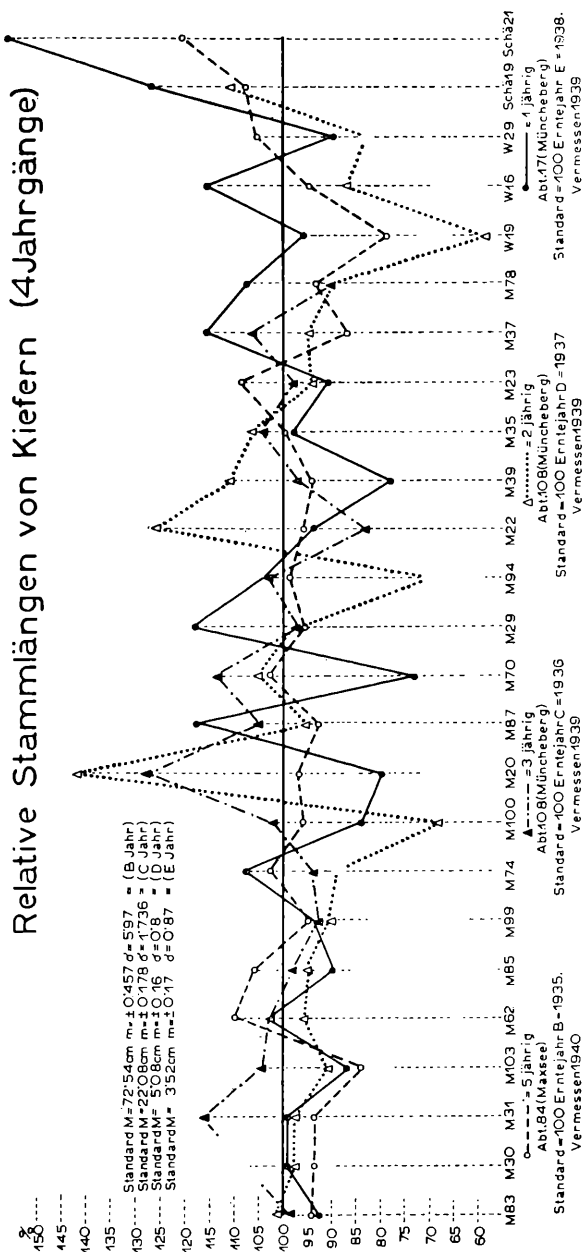


Abb. 8

mäßige Bestandesgründung auch schon den züchterischen Aufwand rechtfertigt.

Während der Mutterbaum jährlich der gleiche ist, haben wir mit einem jährlichen Pollengemisch zu rechnen, das von der Windrichtung und den lokalen Umwelteinflüssen beeinflusst wird. Nur die Mutterbäume, die in den Wuchseigenschaften Dominanz und Homozygotie aufweisen, werden, durch den Pollen unbeeinflusst, jährlich ähnliche Wüchsigkeit besitzen. Rezessive und heterozygote Individuen werden große Abweichungen in den einzelnen Jahren zeigen. Es sind z. B., wie das Bild 8 zeigt, die Nummern M 83, M 99, M 35 sehr ähnlich in ihren Abweichungen vom Standard. Die Nummern M 20, M 22 und M 19 haben wieder große jährliche Unterschiede. Die Nummern 10, 38 und M 5 sind nur einmal unter dem Standard und die Nummern M 74, M 70 und M 37 wieder zeigen positive und negative Abweichungen von der Vergleichspopulation. Eine absolute Plusvariante ist bei dieser Versuchsreihe nicht gefunden worden. Dies ist aber erklärlich, da keine Plusvarianten des Bestandes als Mutterbäume gewählt wurden. Die heute in Schweden übliche Auswahl von besonders auffallenden Plusvarianten im ganzen Reich bedingt naturgemäß die Sicherheit, zu einem großen Prozentsatz Elitenachkommen zu erzeugen. Der Vergleichsversuch ergibt eindeutig, daß mindestens dreimalige Ernte und dreimalige Vergleichsprüfung notwendig sind. Eine Prüfung, wie sie in der Landwirtschaft üblich ist, nämlich durch eine sechsfache Wiederholung in schachbrettförmiger Anordnung, ergibt wohl einen sehr genauen mittleren Fehler, aber eine Sicherheit über den Einfluß der jährlich veränderten Pollen können wir erst durch eine Prüfung mehrerer Jahrgänge erhalten. Sicher ist auch, daß sich die Züchtung in dieser Art und Weise wesentlich verkürzt. Wenn noch durch Pfropfungen „Samenplantagen“ mit künstlicher Bestäubung herangezogen werden, haben wir volle Berechtigung, von einer Züchtung besserer Nadelbäume zu sprechen.

