

MURTI, D., and JAGRAJ SINGH: Res. and Ind. 6, 314 (1961). — JOSEPH GEORGE, PANT, H. C., and JAGRAJ SINGH: Silvae Genetica 11, 57 (1962). — NARAYANAMURTI, D., and KULTAR SINGH: Paintindia 12 (2), 23 (1962).

— NARAYANAMURTI, D., PRASAD, B. N., and KULTAR SINGH: 1962, communicated for publication. — SANDERMANN, W., and DIETRICHS, H.: Holzforschung 13, 137 (1959).

## Ergebnisse des Internationalen Fichtenprovenienzversuches

VON GUSTAV VINCENT UND JOHANN VINCENT, BRNO

(Eingegangen am 10. 1. 1964)

Über Ergebnisse des internationalen Provenienzversuches vom Jahre 1938 mit der Fichte (*Picea excelsa* LAM. LINK) haben in den letzten Jahren P. BOUVAREL und M. LE MOINE (1957), P. GATHY (1960) und O. LANGLET (1960) eingehend berichtet. Kurze Berichte über die in der Tschechoslowakei begründeten drei Versuchsflächen der gleichen internationalen Serie wurden im Jahre 1953, 1960 und 1963<sup>1)</sup> veröffentlicht. Es fehlt jedoch eine zusammenfassende Bewertung der Messungen, die auf den letzten drei Versuchsflächen in den Schlesischen Beskiden unternommen wurden. Eine solche Bewertung ist die Aufgabe dieser Studie, in der gleichzeitig die in der ČSSR festgestellten Ergebnisse mit jenen Angaben verglichen werden, die über die französischen, belgischen und schwedischen Flächen gemacht wurden.

Die geographische Lage und die Seehöhe aller erwähnten Versuchsflächen sind in der Tabelle 1 angeführt.

Tabelle 1

Land	Ort	Nördliche Breite	Östliche Länge	Seehöhe
Frankreich	Amance	48°47'	6°17'	240 m
ČSSR	Dobrá	49°31'	18°26'	340 m
ČSSR	Horni Mohelnice	49°32'	18°32'	850 m
ČSSR	Kobzok	49°33'	18°33'	880—940 m
Belgien	Belle Étoile	50°50'	4°25'	125 m
Belgien	Saint-Hubert	50°00'	5°25'	525 m
Schweden	Dönjelt	56°56'	12°46'	170 m
Schweden	Bornsjön	59°14'	17°46'	15 m
Schweden	Södra Bäcksjö	63°56'	20°24'	65 m

### 1. Die Zahl der Fichten auf den Versuchsteilflächen

Die einzelnen Teilflächen der internationalen Versuchsflächen wurden in den Jahren 1942 oder 1943 mit je 200 Fichtenpflanzen gleicher Herkunft im Verband 1,5 X 1,5 m bepflanzt. Auf jeder Teilfläche der Versuchsflächen in den Schlesischen Beskiden hat man im Jahre 1949 und 1958 die Zahl der eingegangenen Fichten bestimmt, diese Zahlen in Prozenten der auf der entsprechenden Teilfläche ausgesetzten Pflanzen ausgedrückt und den Mittelwert des Prozentsatzes der Verluste für die jeweilige geographische Breite der Fichtenherkunft berechnet (Tabelle 2).

Tabelle 2

Geographische Breite der Fichtenherkunft	Prozentsatz der Fichtenverluste im Jahre 1949 festgestellt	im Jahre 1958 festgestellt
41—44° n. B.	17%	20%
44—47° n. B.	16%	17%
47—50° n. B.	15%	18%
50—53° n. B.	19%	23%
53—56° n. B.	12%	18%
56—59° n. B.	19%	26%
59—62° n. B.	21%	22%
62—65° n. B.	33%	34%

<sup>1)</sup> Siehe G. VINCENT und J. FLEK, 1953, G. VINCENT, 1960, G. VINCENT, 1963.

Die sogenannten Nordlandfichten, d. h. die Fichten aus Norwegen, Schweden und Finnland, waren bei der Auspflanzung schwächer und infolgedessen in den Schlesischen Beskiden vom Unkraut mehr bedroht als die Fichten aus den südlicheren Breiten. Von den Nordlandfichten aus Folafoss gingen bis zum Jahre 1949 26% ein, von den aus Tydal 43%, aus Vilppula 31% und aus Nesbyen 21%. Die kleinsten Verluste hatten die weißrussischen Fichten aus Stolpce und die Karpathenfichten aus Vadul Rau mit 12%.

In den Jahren 1949—1958 war die Zahl der eingegangenen Fichten bedeutend kleiner. Die Verluste der Nordlandfichten haben sich fast nicht erhöht und die der Alpenfichten sowie die der einheimischen betragen 2%. Es muß jedoch in Betracht gezogen werden, daß die Nordlandfichten schon von ihrem zehnten Jahre an in etwas weiterem Verbande wuchsen als die anderen Ökotypen.

### 2. Das Dickenwachstum der Fichtenstämmen

Auf den drei internationalen Versuchsflächen in den Schlesischen Beskiden hat man im Jahre 1949 die Stammstärke (10 cm oberhalb des Erdbodens) und im Jahre 1958 den Brusthöhendurchmesser aller auf einzelnen Teilflächen wachsenden Fichten gemessen. Für die Fichten gleicher Herkunft und für die Fichten aus verschiedenen geographischen Breiten wurde der Mittelwert ihrer Stammstärke 10 cm oberhalb der Erdoberfläche berechnet. Die gemessenen Werte des Brusthöhendurchmessers wurden statistisch bearbeitet und die Mittelwerte der Brusthöhendurchmesser, der Standardabweichungen sowie der Variationskoeffizienten für Fichten gleicher Herkunft und für Fichten aus Gebieten verschiedener geographischer Breite festgestellt (Tabelle 3).

