

standen war, im reziproken Falle 44%. Nachkommen aus Selbstung solcher Individuen der F_1 , die sich als resistent erwiesen hatten, ergaben 91% anfällige Pflanzen, wenn die Ausgangskreuzung anfällig φX resistent δ war, 65% im reziproken Falle. Eine andere resistente Sorte ergab bei Kreuzung mit der gleichen anfälligen Sorte völlig resistente Nachkommen in **beiden** Richtungen. In der F_2 entstanden 79% resistente Pflanzen, wenn die Ausgangskreuzung anfällig φX resistent δ war, dagegen 91% im reziproken Falle. PARKER schließt aus seinen Versuchen, daß zwar das Plasma oder vielleicht auch ein extranuclearer Einschluß die Reaktion der Pflanze auf Virus beeinflußt, daß aber die letzte Kontrolle nuclear sei.

Das Vorkommen gesunder Vorwüchse inmitten schwer nadelkranker europäischer Lärchen erinnert an Bilder, die mitunter Saatbeete und Kulturen der Kiefer (*Pinus silvestris* L.) zeigen. So wurden z. B. im Jahre 1951 im Forstamt Uetze in einer stark von *Lophodermium pinastri* (SCHRAD.) CHEV. (Erreger der Kiefernadelnschiitte) befallenen —jährigen Kultur die gesund gebliebenen Pflanzen ausgelesen. Es ergab sich, daß diese im Durchschnitt erheblich höher waren als die übrigen (gesund: 108 cm, befallen: 96 cm) und daß dieser Unterschied mit $D/mD = 4,2$ gut gesichert war. Genau in gleicher Weise wie die gesunden Vorwüchse in den Lärchenbeeten haben sie sich bereits von weitem aus dem allgemeinen Braunrot der übrigen Pflanzen durch ihre Höhe und ihre gesunde grüne Farbe ab. Ohne den in dieser Richtung z. Z. laufenden Versuchen voreignen zu wollen, kann doch soviel gesagt werden, daß möglicherweise auch bei der Resistenz gegenüber Kiefernshütte dem Plasma eine Bedeutung zukommt. Besonders die Tatsache, daß Kieferneinzelnachkommenschaften gelegentlich in unmittelbarer Nachbarschaft schüttelerkrankter anderer Einzelnachkommenschaften völlig gesund blieben (v. LOCHOW 1929, WETTSTEIN-WESTERSHEIM und BEHRNDT 1934), deutet darauf hin. Denn eine genügend gesteuerte Resistenz als Auswirkung der mütterlichen Genkombination wäre schon deshalb lediglich als seltener Ausnahmefall denkbar, weil diese Einzelbäume von den verschiedensten Vätern befruchtet worden sind und man doch wohl annehmen muß, daß diese Anfälligkeit

gegen Schütte polygen und nicht unbedingt ausschließlich durch dominante Gene bedingt ist. Dagegen könnte man sich durchaus vorstellen, daß es Bäume gibt, in deren Plasma die anfälligkeitbegünstigenden Genkomplexe an ihrem Wirksamwerden behindert sind. Da Kiefern, die nicht von Schütte befallen werden, sich wegen ihrer nicht herabgesetzten Wuchsgröße schließlich zu vorwüchsigen, grobstieligen, nutzholzuntüchtigen Typen entwickeln können, deren Entfernung im Wege der Bestandeserziehung erforderlich ist (LANGNER 1939), könnte man sich vorstellen, daß diese resistenten Typen immer wieder ausgemerzt werden.

Zusammenfassung

Es wird über das möglicherweise plasmatisch bedingte unterschiedliche Verhalten der Lärche gegenüber einem noch nicht näher bestimmten Nadelpilz berichtet. *Larix leptolepis* GORD. erweist sich als resistent, *L. europaea* D. C. als anfällig. Die Bastarde zwischen diesen **beiden** Arten sind resistent, wenn *L. leptolepis* als Mutter, anfällig, wenn diese als Vater verwendet wird. Noch nicht abgeschlossene Beobachtungen hinsichtlich des Befalles von *Pinus silvestris* L. durch *Lophodermium pinastri* (SCHRAD.) CHEV. ergeben Anhaltspunkte für ein ähnliches Verhalten dieses Pilzes.

Literatur

- LANGNER, W.: Züchtung auf Wuchsgröße. Forstwiss. Cbl. 61, 313—318 (1939). — LANGNER, W.: Kreuzungsversuche mit *Larix europaea* D. C. und *Larix leptolepis* GORD. Z. Forstgenetik 1, 2—48 (1951); 1, 40—56 (1952). — LOCHOW, F. v.: Etwas über Forstpflanzenzüchtung. Züchter 1, 73—79 (1929). — MCROSTIE, G. P.: Inheritance of disease resistance in the common bean. Journ. Amer. Soc. Agron. 13, 15—32 (1921). — MICHAELIS, P.: Erhöhte Wachstumsintensität und Pilzresistenz durch Plasmavererbung, sowie über die Bedeutung des Plasmas bei Kreuzungsschwierigkeiten. Züchter 6, 74—77 (1935). — PARKER, M.: Inheritance of resistance to the common Mosaik Virus in the bean. Journ. Agricult. Res. 52, 895—915 (1936). — WETTSTEIN-WESTERSHEIM, W. v. und BEHRNDT, G.: Über Forstpflanzenzüchtungsversuche. Züchter 6, 296—299 (1934).

(Aus dem Institut für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung, München)

Die Verzweigungstypen der Fichte (*Picea Abies* L.) und ihre Bedeutung für die forstliche Pflanzenzüchtung

Von HELMUT SCHMIDT

(Eingegangen am 21. 1. 1952)

Die vorliegende Arbeit*) greift auf Untersuchungen zurück, die von SYLVEN (1909, 1914), HEIKINHEIMO (1920) und RÜBNER (1936, 1939, 1941, 1942, 1943) an Kamm-, Bürsten- und Plattenfichten durchgeführt worden waren und die im allgemeinen eine überlegene Wuchsleistung der Kamm- und Bürstenfichten gegenüber den Plattenfichten ergeben hatten. Eine solche Überlegenheit der Wuchsleistungen kann unter gewissen Voraussetzungen dann von züchterischem Wert sein, wenn es sich bei den verschiedenen Verzweigungstypen um erblich fixierte Reaktionsnormen handelt. Da dies nach übereinstimmenden Untersuchungen SYLVÉNS (1914), RÜBNERS (1943) und MÜNCHS (1927) als erwiesen angesehen werden kann, erschien es wünschens-

wert, im einzelnen zu untersuchen, worin die Überlegenheit der Kammfichte in der Leistung besteht und unter welchen Vorbedingungen sie wirksam wird, um aus dieser Analyse dann die züchterische Bedeutung dieser höheren Leistungsfähigkeit beurteilen zu können. Zur Ergänzung der Angaben in der Literatur sei noch als Beweis für die veranlagungsmäßige Fundierung der Kamm- und Plattenfichte auf das häufig gemeinsame Auftreten beider Typen in standortsgleichen autochthonen Hochgebirgslagen hingewiesen (Abb. 1 und 2).

A. Material und Methode der Untersuchung

Eine genaue methodische Untersuchung der Verzweigungstypen der Fichte hinsichtlich ihrer morphologischen und ökologischen Eigenschaften kann nur dann Erfolg haben, wenn es gelingt, die Umweltseinflüsse weitgehend auszuschalten. Letzteres läßt sich in gewissem Umfang dadurch ermöglichen, daß jeweils nur solche Typen mit-

*) Die Arbeit ist die stark gekürzte Wiedergabe einer im Institut für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung der Forstlichen Forschungsanstalt München unter Leitung von Prof. Dr. ROHMEDE darfst ich auch an dieser Stelle meinen Dank aussprechen.



