Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 101 (1950)

Heft: 5

Artikel: Ziele und Grenzen der Züchtung bei Waldbäumen

Autor: Fischer, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-765990

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Abnahme der Wasserführung infolge Quellfassungen usw. zu einem starken Rückgang des Fischbestandes geführt. Auf dem Gebiet der Seefischerei ist der Kanton bestrebt, den in ihrer Existenz gefährdeten Berufsfischern entgegenzukommen. Den nicht sehr bedeutenden jährlichen Einnahmen des Staates aus den Fischereibewilligungen stehen beträchtliche Aufwendungen für den Betrieb der eigenen Fischzuchtanstalten und für den Ankauf der Brut von privaten Unternehmungen gegenüber. Vorgesehen ist die Schaffung eines hydrobiologischen Instituts, dessen Untersuchungen eine Bewirtschaftung der Gewässer auf biologischer Grundlage ermöglichen sollen.

Die *Jagd* wird nach dem Patentsystem ausgeübt. An Gebühren nimmt der Kanton jährlich etwa 150 000 Franken ein, eine an sich bescheidene Summe, der aber keine großen Ausgaben gegenüberstehen, da die Jagdverbände auf eigene Kosten den Wildbestand zu erhalten und zu erhöhen suchen. Der Erhaltung des Wildbestandes dienen auch die eidgenössischen Bannbezirke und die kantonalen Schongebiete. Für die Vergütung von Wildschäden besteht ein besonderer Fonds der Jagdverbände.

Die Forderungen der verschiedenen Interessengruppen auf den Gebieten von Jagd und Fischerei gehen vielfach stark auseinander. Noch größer sind in manchen Fragen die Spannungen zwischen Jägern und Fischern einerseits und den Vertretern des Naturschutzes anderseits. *Kz.*

Ziele und Grenzen der Züchtung bei Waldbäumen

Von Dr. *F. Fischer,* Zürich

Bei allen Diskussionen darüber, ob auf forstlichem Gebiet eine Pflanzenzüchtung einen Sinn habe, wird immer wieder ein grundlegender Fehler gemacht: Man versucht, diese Frage unabhängig von der Lehre über Entstehung, Aufbau und Behandlung des Waldes zu behandeln. Entsprechend dem großen Vorbilde, der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung, versuchte man die dort bewährten Methoden direkt zu übertragen, ohne sich genügend Rechenschaft darüber zu geben, in wie mancher Hinsicht die landwirtschaftliche Produktionstechnik sich von der forstlichen unterscheidet (vgl. Löffler, 21).

Das allgemein anerkannte Ziel der Forstwirtschaft lautet, möglichst viel und gutes Holz in kürzester Zeit unter Wahrung der Nachhaltigkeit zu erzeugen. Um dieses Ziel zu erreichen, stehen als wichtigste Mittel zur Verfügung Holzartenwahl, Bestandeserziehung und Erntemethoden. Der erweiterte Nachhaltigkeitsbegriff hat (Leibundgut, 19) nicht nur den Sinn der gleichbleibenden Holznutzung oder des unveränderten Geldertrages, sondern der höchstmöglichen Werterzeugung und Schutzwirkung des Waldes. Nach unseren heutigen Erkenntnissen ist das Nachhaltigkeitsprinzip nur zu verwirklichen, wenn sich der Waldbau auf naturgesetzliche Grundlagen stützt. Solche Grundlagen erwarten wir von der

Erforschung der ökologischen Verhältnisse in Naturwäldern. Unser Wirtschaftswald muß eine Holzartenzusammensetzung und einen Aufbau aufweisen, der mit dem Naturwald mindestens das gemeinsam hat, daß seine biozönotischen Verhältnisse im Gleichgewicht bleiben.

Ein für das Gleichgewicht der Lebensvorgänge wichtiger Faktor ist, daß eine Holzart genetisch nichts Einheitliches, sondern eine Population von unter sich recht beträchtlich verschiedenen Individuen darstellt. Der Populationscharakter erlaubt den Arten, was bei der durchschnittlich großen Lebensdauer der Bäume sehr wichtig ist, wechselnden Anforderungen der Umwelt Individuen mit passender Veranlagung gegenüberzustellen. Die Population ist also in dem Sinne anpassungsfähig, als naturbedingten Selektionsvorgängen immer wieder andere Populationsteile zu widerstehen vermögen. Daß diese Vorgänge für den Bestand als Ganzes von Bedeutung sind, versteht sich von selbst.

Ganz allgemein zielen nun Züchtungsmaßnahmen an irgendwelchen Lebewesen darauf hin, bestimmte, gewöhnlich mehrere, für wirtschaftlich wichtige Merkmale verantwortliche Anlagen herauszuarbeiten, womöglich zu steigern und erblich zu fixieren. Der Populationscharakter geht dadurch verloren. Wie aber eben gezeigt wurde, ist die z. B. dem Landwirt lästige Unausgeglichenheit irgendeines pflanzlichen oder tierischen Bestandes für den Waldbauer eine unerläßliche Voraussetzung, wenn er dem Wirtschaftsziel mit Sicherheit gerecht werden soll. Das Züchtungsziel der Waldbaumzüchtung wird demnach durch waldbauliche Grundforderungen sehr maßgebend beeinflußt; obwohl die Grundlage, die Vererbungswissenschaft, für jegliche Züchtung gilt, muß der Waldbaumzüchter meistens andere Wege suchen, um sein Ziel anzustreben.

Bei diesen Einwänden ist allerdings nicht zu übersehen, daß bei geeigneten waldbaulichen Maßnahmen züchterisch vereinheitlichtes Material, innerhalb vernünftiger Grenzen verwendet, nicht gleich zu katastrophalen Auswirkungen zu führen braucht. Was der Waldbauer erreichen muß und kann, ist (wirtschaftlich betrachtet) eine Verminderung des Risikos; im allgemeinen darf die Züchtung nicht zu Reinbeständen, zum Holzackerbau zurückführen. Einzel-, gruppen- oder horstweise Beimischung besonderer Holzarten, handle es sich nun beispielsweise um Exoten, deren Anbaueignung häufig ebenso unbekannt ist wie jene irgendwelcher Züchtungsprodukte, wird das Anbaurisiko praktisch beheben. Gelingt der Versuch, so kann sehr viel gewonnen sein; mißlingt er, so entsteht doch wenigstens kein unerträglicher Produktionsausfall.

