

D 21809F

DR KURT HOLZER

Sonderdruck aus:

Silvae Genetica

Vererbungsverhältnisse in einer Halbgeschwisterfamilie
von *Picea abies* (L.) Karst f. *virgata* (Jacques) Rehd.

VON KURT HOLZER



J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M.

Silvae Genetica 17, Heft 2-3, 41-120 (März-Juni) 1968

Silvae Genetica

continues the
**Journal of Forest Genetics and
Forest-Tree Breeding**

and publishes original articles, general reviews and communications on genetics, cytology and breeding, of importance to forest genetics and forest-tree breeding.

Publication Schedule: 6 numbers a year.

Subscription: *Silvae Genetica* may be ordered through book-dealers in Germany and other countries, or directly from the publisher. Subscriptions are effective for a complete volume and continue in force unless terminated following delivery of the last number of a volume.

Price of Subscription for the 6 numbers of a volume, DM 50,—, for students, DM 40,—, plus mailing costs.

Manuscripts should be sent to one of the editors and may be written in English, German or French.

- P. Bouvarel**, Station d'Amélioration des Arbres Forestiers, 14, rue Girardet, Nancy, France.
- W. B. Critchfield**, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Berkeley, California 94701, USA.
- C. Heimbürger**, Southern Research Station, Maple, Ontario, Canada.
- H. Johnsson**, Föreningen Skogstadsförädlings, Sydöstra Distriktet, Ekebo, Salvöv, Schweden.
- T. N. Khoshoo**, Cytogenetics Laboratory, National Botanic Gardens, Lucknow, India.

The editorial office of the journal is located at 207 Schmalenbeck über Ahrensburg (Holstein), Siekerlandstraße 2, in Germany. Reproduction of contributions is not permitted, reproduction of illustrations is permitted only with the approval of the author and the publisher.

Reprints: Authors obtain, free of charge, up to 50 reprints of their articles. Additional reprints may be purchased if ordered in advance from the publisher.

Advertisements: Inquiries about the size and price of advertisements should be addressed to Anzeigen-Verwaltung Winfried Groth, Groß-Gerau (Hessen), Darmstädter Straße 29, Telefon 06 152/2750.

Publisher:

J. D. Sauerländer's Verlag, 6 Frankfurt a. M. I, Finkenhofstraße 21, Telefon 55 52 17. Bankkonten: Commerzbank, Frankfurt a. M., Stadtparkasse, Frankfurt a. M. (Girokonto 96 95). Postscheckkonto: Frankfurt a. M., Nr. 8 95.

© J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M. 1968

setzt die
**Zeitschrift für Forstgenetik und
Forstpflanzenzüchtung**

fort und veröffentlicht Originalarbeiten, Sammelreferate und Besprechungen genetischen, zytologischen und züchterischen Inhalts; soweit sie für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung bedeutungsvoll sind.

Erscheinungsweise: 6 Hefte im Jahr.

Bezugsmöglichkeiten: *Silvae Genetica* kann durch den in- und ausländischen Buchhandel oder direkt vom Verlag bezogen werden. Das Abonnement läuft weiter, wenn nicht unmittelbar nach der Lieferung des Schlußheftes eines Bandes eine Abbestellung erfolgt.

Bezugspreis für die 6 Hefte des Bandes beträgt DM 50,— (für Studenten DM 40,—) zuzüglich Versandkosten.

Manuskripte werden an einen der Herausgeber erbeten. Sie können in deutscher, englischer oder französischer Sprache abgefaßt sein.

- W. Langner**, Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, 207 Schmalenbeck über Ahrensburg (Holstein), Siekerlandstraße 2, Bundesrepublik Deutschland.
- J. D. Matthews**, Department of Forestry, University of Aberdeen, Old Aberdeen.
- R. Toda**, Government Forest Experiment Station, Meguro, Tokyo, Japan.
- J. W. Wright**, Department of Forestry, Michigan State University, E. Lansing, Michigan, USA.

Die **Schriftleitung** der Zeitschrift befindet sich in 207 Schmalenbeck über Ahrensburg (Holstein), Siekerlandstraße 2. Der Nachdruck der Beiträge ist nicht gestattet, der Nachdruck von Abbildungen nur mit Genehmigung des Verfassers und des Verlages.

Sonderdrucke: Die Verfasser erhalten von ihren Arbeiten bis zu 50 Sonderdrucke kostenlos. Zusätzlich besteht bei rechtzeitiger Bestellung weitere Bezugsmöglichkeit gegen Berechnung.

Anzeigen: Anfragen über Preise und Größe von Anzeigen werden an Anzeigen-Verwaltung Winfried Groth, Groß-Gerau (Hessen), Darmstädter Straße 29, Telefon 06 152/2750, erbeten.

Verlag:

continue le
**Journal de génétique et
d'amélioration des arbres forestiers**

et publie des ouvrages originaux, des rapports et des communications sur les sujets suivants: génétique, cytologie et amélioration des plantes, appliquées spécialement à la génétique forestière et à l'amélioration des arbres forestiers.

Parution: 6 fascicules par an.

Souscription: *Silvae Genetica* peut être commandé par l'intermédiaire des libraires de tous pays, ou directement au libraire-éditeur. L'abonnement comprend un tome complet. L'abonnement continue, sauf lettre du souscripteur, envoyée après la livraison du dernier fascicule d'un tome, indiquant son intention de ne pas le renouveler.

Le prix de souscription d'un tome, (6 fascicules) se monte à DM 50. (pour étudiants: DM 40), frais d'expédition en plus.

Les manuscrits doivent être envoyés à l'un des éditeurs. Ils peuvent être rédigés en français, anglais ou allemand.

Le **bureau de rédaction** est situé à 207 Schmalenbeck über Ahrensburg (Holstein), Siekerlandstraße 2. La reproduction des articles est interdite; la reproduction des illustrations n'est autorisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et du libraire-éditeur.