Die stärksten 11jährigen Stämme besaßen die Karpathenfichten aus Crucea (= 4,6 cm), aus Istebna (= 4,2 cm) und aus den Schlesischen Beskiden (= 4,2 cm) sowie die Alpenfichten aus Val di Fiemme 1000—1200 m ü. d. M. (= 4,6 cm) und die herznischen Fichten aus Plánice (= 4,2 cm).

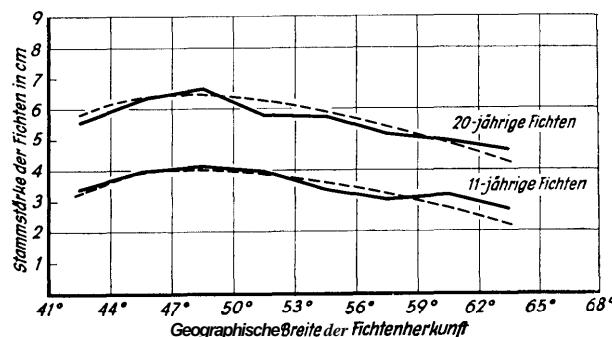


Abb. 1. — (Graphische Darstellung der Mittelwerte von Stammstärken der aus Gebieten verschiedener geographischer Breiten stammenden Fichten, die auf den Versuchsflächen in den Schlesischen Beskiden angebaut worden waren.

Tabelle 3

Nördliche Breite der Fichtenherkunft	Mittlere Werte			
	d. Stammstärken der 11-jährigen Fichten in cm	d. Brusthöhendurchmesser d. 20-jährigen Fichten in cm	d. Standardabweichungen	d. Variationskoeffizienten
41—44°	3,35	5,54	1,89	35,3
44—47°	3,93	6,29	2,15	34,9
47—50°	4,15	6,63	2,11	33,9
50—53°	4,00	5,79	2,16	40,3
53—56°	3,40	5,75	2,07	38,4
56—59°	3,05	5,20	2,12	41,9
59—62°	3,20	5,03	2,10	44,0
62—65°	2,70	4,65	1,89	39,2

In der weiteren Entwicklung blieben die Fichten aus Crucea sowie die Alpenfichten im Dickenwachstum hinter den herzynischen Fichten etwas zurück. Der mittlere Brusthöhendurchmesser der 20jährigen Fichten aus Plánice betrug 6,96 cm, der gleichalten Karpathenfichten aus den Schlesischen Beskiden 6,98 cm, aus Istebrna 6,91 cm, aus Crucea 6,63 cm und der gleichalten Alpenfichten aus Val di Fiemme 6,18 cm. Die Nordlandfichten und die Alpenfichten aus den Hochlagen sowie die bulgarischen Fichten aus den Hochlagen hatten die schwächsten Stämme.

Die größte Standardabweichung der Brusthöhendurchmesser wurde bei den Karpathenfichten aus Istebrna (= 2,31 cm) festgestellt. Die mittleren Werte dieser Abweichung verraten aber, daß die Variabilität des Brusthöhendurchmessers bei den Fichten aus den Breiten von 44—62° nicht sehr unterschiedlich ist. Nur bei den Fichten aus den nördlichsten (62—65° n. B.) und südlichsten Breiten (41—44° n. B.) war die Standardabweichung der Brusthöhendurchmesser kleiner: bei den norwegischen Fichten aus Tydal 1,70 cm, aus Follafoss 1,96 cm und bei den bulgarischen Fichten aus Peštera 1,83 cm.

Die Variabilität des Brusthöhendurchmessers ist bei den aus rauen klimatischen Lagen stammenden Ökotypen deutlich kleiner als die bei den Ökotypen aus den milden Standortsverhältnissen.

### 3. Das Höhenwachstum der Fichten

Die letzten Messungen der Fichtenstammhöhen auf den einzelnen Teilflächen der Versuchsflächen in den Schlesischen Beskiden wurden im Jahre 1958 unternommen. Die letzten Messungen auf der Versuchsfläche im Arboretum Amance in Frankreich stammen vom Jahre 1954, diejenigen aus den belgischen und schwedischen Versuchsflächen vom Jahre 1957.

Auf den Versuchsflächen in den Schlesischen Beskiden wuchsen die aus Böhmen und aus den Beskiden stammenden Fichten bis zu ihrem 10. Jahre am schnellsten von allen Ökotypen, die auf diesen Versuchsflächen angebaut worden waren. Im elften Jahre wurden diese Ökotypen von rumänischen Fichten aus Crucea überholt, und diese Fichten haben ihren Vorsprung im Höhenwachstum auch im Alter von 20 Jahren beibehalten. In den Schlesischen Beskiden wuchsen auch die Karpathen- und Alpenökotypen aus den mittleren Lagen schnell. Diese Fichten rechnen wir zu den Frühentwicklern, dagegen die langsam wachsenden Nordlandfichten sowie die Fichten aus den Hochlagen zu den Spätentwicklern (W. SCHMIDT u. K. STERN 1955, G. VINCENT 1960, 1963).

Die im Arboretum Amance gemachten Messungen verraten, daß die Karpathenfichten aus Istebrna bis zu ihrem 16. Jahre am schnellsten gewachsen sind. Die anderen

Frühentwickler können durch folgende Reihenfolge charakterisiert werden: Lankowitz, Winterthur, Val di Fiemme (1000—1200 m ü. d. M.), Plánice und Crucea. Deutlich langsameres Wachstum besaßen die Nordlandfichten (BOUWAREL und LEMOINE 1957).

Auf den belgischen Versuchsflächen weisen die Karpathenfichten aus Istebrna und aus Crucea, die weißrussischen Fichten aus Stolpce, die Alpenfichten aus Lankowitz, die Fichten von West-Polen (Pförtchen) sowie die herzynischen Fichten aus Plánice ein schnelleres Wachstum auf. Hinter diesen blieben die Nordlandfichten deutlich zurück (GATHY 1960).