In diesem Zusammenhange ist auch die Frage zu berühren, ob die Standortsrasse, d. h. der von einem bestimmten Standort ausgelesene Populationsteil einer Art, bei züchterischen Maßnahmen zu berücksichtigen sei. Bestände die Behauptung zu Recht, daß alles andere als die Standortsrasse schlechter sei, so würde eine Züchtung zum vorneherein

illusorisch. Die Auffassung, daß jeder Standort seine im Verlaufe der Jahrhunderte entstandene eigene Rasse aufweise, ist wohl insofern richtig, als der Standortsbegriff nicht zu eng gefaßt wird. Ebenso wird in Ermangelung besserer Kenntnisse mit Recht an der Forderung festgehalten, daß für einen gegebenen Standort die dort bodenständige Rasse zu verwenden sei. Der Anbauversuch allein kann aber Auskunft geben darüber, ob nicht doch besser geeignete Rassen vorkommen. Bei den Föhrenversuchen hat sich innerhalb geographisch weiter Räume gezeigt, daß baltische Herkünfte weitaus die besten Formen bei gleichzeitig gutem Zuwachs ergaben. Die schlimmen Auswirkungen bedenkenloser Holzartenverschiebung gehen in den meisten Fällen darauf zurück, daß hinsichtlich Form schlecht veranlagte Bäume zur Samenernte dienten.

Man darf nicht vergessen, daß die natürliche Selektion vor allem auf physikalisch-ökologische Konkurrenzfähigkeit gerichtet ist und den Ansprüchen des wirtschaftenden Menschen, dem die Form des Baumes wichtig ist, nicht Rechnung zu tragen braucht. Übrigens ist eine Standortsrasse nur in seltenen Fällen ein wirklich die Bezeichnung Rasse verdienender Bestand. In der Mehrzahl der Fälle sind solche Bestände Populationen, deren Merkmale jeweilen um einen mehr oder weniger stark voneinander verschiedenen Mittelwert pendeln. Bei Untersuchungen an Fichte zeigte es sich sehr schön, wie jeder Standort offensichtlich den zu ihm passenden Populationsteil aussiebt, so daß schließlich die Rassenunterschiede verschwinden. Wirklich den Namen verdienende Rassen können nur dann entstehen, wenn (wie bei der Föhre) die Verbreitungsgebiete seit langem unterbrochen sind oder wenn (wie bei der Fichte in der Schweiz) geographisch gut isolierte Gebiete (z. B. das Engadin) vorliegen.

Man darf deshalb voraussetzen, daß die meisten Holzarten ohne Gefährdung innerhalb verhältnismäßig weiter Grenzen verschiebbar sind, wenn nur die ausschlaggebenden klimatischen Faktoren mit dem jährlichen Wachstumsrhythmus der Pflanzen zusammenpassen. Solche begrenzenden Faktoren sind für die Schweiz in erster Linie durch die vertikale Gliederung bedingt. Diese etwas verallgemeinernden Feststellungen befreien allerdings nicht von der Pflicht, den standörtlichen Verhältnissen einer Holzart vorgängig eventueller Züchtungsmaßnahmen alle Aufmerksamkeit zu schenken.

Eine der schwierigsten Aufgaben für die Waldbaumzüchtung ist die Beantwortung der Frage, auf welche Merkmale gezüchtet werden soll, also die Frage nach dem konkreten Züchtungsziel. Die landwirtschaftliche Züchtung kann sich in dieser Beziehung nach klar umrissenen Bedürfnissen richten, die verhältnismäßig kurz befristet sind. Die Waldwirtschaft dagegen erntet (L e i b u n d g u t, 19) heute, was sie gezwungenermaßen von früher übernehmen mußte, ohne den Rohstoff noch wesentlich

beeinflussen zu können. Ebenso fördert und lenkt sie eine Erzeugung (Leibundgut, 19), ohne die an sie gestellten künftigen Anforderungen zu kennen. Der Waldbau wird nie in der Lage sein, den momentanen wirtschaftlichen Anforderungen folgen zu können, immer vorausgesetzt, daß am Prinzip der Nachhaltigkeit festgehalten wird. Wir kennen wirklich im Jahre 1950 nicht die Ansprüche der Holzverbraucher vom Jahre 2050.

Diese Einwände hätten nun allerdings besonderes Gewicht, wenn sich der Waldbauer dazu verführen ließe, besondere Holzarten, Holzartenrassen und, was sinngemäß dasselbe wäre, Züchtungsprodukte in großem Ausmaße anzubauen. Damit würde er ein einseitiges Risiko, wirtschaftlich wie biologisch, eingehen.

Es gibt aber eine Reihe von Faktoren, von denen mit großer Bestimmtheit anzunehmen ist, daß sie heute und in Zukunft wertfördernd und wertbildend bleiben. Eine genügende Masse einer bestimmten Holzart vorausgesetzt, sind es vor allem

die Wuchsleistung,
die Stammausmaße und die Stammform,
die Kronenform und
die Holzbeschaffenheit.

Gute Wuchsleistung mag als selbstverständliche Forderung erscheinen, obwohl der technische Wert mancher Hölzer gerade durch einen engen Jahrringbau bedingt ist. Da Holz ein voluminöser und verhältnismäßig schwerer Rohstoff ist, sind auch Formmerkmale von Bedeutung. Je geeigneter die Stammausmaße (je vollholziger) und je einfacher die geometrische Form (runder Querschnitt, gerade Achsen), um so einfacher gestalten sich Rücken, Lagern, Transport und Verarbeitung. Schmale Kronen erleichtern die waldbauliche Behandlung, gestatten höhere Stammzahlen je Flächeneinheit und damit erhöhte Produktion. Die Kronen- und Astausmaße beeinflussen stark die Gewinnungskosten und sind von Bedeutung für die Holzbeschaffenheit.