Tirés à part: Les auteurs peuvent obtenir des tirés à part de leurs articles; gratuitement jusqu'à 50 exemplaires; des exemplaires supplémentaires peuvent être achetés au libraire-éditeur.

Annonces: Les demandes concernant les dimensions et le prix des annonces doivent être adressés au Anzeigen-Verwaltung Winfried Groth, Groß-Gerau (Hessen), Darmstädter Straße 29, Tel. 06 125/2750.

Libraire-éditeur:

INHALTSVERZEICHNIS

Wolfgang von Wettstein-Westersheim zur Vollendung seines 70. Lebensjahres. Von <i>Werner Schmidt</i>	41	Morphologische Merkmale und physiologisches Verhalten in einer Einzelbaumnachkommenschaft von <i>Chamaecyparis pisifera plumosa aurea</i> Von <i>W. Langner</i> und <i>G. H. Melchior</i>	82
The Experimental Control of the Life Cycle in <i>Picea abies</i> (L.) Karst. I. Some basic experiments on the vegetative cycle. By <i>I. Dormling</i> , <i>A. Gustafsson</i> and <i>D. von Wettstein</i>	44	Interspezifische Kreuzungssterilität innerhalb der Pappelsektion Aigeiros. Von <i>G. H. Melchior</i> und <i>F. W. Seitz</i>	88
Vererbungsverhältnisse in einer Halbgeschwisterfamilie von <i>Picea abies</i> (L.) Karst. f. <i>virgata</i> (Jacques) Rehd. Von <i>Kurt Holzer</i>	64	<i>Populus</i> × <i>generosa</i> Henry — Phänomen oder Phantom? — <i>Populus angulata</i> Aiton — eine Gruppe heterogener Klone? Von <i>R. Müller</i>	93
Über die Nachkommenschaft eines vermutlich mixoploiden Mutterbaumes von <i>Alnus glutinosa</i> Gaertn. Von <i>Kurt Holzer</i> und <i>Konrad Liebeswar</i>	69	Geographical Variation in Growth Patterns of Douglas-fir. By <i>H. Irgens-Moller</i>	106
Le développement des stomates chez le genre <i>Populus</i> au cours de l'accroissement des feuilles. Par <i>C. Muhle Larsen</i>	73	Newsletter	110
		Buchbesprechungen	112
		Referate	113
		Note	120

Ausgegeben im Juni 1968

Vererbungsverhältnisse in einer Halbgeschwisterfamilie von *Picea abies* (L.) Karst f. *virgata* (Jacques) Rehd.

Von KURT HOLZER

Institut für Forstpflanzenzüchtung und Genetik, Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien

Im Herbst 1958 wurden im Botanischen Garten in Maria-brunn zwei frei abgeblühte Zapfen einer Schlangenfichte (*Picea abies* [L.] KARST. f. *virgata* [JACQUES] REHD.) geerntet; von deren Samen gelangten 36 Sämlinge zur Aufzucht. Diese wurden 1961 verschult und 1964 nochmals im Weitverband (1 × 1 m) ausgepflanzt. Da im Laufe der Jahre fünf Pflanzen eingegangen sind, mußte die Auswertung der Ergebnisse auf insgesamt 31 Halbgeschwister beschränkt werden.

Im Laufe der Beobachtungsjahre 1962 bis 1967 wurden einige Merkmale, wie Austrieb, Höhenwachstum und dergleichen, wiederholt aufgenommen; andere Merkmale, wie Knospenöffnung und Gallausbefall wurden nur in den letzten Aufnahmejahren registriert. Insgesamt wurden dabei 20 Merkmale aufgenommen, wodurch infolge einiger Wiederholungen zusammen 48 Einzelaufnahmen zu den Vergleichen herangezogen werden konnten. Eine Übersicht über sämtliche Aufnahmedaten ist in *Tabelle 3* dargestellt.

Als besonders augenscheinliches Merkmal wurde der Grad der Schlangenform (S) im Jahre 1963 und erneut 1966 aufgenommen, wobei vor allem bei den Zwischenformen geringfügige Verschiebungen in der Beurteilung festzustellen waren. Als stärkste Änderung tritt hier eine Pflanze auf, bei der auf Grund ihres langsamen Wachstums im Jahre 1963 die Zugehörigkeit zu dieser Familie sehr zweifelhaft erschien; diese Pflanze war im Alter von fünf Jahren 14 cm hoch gegenüber einer Höhe von 25—76 cm bei den übrigen Pflanzen; bis zum Jahre 1966 entwickelte sich diese Pflanze jedoch zu einer eindeutigen Schlangenfichte mit langsamem Wuchs (jährlich etwa 2—10 cm Zuwachs) (*Abb. 2 c*). Wie die erste Aufnahme des Grades der Schlangenform (1963) ergab, entfielen auf die 5 ausgeschiedenen Klassen (keine : schwache : mittlere : starke : sehr starke Schlangenform) 22 : 3 : 4 : 5 : 2 (zusammen 36) Pflanzen. Dieses Verhältnis hat sich nach den letzten Aufnahmen (insgesamt 6 Klassen) folgendermaßen verschoben 15 : 6 : 3 : 1 : 5 : 1 (zusammen 31 Pflanzen infolge von Ausfällen), wobei vor allem die vorerst nicht genau bestimmbaren Zwischenformen eine Verschiebung erfuhren.