Schlußfolgerung: Die Provenienzversuche und Nachkommenschaftsprüfungen haben wertvolle Grundlagen für eine praktische Züchtung bei *Pinus silvestris* geliefert. Für eine große Reihe von physiologischen und morphologischen Eigenschaften konnten einwandfreie Erbfaktoren verantwortlich gemacht werden. Es ist daher eine der nächsten Aufgaben, die Modifikation und den Einfluß der Umwelt zu untersuchen, um die Variationsgröße

gesichert festzulegen. Vom genetischen Standpunkt aus bewirkt Heterozygotie, verstärkt durch das allogame Verhalten der Kiefer, besonders starke Variabilität, die durch Außeneinflüsse der Umwelt überlagert wird, wie dies für Zapfen, Samen, Samenausbildung, Sämlingsaufwuchs und Nadellänge festgestellt wurde. Die schon gebrachte Feststellung, daß die Wüchsigkeit der Kiefer von mindestens drei Faktoren bedingt ist (Bild 1), gibt uns die Möglichkeit, nach bestimmten, in der Landwirtschaft angewendeten und erprobten Züchtungsmethoden zielbewußt vorzugehen. Bei dem allogamen Roggen z. B. hat man durch ständige Auswahl von Elitepflanzen Züchtungserfolge von kaum geahntem Ausmaße erreicht. Der Vorgang bei einer Kiefernzüchtung wird aber etwa folgender sein: Aus guten Beständen sind wertvolle Elitebäume zu wählen, von diesen durch Nachkommenschaftsprüfungen die nächste Generation zu ziehen und für die gewünschten Eigenschaften möglichst weitgehend homozygote Individuen zu suchen. Die erste Elite wird mit einem Mantel der Elitenachkommen umgeben und so eine Kombination von gleichen Eigenschaften weitgehend gefördert. Natürlich sind zur Verkürzung der Generationsfolge gärtnerische Methoden anzuwenden, wie Pfropfung, Reizung zur frühen Blütfähigkeit und künstliche Bestäubung, wie dies in Schweden bereits durchgeführt wird. Die Prüfung auf Wüchsigkeit ist, wie schon wiederholt erkannt wurde, schon im 1. und 2. Aufwuchsjahre möglich. Der oft gebrachte Einwand, daß die Kiefer nur jedes 3. bis 4. Jahr reichen Samenansatz hat, ist nach den hier gebrachten Untersuchungen nicht maßgeblich. Bei der Bepflanzung einer Kulturfläche könnte auch mit geringeren Mengen von Elitenachkommen durch sachgemäße Verteilung (z. B. jede 10. Pflanze) eine große Fläche mit Zukunftsbäumen besetzt werden. Noch vor wenigen Jahren, da man noch über die Bestäubungsverhältnisse wenig Erfahrung hatte, stand man einer Kombinationszüchtung absolut ablehnend gegenüber; heute sucht man durch neue Züchtungsmethoden die Heterosis von F₁-Pflanzen zu nutzen. Vorbildlich arbeitet Schweden durch Isolierung ganzer Bäume und Bestäubung von weiblich blühenden Pflanzenreisern. Die praktische Durchführung der Züchtung ist eine Organisationsfrage geworden, aufbauend auf der Grundlagenforschung bei verschiedenen Baumarten. Die Provenienzversuche der Zukunft sollten zur Klärung des Umwelteinflusses mehr auf Elitenachkommenschaften aufgebaut werden, da immerhin die