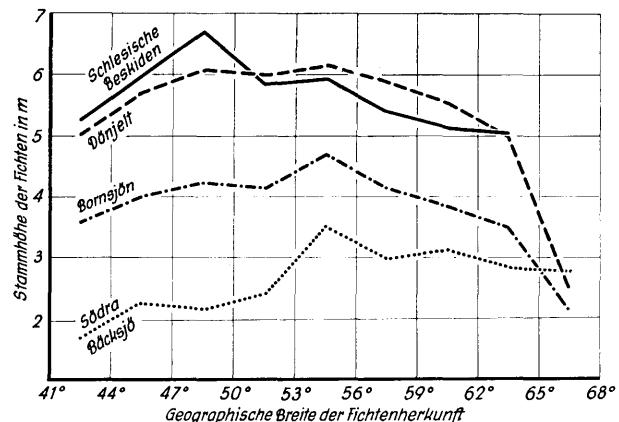


Abb. 2. — Graphische Darstellung der Mittelwerte von Stammhöhen der aus Gebieten verschiedener geographischer Breite stammenden Fichten, die auf den Versuchsflächen in den Schlesischen Beskiden und in Schweden angebaut worden waren. Die auf den Beskiden-Flächen angebauten Fichten waren in ihrem 20. Jahr, die auf den schwedischen Flächen in ihrem 19. Jahr gemessen worden.

Das Wachstum mancher mitteleuropäischer Fichten auf der Versuchsfläche in Süd- und Mittel-Schweden überraschte durch ihre Üppigkeit. Die herzynischen Fichten aus Svinošice bei Brno waren bei Dönjelt (Süd-Schweden) in ihrem 19. Jahre im Durchschnitt 6,74 m hoch, wodurch diese Fichten über alle dort angebauten Ökotypen hervorragten. Die Fichten aus Svinošice stammen aus den Lagen von 300—400 m ü. d. M. und werden zu den mitteleuropäischen Ökotypen der niederen Lagen gerechnet.

Auf der Versuchsfläche in Mittel-Schweden bei Bornsjön betrug die mittlere Höhe der 19jährigen Karpathenfichten aus Dolina (Ukrainische SSR) 4,68 m, die der gleichalten Fichten aus Istebrna (Polen) 4,43 m. Annähernd gleiche Höhe hatten dort die herzynischen Fichten aus Plánice: 4,54 m. Jedoch alle diese mitteleuropäischen Ökotypen wuchsen in Mittel-Schweden nicht schneller als die Ökotypen aus Lettland, Litauen oder aus Weiß-Rußland. Die 19jährigen Fichten aus Griwa waren 4,89 m hoch, die aus Wilno 4,67 m und die aus Stolpce 4,51 m. Die herzynischen Fichten der niederen Lagen aus Svinošice blieben dort im Höhenwachstum deutlich zurück.

Die Nordlandfichten und die Fichten der hohen Lagen wuchsen sowohl bei Dönjelt, als auch bei Bornsjön viel langsamer. Erst auf der nördlichsten schwedischen Versuchsfläche bei Södra Bäcksjö, wo die mitteleuropäischen Provenienzen im Wachstum stark gehemmt wurden, blieben diese Provenienzen im Höhenwachstum hinter den Nordlandfichten deutlich zurück. Man hat den Mittelwert der Stammhöhen der 19jährigen Fichten aus den Breiten von 44—47° mit 2,11 m und den der Stammhöhen der gleichalten Fichten aus den Breiten 62—65° mit 2,85 m berechnet

(Tabelle 4). Ein schnelleres Wachstum hatten auf dieser Fläche die Fichten aus Griwa, Wilno und Stolpce sowie vereinzelte Karpathenfichten der mittleren Lagen (Muntele, Dolina).

Die Mittelwerte der Stammhöhen der Fichten aus einzelnen Breitengradregionen sind in der Tabelle 4 zusammengestellt. Bei der Berechnung der Angaben dieser Tabelle wurden die Ökotypen der Hochlagen: Oberzellach 1800 m, Val di Fiemme 1700 m und Scanfs 1700 m ü. d. M., nicht verwendet. Man hat dabei auch jene Fichten nicht berücksichtigt, die aus dem Saatgut der künstlich angelegten Bestände gezogen worden waren. Zu diesen „nicht autochthonen“ Ökotypen gehören nach LANGLET (1960) die Fichten aus Bullange (Belgien), Hjuleberg (Schweden), Murat (Frankreich) und Radom (Polen)<sup>2)</sup>.

Die mittleren Werte der auf den internationalen Versuchsflächen bestimmten Fichtenstammhöhen weisen auf die Korrelation zwischen der geographischen Breite der Herkunft der gemessenen Fichten und ihrem Höhenwachstum hin (VINCENT und FLEK, 1953).

