

Eine Mendelspaltung bei Aurea-Formen von *Picea Abies* (L.) Karst. als Mittel zur Klärung der Befruchtungsverhältnisse im Walde

Von W. LANGNER

(Eingegangen am 1. 10. 1952)

Durch Auffangversuche konnte festgestellt werden, daß die *Verbreitungsmöglichkeiten* für Waldbaumpollen außerordentlich groß sind (z. B. HESSELMANN 1919: 55 km; OSTENFELD 1906: 400 bis 700 km; WILLE 1879: 700 bis 900 km). HESSELMANN schließt daraus, daß Pollenferntransporte der Entwicklung von Klimarassen entgegenwirken könnten, während DENGLER und SCAMONI (1944) in dieser Beziehung aus verschiedenen Gründen (z. B. Morphologie der Blüten, Berücksichtigung der Blühzeiten) sehr viel vorsichtiger urteilen. Gegen eine ins Gewicht fallende Einwirkung der Fernbestäubung auf die Rassenbildung sprechen auch die blütenbiologischen Beobachtungen von WETTSTEIN und ONNO (1949). Ebenso hält SCAMONI (1949) die Fernbefruchtungsmöglichkeiten für gering und kommt zu dem Schluß, daß die größte Befruchtungswahrscheinlichkeit immer nur innerhalb des gleichen Bestandes gegeben sei. Hinweise auf die offenbar nur eng begrenzte Wirkung des Pollens eines Baumes in einem Waldbestand geben schließlich noch die Untersuchungen bei Eiche und Buche von KRAHL-URBAN (1953).

Der Klärung dieser Frage nach den *Befruchtungsmöglichkeiten* innerhalb eines Bestandes sollten bereits früher erwähnte Untersuchungen dienen, die BEHRNDT gemeinsam mit dem Verfasser durchführte (LANGNER 1952). Es wurde versucht, die Verteilung der Pollen einer inmitten eines Kiefernbestandes stehenden Birke dadurch festzustellen, daß in den Kronen der Birke und einer Anzahl von Kiefern mit einem Haftmittel bestrichene Zelluloidbälle angebracht wurden. Diese Bälle blieben während des Blühens der Birke hängen und anschließend wurde die Anzahl Birkenpollen je Ball festgestellt. Aus dem durch den Krieg verloren gegangenen Untersuchungsprotokoll war dann einwandfrei zu ersehen, daß die Zahl der anhaftenden Birkenpollen mit steigender Entfernung des Aufhängeortes von der Birke überraschend schnell abnahm. Schon eine einzige Kiefernkrone zwischen Ball und Birke bedingte einen Abfall der Pollenmenge von mehr als der Hälfte, und in weiterer Entfernung konnten nur wenige Prozente jener Birkenpollenmengen festgestellt werden, die innerhalb der Birkenkrone aufgefangen wurden. Zu ähnlichen Ergebnissen führten Untersuchungen von WRIGHT (1952) bei verschiedenen Holzarten.

Allen Versuchen mit Auffanggeräten haftet aber der Mangel an, daß sie bestenfalls einiges über die Flugweite oder über den Abfilterverlust bestimmter Pollen aussagen, aber nur sehr unsichere Anhaltspunkte dafür ergeben, in welchem Prozentsatz diese mehr oder weniger weit verfrachteten Pollen tatsächlich an der Befruchtung der weiblichen Blüten teilnehmen. Auch die Schlußfolgerungen aus dem morphologischen Bau der Blüten, aus den Blühzeiten und aus blütenbiologischen Befunden sind nicht immer unbedingt zwingend.