Neben diesen mehr morphologischen Merkmalen, die der züchterischen Bearbeitung lohnend erscheinen, verdienen noch einige physiologische besonderer Erwähnung. Holzartenrassen mit kurzer sommerlicher Vegetationszeit, in der Regel also mit Widerstandsvermögen gegen Frühfrost, sind wichtig in den großen Aufforstungs- und Verbauungsgebieten in der Nähe der Waldgrenze. Ein besonders schönes Beispiel bilden in dieser Hinsicht die Aufforstungen am Muot bei Bergün, wo heute mit beträchtlichem Aufwand an Mitteln und wechselndem Erfolg versucht wird, eine Grenze von 2200 m zu erreichen.

Frostresistenz, in diesem Falle gegen Spätfröste, ist ferner eine wichtige Eigenschaft, die die Lärche im Mittelland haben sollte (Burger, 2);

die Untersuchungen Münchs (23) zeigten, daß die Lärche gegen Spätfröste sehr empfindlich ist; Frostschäden führen zu Krebsbefall.

Für verschiedene Holzarten, deren Anbau durch gefährliche Krankheiten in Frage gestellt erscheint, sollten resistente Formen gefunden werden. — Diese wenigen Beispiele genügen, um darzulegen, in welcher Richtung züchterische Maßnahmen an Waldbäumen erwünscht erscheinen.

Es frägt sich nun, wieweit das Material einer züchterischen Bearbeitung überhaupt zugänglich ist. Die Provenienzforschung hat bei den meisten Holzarten mit aller wünschenswerten Deutlichkeit den Nachweis erbracht, in welch starkem Ausmaße die Arten oft variieren. Vor allem bei der Föhre als der am besten untersuchten und methodisch am leichtesten zugänglichen Art konnten eine ganze Reihe erbkonstanter Verschiedenheiten nachgewiesen werden. Ohne Zweifel verhalten sich andere Holzarten ähnlich, wenn auch der Nachweis methodisch bedeutend schwieriger fällt, wie beispielsweise für Fichte und Tanne. Jedenfalls ist mit einer reichen Variabilität bei den Holzarten zu rechnen, und sie bildet die Grundlage für die Züchtung (Langlet, 16; Schreiber, 28).

Die meisten unserer wichtigen Holzarten sind Fremdbefruchter; soweit dies untersucht ist, sind sie aber selbstfertil. Silvén (29) führte im Jahre 1909 Selbstbestäubungen an Fichten durch; die Mittelhöhen nach 27 Jahren betrugen (Langlet, 17):

Selbstbefruchtung				freie Bestäubung			
Baum 1	Baum 3	Baum 4	Baum 5	Baum 1	Baum 3	Baum 4	Baum 5
4,42 m	4,20 m	4,26 m	5,60 m	9,70 m	7,65 m	10,31 m	8,38 m
Mittel (1 bis 5)		4,30 m		9,37 m			
Abgang		25 %		0 %			
beschädigt		33 %		14 %			

Es trat also eine starke Inzuchtdepression in Erscheinung. Zweifellos spielten aber auch modifikative Einflüsse mit. Eine Scheitelhöhe von 9,37 m mit 27 Jahren spricht an sich für keinen besonders günstigen Anbauort. Von den aus Selbstbestäubung entstandenen Fichten gingen 25 % ein, von den windbestäubten keine. Zur Zeit der letzten Aufnahme waren von den noch lebenden Pflanzen bei den aus Selbstbestäubung entstandenen 33 %, bei den windbestäubten nur 14 % beschädigt. Die Depression im Höhenwachstum ist demnach nicht allein auf Inzuchterscheinungen zurückzuführen, sie ist ziemlich sicher ebenso durch Umweltbedingungen beeinflußt. — Die durch Selbstbestäubung entstandenen Pflanzen stehen in relativ starkem Freistand. Das kleine Beispiel gibt gleichzeitig auch

einen Einblick in die methodischen Schwierigkeiten bei Versuchen mit Waldbäumen.

Der russische Forscher Koleßnikoff (15) fand nach einem Bericht aus dem Jahre 1929, daß Eiche, Linde, Ulme, Birke fähig waren, Selbstbestäubung mehr oder weniger zufriedenstellend auszuhalten. Einzig die Versuche an *Pinus silvestris* verliefen völlig ergebnislos. Dengler (3, 4) konnte später nachweisen, daß bei Föhre nach Selbstbestäubung alle Übergänge von außerordentlicher Inzuchtdepression bis zu nur geringem Zurückbleiben gegenüber aus Kreuzbefruchtung entstandenen Pflanzen auftraten.

Diese Fragen sind hier deshalb näher erörtert, weil im Falle, daß bei den Holzarten eine verhältnismäßig gute Selbstfertilität vorläge, Züchtungsverfahren nach den Grundsätzen der Getreidezüchtung, z. B. Mais, Anwendung finden könnten (Sylvén, 30; Volkart, 31). Es bestünde die Möglichkeit, reine Linien zu erzeugen, da ja bei Selbstbestäubung die Heterozygoten mit jeder Generation rasch abnehmen.

Besonders gute Linien müßten dann wiederum gekreuzt werden, wobei neben den gewünschten Merkmalen *Heterosis,* d. h. erhöhtes Wuchsvermögen, zu erwarten wäre. Obwohl dieses Verfahren — in groben Zügen eine Begründungszucht mit nachfolgender Kreuzungszucht — theoretisch durchaus im Bereich des Möglichen liegt, dürfte es eben doch nicht mehr als Theorie darstellen. Der Zeit- und Kostenaufwand wäre zu groß.

Der Zeitaufwand wäre deshalb noch größer, weil bei den meisten Holzarten ohnehin zunächst eine Einzelauslese mit Beurteilung der Nachkommenschaft stattfinden müßte. Die Waldbäume sind einerseits sehr gemischterbig (heterozygot), anderseits starken modifikativen Einflüssen unterworfen, wie sie das Leben im Bestand mit sich bringt. Es erschiene deshalb als allzu gewagt, nur gestützt auf Phänotypen derart weitreichende und kostspielige Arbeiten einzuleiten.