Tabelle 4

Nördliche Breite der Fichtenherkunft	Mittlere Stammhöhen (in m) der Fichten auf der (den) Versuchsfläche(n)						
	Aman-	in d. S.	Etoile	Saint-	Dön-	Born-	Södra
ce	Bes-	kiiden	Hubert	jelt	sjön	Bäcksjö	
41—44°	4,01	5,24	7,38	6,53	4,99	3,58	1,66
44—47°	5,18	5,98	7,88	6,85	5,58	3,85	2,11
47—50°	5,64	6,71	8,70	7,35	6,07	4,21	2,16
50—53°	—	5,86	8,60	7,20	6,00	4,14	2,39
53—56°	—	5,96	9,60	7,10	6,14	4,69	3,49
56—59°	—	5,42	7,48	6,60	5,90	4,14	2,97
59—62°	—	5,15	6,95	6,20	5,54	3,84	3,13
62—65°	3,53	5,04	5,40	5,43	4,99	3,49	2,85
65—68°	—	—	—	—	2,51	2,13	2,82

Die Angaben der Tabelle 4 zeigen, daß die Fichten aus den Breiten von 47—50° sowohl auf den drei Flächen in den Schlesischen Beskiden, als auch auf der Fläche Amance und Saint-Hubert am schnellsten gewachsen sind. Auf der Fläche Étoile hat man das schnellste Höhenwachstum bei den Fichten aus den Breiten von 53—56° festgestellt. Diese Angabe wurde jedoch als Mittelwert von Stammhöhen einer Provenienz (Stolpce) bestimmt und hat deshalb ein bedeutend kleineres „Gewicht“ als der Mittelwert der Stammhöhen von fünf Provenienzen aus den Breiten von 47—50°.

Auf der Fläche Dönjelt wurde das Höhenwachstum der mitteleuropäischen Fichten etwas verlangsamt. Der Mittelwert der Stammhöhen dieser Fichten (6,07 m) steht dem Mittelwert, der für die Ökotypen aus den Breiten von 50—53° und 53—56° (6,00 m und 6,14 m) berechnet wurde, sehr nahe. Deutlich zurück blieben die Fichten aus den Breiten von 47—50° und 50—53° auf der Fläche Bornsjön, wo die Ökotypen aus den Breiten 53—56° schneller gewachsen sind. Zu diesen Ökotypen gehören die Fichten aus Griwa, Wilno und Stolpce. Die Entwicklung der mitteleuropäischen Fichten war noch mehr gehemmt auf der nördlichsten Fläche bei Södra Bäcksjö.

Die Ökotypen der Hochlagen wuchsen langsamer als die der mittleren Lagen. In den Schlesischen Beskiden war die mittlere Stammhöhe der 20jährigen Fichten

<sup>2)</sup> Die Fichten der Hochlagen und der „nicht autochthonen“ Ökotypen wurden auch bei der Berechnung der Angaben der Tabellen 3 und 5 nicht berücksichtigt. Diese Angaben beziehen sich nur auf die Versuchsflächen in den Schlesischen Beskiden, wo zu diesen Fichten die Fichten aus Oberzellach 1800 m, Val di Fiemme 1700 m ü. d. M und aus Murat gehören.

aus Oberzellach	von 800—1000 m ü. d. M.	5,74 m,
	von 1800 m ü. d. M.	5,04 m,
aus Val di Fiemme	von 1000—1200 m ü. d. M.	5,91 m,
	von 1700 m ü. d. M.	5,42 m.

Auf den belgischen Versuchsflächen hat man die mittlere Stammhöhe der 19jährigen Fichten aus Oberzellach von 800—1000 m ü. d. M. mit 8,20 m (Etoile) und 6,65 m (Saint-Hubert). von 1800 m ü. d. M. mit 6,45 m (Etoile) und 5,40 m (Saint-Hubert) bestimmt.

Die Messungen auf den schwedischen Versuchsflächen ergaben folgende Werte:

Die Fichten aus Oberzellach von	Dönjelt	Versuchsfläche Bornsjön	Södra Bäcksjö
800—1000 m ü. d. M.	5,60 m	3,64 m	1,46 m
1800 m ü. d. M.	4,72 m	2,67 m	1,41 m

Der Unterschied im Höhenwachstum zwischen den Fichten der Hochlagen und den der mittleren Lagen schwindet erst auf der nördlichsten Versuchsfläche.

Die geographische Lage und die Seehöhe des Mutterbestandes sind aber nicht die einzigen Faktoren, deren Einfluß auf die Entwicklung der übertragenen Ökotypen verfolgt werden kann. BOUVAREL und LEMOINE (1957) weisen darauf hin, daß in Frankreich am schnellsten jene spätreibenden Ökotypen gewachsen sind, welche im maritimen Klima nicht durch Spätfröste geschädigt worden waren. Die Nordlandfichten und die Fichten der Hochlagen trieben frühzeitig und waren vom Frost am meisten geschädigt. Demgegenüber gehörten die Karpathenfichten aus den mittleren Lagen (Istebna) oder die Alpenfichten aus gleichen Lagen (Val di Fiemme, 1000—1200 m ü. d. M., Winterthur), die spät treiben, in Frankreich zu den schnellwachsenden Ökotypen.

Auf den belgischen Versuchsflächen trieben nicht nur die Karpathenfichten aus den mittleren Lagen (Istebna, Crucea) spät, sondern auch die Fichten aus Stolpce und Radom. GATHY (1960) behauptet, daß das schnelle Wachstum dieser Fichten, die aus kontinentalem Tieflandsklima oder aus mildem (ev. kaltem) Gebirgsklima stammen, nicht nur durch ihr Spätreiben gegeben ist, sondern auch durch andere genetische, historische und ökologische Faktoren. Er berücksichtigt damit die eigenartige, genetisch bedingte Entwicklung mancher Ökotypen, die wir oft zu den Edeltypen (types nobles) rechnen. Zu diesen gehören auch spätreibende Ökotypen, die in relativ kurzem Vegetationsrhythmus schnell wachsen: bei den Kiefern (*Pinus silvestris* L.) z. B. manche baltische, litauische oder polnische Kiefern (VINCENT 1963), bei den Lärchen (*Larix europaea*) z. B. die Sudeten-Lärche.

Die günstige Erfahrung mit dem Anbau der mitteleuropäischen Fichten in Süd-Schweden verlangt eine eingehende Erklärung schon deswegen, weil mit dem Anbau der mitteleuropäischen Kiefern in Süd-Schweden keine guten Erfolge erzielt wurden.