Aus diesen Aufspaltungszahlen müßte man folgendes

*) Herrn Prof. Dr. WOLFGANG WETTSTEIN-WESTERSHEIM zum 70. Geburtstag gewidmet.

schließen: Die aus 2 Zapfen stammenden Nachkommen dieser Schlangenfichte als Mutter müßten zum Teil durch Pollen der im Arboretum benachbart stehenden Rückkreuzungsform einer Schlangenfichte mit einer normalen Form und zum Teil durch normalen Fichtenpollen bestäubt worden sein, um das aufgetretene Aufspaltungsverhältnis erklären zu können. Bei der Annahme von zwei nicht gekoppelten Genen *a* und *b* für die Ausbildung einer Schlangenfichte müßte das Gen *a* stärker wirksam sein als das Gen *b*; die Mutter dieser Halbgeschwisterfamilie hätte die Kombination *aaBb*, d. h., das homozygote Merkmal *aa* wirkt stark auf die Ausbildung der Schlangenform und wird durch das heterozygote *Bb* nur wenig gestört. Der Pollenspender hingegen, im Arboretum bezeichnet mit „*virgata* × Normalform“, der erst im Alter die Einkreuzung einer Schlangenfichte erkennen läßt, hät-

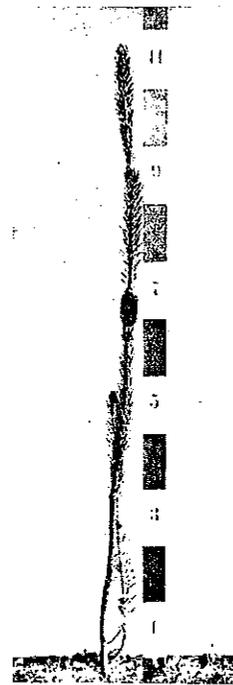


Abbildung 1. — „Astlose“ Fichte (Maßstabteilung in 5 cm).

Tabelle 1

				Klasse	Anzahl	Ausbildungsform
	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>	1	<i>AaBB</i> = Normalform
					2	<i>AaBb</i> = in früher Jugend ± Normalform
<i>aB</i>	<i>AaBB</i>	<i>AaBb</i>	<i>aaBB</i>	<i>aaBb</i>	3	<i>Aabb</i> = ± Kreuzungsform
					4	<i>aaBB</i> = ± Kreuzungsform
<i>ab</i>	<i>AaBb</i>	<i>Aabb</i>	<i>aaBb</i>	<i>aabb</i>	5	<i>aaBb</i> = Schlangenfichte
					6	<i>aabb</i> = astlose Fichte

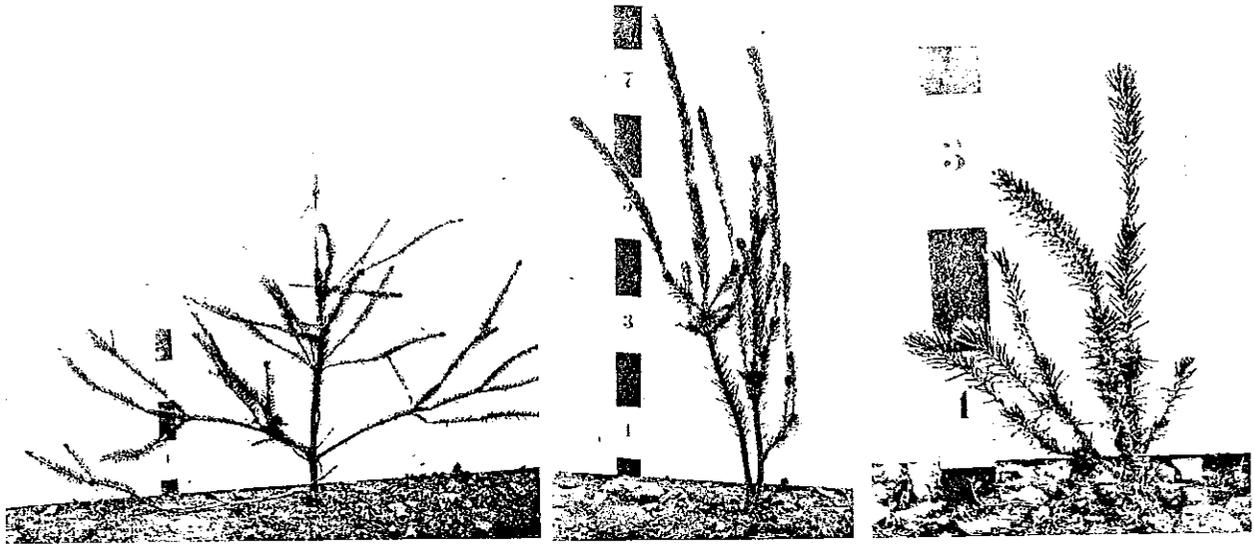


Abbildung 2. — Verschiedene Ausbaumformen der Schlangenfichte (Maßstabteilung in 5 cm): Links (a) starkwüchsig, normal verzweigt. — Mitte (b) starkwüchsig, vieltriebiger. — Rechts (c) langsamwüchsig.

te die Genkombination $AaBb$. Dadurch kommen nach Tabelle 1 folgende Kombinationen zustande:

Das zu erwartende Zahlenverhältnis von 1 : 2 : 1 : 1 : 2 : 1 wird durch das tatsächlich aufgetretene Verhältnis von 15 : 6 : 3 : 1 : 5 : 1 dadurch erklärt, daß bei den Formen 1 und 2 auch die Bestäubung mit Pollen von normalen Fichten zu beachten ist: $aaBb \times AaBB$ ergibt $AaBB$ und $AaBb$ in gleichem Verhältnis. Die Unterscheidung der Formen 1 und 2 ist nur schwer möglich, wodurch diese vermehrten Fälle von 1 zustandekommen könnten. Darüber könnte wohl erst in einem späteren Alter und im besonderen durch eine F_2 -Generation geurteilt werden.

Die Formen 3 und 4 würden durch die ungleiche Aufteilung der Gene a und b verschieden starken Kreuzungscharakter zeigen (Abb. 3).