Die hier als Vorarbeit zu einer evtl. späteren Begründungszucht geschilderte Einzelauslese mit Beurteilung der Nachkommenschaft stellt aber trotzdem die unerläßliche Voraussetzung für eine Waldbaumzüchtung dar. Versuche von Münch (24) haben gezeigt, daß die Nachkommenschaften aus verschiedenen Jahren stammen müssen, um mit Sicherheit auf mütterlicherseits dominante Veranlagungen schließen zu können. Der väterliche Anteil, das oft erwähnte Pollengemisch, scheint demnach jedes Jahr verschieden zu sein, indem nicht immer dieselben Bäume blühen. Die Versuche Münchs (24) zeigen aber vor allem, daß es ein entmutigendes Unterfangen ist, Einzelauslese mit Nachkommenschaftsprüfung nach freier Abstäubung zu betreiben.

Wir kommen in Zukunft nicht darum herum, nach sorgfältigster Einzelauslese von den gleichen Bäumen auch Pfropfungen anzulegen. Die Nachkommenschaftsprüfung an Hand von zunächst am Auslesebaum ge-

sammeltem (also aus freier Bestäubung entstandenem) Saatgut kann einen Hinweis geben auf erblich besonders günstig veranlagte Mütter. Wir können, gestützt auf diese erste Orientierung, die je nach Holzart 3 bis 5 Jahre beansprucht, an den inzwischen blühreif gewordenen Pfropfungen künstliche Bestäubung vornehmen. Die Isolation der Blüten ist nicht ganz einfach (Dengler, 3), setzt vor allem eine gute Kenntnis der Blühbiologie und häufige Kontrollen voraus. Auf diesem Wege wird es möglich sein, aus einer ersten, allerdings sorgfältigen Auslese die geeignetsten Individuen (« besten Vererber ») ausfindig zu machen. Diese müssen dann durch Pfropfung vegetativ vermehrt und schließlich in künstlichen Samenerntebeständen vereinigt werden (Jensen, 6; Larsen, 18; Kiellander, 13).

In vielen Fällen ist aber schon ein Fortschritt erreicht, wenn eine sorgfältige Auswahl von Erntebäumen durch Pfropfung sofort zu künstlichen Erntebeständen zusammengebracht wird. Die eben beschriebenen zeitraubenden Arbeiten der Nachkommenschaftsprüfung erfolgen am gleichen Material erst nach und nach. Ungeeignete Individuen scheiden demnach nicht von allem Anfang an aus. In der Zwischenzeit wird dafür ein bereits praktisch verwendbares Saatgut erzeugt, das allerdings die erwünschten Anlagen zu einem geringern Teil als der genetisch geprüfte und gesäuberte Bestand aufweisen wird.

Diese zum Teil bei uns in Ausführung begriffenen Maßnahmen zielen demnach nicht darauf hin, eine einheitlich veranlagte Zuchtsorte zu erzeugen. Die Gründe dafür, warum dies nicht erreicht werden muß und nicht erreicht werden darf, wurden bereits erwähnt. Dazu kommt folgende Überlegung: Erst innerhalb seiner Umwelt, die vom Waldbauer wesentlich beeinflußbar ist, vermag der Baum seinen vollen Wert zu entwickeln. Einer der wichtigsten diesbezüglichen Umweltfaktoren — passende allgemeine Standortsbedingungen vorausgesetzt — ist die Konkurrenz mit seinesgleichen. Da der Baum wächst, ist es eine Aufgabe der waldbaulichen Kunst, mit Hilfe der Durchforstungen stets ein geeignetes Verhältnis zwischen Konkurrenz und genügendem Standraum zu schaffen. Der Waldbauer erwartet deshalb nicht von jedem Bestandesmitglied einen vollen Ertrag. In der Regel bleiben von 10 und mehr Tausend Individuen pro ha nur wenige Hundert bis zu ihrer vollen Reife. Mindestens diese aber sollten von höchstem Wert sein. Damit sei nun allerdings nicht der auch schon gemachte Vorschlag wiederholt, wonach eine Mischung von voraussichtlich gut und minderwertig veranlagten Individuen einzubringen wäre. Eine gewisse Ausgeglichenheit, namentlich des Höhenwachstums, ist auch bei Holzartenpopulationen erforderlich, wenn sie wirklich erziehbar sein sollen. Ferner ist die Durchforstung, wirtschaftlich betrachtet, um so ertragreicher, je mehr wertvolle Sortimente sie ergibt, also um so mehr Ernte sie gleichzeitig darstellt.

Daraus geht hervor, daß die Züchtung von Waldbäumen vom naturgesetzlich-biozönotischen Gesichtspunkt aus keine einheitlich veranlagte Sorten schaffen darf, vom wirtschaftlichen Gesichtspunkte aus keine zu schaffen braucht. *Was die Züchtung von Waldbäumen im allgemeinen anstreben muß, das darf als Regel gelten, ist die Schaffung von hochwertigeren Populationen hinsichtlich der verbesserungsbedürftigen Anlagen.*

Das eben besprochene Verfahren stellt im Prinzip eine unvollständige Begründungszucht dar (genetische Vereinheitlichung wird nicht angestrebt) mit verhältnismäßig rasch nachfolgender Kreuzungszucht. — Daneben sind noch einige weitere Verfahren durchaus beachtenswert, trotzdem wir über ihren praktischen Nutzen noch wenig oder keine Angaben zu machen imstande sind.

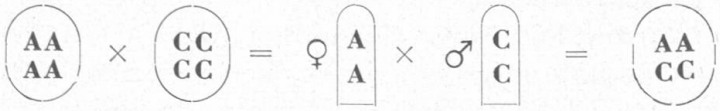
Weitaus die meisten Koniferen verfügen über eine Chromosomenzahl von n = 12, die Körperzellen also über 2n = 24. Diese Tatsache ist auffallend und hat schon zu verschiedenen theoretischen Überlegungen geführt (Andersson, 1). Bei vielen Angiospermen, namentlich innerhalb der Rosazeen, z. B. bei *Rosa* und bei *Prunus,* läßt sich nachweisen, wie sich aus gewissen Grundformen neue Arten entwickeln.