LANGLET (1960) weist auf unterschiedliche physiologische Variabilität der beiden Arten hin. Er meint, daß diese Variabilität bei der Kiefer durch den regionalen JahresTemperaturverlauf (Länge und Temperatur der Vegetationsperiode) und die Tageslänge, daß aber die physiologische Variabilität der Fichte von Temperaturverhältnissen des Wachstumsortes geprägt wird.

Es ist richtig, daß die unterschiedlichen, biologischen Eigenschaften beider Arten sich bei ihrer Übertragung von

Süden nach Norden oder umgekehrt in eigentümlichen Reaktionen widerspiegeln. Wir suchen jedoch die Ursache dieser unterschiedlichen Reaktionen in der Tatsache, daß die in Mitteleuropa vorkommenden Kiefern vorwiegend zu den *Tieflandsökotypen* gehören, wogegen die mitteleuropäischen Fichten *Gebirgsökotypen* sind. Infolgedessen reagieren die ersten Ökotypen günstig auf die Übertragung in die südlicheren Lagen des milden Gebirgsklimas und die zweiten erweisen sich als anbauwürdig im Tiefland der nördlicheren Breiten. Die polnischen Kiefern aus Bolewice ( $52^{\circ} 21'$ ;  $80-100$  m ü. d. M.) wachsen z. B. üppig auf der südböhmischem Hochebene ( $49^{\circ} 00'$ ;  $430-460$  m ü. d. M.) (VINCENT u. PLONAR, 1953, VINCENT 1963). Manche herzynischen Karpathen- und Alpenfichten weisen dagegen in niederen Lagen von Süd-Schweden eine größere Holzproduktion auf als die dort autochthonen Fichten. Die mitteleuropäischen Fichtenökotypen aus niederen Lagen ( $400$  m ü. d. M.) wuchsen schnell bei Dönjelt ( $56^{\circ} 56'$ ;  $170$  m ü. d. M.), nicht aber in Mittel- und Nord-Schweden. Die mitteleuropäischen Fichtenökotypen aus mittleren Lagen gehören zu den schnellwachsenden Ökotypen nicht nur bei Dönjelt, sondern auch bei Bornsjön ( $59^{\circ} 14'$ ;  $15$  m ü. d. M.).

#### 4. Massenproduktion der Fichten

Auf Grund der im Jahre 1958 festgestellten Taxationsangaben der Fichten auf den Versuchsflächen in den Schlesischen Beskiden hat man mit Hilfe der SCHWAPPACH'schen Massentafeln die Produktion von Derbholz für jede Teilfläche ermittelt. Es wurde dann die durchschnittliche Produktion von Derbholz der 20jährigen Fichten gleicher Herkunft und dieser Fichten aus den Gebieten verschiedener geographischer Breite bestimmt und aus diesen Angaben die Produktion von Derbholz auf 1 ha für Fichten jeder Herkunft und für Fichten der einzelnen Breitengradebiete berechnet (Tabelle 5).

Tabelle 5

Nördliche Breite der Fichtenherkunft	Zahl der Stämme	Derbholzproduktion in $m^3$	Derbholzproduktion auf 1 ha in $m^3$	
			auf einer Teilfläche	
$41-44^{\circ}$	160	1,01	22,4	
$44-47^{\circ}$	169	1,40	31,1	
$47-50^{\circ}$	163	2,24	49,7	
$50-53^{\circ}$	153	1,57	34,9	
$53-56^{\circ}$	164	1,58	35,1	
$56-59^{\circ}$	148	0,88	19,5	
$59-62^{\circ}$	156	0,82	18,2	
$62-65^{\circ}$	135	0,69	15,3	

Die größte Derbholzproduktion hatten die Fichten aus den Schlesischen Beskiden:  $2,65 m^3$  auf einer Teilfläche. Die Karpathenfichten aus Istebsna produzierten  $2,62 m^3$  und die herzynischen Fichten aus Plánice  $2,43 m^3$  an Derbholz. Die Karpathenfichten aus Crucea hatten eine kleinere Derbholzproduktion ( $= 2,09 m^3$ ), obwohl sie höhere Stämme als alle dort angebauten Herkünfte besaßen. Die anderen Provenienzen produzierten noch weniger an Derbholz: Alpenfichten aus Lankowitz  $1,89 m^3$ , aus Oberzellach ( $800-1000$  m ü. d. M.)  $1,71 m^3$ , aus Winterthur  $1,73 m^3$  und aus Val di Fiemme ( $1000-1200$  m ü. d. M.)  $1,64 m^3$ . Die Derbholzproduktion der Nordlandfichten war noch kleiner.

Deutliche Unterschiede waren auch zwischen der Massenproduktion der Fichten der Hochlagen und der der mittleren Lagen.

#### Die Alpenfichten aus Oberzellach

von  $800-1000$  m ü. d. M. produzierten auf 1 ha  $38 m^3$   
Derbholz,  
von  $1800$  m ü. d. M. produzierten auf 1 ha  $33,5 m^3$   
Derbholz,

#### die Alpenfichten aus Val di Fiemme

von  $1000-1200$  m ü. d. M. produzierten auf 1 ha  $36,4 m^3$   
Derbholz,  
von  $1700$  m ü. d. M. produzierten auf 1 ha  $26,6 m^3$   
Derbholz.

Die Zahlen der Tabelle 5 weisen auf die Korrelation zwischen der Derbholzproduktion der Fichten und der geographischen Breite ihrer Herkunft hin. Die Fichten aus den Breiten von  $47-50^{\circ}$  produzierten auf den Versuchsflächen in den Schlesischen Beskiden die größte Masse an Derbholz, die Nordlandfichten die kleinste.