Abb. 1 und 2. Kamm- und Plattenfichte (Alm bei Ehrenschwang, Forstamt Immenstadt, Höhenlage 1100 m). Die beiden Bäume stehen ungefähr 200 m voneinander entfernt. Links: die Kammfichte zeigt deutlich den bei diesem Typ sehr häufigen breitastigen, paraboloidischen Kronenaufbau; rechts: die Plattenfichte den diesem Typ eigenen schmalen, zylindrischen Kronenaufbau. Die oberste Kronenspitze der Plattenfichte ist vom Schnee gebrochen.

einander verglichen werden, die auf demselben Standort mit demselben Wuchsraum und unter denselben Belichtungsverhältnissen aufgewachsen sind. Es ist nun außerordentlich schwierig, die drei Verzweigungsformen in einwandfreier typischer Ausbildung auf demselben Standort, also nebeneinander, freiständig erwachsen im Walde zu finden. Die Untersuchung mußte daher darauf beschränkt werden, vorwiegend nur die beiden extremen Typen, also Kamm- und Plattenfichte, nebeneinander aufzusuchen und diese miteinander zu vergleichen.

Als günstigste Objekte erwiesen sich hierbei einige im schwäbischen Alpenvorland gelegene jüngere Bestände, die in frühester Jugend sehr stark vom Schnee durchbrochen worden waren und dann ziemlich lückig aufwuchsen. In diesen lückigen Beständen, die ein durchschnittliches Alter von 30 bis 60 Jahren haben, befanden sich des öfteren Paare von Kamm- und Plattenfichten, jeweils unter ungefähr denselben Außenbedingungen erwachsen. Bei diesen ausgesuchten Vergleichspaaren konnte mit einiger Sicherheit angenommen werden, daß ihre Wuchsleistung, ihre Kronenausbildung usw. vorwiegend ihrer Erbanlage entsprachen und nur geringfügig durch forstliche Pflegemaßnahmen, durch gegenseitige Bedrängung usw. beeinflußt waren. Es wurde grundsätzlich nur in solchen Jungbeständen gearbeitet, da im höheren Alter bei nebeneinander stehenden Kamm- und Plattenfichten die Plattenfichten fast durchwegs von der Kammfichte bedrängt und unterdrückt werden, so daß ihre geringe Wuchsleistung nur teilweise durch die erbliche Veranlagung bedingt ist. Auch muß bei höherem Bestandsalter unbedingt damit gerechnet werden, daß die meist vorherrschenden Kammfichten vom Wirtschafter begünstigt werden, während den zurückbleibenden Plattenfichten weniger Hilfe zuteil wird.

Bei der Auswahl der Vergleichsbäume gelang es leider nicht, in jedem Fall Kamm- und Plattenfichte nebeneinander in ihrer reinsten Ausbildung zu finden. Es wurde der größte Wert immer darauf gelegt, daß die äußeren Wuchsbedingungen vergleichbar waren, und dafür manchmal in Kauf genommen, daß einer der Vergleichsbäume einer Übergangsform, also dem Kamm/Bürsten- oder Platten/Bürstentyp angehörte. Dies war jedoch nicht von wesentlichem Nachteil, da es im Rahmen dieser Arbeit sich bei den Untersuchungen ohnedies nicht um die Ermittlung absoluter, sondern nur relativer Werte handeln konnte.

Für die Untersuchungen an den ausgesuchten Kamm- und Plattenfichten diente das Vorgehen BURGERS bei seinen Arbeiten über Holz, Blattmenge und Zuwachs sowie über Baumkrone und Zuwachs als Vorbild (1937, 1939, 1941).

Es wurden festgestellt und gemessen:

Baumklasse, Verzweigungstyp, Kronenform, Stammform, Astigkeit,
Brusthöhendurchmesser,
4 Radien zur Bestimmung der Kronen-Projektionsfläche,
Gesamtlänge des Stammes,
Stammdurchmesser in 2-m-Sektionen,
Länge der Krone vom untersten grünen Quirl bis zur Spitze = Gesamtkronenlänge,
Länge der Krone vom untersten grünen Quirl bis zum Quirl der größten Kronenbreite = Schattenkronenlänge,
Länge der Äste erster Ordnung und
Länge der entnadelen Astteile beim ersten grünen Quirl sowie beim Quirl der größten Kronenbreite,
Maximallänge der Äste zweiter Ordnung beim Quirl der größten Kronenbreite,
Beginn der Entnadelung im Kroneninnern,
Länge der zehn letzten jährlichen Höhentreibe,
Prozentsatz der Licht- und Schattennadeln (geschätzt),
Nadellänge im unteren, mittleren und oberen Kronenteil, und zwar Durchschnitts-, Minimal- und Maximalwert.

Nach Errechnung der durchschnittlichen Nadellängen wurden — jeweils getrennt nach den drei Kronenteilen — einige ein- und zweijährige Nadeln mit der Durchschnittsnadellänge des betreffenden Kronenteiles ausgesucht und deren Nadelumfang unter dem Mikroskop bestimmt. Mit Hilfe der erhaltenen Werte konnte die durchschnittliche Nadeloberfläche dieser ausgesuchten typischen Nadeln errechnet werden.

Durch die Beschränkung auf bestimmte Kronenteile und ein bestimmtes Nadelalter war es möglich, hinsichtlich des Nadelumfangs und der Nadeloberfläche mit erträglichem Arbeitsaufwand einigermaßen vergleichbare Werte der zu untersuchenden Typen zu erhalten. Weiterhin wurde im Walde getrennt nach den drei Kronenteilen (oben, Mitte, unten) jeweils an einer Anzahl Nadeln das Tausendnadel-Frischgewicht ermittelt. Ferner wurde zur künftigen Bestimmung des Wassergehaltes der Nadeln eine größere besondere Nadelprobe aus allen Kronenteilen entnommen (ca. 100 g) und deren Frischgewicht festgestellt.

Nach Entastung des Stammes wurden sämtliche benadelten Triebe von den unbenadelten getrennt, in Kisten verpackt und das Frischgewicht der benadelten Zweige bestimmt. Die Kisten wurden in Waldarbeiterhütten bis zum Abfall der Nadeln gelagert. Der Nadelabfall erfolgte bei ständigem Heizen nach ca. 2 bis 6 Monaten; in unheizbaren Hütten dagegen erst nach ca. 12 Monaten. Da Kisten und Lagerungsmöglichkeiten nur in beschränkt-

tem Umfange zur Verfügung standen, konnten die Untersuchungen innerhalb eines befristeten Zeitraumes auch nur an einer beschränkten Anzahl von Probearäumen erfolgen.

Nach Nadelabfall wurde das Lufttrockengewicht der gesamten Nadelmasse sowie der besonderen Nadelprobe ermittelt. Die besondere Nadelprobe wurde anschließend zur Bestimmung des Absolut-Trockengewichtes im Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Aus der Differenz von Frischgewicht und Absolut-Trockengewicht konnte der Wassergehalt der Nadeln errechnet werden. Ferner ließ sich aus den Differenzen Frischgewicht — Lufttrockengewicht und Lufttrockengewicht — Absolut-Trockengewicht der besonderen Nadelprobe das Lufttrockengewicht der gesamten Nadelmasse aus Frischgewicht und Absolut-Trockengewicht umrechnen.

Zum Schluß wurden an den Probestämmen mit dem Stockabschnitt beginnend alle 3 m Stammscheiben herausgeschnitten. Astquirlen wurde nach oben oder unten ausgewichen. Zu Hause wurden an diesen Stammscheiben die Jahrringbreiten mit Hilfe eines Mikrometers auf 0,05 mm genau gemessen. Sodann wurden zur Herleitung der Raumdichtezaahlen Frischvolumen sowie Trockengewicht dieser Stammscheiben ermittelt.

Aus diesen Grundwerten konnten sämtliche übrigen für die Vergleichsuntersuchung benötigten Werte errechnet werden.

Die Untersuchungen wurden in den im schwäbischen Alpenvorland gelegenen Forstämtern Betzigau und Kürnach durchgeführt. Die Fichte findet in diesem Gebiet bei günstigstem Standort optimale Wuchsbedingungen. Während im Kürnacher Gebiet in den höheren Teilen die Verwitterung der Molassegesteine bodenbildend ist, wurde der tertiäre Kern dieser Landschaft im Betziger Gebiet (Kempter Wald) vollkommen von den eiszeitlichen Ablagerungen des Diluviums in wechselnder Mächtigkeit überdeckt.

Die Niederschläge in diesem Gebiet betragen in Betziger (Kempter Wald) durchschnittlich 1400 mm, in Kürnach (Unterkürnach) 1700 mm im Jahr, wovon jeweils ca. 700 mm auf die vier forstlichen Vegetationsmonate entfallen.