In der Gattung *Rosa* (Beispiel aus Kobel, 14) kommen 5 durch keine Übergänge miteinander verbundene Genome vor, die man folgendermaßen bezeichnen kann:

Typus der Genome	*R. chinensis*	*R. sericea*	*R. rugosa*	*R. cinnamomea*	*R. macrophylla*
	AA	BB	CC	DD	EE

Arten aus verschiedenen Typen können keine normal fruchtbaren Kreuzungen bilden; ihre Genome sind nicht homolog, sie würden also keine normale Reduktionsteilung und Gametenbildung aufweisen.

Bilden sich aber aus den Grundformen als Genommutation tetraploide Formen (d. h. der einfache Chromosomensatz vervierfacht sich), so ist es möglich, wenn zwei solcher Autotetraploiden zusammenkommen, daß neue erbkonstante Kombinationen entstehen.



Eltern (P) **Gameten der Eltern (G_P)** **1. Tochtergeneration (F_1)**

Da durch die Verdoppelung je zwei homologe Genome in den Gameten vorliegen, vermögen die Chromosomen jedes Paares zu konjugieren und eine normale Reduktionsteilung durchzuführen. Die neue Form ist ebenfalls tetraploid, enthält aber zweierlei verschiedene Genome. Durch Kreuzung ist damit eine neue erbkonstante Form entstanden.

Das Beispiel soll vor allem zeigen, wie bei Angiospermen durch Vervielfachung des Chromosomensatzes an vegetativen oder geschlechtlichen

Pflanzenteilen (somatische, bzw. gametische Polyploidie) und spätere Kreuzung solcher Formen neue Arten entstanden. Bei den Koniferen ist dagegen nach allem, was wir bis heute wissen, nicht mit der Entstehung neuer Arten auf diesem Wege zu rechnen.

Da bei den Koniferen die Grundzahl n = 12 vorherrscht, soweit es sich wenigstens um unsere mitteleuropäischen Nadelholzarten handelt, sind nach der Auffassung einiger Forscher verschiedene Arten (z. B. *Pinus*, die alle 2n = 24 Chromosomen aufweisen) als durch *Gen*mutationen entstanden zu betrachten. Man nimmt deshalb mit einigem Recht an, daß neubeobachtete Mutationen verhältnismäßig leicht erbkonstant zu erhalten wären. Bisher ist meines Wissens nur ein einziger Versuch durchgeführt worden, der diese Auffassung bestärkt. Engler (5, S. 197) konnte an den Nachkommen einer Buschfichte zeigen, daß (nach freier Abstäubung) ein verhältnismäßig hoher Prozentsatz reine Kugelfichten entstanden. Der buschförmige Verzweigungstyp einer sonst normal gewachsenen Fichte ist voraussichtlich als somatische Mutation zu betrachten.

Mit gleicher Wahrscheinlichkeit, wie die eben erwähnte wirtschaftlich wertlose Mutation entstand, könnte das Gegenteil, eine besonders schmalkronige und raschwachsende Fichte, entstehen und sich ebenfalls als erbkonstant erweisen. Tatsächlich gehören die Spitzfichten in unsern Alpen zu nicht außergewöhnlichen Erscheinungen.

Der schwedische Forstbotaniker und Waldbauprofessor B. Lindquist (20) schlägt deshalb vor, die Waldungen nach derartigen wirtschaftlich besonders wertvollen Mutationen zu durchsuchen. Aus den allergeeignetsten wären dann durch Pfropfungen künstliche Erntebestände zu gründen, ähnlich, wie sie bereits erwähnt wurden. Falls sich die Theorie bestätigt, daß solche Mutationen in einer praktisch genügenden Anzahl Nachkommen erbkonstant erhalten bleiben, wäre damit viel zu gewinnen.

Bei den Laubhölzern sind (entsprechend dem Rosen-Schema) Genommutationen für die Zukunft vielleicht bedeutungsvoll. Der schwedische Getreide- und Obstbaumzüchter Nilson-Ehle (25) beschrieb im Jahre 1936 erstmals eine spontane triploide Aspe. Die Aspen haben eine Grundzahl von n = 19 Chromosomen. Die triploide Form also 2n = 57, im Gegensatz zur normal diploiden Form 2n = 38. Da bisher keine spontane tetraploide Form gefunden wurde, liegt die Annahme nahe, daß eine somatische Mutation, ein tetraploider Sport für die Entstehung der triploiden Form verantwortlich zu machen ist (Johnsson, 7, 9).

Leider eignet sich die Aspe nicht sehr gut für die vegetative Vermehrung. Der Umweg über Wurzelbrut ist umständlich und führt leicht zu Stammfäulnis. Man mußte deshalb versuchen, auf generativem Wege triploide Aspen zu erzeugen. Dies wurde erreicht durch Kreuzung zwi-

schen triploiden (männliche Exemplare) und normal diploiden Aspen. In der Nachkommenschaft fand man diploide, triploide und eine sehr geringe Zahl tetraploider Individuen. Inzwischen sind die tetraploiden Nachkommen blühreif geworden, und es ist damit nun verhältnismäßig leicht geworden, triploide Nachkommen in beliebiger Menge zu erzeugen. Eine große Anzahl der Nachkommen von Kreuzungen zwischen tetraploiden und diploiden Aspen ist triploid. Daneben kommen in beträchtlichem Ausmaße auch Individuen mit abweichenden Chromosomenzahlen vor (Johnsson, 10):

Anzahl Chromosomen	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	*57*	58	59
Individuen	1	1	3	5	5	3	3	14	19	22	*74*	8	2

Die ersten Untersuchungen über die Wuchsleistungen dieser Nachkommenschaften verliefen allerdings enttäuschend. Spaltöffnungen und Blatt waren stark vergrößert. Dagegen blieb das Längenwachstum der Triploiden zum Teil beträchtlich zurück. Man darf immerhin mit Sicherheit annehmen, daß sich ihr Wachstumsvermögen rasch erholt; die spontanen triploiden Aspen sind alle mit stärkerem Wuchsvermögen ausgestattet.