Das Vorkommen einiger im Frühjahr hellgelb austreibender blühfähiger Fichten (Aurea-Formen) im Arboretum Tannenhöft ermöglichte es, dieses Problem von einer anderen Seite her in Angriff zu nehmen, worüber bereits eine

kurze Mitteilung vorliegt (LANGNER 1952). Bei Kreuzung zweier solcher Aurea-Formen miteinander ergaben sich nämlich weiße, hellgrüne und dunkelgrüne Sämlinge im Verhältnis 1 : 2 : 1, bei Kreuzung einer solchen Aurea-Form mit einer anderen normal grünen Fichte traten dunkelgrüne und hellgrüne Keimlinge im Verhältnis 1 : 1 auf, während die Nachkommen normal grüner Eltern zu 100% dunkelgrüne Keimlinge hervorbrachten. Entsprechend dem für das Verhalten der Aurea-Sippe von Antirrhinum majus von BAUR (1922) aufgestellten Erbschema läßt sich daher annehmen, daß den normalen Fichten sowie den dunkelgrünen Keimlingen GG (Grün-Grün), den Aurea-Bäumen sowie den hellgrünen Keimlingen Gg (Grün-nicht grün) und den weißen Keimlingen gg (nicht grün-nicht grün) in der Erbformel zukommt (Abb. 1).

Da hellgrüne Keimlinge unter den Nachkommen einer großen Anzahl von normal grünen Einzelbäumen als Folge spontaner Mutationen bisher bei *Picea Abies* nicht oder höchstens in einer nicht einmal die Einprozent-Grenze erreichenden Häufigkeit angetroffen wurden, sind in darüber hinausgehender Zahl auftretende hellgrüne Keimlinge unter den Nachkommen frei abgeblühter normal grüner Bäume des Parkes und weiteren Institutsgeländes somit ein Hinweis dafür, daß Pollen von Aurea-Formen befruchtend mitgewirkt haben. Die wenigen unter den zahlreichen normal grünen Bäumen verteilten Aurea-Typen (Abb. 2) ermöglichen es daher, durch Feststellung des Anteiles von hellgrünen Keimlingen unter den aus freiem Abblühen entstandenen Nachkommenschaften der normal grünen Bäume zu einer Vorstellung über die Befruchtungsverhältnisse in einem Waldbestand zu gelangen: Da bei alleiniger Bestäubung normal grün austreibender Fichten mit Pollen einer Aurea-Form 50% der Keimlinge hellgrün gefärbt sind, muß der verdoppelte Prozentsatz dieser hellgrünen Keimlinge dem Befruchtungsanteil der in Frage kommenden Aurea-Formen entsprechen. Dieser Schluß ist allerdings nur dann berechtigt, wenn die Keim- und Befruchtungsfähigkeit der Pollenkörner von Aurea-Typen und von normal grünen Bäumen gleich sind. Dies kann mit befriedigender Sicherheit angenommen werden.

Die Keimfähigkeit des Pollens einer Anzahl von Aurea-Formen und normal grünen Typen wurde gelegentlich der zur Klärung des Erbganges durchgeführten diallelen Kreuzungen festgestellt^{*)}. Es ergaben sich zwischen dem Pollen von Aurea-Typen und von normal grünen Bäumen keinerlei Unterschiede. Ebenso konnten keine Fertilitätsunterschiede bei Kreuzungen normal grüner mit anderen normal grünen Typen und bei Kreuzungen der verschiedensten Fichten mit Pollen von Aurea-Typen festgestellt werden. Die Pflanzenprozentzahlen (nämlich die aus 100 äußerlich normal entwickelten — hohlen und vollen — Samen entstandenen Pflanzen) bewegten sich bei den verschiedenen Kreuzungen in weiten Grenzen: 0,1 bis 65,3% bei den Befruchtungen normal grüner Bäume untereinander, 1,8 bis 51,2% bei Befruchtung normal grüner und hellgelb austreibender Bäume mit Pollen letzterer. Diese Unterschiede sind so groß, daß zusammen mit der Tatsache des Auftretens der zu erwartenden Aufspaltungen selbst bei kleinsten Pflanzenprozentzahlen damit gerechnet werden kann,

^{*)} Die Untersuchungen wurden von Herrn Dr. SEITZ, Schmalenbeck, durchgeführt, dem auch an dieser Stelle für die Erlaubnis zur Benutzung seiner Ergebnisse gedankt sei.