Gewähr besteht, daß durch Ausschalten der Minusvarianten das erstrebte Ziel des Holzproduktionsvergleiches deutlicher zum Vorschein kommt. Will man einen Durchschnittswert einer Herkunft klarstellen, ist es ein Leichtes, die Nachkommen von einer bestimmten Anzahl von Ausgangsbäumen gemeinsam zu behandeln. Der Züchtung wäre gleichzeitig gedient durch die so erfaßte Auflösung der Population. Die schon von Cieslar, Engler und Zederbauer vorgeschlagene Versuchsanlage ist nach den vorliegenden Versuchen geeignet, sowohl Provenienzfragen zu lösen als auch Auslesezüchtung durchzuführen. Die Auswahl der Bäume ist jedoch auf einer breiteren Basis aufzubauen.

ZUSAMMENFASSUNG.

Während sich die bisherigen Provenienzversuche fast durchwegs mit einer Massenauslese von Populationen befaßten, wird auf die Notwendigkeit einer Einzelauslese von Elitebäumen hingewiesen. Auf Grund fremder und eigener Versuche wird am Beispiel der *Pinus silvestris* gezeigt, welche erbbedingten Eigenschaften bisher festgestellt werden konnten (Immunität gegen Schüttebefall, Wachstumschnelligkeit, Dauer der Vegetationsperiode, Winterverfärbung der Nadeln, Ausbildung der Stammform, Heliotropismus der Keimlinge, Bildung von Johannistrieben und Regenerationsfähigkeit des Wipfeltriebes, Trockensubstanzgehalt der Nadeln, Form und Farbe der Zapfen, Sameneigenschaften, Holzeigenschaften). In Müncheberg/Mark durchgeführte Versuche zur Auflösung einer bodenständigen Population hatten das Ziel, Verfahren zur Prüfung von Nachkommenschaften, insbesondere hinsichtlich des Einflusses des Vater-Pollens, zu entwickeln sowie zu untersuchen, inwieweit aus Eigenschaften der Jungpflanzen auf die spätere Entwicklung geschlossen werden kann.

Die hiebei gemachten Feststellungen sind vor allem: Eine Sortierung der Samen nach der Größe führt nicht ohneweiters zu einer Linientrennung. Zwischen Niederschlagsmengen der einzelnen Jahre und dem Tausendkorngewicht der entsprechenden Ernten besteht eine auffallende Übereinstimmung. Beziehungen zwischen Samenzahl je Zapfen : Zapfenlänge : Tausendkorngewicht sind nicht nachweisbar. Dafür besteht eine schwache Korrelation zwischen Zapfengewicht : Tausendkorngewicht sowie vor allem zwischen Samengewicht und Keimblattzahl, indem einer Steigerung des Tausendkorngewichtes um 2 g eine Vermehrung um ein Keim-

blatt entspricht. Ferner konnte festgestellt werden, daß die geringe Samenproduktion bestimmter Bäume genetisch bedingt ist. Auch die Regenerationsfähigkeit nach Wipfelbeschädigungen ist herkunftsweise und individuell verschieden. — Besondere Beobachtungen bezogen sich auf die durch jeweils andere Bestäubungsverhältnisse bedingten Unterschiede zwischen den Nachkommen derselben Mutterbäume, aber aus verschiedenen Samenjahren. Schließlich wird auf die Möglichkeit der Anwendung gärtnerischer Kunstgriffe (Pfropfung, Anregung der Blühfähigkeit, künstliche Bestäubung), wie sie besonders in Schweden weitgehende Anwendung finden, sowie auf die Anlage besonderer „Samenplantagen“ hingewiesen.

(Der vorstehende Aufsatz betrifft die Flury'schen Systemnummern 12.11.3, 12.15, 12.25, 23.23.)