In letzter Zeit wurden auch für andere Holzarten von waldbaulicher Bedeutung polyploide Formen gefunden, wie z. B. für Eiche (Johnsson, 11). Eiche und Buche weisen 6 Eizellen pro Samenanlage auf. Die Bildung von Zwillingspflanzen aus einer Eichel ist deshalb häufig und kann bei einzelstehenden Bäumen bis 20% der gebildeten Samen erreichen. Bei der Untersuchung der Chromosomenzahlen von Nachkommen solcher Bäume fand Johnsson etwa 4 polyploide — triploide — pro 1000 Nachkommen. Züchterisch ist damit, auch wenn sich diese Pflanzen als raschwüchsig erweisen würden, noch nicht viel gewonnen. Die vegetative Vermehrung fällt bei Eiche und Buche besonders schwer. Man müßte also auch für diese Arten den umständlichen Weg über die Erzeugung von tetraploiden Formen und mit nachheriger Rückkreuzung auf normal diploide Pflanzen einschlagen, um praktisch verwendbare Samen- und Pflanzenmengen zu beschaffen. Dieser Weg ist um so schwieriger, als die Samenproduktion der schwerfrüchtigen Arten bedeutend geringer ist als etwa bei Aspe, Pappel, Erle und Birke. Bei der Aspe kann man pro Fruchtkätzchen bis 2000 Samen erwarten. Pro Blütenstand mit normalerweise 3 Kätzchen also 6000 Samen (Johnsson, 8). Bei der Eiche ist selten mit mehr als 3 Eicheln pro Blütenstand zu rechnen.

Die bisherigen Ausführungen befassen sich in der Hauptsache mit Züchtungsmaßnahmen, die sich auf Eigenschaften von Populationen oder Einzelindividuen stützen, wie sie die freie Natur hervorbringt. Schließlich ist noch auf eine besonders in neuerer Zeit häufig erwähnte Möglichkeit

der Züchtung mit Waldbäumen einzutreten. Sie stützt sich auf die Beobachtung, daß bei *Rassen- oder Artkreuzungen* sehr oft luxurierendes Wachstumsvermögen in Erscheinung tritt (Larsen, 18; McMinn, Babcock, Righter, 22; Righter, 27).

Artkreuzungen von Waldbäumen sind bisher aus der Natur häufig beschrieben worden. Bekannt ist z. B. der oft diskutierte Hybrid zwischen *Pinus montana Mill.* und *Pinus silvestris.* Namentlich Brügger beschreibt eine Reihe solcher Formen. Nach dem, was bisher an exakten Versuchen festzustellen war, dürfen allerdings solche *Pinus*-Kreuzungen nur schwer zustande kommen. Aus den von Engler eingeleiteten Föhrenprovenienzversuchen wurde z. B. in Magglingen eine zweite Generation nach freier Abstäubung gewonnen. An diesen jetzt 23 Jahre alten Nachkommen geht mit aller Deutlichkeit hervor, daß Fremdbestäubung bei gewissen morphologisch gut unterscheidbaren Rassen praktisch nicht vorkommt.

Die weitaus größte Anwendung des *Heterosis*-Effektes machte man bisher bei der Pappel. Die Kulturpappeln — fälschlicherweise meistens als « kanadische Pappeln » bezeichnet — sind durchwegs als Kreuzungen zwischen den beiden Sammelarten *P. nigra* und *P. deltoides* aufzufassen. In vielen Fällen scheinen zwischen solchen F_1-Bastarden und der einheimischen *P. nigra* Rückkreuzungen stattgefunden zu haben. Zufallstreffer bei spontanen Pappelkreuzungen konnten dank der leichten vegetativen Vermehrbarkeit der Pappel weiteste Verbreitung finden. Systematische Kreuzungen in größerem Umfange stellten erstmals die beiden Amerikaner Schreiner und Stout (vgl. Houtzagers, 12), später v. Wettstein (32) her. Seither sind in verschiedenen Ländern, meist in Verbindung mit Papier- oder Zündholzfabriken, besondere Pappelzüchtungsinstitute entstanden (Piccarolo, 26).

Ein weiteres, zum Teil ebenfalls bereits praktisch ausgenütztes Beispiel stellen die Lärchenkreuzungen zwischen den Arten *L. Kaempferi* × *L. decidua* dar. Sie sind bekannt unter dem Namen *L. eurolepis* (oder *euroleptis).* Es handelt sich um eine Kreuzung, die spontan an nebeneinander gepflanzten japanischen und sehr schönen europäischen Lärchen in Schottland entstand (Larsen, 18). Die F_1-Generation ist intermediär in bezug auf die wichtigsten morphologischen Merkmale und auffallend raschwüchsig. Soweit man dies heute schon beurteilen kann, behalten die *eurolepis*-Lärchen länger ein erhöhtes Wachstumsvermögen bei, als dies bei der japanischen Lärche der Fall ist. Für Schottland besonders wichtig ist das große Resistenzvermögen der Kreuzung gegenüber dem Lärchenkrebs. Larsen (18) stellte fest, daß der Anteil an Nachkommen, die als einwandfreie Kreuzungen gelten dürfen, von Baum zu Baum variiert. Er ist abhängig von der Übereinstimmung der Blühzeiten zwischen den Kreuzungspartnern.

Exakte Versuche mit verschiedenen Arten und Kontrolle der Nachkommenschaften unter Laboratoriumsbedingungen ergaben (Larsen, 18):

	Höhenzuwachs pro 1936
1. *L. Gmelini* × *L. Kaempferi,* Selbstbestäubung	*13,4 cm*
2. *L. Gmelini* × *L. Kaempferi,* Rückkreuzung auf *Gmelini* .	19,7 cm
3. *L. Gmelini* × *L. Kaempferi,* Rückkreuzung auf *Kaempferi*	59,1 cm
4. *L. decidua,* freie Bestäubung	48,0 cm
Kontrollierte Kreuzbestäubung von *L. Kaempferi* . . .	64,5 cm
5. F_1 : *L. Gmelini* × *L. Kaempferi*	*73,7 cm*
6. F_1 : *L. Kaempferi* × *L. decidua*	64,0 cm

Die Zusammenstellung zeigt sehr deutlich einen überraschend hohen Inzuchtdepressions-Effekt bei 1. und einen bedeutenden *Heterosis*-Effekt bei 5.