Die Untersuchungsbestände I bis V liegen im FA. Betziger, Distr. XXII, Kempter Wald, Höhenlage 850 bis 900 m. Die Bestände I, III und IV stocken teils auf kiesigem, sandigem Lehm, teils auf flachanstehendem, grauem, kiesigem Letten. Sie sind aus Pflanzungen mit reiner Fichte hervorgegangen. Bei den Beständen II und V handelt es sich um außerhalb regelmäßiger Bewirtschaftung stehende Zwischenmoorbestände, die natürlich entstanden und mit tiefbekronten Fichten, zahlreichen Birken und Spirkeln sehr locker bestockt sind. Die in diesen beiden Beständen ausgesuchten Fichten sind von Anfang an vollkommen frei erwachsen. Der Untersuchungsbestand VI liegt im Forstamtsbezirk Kürnach, Distr. II, Höhenlage 900 m. Er befindet sich auf einem steil gegen die Kürnach abfallenden Nordhang und ist teilweise aus Naturverjüngung (Beimischung von 0,1 Buche, Schwarzerle, Esche, Ahorn) und aus Pflanzung (0,9 Fichte) hervorgegangen und vom Schnee stark durchbrochen.

In der nachfolgenden Übersicht sind für die einzelnen Bestände die Ertragsklassen, die Durchschnittsalter sowie die Beziehungen der zugehörigen Untersuchungsbäume angegeben:

Bestand I: Ertr.-Kl. II. 0, Alter 46 J., Untersuchungsbäume: B 1 bis 7, B 17 bis 22, B 31 bis 32, B 35 bis 36;
Bestand II: Ertr.-Kl. III. 5, Alter 61 J., Untersuchungsbäume: B 13 bis 16, B 23 bis 24;
Bestand III: Ertr.-Kl. I. 5, Alter 50 J., Untersuchungsbäume: B 8 bis 12;
Bestand IV: Ertr.-Kl. III. 5, Alter 48 J., Untersuchungsbäume: B 25 bis 26, 33 bis 34;
Bestand V: Ertr.-Kl. V. 0, Alter 87 J., Untersuchungsbäume: B 27 bis 30;
Bestand VI: Ertr.-Kl. I. 0, Alter 36 J., Untersuchungsbäume: K 1 bis 4.

B. Ergebnisse

Einige Teilergebnisse der Untersuchungen sind nachfolgend graphisch kurz dargestellt. Die durchgezogene Linie bezeichnet jeweils die Kammfichten einschl. der Kamm-Bürstenfichten, die gestrichelte Linie die Plattenfichten einschl. der Platten-Bürstenfichten; die beiden in die Untersuchung mit einbezogenen Bürstenfichten sind mit einem Kreuz bezeichnet (vgl. Kurven, Bild 1: Baum- und Kronenmaße).

Die Kammfichten übertreffen mit ihrem Brusthöhen durchmesser und mit ihrer Baumhöhe durchwegs die Plattenfichten. Auffallend ist der parallele Verlauf der Werte, er ist ein sichtbarer Beweis für den starken Einfluß des Standorts, des Wuchsraumes und der Belichtungsverhältnisse. Weit überlegen ist die Kammfichte der Plattenfichte auch hinsichtlich der Kronenprojektionsfläche. Während die Plattenfichten sich ziemlich konstant um den Durchschnitt von 10,5 qm bewegen, erreichen die Kammfichten, die ziemlichen Schwankungen unterworfen sind, eine durchschnittliche Kronenprojektionsfläche von 19,2 qm; sie benötigen also fast doppelt so viel Standraum wie die Plattenfichten.

Wie zu erwarten war, sind die perlchnurartig herabhängenden Äste zweiter Ordnung der Kammfichten wesentlich länger als die horizontal ausgebreiteten Fächeräste der Plattenfichten. Äußere Einflüsse sind bei den Astlängen nicht zu erkennen, die Linien verlaufen vollkommen selbstständig, was darauf hindeutet, daß die Längen der Äste zweiter Ordnung im wesentlichen von den individuellen Erbeigenschaften der Bäume abhängen.

Kein Unterschied zwischen den beiden Typen ist festzustellen bei dem Verhältnis der Kronenlänge zur Baumhöhe, das demnach ausschließlich von den äußeren Wuchsbedingungen abhängig zu sein scheint (vgl. Kurven, Bild 1: Baum- und Kronenmaße).

Entsprechend der größeren Kronenprojektionsfläche und Kronenlänge weisen die Kammfichten einen größeren Gesamtkronenraum auf als die Plattenfichten. Da das Verhältnis der Lichtkrone (Kronenteil oberhalb des Quirls der größten Kronenbreite) zum Gesamtkronenraum und des unbenadelten Kronenkerns zum Gesamtkronenraum jeweils bei beiden Typen ungefähr gleich ist, haben die Kammfichten auch einen größeren Lichtkronenraum und einen größeren benadelten Kronenmantel als die Plattenfichten (vgl. Kurven, Bild 2: Kroneninhalte).

Nach den Untersuchungen von RUBNER (1943) zeichnen sich die Kammfichten durch eine größere Nadellänge vor den Plattenfichten aus (vgl. Kurven, Bild 3: Nadellänge, -umfang, -oberfläche und -gewicht). Dies wurde durch die vorgenommenen Messungen erneut bestätigt. Die graphische Darstellung zeigt hinsichtlich der durchschnittlichen Nadellänge je Baum eine eindeutige Überlegenheit der Kammfichte. Eine Ausnahme stellt lediglich das Vergleichspaar B 3/5 dar, hier handelt es sich um eine ausgesprochen kurznadelige Kammfichte und um eine relativ langnadelige Plattenfichte. Bei den Vergleichspaaren B 6/7, B 11/12, B 21/22 und B 29/30 liegen die Differenzen im Bereich der Fehlergrenzen. Die beiden Bürstenfichten B 4 und B 10 liegen über den Werten der Plattenfichten, aber unter den gerade in diesen beiden Fällen ausnahmsweise kurznadeligen Kammfichten.

Ebenso auffallend wie die Nadellängen-Überlegenheit der Kammfichte gegenüber der Plattenfichte bei den einzelnen Vergleichspaaren ist die Parallelität der Nadel-