Besonderes Augenmerk soll vor allem auf die beiden extremen Gruppen 5 und 6 gerichtet werden: die Form 5 entspricht also der eigentlichen Schlangenfichte ($aaBb$) *Picea excelsa* f. *virgata* (JACQUES) REHD., die also in einem Gen immer noch heterozygot ist; sie tritt in diesem Versuch in 5 Exemplaren auf (Abb. 2). Die Form 6 hingegen stellt die rein homozygot-rezessive Form in beiden Genen dar; sie ist gekennzeichnet durch das vollständige Fehlen von Seitenästen; sie tritt in unserer Halbgeschwisterfamilie in 1 Exemplar auf (Abb. 1).

In der Literatur wird eine derartige Form wiederholt erwähnt als „astlose Fichte“, *Picea excelsa* f. *monstrosa* (LOUDON) REHD.; sonstige Namen wie f. *aclada* SALVI oder f. *monocaulis* NÖRDL. sind nicht gültig (MASTERS). Während die Schlangenfichte und deren Kreuzung mit normalen Fichten in der Literatur immer wieder erwähnt werden — sie treten vor allem in den skandinavischen und baltischen Ländern auf (HEMPEL und WILHELM für Mähren, CASPARY in Ostpreußen, WILLKOMM, SYLVEN und GUNNERT in Schweden, BERG in Estland, SCHÜBELER in Norwegen, KOCH beschreibt umfangreiche Vorkommen in Südtirol; CARRIERE hat diesen Namen jedoch für andere Formen verwendet), werden von der f. *monstrosa* etwa um die Jahrhundertwende nur 3 Exemplare beschrieben (SCHRÖTER, HEMPEL und WILHELM, MASTERS, BEISSNER und FITSCHEN, WILLKOMM); eines davon war früher in Mariabrunn gewesen, aber bereits zur Jahrhundertwende nicht mehr vorhanden. Während die var. *virgata* erst von JACQUES (1853) beschrieben wurde, eine frühere Angabe über 2 Schlangenfichten gibt es von BERG (1833), stammt der erste Bericht über die var. *monstrosa* bereits aus 1838 (LOUDON); SALVI wies 1844 ein 32 Jahre altes Exemplar vor. In der Monographie über die Fichte von SCHRÖTER und KIRCHNER ist über diese Verhältnisse eine gute Zusammenstellung gegeben.

DOERNER machte genauere Angaben über das Jugendwachstum eines 16 Jahre alten astlosen Fichtenbäumchens; ROHMEDER hat in Grafrath zweimal eine Absaat von Schlangenfichten durchgeführt, wobei die Vererbung der Schlangenfichte erwiesen wurde (ROHMEDER und SCHÖNBACH); aber bereits SCHRÖTER berichtet über SCHÜBELER, der aus Samen einer Schlangenfichte 3 normale und 3 Schlangenfichten erhalten hatte. SYLVEN beschreibt einen Bestand, der aus einem 135 Jahre alten Mutterbaum hervorgegangen ist; unter deren Nachkommen hat er 2 zweiglose Fichten gefunden. Dieser Bestand wurde später (im Alter von 30 Jahren) von ERICSON näher untersucht, wobei er 14 Typen unterschied. GUNNERT schließlich engte diese Beobachtungen auf 6 Typen ein, wie sie auch bei diesem Material festgestellt wurde; auch er beschreibt die var. *monstrosa* als extremste und schließt mit var. *virgata* an. Unter 55 wenig ästigen Formen findet er 46 *Virgata*- und 2 *Monstrosa*-Formen. Diese Bäume sind durchschnittlich 5 m hoch.

Vor allem die Ausbildung der Nadeln der hier beschriebenen astlosen Form (Merkmale N, Länge und M, Breite der Nadeln) zeigen eine auffallende Übereinstimmung mit den Berichten aus der Literatur; die Länge der Nadeln dieser Pflanze betragen 23 mm und die Breite etwa 2,5 mm.

Die Herkunft des jetzt in Mariabrunn stehenden Exemplares der Schlangenfichte konnte nur andeutungsweise geklärt werden; die Tochter des damaligen Gartenmeisters erinnert sich, daß etwa um die Jahrhundertwende eine kleine Schlangenfichte mit einem auffallenden Lattengerüst in den Botanischen Garten von Mariabrunn gesetzt wurde. Es kann aufgrund der damaligen Verhält-

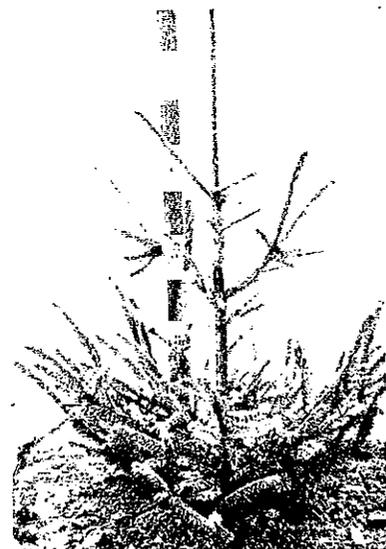


Abbildung 3. — Kreuzungsform zwischen Schlangenfichte und normaler Fichte (Maßstabteilung in 5 cm).

Tabelle 2

relativer Zeitpunkt des Austriebes		Grad der Schlangenform (siehe Tab. 1)						$r = 0,937$
		wenig deutlich			deutlich erkennbar			
		1	2	3	4	5	6	
früh	1	1	1					
	2	10	3					
	3	2	1	1				
	4	1	1	1				
spät	5	1			1			
	6							
	7					2		
	8					1		
	9					2	1	

nisse und der in den Neunziger-Jahren gehäuften Literaturberichte (siehe oben sowie ASCHERSON und GRAEBNER, BEISSNER, BÖHM, BÖHMERLE, PENZIG u. a.) angenommen werden, daß es sich um ein Exemplar aus dem beschriebenen Vorkommen im Mährischen Raum handelt, das auf diese Weise bis heute erhalten wurde. Leider wurde der Wipfel dieses Baumes (etwa 4 m) durch einen vom Sturm geworfenen Nachbarbaum Anfang Dezember 1967 abgebrochen.