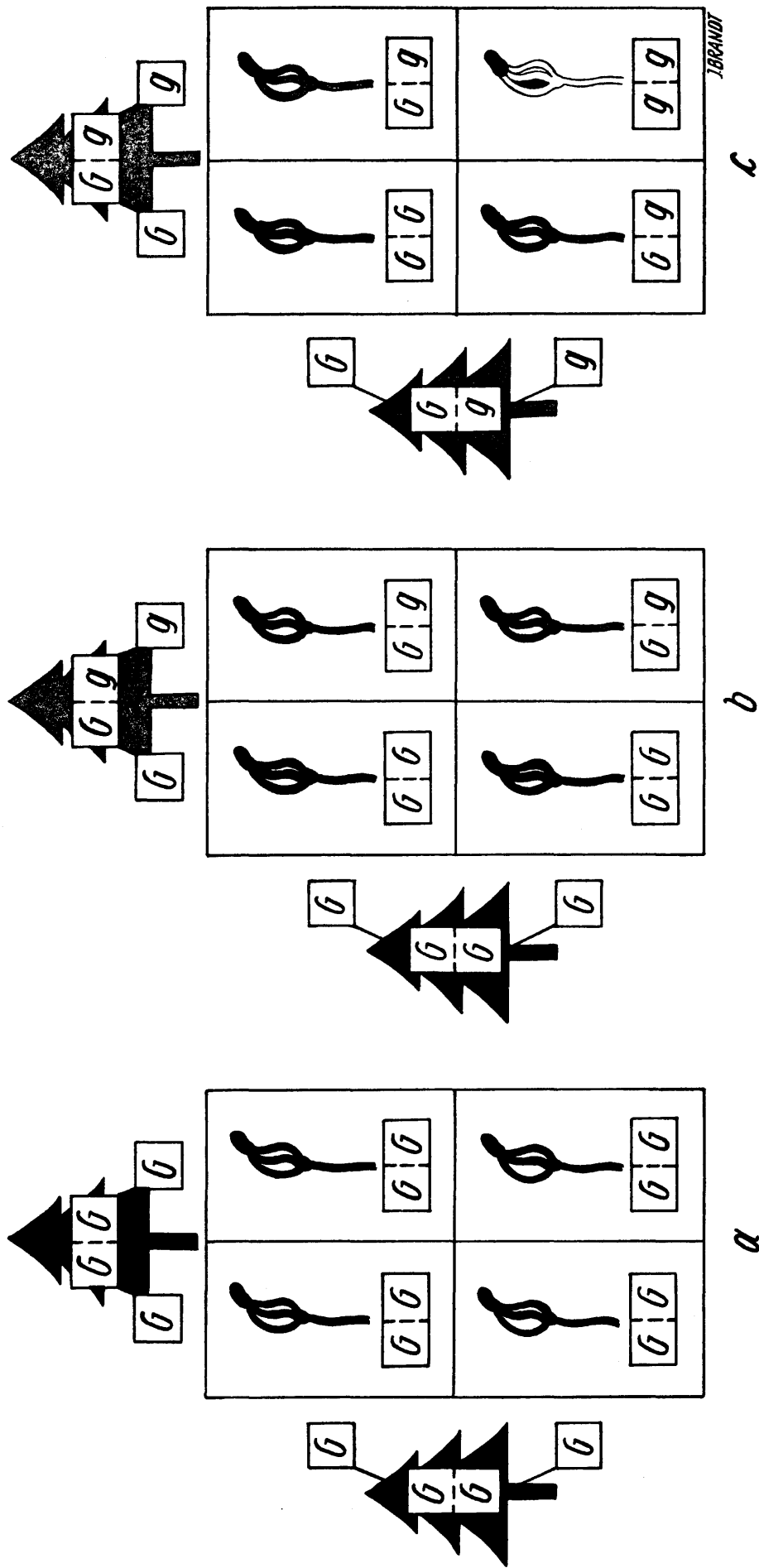


Abb. 1. — Aufspaltung nach Kreuzung zwischen: — a) zwei normal grünen Fichten, — b) einer normal grünen und einer hellgelb austreibenden Fichte (Aurea-Form), — c) zwei hellgelb austreibenden Fichten (Erklärung siehe Text).