Bild 1

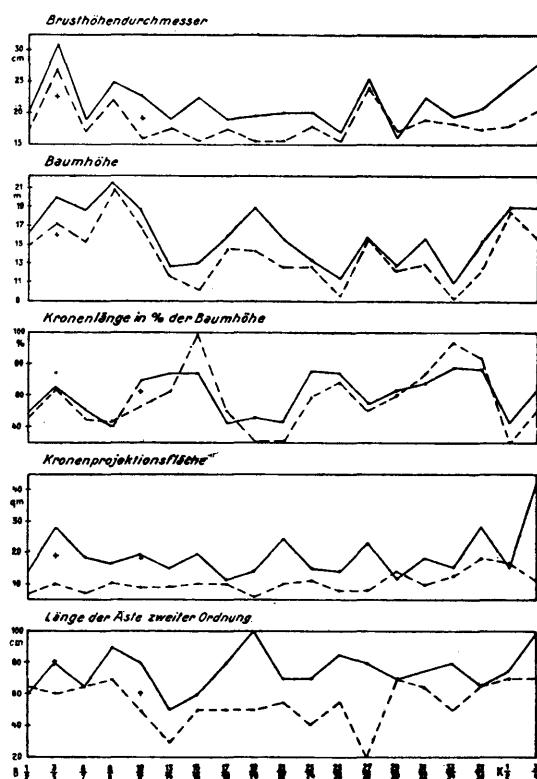
Baum - und Kronenmaße

Bild 2

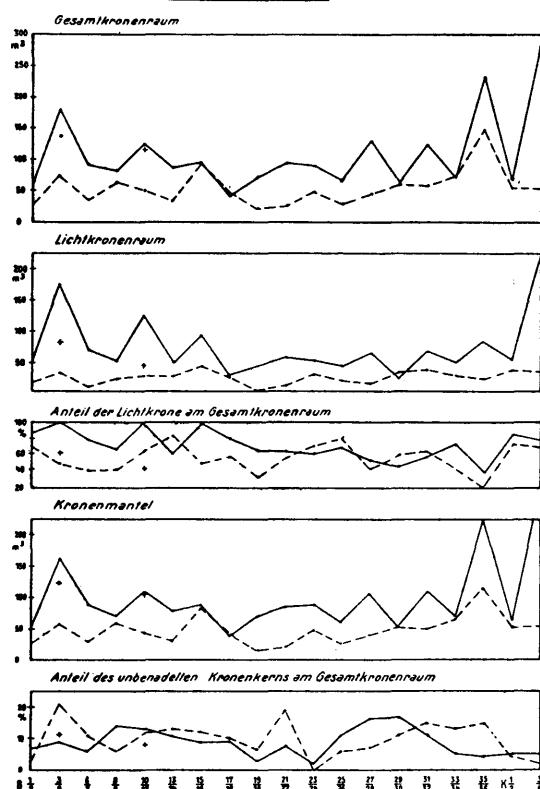
Kroneninhalte

Bild 3

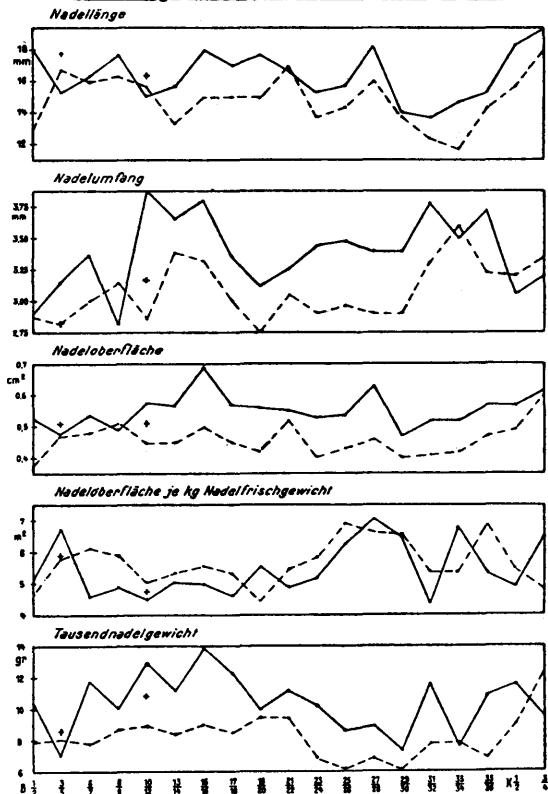
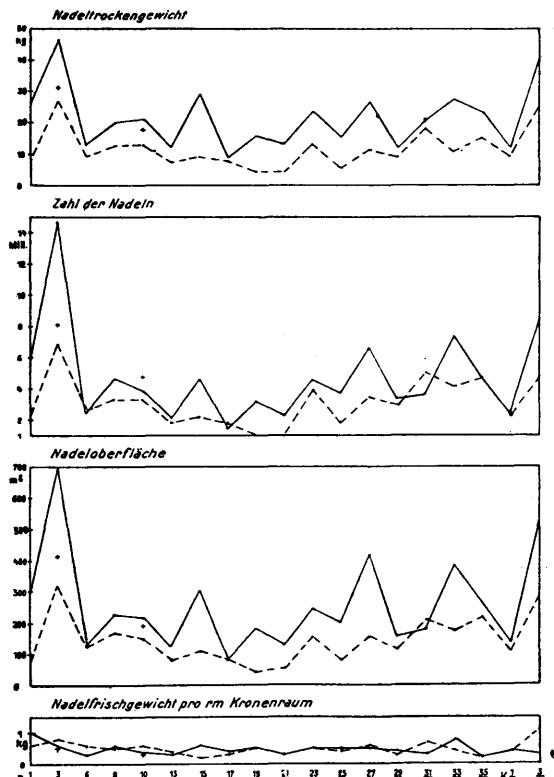
Nadelänge, umfang, -oberfläche und -gewicht

Bild 4

Benadelung je Baum

längen bei Stammpaaren auf verschiedenem Standort, ein Beweis für die außerordentliche Abhängigkeit der Nadel-längen vom Standort, die in ihrer Auswirkung die erbliche Veranlagung der Verzweigungstypen zur Kurzbzw. Langnadeligkeit weit übertrifft. So erreicht bei ungünstigen Wuchsbedingungen die an sich langnadelige Kammfichte eine Nadellänge von nur 13,7 mm (B 32), unter günstigen Bedingungen die kurznadelige Plattenfichte dagegen eine solche von 18,0 mm (K 3).

Die Ermittlung des durchschnittlichen Nadelumfangs der Benadelung eines Baumes leidet noch mehr als die Ermittlung der Nadellängen unter dem Umstand, daß nur verhältnismäßig wenig Proben gemessen werden können, während die Nadelzahl eines Baumes, dessen Durchschnittswert sie darstellen sollen, in die Millionen geht. Trotz dieser unvermeidbaren Fehlerquelle kann aber die augenscheinliche Parallelität der Werte der Kamm- und Plattenfichten keinesfalls ein Zufallsergebnis sein (vgl. Kurven, Bild 3).

Die Kammfichte ist also auch hinsichtlich des Nadelumfanges der Plattenfichte überlegen, ebenso ist eine Abhängigkeit von äußeren Faktoren unverkennbar. Eine gewisse — keinesfalls gesetzmäßige — gegenläufige Bewegung der Werte von Nadellänge und Nadelumfang läßt den Schluß zu, daß kurze Kammfichtennadeln meist einen größeren Umfang haben als lange Kammfichtennadeln und ebenso kurze Plattenfichtennadeln einen größeren Umfang haben als lange Plattenfichtennadeln. Nicht dagegen hat der kurznadelige Plattenfichtentyp einen größeren Nadelumfang als der langnadelige Kammfichtentyp.

Die Nadeloberfläche ist das Produkt aus Nadellänge und Nadelumfang. Da bei beiden vorgenannten Maßen die Kammfichte die Plattenfichte übertrifft, weisen die Nadeln der Kammfichten i. D. auch eine größere Nadeloberfläche auf als die der Plattenfichten (vgl. 3. Kurvenpaar, Bild 3).

Wie zu erwarten, sind die größeren Nadeln der Kammfichten schwerer als die der Plattenfichten. Nur die kurzen Nadeln von B 5 und die schmalen Nadeln von K 4 weisen ein geringeres Gewicht auf als die vergleichbaren Plattenfichten. Im groben Durchschnitt wiegen tausend Kammfichtennadeln 10 bis 11 g, tausend Plattenfichtennadeln 8 g (Tausendnadel-Frischgewicht. Vgl. letztes Kurvenpaar, Bild 3). Eine klare Relation zwischen Nadelgewicht und Nadellänge, Nadelumfang oder Nadeloberfläche kann nicht festgestellt werden.

Die Nadeloberfläche je kg Nadelfrischgewicht errechnet sich aus der Anzahl Nadeln je kg Nadelfrischgewicht und der Nadeloberfläche der Durchschnittsnadeln. Da bei der Plattenfichte der erste Faktor größer ist und bei der Kammfichte der zweite Faktor, muß das Produkt ziemlich ausgeglichen sein. Dies trifft auch zu, wie der Darstellung zu entnehmen ist. Die Plattenfichten sind den Kammfichten um einen ganz geringen Betrag überlegen (vgl. 4. Kurvenpaar, Bild 3).

Nachdem der Wassergehalt der Nadeln bei den Kamm- und bei den Plattenfichten ungefähr gleich groß ist, sind die Kammfichten den Plattenfichten sowohl hinsichtlich des Nadelfrischgewichtes wie auch hinsichtlich des Nadeltröckengewichtes je Baum in gleichem Maße überlegen (vgl. Kurven, Bild 4: Benadelung je Baum).

Das höhere Gesamtnadelgewicht der Kammfichten erklärt sich in der Hauptsache aus dem größeren Kronenvolumen. Es ist daneben aber auch abhängig von der

Benadelungsdichte des Kronenraumes. Die Benadelungsdichte errechnet sich aus dem Nadelgewicht je Baum und dem Kronenraum. Das Nadelfrischgewicht schwankt pro rm Kronenraum zwischen 0,2 kg und 1,1 kg, pro rm benadelter Kronenmantel ebenfalls zwischen 0,2 kg und 1,1 kg; der prozentual geringe Anteil des unbenadelten Kronenkerns an der Gesamtkrone wirkt sich in dieser Beziehung kaum aus. Ein Unterschied in der Benadelungsdichte des Kronenraums der beiden Verzweigungstypen ist nicht feststellbar (Kammfichte i. D. 0,47 kg/rm, Plattenfichte 0,50 kg/rm).