Die Zahl der Nachkommen und auch die Sicherheit der angenommenen Kreuzungsmöglichkeit ist zu gering, um daraufhin genauere Aussagen machen zu können. Aber es soll in diesem Zusammenhang auf die ziemlich strenge Koppelung des Grades der Schlangenform mit dem Zeitpunkt des Austriebes hingewiesen werden. Allein die Größen der Korrelationskoeffizienten zeigen dies deutlich (zwischen 0,65 und 0,91), aber vor allem die Tatsache, daß alle Schlangenfichten spät bis sehr spät austreiben und die übrigen Formen fast durchweg früh bis mittel, gibt dies deutlich zu erkennen (Tabelle 2).



Abbildung 4. — Geschlossene und stark „geöffnete“ Knospe im Winterzustand (Merkmal C).

Wie nun die berechneten Korrelationskoeffizienten der gesamten aufgenommenen Merkmale zeigen (Abbildung 5 a und 5 b), finden wir in dieser Koppelungsgruppe (Grad der Schlangenform-Austriebe; dargestellt mit einem vollen Kreis) außer den bereits angeführten Vergleichen (Schlangenform 1963, 1966, Austrieb 1963, 65, 66, 67) 9 weitere Aufnahmemerkmalsgruppen; insgesamt gehören dieser Koppelungsgruppe 21 Aufnahmen an. Besonders deutlich ist die Koppelung mit der Augusttriebsbeobachtung im Jahre 1965 (B 5); im Jahre 1962 (B 2) und 1967 (B 7) war die Augusttrieb Bildung nur schwach (weniger als ein Drittel aller Pflanzen), und so ist auch die Korrelation wesentlich geringer. Dieses Ergebnis deckt sich übrigens mit den allgemein gemachten Erfahrungen, daß Frührtreiber häufig zu starker Augusttrieb Bildung neigen.

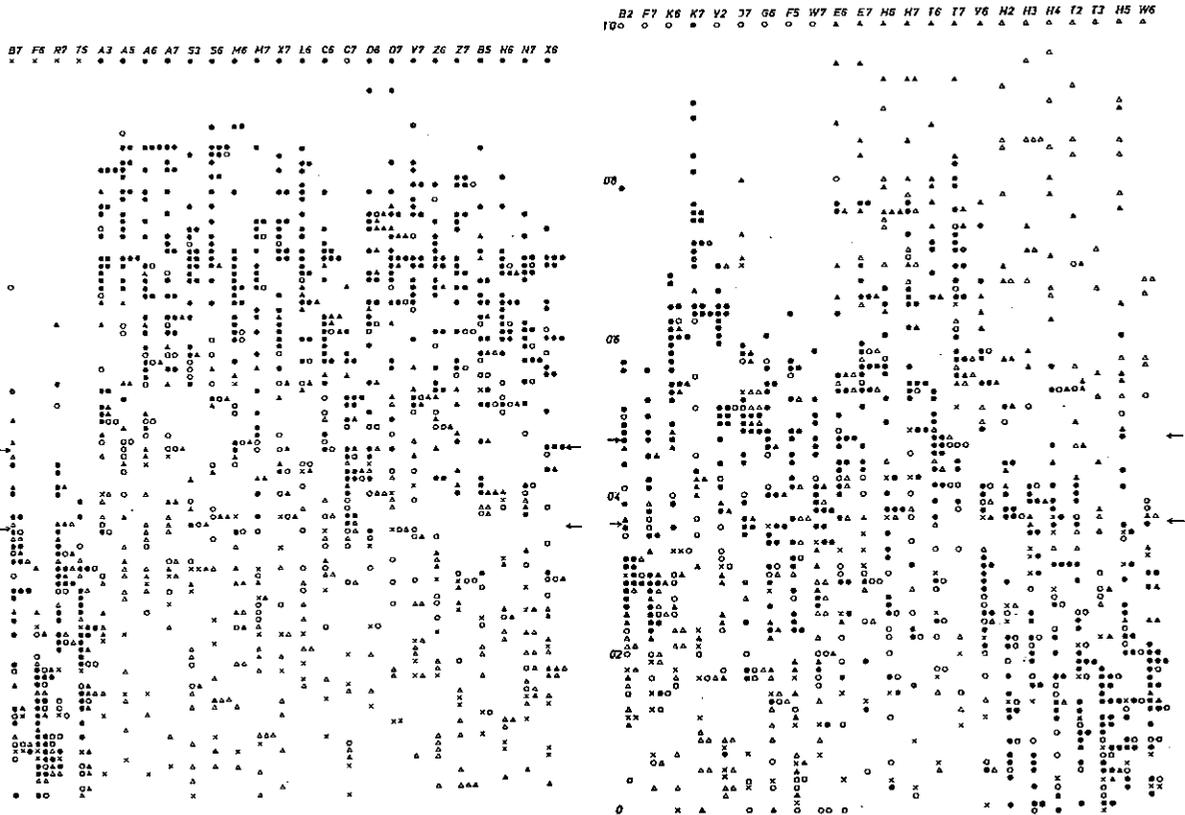


Abbildung 5 a und 5 b. — Größe der Korrelationskoeffizienten der einzelnen Merkmale; je kleiner die Entfernung zum Koeffizienten 1,00, desto enger die Koppelung der beiden Merkmale. Der starke Pfeil gibt $r = 0,473$ als Grad der 99%igen Sicherung, der dünne Pfeil $r = 0,358$ als Grad der 95%igen Sicherung an. — Volle Kreise: Koppelungsgruppe Austrieb—Schlangenform; leere Kreise gehören vermutlich in diese Koppelungsgruppe. — Volle Dreiecke: Koppelungsgruppe Höhenwachstum; leere Dreiecke gehören vermutlich in diese Koppelungsgruppe. — Kreuze: diese Merkmale gehören keiner der beiden Koppelungsgruppen an. — Erläuterungen der Merkmalsymbole in Tabelle 3.