daß grundsätzliche Unterschiede zwischen den Pollen normal grüner und gelb austreibender Bäume hinsichtlich der Befruchtungspotenz nicht bestehen. Eher könnte man annehmen, daß Unterschiede im Pflanzenprozent auf technische Mängel bei der künstlichen Befruchtung zurückzuführen wären, was besonders daraus zu schließen ist, daß oft die gleichen, an verschiedenen Tagen durchgeführten Kreuzungen ganz verschiedene Pflanzenprozentsätze ergeben können (51,2 und 18,5%, 17,7 und 5,6%, 64,6 und 20,6%, 42,3 und 27,2%, 42,4 und 19,9%, 57,7 und 25,6%). Auch die Tatsache, daß die Pflanzenprozentzahlen einzelner gelber und grüner Mutterbäume bei freiem Abblühen häufig bedeutend höher liegen als bei künstlicher Befruchtung, macht dies wahrscheinlich. Allerdings scheint auch eine Art Sortensterilität vorzukommen, und in einem Falle treten Unterschiede in der Aufspaltung auf, je nachdem ob der betreffende Baum als Vater oder als Mutter verwendet wird. Diese Verhältnisse, die weiter verfolgt werden sollen, sind jedoch wegen ihrer offensichtlich geringen Häufigkeit im Zusammenhang mit den hier behandelten Fragen wahrscheinlich von untergeordneter Bedeutung.

1 Baum 5,1% hellgrüne Keimlinge. Nur 1 Baum hat mit 10,8% einen verhältnismäßig hohen Anteil. Zwischen 70 und 100 m sind keine hellgrünen Keimlinge mehr oder nur geringe Bruchteile eines Prozentes vorhanden. In der Umgebung der übrigen einzelstehenden *Aurea*-Typen ist die genetische Wirkung des Pollens sogar noch viel geringer. Allerdings ist für die 2 mit einem Fragezeichen versehenen Typen der *Aurea*-Charakter noch nicht durch Kreuzungsversuche einwandfrei festgestellt worden. Er ist bei dem am Südostrand stehenden Baum wegen seiner gelben Nadelfarbe wahrscheinlich, wenn es auch merkwürdig ist, daß er bei einem sehr hohen Prozentsatz (49%) hellgrüner Keimlinge keinerlei weiße abspaltet, obgleich ein einwandfrei gelber Baum nahe dabei steht. Bei dem am Nordrand wachsenden normal grün aussehenden Baum