Literaturverzeichnis

- Austin L., The Institute of Forest Genetics. Amer. Forests 1937.
 Berndt G., Die bisherigen Ergebnisse der Individualauslese bei der Kiefer. Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwiss. I. 1935, S. 402.
 Burger H., Zuwachs und Nadelmenge bei verschiedenen Föhrenrassen Eglisau, Schweiz. Schweiz. Z. Forstw. 1936, S. 349—352.
 Burger H., Ertragsfähigkeit der Standorte und ihre Holzerzeugung. Schweiz. Z. Forstw. 1940.
 Burger H., Holz, Blattmenge und Zuwachs. Die Lärche. Mitt. d. Schw. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen 1945, Bd. 25, H. 1.
 Busse J., Einfluß des Alters der Mutterkiefer auf ihre Nachkommenschaft. Mitt. d. Dendr. Ges. 1931, S. 62—75.
 Busse J., Forstliche Züchtung. D. Forstwirt 1936, S. 869.
 Busse J. u. Tröger R., Fremdrassigkeit und Schlechtrassigkeit im ost-deutschen Kiefernwalde. Z. Forst- u. Jagdw., 1938, S. 177—194.
 Cabianca, Die Erkennung der guten Samenbäume. Bull. Soc. centr. for. Belg. 1933, S. 499—504.
 Cajander A. K., Einige Reflexionen über die Entstehung der Arten, insbesondere innerhalb der Gruppe d. Holzgewächse. Acta Forestalia Fennica, 1921, S. 1—12.
 Cieslar A., Über die Erblichkeit des Zuwachsvermögens bei den Waldbäumen. Cbl. f. d. g. Forstw. 1895.
 Dengler A., Künstliche Bestäubungsversuche an Kiefern. Z. Forst- u. Jagdw. 1932, S. 513.
 Dengler A., Fremde Kiefernherkünfte in zweiter Generation. Z. Forst- u. Jagdw. 1938, H. 3.
 Dengler A., Über die Entwicklung künstlicher Kiefernkreuzungen. Z. Forst- u. Jagdw. 1939, S. 457.
 Dengler A., Die Nachkommenschaften zweier krummwüchsiger Alleekiefern aus Ostpreußen und dem hessischen Tiefland. Mitt. H. G.-Akad. 1943, S. 136—146.
 Fabricius L., Forstliche Versuche. XVI. Forstwiss. Cbl. 1936, S. 213—229.
 Fabricius L., Erbgut oder Umwelt. Forstwiss. Cbl. 1938, S. 206—218.