Tabelle 3. — Aufstellung der Merkmale und deren Beobachtungsjahre (Kalenderjahre als Index der Buchstabenbezeichnung)

- A: Austrieb der einzelnen Pflanzen, aufgenommen in relativen Klassen (1—9) in den Jahren 1963, 1965, 1966 und 1967, gemeinsam mit 107 anderen Fichten aus verschiedenen Familien und Herkünften.
- B: Stärke der Augusttrieb Bildung, aufgenommen in den Jahren 1962, 1965 und 1967; sie war 1965 besonders stark (bei 27 Pflanzen bis Klasse 6) und zeigte deshalb auch in diesem Jahr die stärkste Korrelation; 1962 treten nur bei 11, 1967 nur bei 12 Pflanzen meist schwache Augusttriebe auf.
- C: Grad der Knospeneröffnung, aufgenommen 1966 und 1967 in Klassen (1—5); die extremen Fälle sind in *Abbildung 4* festgehalten.
- D: basale Stamm dicke, aufgenommen in den Jahren 1966 und 1967; gemessen an der Stelle des Hypokotyls in mm.
- E: Dicke des einjährigen Triebes, aufgenommen in den Jahren 1966 und 1967; gemessen nahe der Basis der einjährigen Triebe in mm.
- F: Farbe der Nadeln, aufgenommen in den Jahren 1965, 1966 und 1967 in Klassen (1 — hellgrün, bis 4 — graugrün); die Aufnahmen erfolgten zu verschiedenen Jahreszeiten, weshalb die Korrelationen der einzelnen Bestimmungen dieses Merkmals gering sind.
- G: Stärke des Befalls durch die Fichtengallaus im Jahre 1966.
- H: Gesamthöhe der Pflanzen in den einzelnen Beobachtungsjahren (1962 und 1963 gemessen in cm; 1964, 1965, 1966 und 1967 gemessen in Klassen à 5 cm).
- I: Grad der Stärke des sekundären Triebwachstums im Laufe der zweiten Hälfte Juni 1967, aufgetreten bei insgesamt 14 Pflanzen.
- K: Dichte der Krone der einzelnen Pflanzen, geschätzt in den Jahren 1966 und 1967 in Klassen (1—5).
- L: Fehlen der Benadelung an der Basis der einzelnen Jahrestriebe, auch der Seitenzweige, wie bei der Pflanze der *Abb. 2 b* erkennbar.
- M: Breite der einjährigen Nadeln, aufgenommen in den Jahren 1966 und 1967; geschätzt in Klassen 1 — normal bis 5 — sehr breit (von etwa 0,8 bis 2,5 mm).
- N: Länge der einjährigen Nadeln, aufgenommen in den Jahren 1966 (in Klassen 1—5) und 1967 (gemessen in mm).
- R: Aufnahme der Spätfrostschäden im Frühjahr 1967 (in Klassen 0—3).
- S: Grad der Schlangenform, aufgenommen in den Jahren 1963 und 1966 (siehe Text).
- T: Länge des einjährigen Triebes, gemessen in cm; die Aufnahme erfolgte in den Jahren 1962, 1963, 1965, 1966, 1967. Im Jahre 1964 unterblieb die Aufnahme, da die Pflanzen in diesem Jahr versetzt wurden und deshalb einen starken Schock erlitten; dieser Schock wirkte sich zu einem erheblichen Teil auch noch im Jahre 1965 aus; in diesem Jahr ist noch eine entgegengesetzte Tendenz zu erkennen, die größten Pflanzen zeigten die schwächsten Jahrestriebe.
- V: Verhältnis der Längen des Wipfeltriebes und der Seitentriebe erster Ordnung; aufgenommen wurde dieses Verhältnis in den Jahren 1962 (errechnet und in Klassen geteilt), 1966 (geschätzt) und 1967 (errechnet).
- W: Astwinkel der Seitenzweige 1. Ordnung zum Wipfeltrieb; aufgenommen in den Jahren 1966 und 1967 (je 10°).
- X: Verhältnis der Längen der seitlichen Jahrestriebe 1. Ordnung zu 2. Ordnung; geschätzt in den Jahren 1966 und 1967.
- Z: Durchschnittliche Anzahl der Seitenzweige 2. Ordnung je Quirl, gezählt in den Jahren 1966 und 1967.

Auch der im Jahre 1966 und 1967 beobachtete Grad der Knospeneröffnung (C) zeigt eine hohe Korrelation mit den angeführten Merkmalen dieser Koppelungsgruppe. Die Merkmale Austrieb und Augusttrieb können als phänologische Merkmale zusammengefaßt werden, zumal sie auch eine enge Korrelation aufweisen; wahrscheinlich muß die Knospeneröffnung auf Grund dieser Erfahrungen auch dieser Gruppe zugerechnet werden; das Zurückschlagen der äußeren Knospenschuppen (*Abbildung 4*) könnte man als einen fortgeschrittenen Entwicklungsgrad der Knospe ansehen und eventuell mit einer begonnenen Augusttrieb Bildung erklären. Hierzu ist jedoch zu bemerken, daß der bei dieser Familie hohe Korrelationskoeffizient der Knospeneröffnung mit dem Austrieb (0,51 — 0,82) bei einer Mischpopulation von 12 Familien, bestehend aus insgesamt 138 Individuen, bereits merkbar absinkt (0,36 bzw. 0,43). Also scheint der Grad der Knospeneröffnung in der Schlangenfichtenfamilie eher zufällig in die gleiche Koppelungsgruppe wie Austrieb und Augusttrieb zu fallen, was besonders durch die Aufnahme 1967 deutlich wird (C 7 ist in der *Abbildung* irrtümlich an einer falschen Stelle eingetragen und gehörte mit K 7 vertauscht).