Die Zahl der Nadeln der Untersuchungsbäume wurde errechnet aus dem Nadelfrischgewicht und der Anzahl Nadeln je kg Nadelfrischgewicht. Da bei den Kammfichten das Nadelgewicht größer ist und bei den Plattenfichten die Anzahl der Nadeln je kg, ist mit einer gewissen Annäherung der Nadelzahlwerte der beiden Typen zu rechnen. Aus der graphischen Darstellung ersieht man, daß die Zahl der Nadeln der Kammfichten diejenige der Plattenfichten zwar noch überwiegt, daß aber gegenüber dem Nadeltröckengewicht der Unterschied geringer geworden ist. Eine ausgesprochene Ausnahmeerscheinung ist die Kammfichte B 5, bei der ein großes Nadelgewicht mit kleinen leichten Nadeln zusammenfällt. Dieser Baum bringt es daher auf fast 15 Millionen Nadeln, während die meisten übrigen Bäume sich um die Nadelzahl von 3 bis 4 Millionen herum bewegen (vgl. 2. Kurvenpaar, Bild 4).

Wie schon erwähnt, sind die Nadeloberflächen je kg Nadelfrischgewicht bei Kamm- und Plattenfichten ziemlich gleich. Dementsprechend verhalten sich die beiden Typen hinsichtlich der Nadeloberfläche je Baum ebenso wie hinsichtlich des Nadelgewichtes. Die Kammfichten sind den Plattenfichten hierin durchwegs überlegen. Den Spitzenwert erreicht wiederum Stamm B 5 mit einer Nadeloberfläche von 700 qm gegenüber einem Mittel von 254 qm bei den Kammfichten und 146 qm bei den Plattenfichten (vgl. 3. Kurvenpaar, Bild 4).

Zur vollständigen Erfassung der Benadelungsverhältnisse der Kronen gehört auch die Kenntnis des Anteils der Licht- und Schattennadeln. Es wurde versucht, diesen Anteil nach der Fällung der Bäume jeweils gutachtlich zu schätzen. Es war ziemlich einfach festzustellen, daß die Kammfichten ein höheres Lichtnadelprozent aufweisen als die Plattenfichten, doch fehlte dieser Schätzung der sichere zahlenmäßige Unterbau. Hierfür stehen folgende Unterlagen zur Verfügung:

1. Das Tausendnadelgewicht. Die harte dicke Lichtnadel ist wesentlich schwerer als die feine biegsame Schattennadel. Vergleicht man die Tausendnadelgewichte der beiden Verzweigungstypen in den drei Kronenteilen, so ergibt sich folgendes Verhältnis:

	Durchschnittl. Tausendnadelgewicht in g		
	unten	mitteln	oben
Plattenfichte	6,5	8,0	10,2
Kammfichte	7,1	10,1	13,9
Differenz	0,6	2,1	3,7
Kammfichte in % der Plattenfichte	109	126	136

Während unten in der Schattenkrone die Nadeln bei den Typen unter Berücksichtigung der größeren Nadellänge der Kammfichte fast gleich schwer sind (Differenz 0,6 g), gehen die Nadelgewichte im mittleren und oberen Kronenteil weit auseinander, ein Zeichen für den stark steigenden Lichtnadelanteil bei den Kammfichten.

2. Der Nadelumfang. Das Nadelgewicht hat bei der Erfassung des Nadelcharakters den Nachteil, daß es nicht

Bild 5

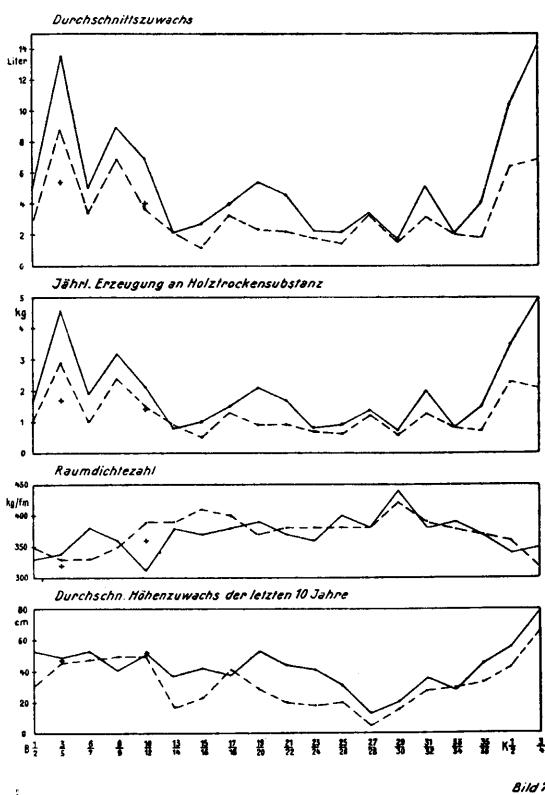
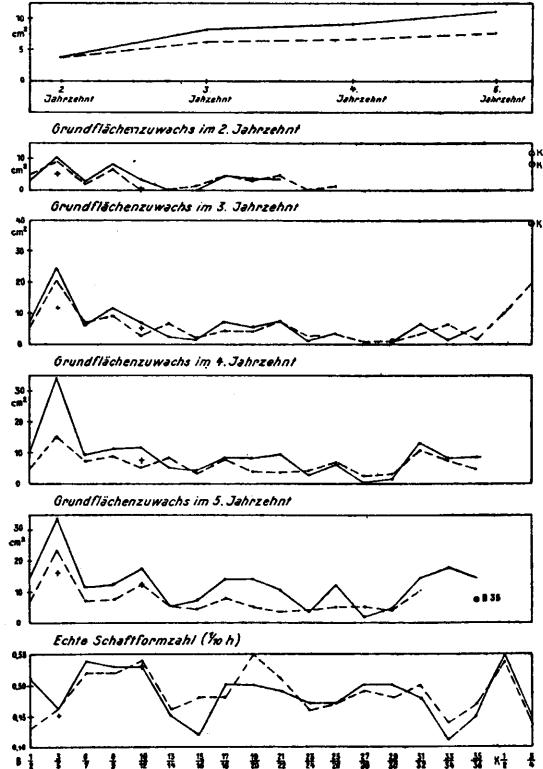
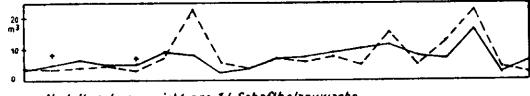
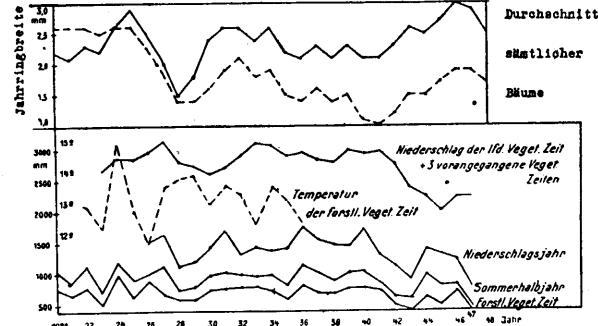
Durchschnittl. Massen- und Höhenzuwachs, Raumdichtezahl

Bild 6

Laufend periodischer GrundflächenzuwachsLaufend periodischer Grundflächenzuwachs im 2.-5. JahrzehntVerhältnis von Kronenraum, Nadelgewicht u. Nadeloberfläche zum Zuwachs.Kronenraum pro 1 l. SchaftholzzuwachsNiederschlag, Temperatur und Zuwachs

nur durch den Nadelquerschnitt bedingt ist, sondern auch durch die Nadellänge beeinflußt wird. Der rhombische, fast viereckige Nadelquerschnitt der Lichtnadeln und der zweiflächige Nadelquerschnitt der Schattennadeln wird daher noch eindeutiger durch den Nadelumfang erfaßt. Der Vergleich der Nadelumfänge in den drei Kronenteilen führt zu folgendem Ergebnis:

Durchschnittl. Nadelumfang in mm			
	unten	mitten	oben
Plattenfichte	2,77	3,02	3,46
Kammfichte	2,96	3,38	3,81
Differenz	0,19	0,36	0,35
Kammfichte in % der Plattenfichte	107	112	110

Hier zeigt sich dieselbe Erscheinung. Im Bereich der Schattenkrone beträgt die Differenz nur 0,19 mm, um dann im mittleren und oberen Kronenteil stark anzusteigen (0,36 bzw. 0,35 mm).