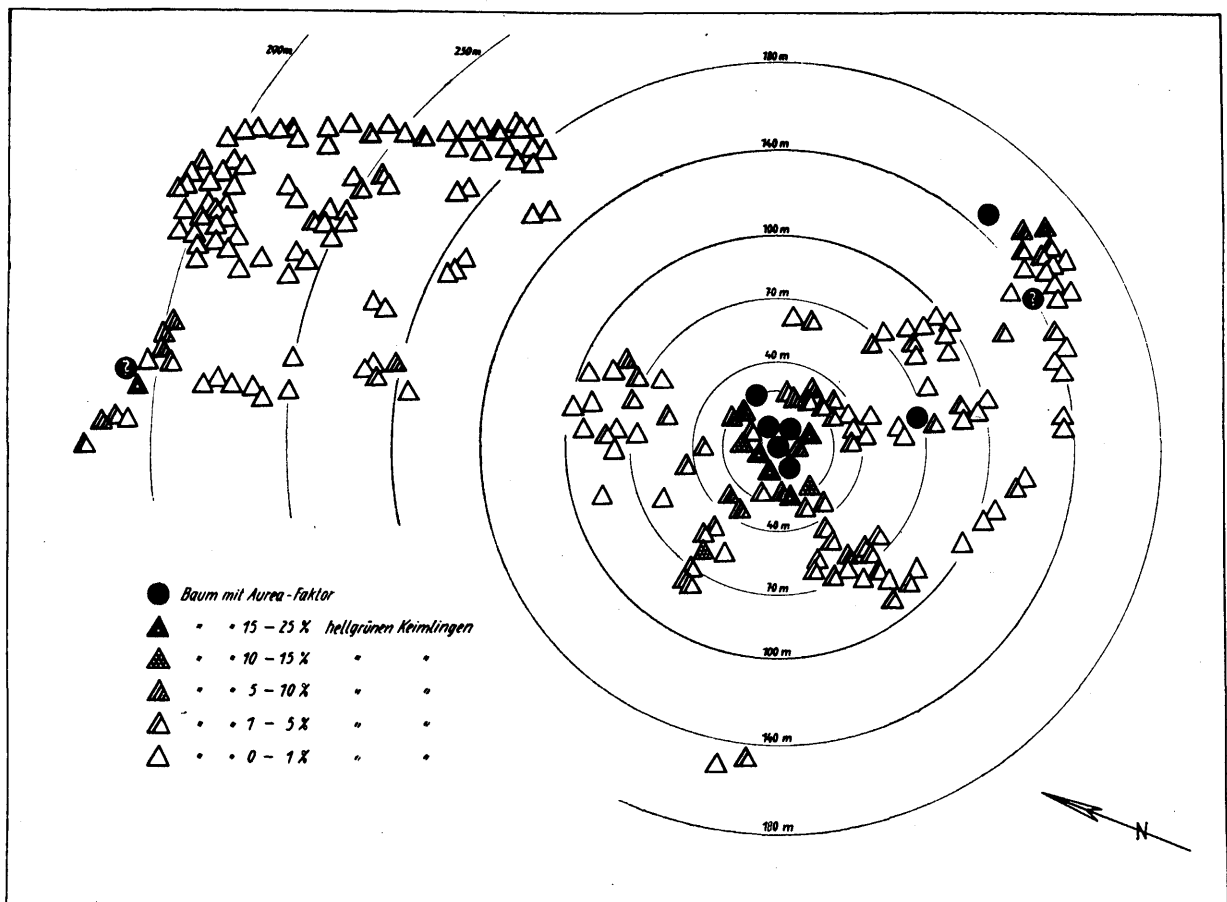


Abb. 2. — Darstellung von 9 hellgelb austreibenden Bäumen (*Aurea*-Formen) und ihrer genetischen Wirkung auf 216 normal grüne Bäume (Erklärung siehe Text).

Zur Klärung der Befruchtungsverhältnisse im Park und auf dem Institutsgelände wurden daher sämtliche zapfentragenden Fichten beerntet und die aus den Samen entstehenden Keimlinge auf den Prozentsatz an hell- und dunkelgrünen Individuen hin untersucht. Dabei ergab sich für den Park (Abb. 2), daß bei den normal grünen Bäumen lediglich in nächster Umgebung der *Aurea*-Typen ein nennenswerter Prozentsatz an hellgrünen Pflanzen festgestellt werden konnte. Selbst bei der Hauptgruppe in der Mitte des Parkes beträgt schon in 25 m Entfernung der Anteil nicht über 20% und bei den meisten unter 10%. Von da bis zur 40-m-Linie beträgt er im allgemeinen schon weniger als 10, meist weit unter 5%. In der Zone zwischen 40 bis 70 m haben 10 Bäume 0 bis 1%, 16 Bäume 1 bis 5%,

deutet der hohe Prozentsatz (44%) hellgrüner Keimlinge darauf hin, daß es sich um einen aufspaltenden Typ handelt, wenn man nicht das Unwahrscheinliche annehmen will, daß er als normal grüner Baum fast ausschließlich durch eine zufällig zusammen gebliebene Pollenwolke eines anderen gelben Baumes befruchtet wurde. Dann hätte man aber erwarten können, daß auch die Nachbarbäume einen hohen Prozentsatz an hellgrünen Keimlingen aufgewiesen hätten, was bis auf einen südwestlich davor stehenden normal grün aussehenden Baum mit 22% hellgrünen Keimlingen tatsächlich nicht der Fall ist. Daß diese Nachbarbäume sämtlich zu anderer Zeit geblüht haben sollten, ist ebenfalls unwahrscheinlich. Eine weitere Gruppe von 52 grünen, in Abbildung 2 nicht mit erfaßten,