Ein weiteres Merkmal dieser Koppelungsgruppe ist die Nadellänge des Jahres 1966 und 1967 (N) ($r = 0,73$ bis $0,84$), wobei dieses Merkmal die engste Korrelation mit dem Grad der Schlangenfichte aufweist. Am lockersten in dieser Gruppe ist die Bindung mit Augusttrieb Bildung und Knospeneröffnung. Aus der engen Koppelung mit dem Austriebstermin geht hervor, daß dieser einen wesentlichen Einfluß auf das Längenwachstum der Nadel auszuüben scheint. Ein Vergleich mit den anderen Fichtenfamilien fehlt hier.

Weiter zählen zu dieser Koppelungsgruppe noch die Merkmale Nadelbreite (M), basale Stamm dicke (D), Fehlen der Benadelung an der Triebbasis (L) sowie selbstverständlich einige Verzweigungsmerkmale (V, X, Z).

Eine Gruppe von 9 Aufnahmemerkmale (dargestellt durch leere Kreise) zeigt wohl eine Bindung an die erste Koppelungsgruppe, aber diese ist in den meisten Fällen nur schwach und vielfach auch nicht recht gesichert; dies dürfte in erster Linie darauf zurückzuführen sein, daß diese Beobachtungen nicht exakt durchgeführt bzw. erfaßt werden konnten; zumeist handelt es sich um subjektiv stark beeinflusste Beurteilungen wie Nadelfarbe, Kronendichte, Gallausbefall, Stärke des sekundären Triebwachstums etc. Die Kronendichte 1967 zeigt bereits enge Koppelung an die erste Gruppe (in der *Abbildung* irrtümlich neben K 6 gestellt!).

Nun stellt sich eine zweite Koppelungsgruppe ein, die mit den bisher angeführten Merkmalen im allgemeinen keine brauchbaren Beziehungen aufweist. Dieser Gruppe gehören die Merkmale Trieb Längenwachstum (T) und Gesamthöhe der Pflanzen in den einzelnen Jahren (H) an (in *Abbildung 5 a* und *5 b* dargestellt durch volle Dreiecke). Es ist wohl eine Selbstverständlichkeit, daß die Zuwachswerte der einzelnen, zum Teil aufeinanderfolgenden Jahre korreliert sind; das auffallende an dieser Koppelungsgruppe ist jedoch, daß sie mit den Merkmalen der ersten Gruppe sehr niedere Korrelationskoeffizienten hat. Sie liegen im allgemeinen zwischen 0,05 und 0,4, also durchweg weit unter der entsprechenden Sicherheit (für dieses Material bei $n = 31$ ist die 99% - Sicherheit erst bei $r = 0,473$ gegeben, angedeutet durch dicke Pfeile in der *Abb. 5*).

Dieser Koppelungsgruppe gehören auch die Messungen der Dicke des einjährigen Triebes an (E), wogegen der geschätzte Astwinkel (W 6) in die Gruppe der wahrscheinlich

hierher zu nehmenden Merkmale gehört, ebenso wie die Höhen- und Triebblängenmessungen der ersten Entwicklungsjahre.

Bei den Merkmalen Triebblängenzuwachs der einzelnen Jahre und auch Gesamthöhe der Pflanzen einerseits, wie der Merkmale Dicke der Triebe und Stammbasis andererseits ist noch festzustellen, daß diese Merkmale erst im Laufe der Jahre (mit zunehmendem Alter) immer stärker korreliert werden. Die Korrelation dieser Merkmale bei den neunjährigen Pflanzen ist bereits derart eng, daß es den Anschein hat, daß die beiden in der frühen Jugend festgestellten Koppelungsgruppen allmählich zu einer gemeinsamen Koppelung heranreifen und alle Faktoren des Wachstums, die ja in erster Linie in diesen Merkmalen erfaßt wurden, schließlich in der gleichen Richtung weisen.

Eine weitere Gruppe von Merkmalen kann wohl nicht als Koppelungsgruppe angesprochen werden; sie zeigt jedoch ein ziemlich gleichsinniges Verhalten derart, daß sie zu fast allen Merkmalen der beiden Koppelungsgruppen Beziehungen nahe der Sicherheit, untereinander jedoch im allgemeinen geringere Bindung zeigt. Zu diesen zählen zum Teil Merkmale, deren Parallelaufnahmen in anderen Jahren enge Bindungen zeigen, zum Teil gehören hierher auch die Merkmale Nadelfarbe 1965 (F 5) und Stärke des Gallausbefalls im Jahre 1966 (G 6). Das besonders Auffallende ist, daß die Farbe der einjährigen Nadeln im Jahre 1966 (F 6) zu keinem der angeführten Merkmale einen höheren Korrelationskoeffizienten als 0,31 aufweist. Wodurch dieses auffallende Verhalten zustande kommt, kann allerdings im Rahmen dieser Beobachtungen nicht geklärt werden; die Unterschiede dürften im Zeitpunkt der Beobachtung liegen; im Zeitpunkt der Winterruhe ist die Nadelfarbe heller, dies wieder nicht bei allen Pflanzen im gleichen Maß.

Wir können somit auf einfache Art innerhalb dieser Halbgeschwisterfamilie 2 eindeutige Koppelungsgruppen auf Grund der Korrelationskoeffizienten feststellen; insgesamt vier weitere Merkmale sind jedoch nicht sicher in Koppelungsgruppen einzuordnen, was in erster Linie die nur zufällig auftretenden Merkmale betrifft (Augusttrieb 1967, Spätfrostschäden 1967, Nadelfarbe 1966 und Triebblänge 1965).