Tabelle 6

Nördliche Breite der Fichtenherkunft	Brusthöhen-durchmesser		Stammhöhe		Derbholzmasse	
	a	b	a	b	a	b
$41-44^{\circ}$	5,54	84	5,24	78	22,4	45
$44-47^{\circ}$	6,29	95	5,98	89	31,1	63
$47-50^{\circ}$	6,63	100	6,71	100	49,7	100
$50-53^{\circ}$	5,79	87	5,86	88	34,9	70
$53-56^{\circ}$	5,75	87	5,96	89	35,1	71
$56-59^{\circ}$	5,20	78	5,42	81	19,5	39
$59-62^{\circ}$	5,03	76	5,15	77	18,2	36
$62-65^{\circ}$	4,65	70	5,04	75	15,3	31

a = Mittelwerte der Brusthöhen-durchmesser in cm, der Stammhöhen in m oder der Derbholzmasse in  $m^3$ ,

b = dieselben Werte, die in Prozenten der entsprechenden, für Fichten aus den Breiten von  $47-50^{\circ}$  festgestellten Mittelwerte ausgedrückt sind.

Die Unterschiede in der Derbholzproduktion der Fichten aus Provenienzen verschiedener geographischer Breite waren größer als die Unterschiede im Dicken- oder Höhenwachstum dieser Fichten. Die nördlichsten Fichten hatten im 20. Jahre in den Schlesischen Beskiden den Brusthöhen-durchmesser um 30% schwächer und die Stammhöhe um 25% kleiner als die Fichten aus den Breiten von  $47-50^{\circ}$ . Demgegenüber produzierten die ersten Fichten bis zu ihrem 20. Jahre um 69% weniger an Derbholz als die zweiten (Tabelle 6).

Man muß jedoch in Betracht ziehen, daß in der niedrigen Holzproduktion der Nordlandfichten sich nicht nur die kleinere Masse der einzelnen Stämme, sondern auch ihre kleinere Zahl auf der einzelnen Teilfläche widerspiegelt.

#### Zusammenfassung

Die vorläufigen Ergebnisse des Internationalen Fichtenprovenienzversuches vom Jahre 1938 werden, wie folgt, zusammengefaßt:

1) Im europäischen Fichtenareal gehören die Fichten aus den mittleren und niederen Lagen<sup>3)</sup> der Karpaten, der herzynischen Gebirgsmassen, sowie der Alpen zu jenen Ökotypen, die in der Jugend das schnellste Höhen- und Dickenwachstum sowie die größte Derbholzproduktion aufweisen.

<sup>3)</sup> Man unterscheidet die Fichten der Hochlagen, der mittleren und der niederen Lagen. Die ersten Fichten stammen in Mitteleuropa aus den Lagen, wo die Vegetationsperiode kürzer als 100 Tage ist, die zweiten aus den Lagen mit einer Vegetationsperiode von 100-129 Tagen und die dritten aus den wenig zusammenhängenden Gebirgszügen, wo die Vegetationsperiode 130-165 Tage dauert.

Demgegenüber sind die sog. Nordlandfichten, d. h. die Fichten aus Norwegen, Schweden und Finnland langsam wachsende Ökotypen mit einer kleinen Holzproduktion. Auf den Versuchsflächen in den Schlesischen Beskiden besaßen die 20jährigen Fichten aus den Breiten von  $62^{\circ}$ – $65^{\circ}$  einen um 30% schwächeren Brusthöhendurchmesser, eine um 25% kleinere Baumhöhe und hatten eine um 69% kleinere Derbholzproduktion als die Fichten, die aus den Breiten von  $47^{\circ}$ – $50^{\circ}$  stammten. Die Bezeichnung der Nordlandfichten als Spätentwickler kann daher als richtig und eindeutig bezeichnet werden.

2) In den Schlesischen Beskiden wuchsen die Fichten der um  $2^{\circ}$  südlicheren Provenienz in ihrer Jugend schneller als die in den Beskiden autochthonen Fichten. Die 20jährigen Karpathenfichten aus  $47^{\circ} 21'$  n. B. haben in den Schlesischen Beskiden (in der Breite von  $49^{\circ} 31'$ – $49^{\circ} 40'$ ) eine um 3% größere Baumhöhe als die autochthonen Fichten. Die ersten Fichten besaßen aber schlankere Stämme, so daß ihre Holzmasse um 21% geringer war als die der Stämme der Beskidenfichten.

Nach LANGLET (1948) können die südschwedischen Fichtenökotypen mit Erfolg nur in jenen Lagen angebaut werden, welche sich nicht mehr als 250 km nördlich befinden und welche annähernd eine gleiche Seehöhe haben wie die des Mutterbestandes oder Mutterbaumes dieser Ökotypen.

Die schwedischen Messungen vom Jahre 1957 (LANGLET 1960) weisen darauf hin, daß auch manche mittel- und ost-europäische Ökotypen mit Erfolg nach Norden übertragen werden können. Auf der Versuchsfläche in Süd-Schweden (nördliche Breite  $56^{\circ} 56'$ ) wuchsen Fichten, welche aus den mittleren und niederen Lagen von  $47^{\circ}$ – $50^{\circ}$  n. B. stammten, bis zu ihrem 19. Jahre am schnellsten. Auf den nördlich gelegenen Versuchsflächen in Breiten von  $59^{\circ} 14'$  und  $63^{\circ} 56'$  gehören die Fichten aus den Breiten von  $53^{\circ}$ – $56^{\circ}$  zu den schnellwachsenden Ökotypen. Nach CARBONNIER (1953, 1954) haben die mitteleuropäischen Fichten in Süd-Schweden eine um 12–32% höhere Holzproduktion als die dort autochthonen Fichten.

Sowohl die schwedischen als auch die hiesigen Beobachtungen besagen, daß die übertragenen Fichtenökotypen ihr schnelles Wachstum besonders dort beibehalten, wo die Vegetationslänge dem Vegetationsrhythmus dieser Ökotypen annähernd entspricht. Die Karpathen- und Alpenfichten sowie die Fichten der herzynischen Gebirgsmassive besitzen einen verhältnismäßig kurzen Vegetationsrhythmus, wodurch der Erfolg des Anbaues dieser Fichten besonders im Tiefland der nördlicheren Breiten wesentlich erleichtert wird.