Bäumen befindet sich noch 250 bis 400 m südlich von den in der Mitte des Parkes stehenden *Aurea*-Typen. Bis auf einige erhöht stehende Bäume mit größeren Anteilen an hellgrünen Keimlingen (5,3—3,3—3,2—2,7%) treten unter den Nachkommenschaften dieser Bäume entweder überhaupt keine hellgrünen Keimlinge oder nur Bruchteile eines Prozentes auf.

Nach diesem Befund auf dem etwa einem z. T. geschlossenen, zum größeren Teil lückigen Waldbestand entsprechenden Versuchsgelände scheint jedenfalls die Vermutung berechtigt zu sein, daß die Befruchtung jedes Baumes innerhalb eines Bestandes im wesentlichen von den unmittelbaren Nachbarn aus erfolgt. Dabei muß es allerdings noch dahin gestellt bleiben, inwieweit der jeweilige Befruchtungsanteil die Folge der schließlich noch vorhandenen Pollendichte oder das Ergebnis verschiedener Blühzeiten ist. Da aber bei einer Untersuchung der Befruchtungsverhältnisse in einem Feld von annähernd gleichzeitig blühenden Zuckerrüben festgestellt werden konnte, daß die Wirkung der Fernbefruchtung bereits 10 m von der Pollenquelle praktisch aufhört, wäre vermutlich auch kein anderes Ergebnis für unseren Fall zu erwarten, wenn die Fichten sämtlich zur gleichen Zeit blühen würden. Bei diesen Versuchen mit der Zuckerrübe bediente man sich nach einem Bericht von SEITZ (1937) in ähnlicher Weise wie im vorliegenden Falle einer Farbaufspaltung, nämlich der Aufspaltung in normal gefärbte Zuckerrübenkeimlinge und in solche mit rot gefärbtem Hypokotyl nach Befruchtung mit der Futterrübe „Rote Mammuth“. Die Frage, in welcher Weise Windrichtung und Windstärke das vorliegende Ergebnis modifizierend beeinflussen können, bedarf noch der Nachprüfung. Wegen der langen und verschiedenen Blühzeiten der Individuen eines Waldbestandes dürfte sich aber an dem grundsätzlichen Ergebnis kaum etwas ändern.

Welche Konsequenzen dieser Befund bei Fichte für die praktische Züchtungsarbeit und für das Verständnis der Art- und Rassenentstehung hat, bedarf keines besonderen Hinweises. Durch verschieden modifizierte Anwendung dieser Methode, etwa durch Beimischung von Pfropflingen solcher *Aurea*-Typen in Samenplantagen oder durch Verstäubung bestimmter *Aurea*-Pollenmengen in Beständen unter beobachteten Wind- und Blühverhältnissen werden sicherlich wertvolle Erkenntnisse für die Befruchtungsverhältnisse in Baumbeständen verschiedenster Art zu erzielen sein. Ähnliche Möglichkeiten bieten sich vielleicht

bei *Pinus nigra* var. *austriaca*, bei der gelegentlich albinotische Keimlinge abspalten (JOHNSON 1948), und bei *Fagus silvatica*, die bei Kreuzung mit der Varietät *purpurea* je zur Hälfte grün- und rotblättrige Nachkommen ergibt (JAHN 1934).

Zusammenfassung

Durch Untersuchung der genetischen Wirksamkeit hellgelb austreibender und in ihrer Nachkommenschaft aufspaltender Formen (*Aurea*-Formen) von *Picea Abies* (L.) KARST. wird als wahrscheinlich nachgewiesen, daß die Befruchtung jedes Baumes eines Bestandes im wesentlichen von den unmittelbaren Nachbarn aus erfolgt.