Leider ist das Material zu wenig umfangreich, um diese Aussagen noch verstärken zu können; es zeigt aber auch deutlich, wie die wenigen Vergleiche mit anderen Halbgeschwisterfamilien zu erkennen geben, daß von den Ergebnissen einer einzigen Familie nicht allgemeine Schlüsse gezogen werden können; es muß die Züchtung alle derartigen Untersuchungen erst bei umfangreichen Serien durchprüfen, bevor vor allem Merkmalskoppelungen als gesichert angenommen werden können.

Zusammenfassung

An Hand von 31 Nachkommen einer Schlangenfichte wird versucht, die Beziehungen verschiedener Wachstumsmerkmale auf Grund ihrer gegenseitigen Korrelation herauszufinden.

Die Aufspaltung innerhalb dieser Nachkommen wird auf zwei unabhängige Gene des rezessiven Merkmals „Schlangenfichte“ zurückgeführt, wobei ein Teil dieser Nachkommen als Pollenspender eine benachbarte Bastardform erkennen läßt. Die in den Neunzigerjahren oft erwähnten Vorkommen der Schlangenfichte sowie die früher beschriebene astlose Form werden dadurch als verschiedene Kreuzungsformen desselben Merkmals erkannt.

Die aufgenommenen 20 Merkmale, von denen ein Teil mehrere Jahre hindurch beobachtet wurde, lassen zwei in der Jugend getrennte Koppelungsgruppen erkennen; in höherem Alter dagegen scheinen diese beiden Koppelungsgruppen zu einer gemeinsamen Gruppe zusammenzukommen, was vor allem an den Aufnahmen des letzten Jahres deutlich wird.

Vergleiche mit anderen Halbgeschwisterfamilien lassen jedoch erkennen, daß derartige Ergebnisse von einer einzigen Familie nicht verallgemeinert werden können.

Summary

By the hand of 31 offsprings of a snake-spruce it is tried to find the connection of several growth-characteristics with the help of their correlation-coefficients.

The splitting within these offsprings is based on two different unlinked genes for the "snake" character; a part of these half sibs seems to have a back-cross of snake-spruce for pollen-spending. The often described forms of snake-spruce between 1887 and 1900 as well as the earlier described „caneless“ form are known now to be several crossings of the same character.

The checked 20 characteristics, a part of them was taken through several years, let find two separated groups of linkage during juvenile stage; getting older these both groups of linkage seem to come together to form a single group, what is seen especially on the countings of the last year.

Comparisons with other half sib families let see that those results of a single family cannot be taken for all.

Literatur

- ASCHERSON und GRAEBNER: Synopsis der mitteleuropäischen Flora. Berlin 1897. — BEISSNER, L.: Die schönsten Nadelhölzer. MÖLLER's deutsche Gärtnerzeitung 9, 1894. — BEISSNER-FITSCHEN: Nadelholzkunde. 3. Auflage, 1930. — BERG, E. v.: Beschreibung einer Varietät der Fichte. Allg. Forst- u. Jagdztg., 1833. — BERG, GR. FR.: Einige Spielarten der Fichte. Schlangenfichte, astlose Fichte, pyramidale Fichte. Naturf. Ges. Univ. Dorpat, 8vo, Dorpat, 1887. — BÖHM, B.: Fichtenvarietäten. Zeitschr. Forst- u. Jagdw. 25, 1893. — BÖHMERLE, E.: Die Goldenhöher Schlangenfichte. Centralbl. ges. Forstwes. 7, 1881. — CARRIÈRE, E. A.: Revue horticole. IVme Sér., Tome III, 1854. — CARRIÈRE, E. A.: Traité genre de Confère. 2. Auflage, 1867. — CASPARY: Über einige Spielarten, die mitten im Verbreitungsgebiet der Stammarten entstanden sind: die Schlangenfichte, Pyramidenfichte u. a. Schrift. d. physik. ökonom. Ges. Königsberg i. Pr., 1873. — DOEBNER: Ein astloses Fichtenstämmchen. Flora, 1872. — ERICSON, B.: Latewood percentage, density and volumetric shrinkage in wood of *Picea abies* (L.) KARST. f. *virgata* JACQ. A comparison with *Picea abies*. Stat. Skogforskng.Inst. Rapp. 2, 1960. — GUNNERT, L.: Undersökning av ormgransbeståndet: Lekerijd (*Picea abies* [L.] KARST. f. *virgata* [JACQUES] REHD.). Medd. Stat. Skogforskng. Inst. 51, 1962. — HEMPEL, G., und WILHELM, K.: Die Bäume und Sträucher des Waldes. Ed. HÖLZEL, Wien 1889. — JACQUES: Notes sur quelques variétés d'arbres résineux remarquables dans les Pépinières de M. H. Cochet à Saynes. Ann. Soc. hort. Paris 44, 1853. — KOCH, K.: Vorlesungen über Dendrologie. Stuttgart 1875. — LOUDON, E.: Encyclopedia of Trees. 1838. — MASTERS, M. T.: Review of some points in the comparative morphology, anatomy, and life history of the conifere. J. Lin. Soc. 27, 1891. — PENZIG, O.: Pflanzenzootologie. Genua 1890—94. — ROHMEDER, E., und SCHÖNBACH, H.: Genetik und Züchtung der Waldbäume. Paul Parey, Hamburg, 1959. — SALVI: Eine astlose Fichte. Flora 27, 1844. — SCHRÖTER, C.: Über die Vielgestaltigkeit der Fichte. Vierteljahresschrift Naturf. Ges. Zürich 163, 1898. — SCHRÖTER, C., und KIRCHNER, O.: Die Fichte. In: O. KIRCHNER, E. LOEW und C. SCHRÖTER: Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart 1890. — SCHÜBELER: Pflanzenwelt Norwegens; zitiert nach SCHRÖTER 1898. — SYLVEN, N.: De Svenska skogsträden I. Barrträden. Stockholm, 1916. — WILLKOMM, M.: Forstliche Flora von Deutschland und Österreich. C. F. Winter, Leipzig, 1887.