3) Nach den auf den Versuchsflächen in Belgien und in Frankreich durchgeföhrten Messungen hatten die Fichten aus der Weißrussischen SSR sowie aus den mittleren Lagen der Nordkarpaten bis zum Alter von 16 bis 19 Jahren das schnellste Höhenwachstum von allen Ökotypen, welche auf diesen Versuchsflächen angebaut worden waren.

BOUVAREL und LEMOINE (1957) sowie GATHY (1960) weisen auf das Spätreiben der weißrussischen Fichten und der von mittleren Lagen stammenden Karpathenfichten hin und berichten, daß diese Fichten durch die in West-Frankreich und in Belgien vorkommenden Spätfröste nicht geschädigt wurden.

Nach diesen Beobachtungen spielt der Vegetationsrhythmus der Fichtenökotypen auch bei der Übertragung von Osten nach Westen eine wichtige Rolle und die kontinentalen Ökotypen mit kurzem Vegetationsrhythmus können auch im maritimen Klima mit gutem Erfolg angebaut werden.

4) Die Fichten der Hochlagen (subalpine Fichten) gehören zu den Spätentwicklern (SCHMIDT und STERN, 1954, VINCENT, 1963). Diese Fichten wuchsen bis zu ihrem 20. Jahre in den Schlesischen Beskiden langsamer und hatten eine kleinere Derbholzproduktion als die den mittleren und niedrigen Lagen derselben Breiten entstammenden Ökotypen.

Das langsame Wachstum der subalpinen mitteleuropäischen Fichten hat man auch auf den belgischen Versuchsflächen (GATHY 1960), sowie auf den Versuchsflächen in Süd- und in Mittel-Schweden (LANGLET 1960) beobachtet. Der Unterschied im Höhenwachstum zwischen den Fichten der Hochlagen und denen der mittleren Lagen schwand erst auf der Versuchsfläche in Nord-Schweden, bei  $63^{\circ} 56'$  n. B., wo die Vegetationslänge dem Vegetationsrhythmus der subalpinen mitteleuropäischen Fichten annähernd entspricht und wo die mitteleuropäischen Fichten der mittleren Lagen stark im Wachstum gehemmt wurden.

Alle diese Ergebnisse des internationalen Fichtenprovenienzversuches vom Jahre 1938 liefern wichtige Hinweise für die standortsgemäße Übertragung des Fichtensaatgutes und belehren, daß die einzelnen Fichtenökotypen vor allem dort anbauwürdig sind, wo die Vegetationslänge dem Vegetationsrhythmus des übertragenen Ökotyps annähernd entspricht.

## Résumé

Titre de l'article: *Les Résultats de l'Expérience Internationale sur les Provenances d'Epicéa.*

L'étude apporte des données d'ensemble sur les résultats des mesurages que les auteurs ont exécutés sur les plantations comparatives internationales de provenances d'Epicéa, dans les Beskides de Silésie (Tchécoslovaquie). Ils comparent ces données d'ensemble avec des données pareilles recueillies sur les plantations comparatives de la même série (de 1938), en France, en Belgique et en Suède. En voici les résultats:

1) Les Epicéas des stations moyennes et basses dans la région carpathique, hercynienne et alpine représentent, dans l'aréal européen de l'Epicéa, des écotypes qui se développent le plus vite, qui au bout de 20 ans gagnent le plus en hauteur et en épaisseur et produisent le plus de bois fort.

Par contre les Epicéas nordiques, c'est-à-dire provenant de la Norvège, de la Suède et de la Finlande représentent des écotypes de lente croissance et de petite production du bois. Sur les plantations comparatives de Beskides, les Epicéas provenant d'une latitude des  $62$ – $65^{\circ}$  du Nord avaient, à l'âge de 20 ans, un diamètre à hauteur d'homme de 30 p. c. plus petit, une hauteur de 25 p. c. plus basse et une production du bois fort de 69 p. c. plus petite que les Epicéas d'une latitude des  $47$ – $50^{\circ}$  du Nord.

2) Dans les Beskides de Silésie, à une latitude des  $49^{\circ} 31'$ – $49^{\circ} 40'$ , les Epicéas provenant des régions situées à  $2^{\circ}$  plus au Sud, croissaient plus vite que les Epicéas de Beskides. Les Epicéas carpathiques d'une latitude de  $47^{\circ} 21'$  étaient à 11 ans de 2 p. c. et à 20 ans de 3 p. c. plus hauts que les Epicéas naturellement répandus dans nos pays. Néanmoins les premiers Epicéas avaient des troncs plus minces et produisaient, à 20 ans, de 21 p. c. moins de bois fort que les Epicéas de Beskides.

Les mesurages de Suède de 1957 et les nôtres de 1958 prouvent que les écotypes d'Epicéa conservent leur croissance rapide surtout quand ils étaient transférés dans les régions où la durée de la végétation répond à leur photo-

périodisme. Les Epicéas de la région carpathiques, alpine et hercynienne ont une période de végétation relativement courte et on peut supposer que c'est justement ce fait qui facilite le succès de la plantation de ces Epicéas dans les plaines des latitudes plus nord.

3) D'après les mesurages effectués sur les plantations comparatives en Belgique et en France c'étaient les Epicéas à débourrage tardif provenant ou du climat continental de la RSS de la Blanche Russie ou du Nord des Carpates qui croissaient le plus vite dans le climat maritime de l'Europe occidentale jusqu'à 16 ou 19 ans.