Summary

Title of the paper: *A Mendelian segregation in aurea-forms of Picea Abies (L.) KARST. as a means of establishing fertilization relationships in a forest stand.* From an examination of the genetics of a *Picea Abies* (L.) KARST., with light (golden) yellow foliage and their progenies it is shown that fertilization of any given tree in a forest stand is effected by its immediate neighbours.

Literatur

BAUR, E.: Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. 5. und 6. Aufl., Berlin, Borntraeger 1922, S. 70—71. — DENGLER, A., und SCAMONI, A.: Über den Pollenflug der Waldbäume. Z. ges. Forstw. 76/70, 136—155 (1944). — HESSELMANN, H.: Jakttagelser över skogsträdspollens Spridningsförhållanden. Medd. fr. Statens Skogsförskösanst. 16, 27—60 (1919). — JAHN, E.: Bemerkenswerte Gehölze im Botanischen Garten der Forstlichen Hochschule in Hann. Münden. 7. Die Nachkommenschaft einer Blutbuche. Mitt. dtsh. dendrol. Ges. 46, 132—133 (1934). — JOHNSON, A. G.: Albinism in the Austrian Pine. J. Hered. 39, 9—10 (1948). — KRAHL-URBAN, J.: Hinweise auf individuelle Erbanlagen bei Eichen und Buchen. Z. Forstgenetik 2, 51—59 (1953). — LANGNER, W.: Die diagnostische Bedeutung eines *Aurea*-Faktors bei *Picea Abies* für die genetisch wirksame Pollenverbreitung (Autorreferat). Z. Forstgenetik 2, 21—22 (1952). — OSTENFELD, C. H.: Plantevaexten paa Faerøerne med saerlig hensyntagen till blomsterplanterne. Köbenhavn og Kristiania. Diss. 1906. — SCAMONI, A.: Beobachtungen über den Pollenflug der Kiefer und Fichte. Forstw. Cbl. 68, 735—751 (1949). — SEITZ, F. W.: Über die Befruchtungsverhältnisse der Zuckerrübe. Zuckerrübenbau 19, 85—93, 111—116 (1937). — WETTSTEIN, W., und ONNO, M.: Blütenbiologische Beobachtungen an Koniferen und bei Tilia. Österr. bot. Z. 95, 475—478 (1949). — WILLE, N.: Ferskvandsalger fra Novaja Semlja samlede av dr. F. R. Kjellmann paa Nordenskiöld's expedition 1875. Övers. Kongl. Vet. Ak. Förhandl. Nr. 5. Stockholm, 1879. — WRIGHT, J. W.: Pollen dispersion of some forest trees. Northeastern For. Expt. Sta., Station Paper No. 48, Febr. 1952.

(Aus dem Lehrforstamt Bramwald in Hemeln, Hann. Münden)

Hinweise auf individuelle Erbanlagen bei Eichen und Buchen

Von J. KRAHL-URBAN

(Eingegangen am 9. 12. 1952)

Die Erforschung von Erbanlagen gehört zu den wichtigsten Grundlagen züchterischer Arbeiten. Erst dann, wenn sichere Beweise dafür vorliegen, daß diese oder jene wirtschaftlich erwünschte oder unerwünschte Eigenschaft nicht äußeren Einflüssen ihre Entstehung verdankt, sondern auf Erbanlagen beruht, kann zielbewußt gezüchtet und können für die Forstwirtschaft wichtige Folgerungen gezogen werden.

Das sicherste und einwandfreieste Verfahren zur Feststellung erblicher Eigenschaften ist das Experiment soge-

nannter *Nachkommenschaftsprüfungen*, über deren Durchführung hier nichts gesagt zu werden braucht (H. JOHNSON 1952).

Wegen des relativ langsamen Wachstums der Holzgewächse sind die Forschungsarbeiten, die sich mit Erblichkeitsprüfungen befassen, stets sehr langfristige. Da manche Eigenschaften, wie z. B. Holzqualität, Drehwuchs, besondere Kronenformen usw., erst nach Jahrzehnten in Erscheinung treten, sind meist ebenso lange Zeiträume nötig, um sichere Urteile fällen zu können. Es ist daher er-