Besonders fällt auf, daß bei den Kammfichten das Gewicht und der Querschnitt der Nadeln im mittleren Kronenteil gegenüber den Plattenfichten sehr stark zunimmt. Dieser ausgeprägte Lichtcharakter der Nadeln der Kammfichten in diesem Kronenteil röhrt einerseits wohl daher, daß bei den Kammfichten der mittlere Kronenteil meist schon im Bereich der Lichtkrone ist, während bei den Plattenfichten die Schattenkrone oft über die Kronenmitte hinausgeht, andererseits ist dies wahrscheinlich eine Folge der bei der Kammfichte so ausgeprägt auftretenden Lichtschäfte, durch die mehr Licht von oben einfallen kann, und nicht zuletzt eine Auswirkung der kammartigen Verzweigungsform. Auf die horizontal ausbreiteten Äste des mittleren Kronenteils der Plattenfichte fällt praktisch kaum ein direktes Seitenlicht, während die senkrecht bzw. schräg herabhängenden Nadelteppiche der Kammfichte dem Seitenlicht, das in unseren Breiten von großer Bedeutung ist, direkt ausgesetzt sind.

Die Nadeln von Kamm- und Plattenfichten wurden im Forstbotanischen Institut der Forstlichen Forschungsanstalt München unter Anleitung von Prof. Dr. HUBER mikroskopisch untersucht. Unterschiede im anatomischen Bau der Nadeln, die nicht durch den Schatten- oder Lichtnadelcharakter bedingt gewesen wären, wurden nicht festgestellt.

Die Raumdichte des Holzes der Untersuchungsbäume wurde an über 700 Holzproben ermittelt. Die Durchschnittswerte der Bäume schwanken zwischen 310 kg/fm und 440 kg/fm, das Mittel der Kamm- und Plattenfichten liegt bei 370 kg/fm. Trotz des größeren Massenzuwachses der Kammfichten ist ein Unterschied zwischen beiden Typen also nicht vorhanden (vgl. Kurven, Bild 5: Durchschnittlicher Massen- und Höhenzuwachs, Raumdichtezahl). Dagegen ist wiederum ein gewisser paralleler Verlauf der Werte zu beobachten, ein Zeichen für die Abhängigkeit der Raumdichte von äußeren Faktoren, wie z.B. Standort, Jahrringbreite, Stamm- und Kronengröße, Stellung im Bestand usw. (TRENDELENBURG 1939). Es ist in diesem Zusammenhang zu bemerken, daß nach mündlicher Mitteilung von Prof. Dr. RÜBNER eingehende Untersuchungen im Tharandter Institut für Waldbau und Forstbenutzung über das Raumgewicht, die Raumdichte und die Festigkeits-eigenschaften ebenfalls keinerlei Unterschiede ergeben haben, die die Fehlergrenze überschritten hätten.

Die Kammfichten sind den Plattenfichten sowohl hinsichtlich des durchschnittlichen Zuwachses

als Schaftholz als auch hinsichtlich der jährlichen Erzeugung an Holztrockensubstanz eindeutig überlegen (siehe Kurven, Bild 5). Vergleicht man den Durchschnittszuwachs mit der jährlichen Erzeugung an Holztrockensubstanz, so sieht man, daß die entsprechenden Kurven zwar im wesentlichen parallel verlaufen, die steilen Auf- und Abstiege jedoch etwas abgemildert sind. Dies erklärt sich aus der teilweise gegenläufigen Bewegung der darunter dargestellten Raumdichtezahl. Die langsamwüchsigeren Kammfichten bilden i. D. ein etwas dichteres Holz als die schnellwüchsigeren Kammfichten und die langsamwüchsigeren Plattenfichten ein etwas dichteres Holz als die schnellwüchsigeren Plattenfichten. Der schnellwüchsige Typ der Kammfichten bildet jedoch i. D. ein ebenso dichtes Holz wie der langsamwüchsige Typ der Plattenfichten (gleiche Raumdichtezahl bei beiden Typen).

Bei dem durchschnittlichen Alter der Untersuchungsbäume von ungefähr 40 bis 60 Jahren hat der Höhenzuwachs seinen Kulminationspunkt bereits überschritten, die Bäume nähern sich dem Alter, in dem die Unterschiede zwischen größerem und geringerem Höhenzuwachs (je nach Veranlagung und Standort) allmählich geringer werden. Trotzdem übertreffen die Kammfichten hinsichtlich des durchschnittlichen Höhenzuwachses der letzten zehn Jahre immer noch die Plattenfichten, wie dies auch nach allen bisherigen Ergebnissen zu erwarten war (siehe Kurvenpaar, Bild 5 unten).

Der Vergleich des Grundflächenzuwachses in den einzelnen Jahrzehnten gibt einen sehr interessanten Aufschluß über den periodischen Zuwachsgang bei den beiden Verzweigungstypen. Im zweiten Jahrzehnt ist der Zuwachs der beiden Typen ungefähr gleich groß, im dritten Jahrzehnt stehen die Kammfichten bereits ein wenig über den Plattenfichten, im vierten Jahrzehnt schon etwas mehr, um im fünften Jahrzehnt die Plattenfichten eindeutig überwachsen zu haben (siehe Kurven, Bild 6: Laufend periodischer Grundflächenzuwachs). Errechnet man den durchschnittlichen Grundflächenzuwachs sämtlicher Bäume, so ergibt sich folgendes Zahlenverhältnis:

Laufend periodischer Grundflächenzuwachs in cm ²				
	2. Jahrz.	3. Jahrz.	4. Jahrz.	5. Jahrz.
Plattenfichte	3,8	6,4	6,7	7,7
Kammfichte	3,8	8,3	9,2	12,5
Differenz	0	1,9	2,5	4,8
Kammfichte in % der Plattenfichte	100	130	137	160

In der Periode des „Aufstiegs“ des Zuwachses (VANSELOW 1941) steigt der Grundflächenzuwachs der Kammfichte auf denselben Standort viel höher als bei den Plattenfichten, er übertrifft den Zuwachs der letzteren im 5. Jahrzehnt bei den untersuchten Bäumen um ca. 60%.

Die Erklärung für diese Erscheinung ist sehr naheliegend. Die Ausbildung der Verzweigungsformen der Fichte steht bekanntlich in Abhängigkeit vom Alter. Im Jugendstadium bis ungefähr zum 20. Jahr sind Kamm- und Plattenfichten äußerlich noch kaum voneinander zu unterscheiden. In diesem Alter findet man fast nur die plattenartige Verzweigungsform des Jugendstadiums der Fichte vor. Bei gleicher Verzweigungsform ist in diesen Jahrzehnten auch der Zuwachs gleich. Im dritten Jahrzehnt beginnt allmählich die äußere Differenzierung der beiden Typen, und zwar zuerst auf den besseren Standorten. Im vierten und fünften Jahrzehnt ist die typische Verzweigungsform der Kammfichten voll ausgebildet.

Mit dieser allmählichen Ausbildung des Verzweigungssystems geht die Steigerung des Massenzuwachses der Kammfichten über den der Plattenfichten vollständig konform.

Es ist in diesem Zusammenhang noch zu erwähnen, daß die Verzweigungstypen der Fichte hinsichtlich ihrer Erbwerte wahrscheinlich in zwei Gruppen geteilt werden können. Die erste Gruppe sind die „stabilen Typen“, die auf Grund ihrer ausgeprägten Erbanlage auf äußere Umweltseinflüsse kaum reagieren und entsprechend der ihnen innenwohnenden Entwicklungsrichtung im 15. bis 25. Jahr den ihnen eigenen Typ ausbilden. Dieser Typ kann eine kamm-, bürsten- oder plattenähnliche Verzweigungsform oder eine der zahllosen Übergangsformen sein, wobei die in der reinsten Form ausgebildeten „extremen“ Kamm- und Plattenfichten entsprechend der Gaußschen Häufigkeitskurve am wenigsten und die mittleren, um den Bürsten-Fichtentyp gruppierten Übergangsformen am stärksten vertreten sein werden.