Zur Frage der Ausnützung des *Heterosis*-Effektes bei der Waldbaumzüchtung ist zusammenfassend festzuhalten, daß es sich dabei um ein durchaus prüfenswertes Mittel handelt. Wie Larsen am Beispiel der Lärche gezeigt hat, muß zunächst untersucht werden, welche Arten, evtl. welche Rassen einer Art, die vorteilhaftesten F_1-Generationen ergeben. Die betreffenden Individuen müßten wieder mit Hilfe von Pfropfungen in künstlichen Erntebeständen vereinigt werden.

Da die F_1-Bastarde in der weitern Generation aufspalten, müßte, auf weite Sicht gesehen, von der natürlichen Verjüngung für solche Sorten Umgang genommen werden. In der praktischen Auswirkung heißt das, daß F_1-Bastarde mit *Heterosis*-Erscheinung, abgesehen von allen andern Gründen, für eine zu weitgehende Anwendung nicht in Frage kommen. Sie können innerhalb des Waldbaues, wie er in der Schweiz aufgefaßt wird, die Rolle besonders wertvoller Exoten spielen. Es würde natürlich nicht schwerfallen, die Kreuzungspartner durch das Mittel der Pfropfung während langer Zeit zu erhalten, um immer wieder die gewünschten Hybriden erzeugen zu können.

Überblickt man die Züchtungsmöglichkeiten bei Waldbäumen, so ist immer wieder die Feststellung zu machen, daß das beste Verfahren jenes ist, das sich am zwangslosesten in den vielgestaltigen Lebensrhythmus des Waldes einpaßt. Der Wirtschafter muß der Lebensgemeinschaft Wald Zwang antun; er darf aber nur so weit gehen, als er durch waldbauliche Maßnahmen imstande ist, den auftretenden Störungen entgegenzuwirken. Leider sind solche Maßnahmen verhältnismäßig eng beschränkt. Mißachtet der Waldbauer diese Bedingung, so löst er im langlebigen, rascher Umstellung unzugänglichen Walde, um ein Modewort zu gebrauchen, Kettenreaktionen in Richtung einer Zerstörung der natürlichen Produktionsfaktoren aus. Diese Erkenntnis ist die Frucht von Erfahrungen, die

im Verlaufe der letzten hundert Jahre (seit dem Beginn einer eigentlichen Forstwirtschaft) gesammelt wurden.

Die wichtigste Aufgabe der Züchtung, als Mittel zur Erreichung des allgemeinen Wirtschaftszieles, besteht vor allem in der durch züchterische Maßnahmen beschleunigten Verbesserung der vorliegenden Holzartenpopulationen. Nur in Ausnahmefällen und nur unter Einhaltung besonderer Anbaumaßnahmen darf die Selektion, erfolge sie auf generativem oder vegetativem Wege, so weit gehen, daß sie bestimmte Anlagen streng vereinheitlicht.

Résumé

1. La culture sélective forestière ne peut pas s'inspirer des méthodes en usage dans l'agriculture. La culture sélective, dans sa tendance actuelle, recherche l'unification, l'amélioration et le maintien de caractères héréditaires économiquement importants, effaçant ainsi les particularités des populations. La forêt, biocénose naturelle, est liée, en tant qu'association durable, à la diversité des individus de chaque espèce. Aux changements de milieu, la population d'essences oppose des sujets aux caractères héréditaires appropriés.

2. L'arbre ne peut atteindre sa plus grande valeur qu'en concurrence avec l'entourage. Cependant, concurrence et possibilité de développement doivent se trouver constamment dans un rapport favorable. Le plus fréquemment, de plusieurs milliers de sujets par hectare il n'en reste finalement que quelques centaines. Pour cette raison, le sylviculteur ne compte pas obtenir un rendement maximum de chaque élément du peuplement. Une unification des races n'est donc nullement nécessaire. La culture sélective forestière doit de ce fait tendre en premier lieu à créer des populations de haute qualité là où le patrimoine héréditaire est défavorable.

3. Ignorant les besoins du marché dans 100 ans, il est difficile d'établir les buts de la culture sélective. Toutefois, il est fort probable que les critères de qualité ci-après se maintiendront:

a) une bonne croissance,
b) un fort volume et une forme avantageuse des tiges,
c) des cimes étroites, une ramure fine et
d) un bois homogène.

4. Outre ces caractères morphologiques, des particularités physiologiques peuvent aussi être la raison d'une culture sélective, par exemple, courte période de végétation (pour les reboisements dans les régions élevées), résistance au gel tardif dans les régions basses, résistance aux attaques des ennemis végétaux et animaux.

5. La méthode de culture sélective la plus importante est:

a) Tri rigoureux des meilleurs pieds-mères.
b) Contrôle par pied de la descendance après pollinisation non dirigée. Lors de ce contrôle, détermination des meilleurs sujets de sexe femelle.
c) En même temps que la sélection et le contrôle de la descendance, greffage des tiges du premier tri.

d) Les greffons fleurissent pendant le contrôle de la descendance (5 à 10 ans). Des pollinisations contrôlées peuvent être entreprises, permettant le choix d'une élite relative.

e) Les pieds-mères et leurs greffons, qui ont donné la plus belle descendance, sont multipliés végétativement (par greffage) pour former des cultures de semenciers.

f) Ce procédé offre l'avantage d'une multiplication immédiate des pieds-mères et d'une création rapide des cultures de semenciers. Ces « cultures de semenciers » produiront une semence de qualité supérieure. Les semenciers qui livrent de mauvais résultats au contrôle de la descendance ne peuvent être éliminés que plus tard.

6. D'autres méthodes sont à expérimenter, telles l'utilisation de formes polyploïdes spontanées et la création d'espèces ou de races hybrides à forte croissance.