D'après ces observations on peut conclure que la période de végétation des écotypes forme un facteur important dans le succès de leur transfert de l'Est à l'Ouest et qu'on peut planter avec succès même les écotypes continentaux dans le climat maritime si ces écotypes ont une courte période de végétation.

4) Les Epicéas des stations subalpines appartiennent aux écotypes à la croissance lente (SCHMIDT 1954, VINCENT 1960, 1963). Ces Epicéas se développaient jusqu'à l'âge de 20 ans dans les Beskides de Silésie plus lentement et produisaient moins de matière ligneuse que les écotypes des stations moyennes et basses des mêmes latitudes.

La croissance plus lente des Epicéas provenants des stations hautes apparaît aussi sur les plantations comparatives belges (GATHY 1960) et sur la plantation comparative du Sud et du Centre de la Suède (LANGLET 1960). La différence en croissance entre les Epicéas des stations subalpines et les Epicéas des stations moyennes disparaissait que sur la plantation comparative du Nord de la Suède (à 56° 56' de latitude nord), où la période de végétation correspond à photopériodisme des écotypes subalpines et où les Epicéas des stations moyennes sont bloqués en croissance.

### Summary

Title of the paper: *Results of the International Norway spruce Provenance Experiment.*

Preliminary results of the International Norway spruce Provenance Experiment of 1938 are reported from plantations in the Beskid Mountains of Silesia (latitude 49° 30'—49° 40') as follows:

1) Provenances from the Carpathians, Sudets, Erzgebirge, Bohemian Forest (Hercynian Mountains), and middle and

lower elevations of the Alps grew best. Northern provenances (from latitude 62°—65°) at age 20 were smaller by 25 percent in height, 30 percent in diameter at b. h., and produced 69 percent less in merchantable volume.

2) A provenance 2° further south in origin grew 3 percent more in height than native Beskide spruce but less in diameter, thus producing 21 percent less in volume. The growth of those foreign ecotypes was best that were closely adapted to the length of the growing season of the Beskid testing areas — a result already reported from Sweden.

3) The length of the growing season also plays a role when introducing eastern provenances into western regions. Thus continental ecotypes adapted to short season will thrive in oceanic climates. This agrees with Belgian and French results.

4) High-elevation (subalpine) provenances were late flushing, grew more slowly, and produced less wood than native provenances.

### Literatur

- BOUVAREL, P., et LEMOINE, M.: L'expérience internationale sur les provenances d'épicéa (*Picea excelsa* LINK). *Silvae Genetica* 6, 91—97 (1957). — CARBONNIER, CH.: Diskussionsinlägg. *Svenska Skogsvårdsför. Tidskr.* 51, 148—150 (1953). — CARBONNIER, CH.: Några exempel på produktion i planterad granskog i östra Sverige. (Yields studies in planted spruce stands in Southern Sweden.) *Meddel. Statens Skogsforskn. Inst.* 44, 5, 1—59 (1954). — GATHY, P.: L'expérience internationale sur l'origine des graines d'épicéa (*Picea abies* KARST.). Résultats en Belgique. *Stat. Rech. Eaux et Forêts, Trav.*, Sér. B, no. 24, 5—29 (1960). — LANGLET, O.: Proveniensförsök med olika träslag. (Provenienzversuche mit verschiedenen Holzarten.) *Svenska Skogsvårdsför. Tidskr.* 36, 55—278 (1938). — LANGLET, O.: Mellaneuropeiska granprovenienser i svenska skogsbruk. (Mitteleuropäische Fichte in Schweden, nach den Ergebnissen des Internationalen Provenienzversuches von 1938.) *Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskr.* 1960, 259—329. — SCHMIDT, W., und STERN, K.: Methodik und Ergebnisse eines Wachstumsvergleichs an vier zwanzigjährigen Kiefernversuchsflächen. *Z. Forstgenetik* 4, 38—58 (1955). — SCHMIDT, W.: Die Sicherung von Frühdiagnosen bei langlebigen Gewächsen. *Züchter*, 4. Sonderheft, 39—69 (1957). — VINCENT, G., und FLEK, J.: Pokusné plochy provenienční se smrkem. (Experimental provenance plots of spruce.) *Práce výzkumných ústavů lesnických v ČSR* 3, 207—236 (1953). — VINCENT, G.: Provenienční pokusy a časné testy vztroku. (Provenienzversuche und Frühteste der Wuchsigkeit.) *Lesnictví* 6, 713—726 (1960). — VINCENT, G.: Wachstumsquotienten als Frühtests. *Züchter*, 6. Sonderheft, 39—46 (1963).

## Interspecific Crosses in the Genus *Castanea*<sup>1)</sup>

By RICHARD A. JAYNES

Genetics Department

The Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven, Connecticut

(Received for publication March 3, 1964)

Numerous interspecific crosses have been attempted among the thirteen species in the genus *Castanea* (CAMUS 1929). However, there is little descriptive information about the progeny from these crosses. No review dealing with interspecific hybridization in chestnut has been undertaken. The possible occurrence of self-fertilization,

apomixis, or accidental outcrossing cast doubt on the success of certain interspecific crosses (CRANE 1937). This report summarizes and supplements the information available in the literature on interspecific crosses.

This report also serves as a basis for drawing conclusions about the crossability and other relations of the several species in the genus. The question of relationships among species in the genus *Castanea* is not a new one, but it has generally been assumed that the species are freely intercompatible (GRAVES 1937 b, 1949 b; MCKAY 1945; CLAPPER 1954). This is interesting, if true. Representatives of the genus are indigenous to three different continents,

<sup>1)</sup> This paper is based in part on material taken from a dissertation presented by the author to the Botany Department of Yale University in partial fulfillment of the degree of Doctor of Philosophy. Grateful acknowledgement is given Professor FRANCOIS MERGEN and HARRY T. STINSON, Jr. for their advice and assistance in editing the original manuscript.