Die zweite Gruppe sind die „labilen Typen“, die in sich die Anlage von Bürsten- und Kammfichtentypen tragen, die jedoch erst in höherem Alter (4. bis 7. Jahrzehnt) oder nach Auflösung und Verstärkung durch äußere Einflüsse zur Auswirkung kommen. Bei den äußeren Einflüssen dürften die Ernährungs- und Belichtungsverhältnisse eine besondere Rolle spielen, die, je näher dem Optimum, desto eher die Ausbildung des Bürsten- und Kammfichtentyps hervorrufen. In Altbeständen findet man oft Fichten, die im inneren, bereits entnadelten Kronenteil deutlich zeigen, daß sie mehrere Jahrzehnte lang ihr Verzweigungssystem nach dem Typ der Plattenfichte ausbilden und erst im höheren Alter oben und außen eine bürsten- oder auch kammähnliche Verzweigung ansetzen. Es handelt sich hier zweifellos um Fichten, die als Erbanlage die Ausbildung zum Bürsten- oder Kammtyp in sich tragen, deren zyklophysische innere Umstimmung aber durch äußere Einflüsse zurückgehalten oder erst verspätet ausgelöst wurde.

Um die Formentwicklung der Untersuchungsbäume in leicht vergleichbaren Zahlen zu erfassen, wurden die sogenannten echten Schaftrormzahlen (SCHWAPPACH 1923) berechnet. Die Grundstärken wurden dabei jeweils immer in $\frac{1}{10}$ der Scheitelhöhe ermittelt.

Die Formzahlen schwanken ziemlich stark, die höchsten Werte (0,55) entsprechen ungefähr dem Paraboloid, die niedrigsten (0,41) nähern sich dem geradseitigen Kegel. Vergleicht man die echten Schaftrormzahlen mit den Baumhöhen sowie mit dem Anteil der Kronenlänge an der Baumhöhe, so kommt man zu dem Ergebnis, daß die größeren Bäume mit kleinerer Krone (dichterer Bestandsschluß) mehr vollholzig und die kleineren Bäume mit großem Kronenanteil (Freistand) mehr abholzig sind. Die durchschnittliche echte Formzahl beträgt bei beiden Verzweigungstypen 0,49, ein Unterschied ist somit nicht vorhanden (siehe dazu letztes Kurvenpaar, Bild 6).

Zum Vergleich des Kronenraums, des Nadelgewichtes und der Nadeloberfläche mit dem derzeitigen laufenden Zuwachs wurde der durchschnittliche Schaftholzzuwachs der letzten fünf Jahre durch Stammanalysen ermittelt und in Beziehung zu den genannten Größen gesetzt (dargestellt in den Kurvenpaaren von Bild 7). Der Kronenraum pro 1 Liter (= 0,001 cbm) Schaftholzzuwachs schwankt bei den Kammfichten zwischen 2,5 cbm und 16,4 cbm, bei den Plattenfichten zwischen 2,3 cbm und 23,2 cbm. Die im Bestand stehenden Bäume bewegen sich

um einen Durchschnittswert von ca. 5 cbm/Liter, die freistehenden Bäume stehen meist wesentlich darüber. Im Durchschnitt ergibt sich zwischen Kammfichte und Plattenfichte keine wesentliche Verschiedenheit (Kammfichte 7,0 cbm/Liter — Plattenfichte 7,9 cbm/Liter).

Die zur jährlichen Erzeugung von 1 Liter Schaftholz notwendige Menge Nadelfrischgewicht schwankt zwischen 1,1 kg und 5,7 kg. Sie beträgt i. D. bei den Kammfichten 3,0 kg, bei den Plattenfichten 3,1 kg. Hinsichtlich der Erzeugung der reinen Holztrockensubstanz ändert sich die Relation nicht. Die Werte schwanken zwischen 3,7 kg und 15,3 kg und betragen i. D. für die Kammfichten 8,2 kg und für die Plattenfichten 8,3 kg.

Nachdem sich die beiden Verzweigungstypen hinsichtlich des Wassergehaltes der Nadeln kaum unterscheiden, bleibt auch das Verhältnis beim Vergleich von Nadel-trockengewicht und Zuwachs dasselbe. Die zur jährlichen Erzeugung von 1 Liter Schaftholz notwendige Menge Nadeln schwankt zwischen einem Trockengewicht von 0,5 kg und 2,9 kg, die zur Erzeugung von 1 kg Holztrockensubstanz notwendige Menge zwischen 1,4 kg und 7,7 kg. I. D. benötigen die Kammfichten zur Erzeugung von 1 Liter Schaftholz 1,4 kg, die Plattenfichten 1,5 kg Nadeln (Trockengewicht). Zur Erzeugung von 1 kg Holztrockensubstanz benötigen die Kammfichten 3,9 kg, die Plattenfichten 4,0 kg Nadeln (Trockengewicht).

Das Verhältnis von Nadel-trockengewicht und Holztrockensubstanzzuwachs ist außerdem noch in umgekehrter Beziehung graphisch dargestellt (siehe letztes Kurvenpaar, Bild 7). Danach schwankt die auf 1 kg Nadeln (Trockengewicht) kommende jährliche Holzproduktion je nach den äußeren Bedingungen außerordentlich, die Grenzwerte sind 0,13 kg und 0,72 kg. Im Durchschnitt erzeugt 1 kg Nadeln (Trockengewicht) bei beiden Typen ungefähr 0,3 kg Holztrockensubstanz im Jahr, die Nadeln der Kammfichten sind um ein geringes leistungsfähiger.

Als letzte Größe wurde noch die Nadeloberfläche der Untersuchungsbäume mit dem Zuwachs in Beziehung gesetzt. Nachdem die Nadeloberfläche je kg Nadelfrischgewicht i. D. bei Kamm- und Plattenfichten ziemlich gleich ist, treten auf dem Kurvenbild der grafischen Darstellung nur unwesentliche Verschiebungen ein. Die Werte schwanken zwischen 5 qm und 38 qm Nadeloberfläche pro 1 Liter Schaftholzzuwachs. Im Durchschnitt benötigen die Kammfichten zur jährlichen Erzeugung von 1 Liter Schaftholz 17 qm, die Plattenfichten 18 qm Nadeloberfläche (3. Kurvenpaar, Bild 7).

Der Vergleich von Kronenraum, Nadelgewicht und Nadeloberfläche hat zwischen den beiden Verzweigungstypen keine wesentlichen Unterschiede ergeben. Die geringe Überlegenheit der Kammfichte beträgt 5 bis 10 v. H., sie bewegt sich damit bei dem großen Abstand der Grenzwerte noch innerhalb der Fehlergrenzen. Es kann daher abschließend festgestellt werden, daß die Zuwachslistung einer Gewichtseinheit Nadeln bei Kamm- und Plattenfichten ungefähr gleich groß ist.

Der Vergleich des Durchschnitts der Jahrringbreiten sämtlicher Untersuchungsbäume mit den Niederschlägen der Jahre, in denen die Jahrringe jeweils gebildet wurden, ergibt eine gewisse Korrelation in den Jahren 1920, 1921, 1922, 1923, 1924, 1928, 1929, 1930, 1931, 1932, 1935, 1938, 1939 und 1947 (siehe Kurven, Bild 8). Die Kammfichten reagieren dabei etwas feiner als die Plattenfichten. Dies stimmt mit der Feststellung WECKS (1948) über-

ein, daß der Zuwachs der zuwachstüchtigen Stämme mit den Niederschlagsreihen zuverlässiger zusammenklingt als der Zuwachs der zuwachsträgen, zurückbleibenden Stämme. Eine Übereinstimmung des Zuwachses mit den Niederschlägen der laufenden Vegetationszeit plus den der drei vorausgegangenen Vegetationszeiten entsprechend den Untersuchungsergebnissen Wecks (1948) läßt sich dagegen in fast keinem Jahr feststellen, der Kurvenverlauf ist zum Teil eher entgegengesetzt. Neben den geringen Korrelationen in den oben erwähnten Jahren kann eine einwandfreie Übereinstimmung eigentlich nur in den Jahren 1928, 1947 und 1948 festgestellt werden, wobei sich die Trockenheit von 1947 weniger im selben Jahr, sondern vielmehr im folgenden Jahr richtig ausgewirkt hat.