- Hassenkamp W., Pflanzenzüchtung und Forstwirtschaft. Forstarchiv 20. Jg., Heft 5/6, 1944.
- Hägglund E., Holzchemie, Leipzig, 1939.
- Johannsen W., Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena. 1926.
- Kalela A., Zur Synthese der experimentellen Untersuchung über Klimarassen der Holzarten. Helsinki 1937.
- Kienitz M., Formen und Abarten der gemeinen Kiefer. Z. Forst- u. Jagdw. 1911, S. 4.
- Kiellander C. L., Om barrträdsförädling och barrträdsympning. (Über Nadelholzveredlung und Nadelholzpflanzung.) Svensks Papperstidning Nr. 23/1946.
- Langlet O., Studien über die physiologische Variabilität der Kiefer und deren Zusammenhang mit dem Klima. Medd. Stat. Skogsförsöksanst. Stockholm, 1936, H. 29.
- Langlet O., Provenienzversuche mit verschiedenen Holzarten. Sv. Skogsv. Tidskr. 1938. (Reichhaltige Literaturangaben.) S. 55—278.
- Langlet O., Om miljö och årtlighet samt om förutsättningarna för växtförädling av skogsträd. (Über Umwelt und Vererbung, sowie über die Voraussetzungen für Züchtungen der Waldbäume.) Norrlandsskogsvårdsförbunds Tidskrift 1937, S. 49—99.
- Langlet O., Om möjligheterna att skogsodla med gran- och tallfrö av ortsförädlade proveniens. (Über die Möglichkeiten der Forstzüchtung mit Fichten- und Kiefern Samen ortsfremder Provenienzen). Sv. Skogsvårdsförbundens Tidskrift 1945, S. 1—11.
- Langlet O., Några iakttagelser över vinterfärgningen hos Tall Pinus silvestris. (Einige Beobachtungen über die Winterfärbung bei der gemeinen Kiefer Pinus silvestris.) Svensk Bot. Tidsk., Bd. 36, Heft 2-3, 1947.
- Langner W., Die Frage der Baumrassen im europäischen Walde. Intersylva 1946, S. 467—472.
- Langner W., Züchtung auf Wüchsigkeit. Forstwiss. Cbl. 1939, S. 313—318.
- Lindquist B., Den Skogliga Rasforskningen och praktiken. (Die forstliche Rassenveredlung und Praxis). Sv. Skogsvårdsförbundens Förlag, Stockholm, 1946.
- Lochow v., Etwas über die Forstpflanzenzüchtung. Züchter 1929, S. 73—79.
- Münch E., Verhalten der Nachkommen fremder Kiefern rassen in F. Forstwiss. Cbl. 1924, H. 2.
- Oppermann, Renkbuchen in Dänemark. Cbl. f. d. g. Forstw. 1909, S. 103 bis 129.
- Vavilov N., Geographische Gencentren unserer Kulturpflanzen. Z. f. Abstammungslehre Suppl. I.
- Poskin A., Influence de l'origine du Pin silvestre. Bull. Soc. centr. for. Belg. 1923, S. 368—379.
- Rohmeder E., Ergebnisse der forstlichen Saatgutforschung als Mittel zur Ertragsteigerung des Waldes. Forstarchiv 1942, S. 165—176.
- Schenk C. A., Fremdländische Wald- und Parkbäume. Berlin, 1939.
- Schmidt W., Neuere biologische Untersuchungsbefunde zur Erkennung von Rasseneigenschaften. D. Forstwirt 1932, S. 425.
- Schröter C., Übertragbarkeit der Schlangenfichte. Zürich, 1898.
- Strasburger E., Geschlitztblättrige Rothuche. Jena, 1891, S. 26.
- Strohmeyer J., Über die züchterische Bedeutung des Tausendkorngewichtes der Kiefern. I. Forstarchiv 1938, S. 152—157.
- Sylvén N., Über Bestäubungsversuche mit Kiefern und Fichte. Medd. Stat. Skogsförsöksanstalt Stockholm, 1910, S. 229.
- Sylvén N., Waldbaumzüchtung in Schweden. Intersylva, 1942, S. 455—461.

- Sylvén N., Arsberättelse öfver Föreningens för Växtförädling verksamhet under år 1946. (Jahresbericht des Ver. zur Förderung der Baumrassenveredlung 1946.)
- Trendlenburg R., Das Holz als Rohstoff. München 1939.
- Tubeuf C. v., Vererbung von Hexenbesen. Naturwiss. Z. Land- Forstw. 1910, S. 582—583.
- Turesson G., The selective effect of climate upon the plant species. Hereditas 1930.
- Vanselow K., Neue Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der Kiefern-rassenfrage. Jahresb. Dtsch. Forstver. 1936, S. 244—256.
- Vries de, Mutationstheorie. Jena, 1901.
- Wettstein W., Lichtbedürfnis und Dürrewiderstandsfähigkeit Kiefer. Forstwiss. Cbl. 1938, H. 22.
- Wettstein W., Die Prüfung individueller Verschiedenheiten bei der Kiefer. D. Forstwirt 1940, S. 295.
- Wettstein W., Zur Blütenbiologie von *Pinus silvestris*. Z. Forst- Jagdw. 1940, S. 404—409.
- Wettstein W., Saatgut und Züchtung. Forstwiss. Cbl. 1942, S. 135—142.
- Wettstein W. u. Daubinet Ch., Luxurierende Kreuzungen bei *Pinus silvestris*. Züchter 1941, H. 9.
- Zederbauer E., Versuche über individuelle Auslese bei Waldbäumen. Cbl. f. d. g. Forstw. 1912, S. 201; 1913, S. 197.
- Zederbauer E., Beiträge zur Biologie der Waldbäume. Cbl. f. d. g. Forstw. 1916, S. 233—247.