Literaturverzeichnis

1. *Andersson, Enar:* A Case of Asyndesis in *Picea Abies*. Hereditas XXXIII, 1947.
2. *Burger, Hans:* Frostschaden und Lärchensterben. Schweiz. Z. f. Forstw. Nr. 2, 1943.
3. *Dengler, A.:* Künstliche Bestäubungsversuche an Kiefer. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 64, 1932.
4. — Über die Entwicklung künstlicher Kiefernkreuzungen. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 71, 1939.
5. *Engler, Arnold:* Einfluß der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse. 1. Mitteilung. Mitt. d. Schweiz. Centralanst. f. d. forstl. Versuchsw. VIII (1905), 1904.
6. *Jensen, Holger:* Modern Teknik vid Växtförädling med Träd och Buskar. (Mit deutscher Zusammenfassung.) Kungl. Lantbruksakademiens Tidskrift, LXXXII, 1943.
7. *Johnsson, Helge:* Cytological studies of diploid and triploid *Populus tremula* and of crosses between them. Hereditas XXVI, 1940.
8. — Generativ och vegetativ Förökning av *Populus tremula*. Svensk Botanisk Tidskrift, 36, 2—3, 1942.
9. — Chromosome numbers of the progeny from the cross triploid × tetraploid *Populus tremula*. Hereditas XXXI, 1945.
10. — The Triploid Progeny of the Cross Diploid × Tetraploid *Populus tremula*. Hereditas XXXI, 1945.
11. — Chromosome Numbers of Twin Plants of *Quercus robur* and *Fagus silvatica*. Hereditas XXXII, 1946.
12. *Houtzagers, G.:* Die Gattung *Populus* und ihre forstliche Bedeutung. Verlag M. & H. Schaper, Hannover, 1941.
13. *Kiellander, C. L.:* Om barrträdsförädling och barrträdsympning (on the Breeding and Grafting of Conifers). Svensk Papperstidning Nr. 23 u. 24, 1946.
14. *Kobel, Fritz:* Vererbung und Leben. Büchergilde Gutenberg, 1947.
15. *Koleßnikoff, A. J.:* Über die Notwendigkeit, die Probleme der forstlichen Genetik und Veredelung durch Forstversuchsanstalten zu studieren und über einige Resultate der in der Ukraine zur Erforschung dieser Probleme angestellten Versuche. Verhandlungen des Int. Kongresses forstl. Versuchsanstalten Stockholm, 1929. Stockholm, 1930.
16. *Langlet, Olof:* Über Umwelt und Vererbung sowie über die Voraussetzungen für Züchtung der Waldbäume. Norrlands Skogsvärdsförbunds Tidskrift, 1937.

17. *Langlet, Olof:* Über die Entwicklung von teils nach künstlicher Selbstbestäubung, teils nach freier Windbestäubung entstandenen Fichten. Meddelanden fran Statens Skogsförsöksanstalt, 32, 1, 1940.
18. *Larsen, C. Syrach:* The Employment of Species, Types and Individuals in Forestry. Royal Veterinary and Agricultural College Yearbook, Copenhagen, 1937.
19. *Leibundgut, H.:* Grundzüge der schweizerischen Waldbaulehre. Forstwissenschaftliches Zentralblatt 68, 5, 1949.
20. *Lindquist, Bertil:* Genetics in Swedish Forestry Practice. Svenska Skogsvårdsföreningens Förlag, Stockholm, 1948.
21. *Löffler, Bruno:* Grundlagen, Aufgaben und Ziele einer forstlichen Pflanzenzüchtung. Berlin, Paul Parey, 1923.
22. *McMinn, H. E., Babcock, E. B.,* u. *Righter, F. J.:* The chase oak, a new giant hybrid oak from Santa Clara County, California. Madrono, X, 2, 1949.
23. *Münch, Ernst:* Das Lärchenrätsel als Rassenfrage. Tharandter Forstl. Jahrbuch, 1933.
24. — Beiträge zur Forstpflanzenzüchtung. Herausgegeben von Dr. Bruno Huber. Bayerischer Landwirtschaftsverlag GmbH., München 13, 1949.
25. *Nilsson-Ehle, H.:* Über eine in der Natur gefundene Gigasform von *Populus tremula.* Hereditas XXI, 1936.
26. *Piccarolo, Giacomo:* Expériences faites dans la culture du peuplier en Italie. 10e Congrès. Union internat. des inst. de recherches forestières, comptes rendus, Zurich, 1949.
27. *Righter, F. J.:* New Perspectives in Forest Tree Breeding. Science 104, 688, 1946.
28. *Schreiber, M.:* Pflanzenzüchtung und Rassenforschung im Dienste forstlicher Produktion. Wiener Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1937, 1938.
29. *Sylvén, Nils:* Über Selbstbestäubungsversuche mit Kiefer und Fichte. Meddelanden fran Statens Skogsförsöksanstalt, 7, 1910.
30. — Die schwedische Pflanzenzüchtung auf dem Gebiete des Waldbaues. Viertelsjahresschrift der statist. Abt. der Skandinaviska Banken Aktiebolag. Stockholm 16, 1940.
31. *Volkart, A.:* Grundzüge der pflanzlichen Vererbungslehre und Züchtung. Beiheft Nr. 21 zu den Ztschr. d. Schweiz. Forstvereins, Bern, 1943.
32. *Wettstein, W. v.:* Die Vermehrung und Kultur der Pappel. 1937.
33. — Grundlagen für eine Steigerung des Waldertrages durch Züchtung. Versuchsobjekt Weißföhre (*Pinus silvestris*). Mitteilungen der forstl. Bundes-Versuchsanstalt, 45, 1948.

MITTEILUNGEN · COMMUNICATIONS

Beobachtungen über die Tannentrieblaus

Von *K. Rüedi,* Kreisoberförster, Aarau

Die Weißtannen-Trieblaus (*Dreyfusia Nüsslini*) gibt uns immer noch zahlreiche Rätsel auf. Die Mitteilung von Beobachtungen aus der Praxis dürften deshalb der Wissenschaft eine wertvolle Hilfe bedeuten.

Im naßkalten Spätfrühling 1949 trat die Trieblaus nach langen Jahren einer gewissen Ruhe im aargauischen See- und Wynental vielerorts erneut