Es war zu erwarten, daß der Vergleich von Niederschlag und Zuwachs im Gegensatz zu den Untersuchungen Wecks keine befriedigenden Ergebnisse zeitigen würde. Denn während sich die Fichte in Eberswalde bei einem Niederschlag von 242 mm in der forstlichen Vegetationszeit an der Grenze ihres Existenzminimums befindet und daher natürlicherweise auf jedes Mehr oder Weniger an Niederschlag stark reagiert, sind die Fichten im Kempter Wald innerhalb ihres standörtlichen Optimums. Bei 700 mm Niederschlag in den Monaten Mai bis August kann ein etwas Weniger an Regen den Wuchs der Fichte weder wesentlich hemmen, noch ein etwas Mehr ihn begünstigen.

Bei der Höhenlage des Untersuchungsgebietes konnte man vielmehr vermuten, daß vielleicht hier die Temperatur im Minimum sei und mehr Wärme während der forstlichen Vegetationszeit das Wachstum der Fichte fördern würde. Der Vergleich von Jahrringbreite und mittlerer Tagstemperatur der vier forstlichen Vegetationsmonate, der leider nur für einen beschränkten Zeitraum durchgeführt werden konnte, da die Temperaturwerte nur für die Jahre 1921 bis 1936 zur Verfügung standen, bestätigt diese Vermutung in gewissem Umfange: Warme Sommer fördern in höheren Lagen die Assimilation, die dabei erzeugten Assimilate stehen für die Stofferzeugung des darauffolgenden Jahres zur Verfügung. Eine hohe Temperatur der Sommerwachstumsmonate wird daher mit einer Mehrleistung, eine niedrige Temperatur mit einer Minderleistung des Zuwachses im folgenden Jahr beantwortet werden. So löste der Temperatursturz in den Jahren 1925 und 1926 in den darauffolgenden Jahren einen auffallenden Zuwachsrückgang aus. Nachdem die Temperatur während der forstlichen Vegetationszeit wieder gestiegen war, stieg auch der Zuwachs wieder an.

Es kann also festgestellt werden, daß eine Übereinstimmung von Jahrringbreite und Niederschlagsmenge nur in geringem Umfange, eine solche mit der Temperatur dagegen in größerem Umfange nachgewiesen werden konnte. Es wurde weiterhin beobachtet, daß Kamm- und Plattenfichten auf äußere Einflüsse fast mit genau denselben Ausschlägen reagieren, in dieser ökologischen Hinsicht also ziemlich gleich geartet sind.

C. Diskussion

Es wurde bei vorliegenden gleichen Standorts- und Wuchsraumbedingungen festgestellt, daß die Kammfichten die Plattenfichten in folgenden Eigenschaften übertreffen:

Nadellänge,
Nadelumfang,

Nadeloberfläche,
Tausendnadelgewicht,
Nadelgewicht je Baum,
Nadelzahl je Baum,
Nadeloberfläche je Baum,
Anteil der Lichtnadeln an der Benadelung,
Länge der Äste 2. Ordnung,
Inhalt des Lichtkronenraumes,
Anteil der Lichtkrone am Gesamtkronenraum,
Inhalt des benadelten Kronenmantels,
Gesamtkronenraum,
Kronenprojektion,
Höhenzuwachs,
Grundflächenzuwachs vom 3. Jahrzehnt ab,
Baumstärke,
Baumhöhe,
Durchschnittszuwachs,
Jährliche Erzeugung an Holztrockensubstanz.

Dagegen ergeben sich keine wesentlichen Unterschiede bei folgenden Werten:

Anteil der Kronenlänge an der Baumhöhe,
Anteil des unbenadelten Kronenkerns am Gesamtkronenraum,
Anzahl der benadelten Jahrestriebe,
Nadeloberfläche je kg Nadelfrischgewicht,
Benadelungsdichte der Krone,
Wassergehalt der Nadeln,
Raumdichte des Holzes,
Formentwicklung,
Verhältnis von Kronenraum, Nadelgewicht und Nadeloberfläche zu Schafholzzuwachs und Holztrockensubstanzzuwachs,
Reaktion des Zuwachses auf äußere Einflüsse, insbesondere der Witterung.

Die Parallelität der Kurven für eine große Anzahl von Eigenschaften zeigt darüber hinaus, daß unter verschiedenen Standortsbedingungen die beiden Typen in diesen Eigenschaften gleichsinnig reagieren, so insbesondere in folgenden:

Nadellänge,
Nadelumfang,
Nadeloberfläche,
Nadeloberfläche je kg Nadelfrischgewicht,
Nadelzahl je Baum,
Nadeloberfläche je Baum,
Nadelgewicht je Baum,
Anteil der Kronenlänge an der Baumhöhe,
Baumstärke,
Baumhöhe,
Durchschnittszuwachs,
Jährliche Erzeugung an Holztrockensubstanz,
Raumdichte des Holzes,
Formentwicklung,
Verhältnis von Kronenraum, Nadelgewicht und Nadeloberfläche zu Schafholzzuwachs und Holztrockensubstanzzuwachs.

Schließlich ergibt der Grad der Abweichung der Werte der Einzelbäume, die auf gleichem Standort stocken, ein Maß für das Vorliegen noch anderer Unterschiede als der hier näher untersuchten. So sind scheinbar in besonders hohem Maße von individuellen Veranlagungen abhängig folgende Eigenschaften:

Länge der Äste zweiter Ordnung,
Tausendnadelgewicht,
Benadelungsdichte der Krone,
die sowohl bei Kamm- wie bei Plattenfichten stark schwanken.

Bewertet man die einzelnen Faktoren, die für dierscheinungsform der Kamm- und Plattenfichten verantwortlich zu machen sind, so scheint den äußeren Einflüssen des Standorts, des Wuchsraumes und der Belichtungsverhältnisse Vorrangstellung zuzukommen. Demgegenüber tritt die Auswirkung der mit den Verzweigungstypen verbundenen Veranlagung sowie der individuellen Veranlagungen der Bäume an Bedeutung zurück.

Die Parallelität der Kurven der Verhältnisse von Kronenraum, Nadelgewicht und Nadeloberfläche zum Zuwachs zeigt ferner, daß die Zuwachsüberlegenheit der Kammfichte nur auf ihrem größeren Kroneninhalt beruht, der wiederum mit einer größeren Gesamtnadelmasse verbunden ist. Diesem größeren Kroneninhalt der Kammfichte entspricht ferner eine größere Kronenprojektionsfläche, also ein größerer Standraum.

Vergleicht man den Durchschnittswert der Kronenprojektion und den durchschnittlichen Schaftholzzuwachs in den letzten 5 Jahren der untersuchten Kamm- und Plattenfichten miteinander, so ergibt sich folgendes Verhältnis:

	Plattenfichte	Kammfichte	Kamm/Fi in % d. Platten/Fi.
Kronenprojektion im qm	10,5	19,2	183
Schaftholzzuwachs in Ltr.	9,0	17,6	195
Schaftholzzuwachs je qm Kronenprojektion in Ltr.	0,86	0,92	107

Obwohl die Kammfichten i. D. der letzten fünf Jahre 195% des Schaftholzzuwachses der Plattenfichten, also das Doppelte, geleistet haben, beträgt ihr Zuwachs, bezogen auf den qm Kronenprojektionsfläche, nur 107% des Schaftholzzuwachses der Plattenfichten, also nur um 7% mehr. Das bedeutet unter Zugrundelegung der untersuchten Bäume, daß 1 ha von Plattenfichten überschirmte Fläche jährlich 8,6 fm, 1 ha von Kammfichten überschirmte Fläche jährlich 9,2 fm erzeugt. Diese geringe Mehrleistung wurde schon beim Verhältnis von Krone, Nadelgewicht und Nadeloberfläche zum Zuwachs festgestellt. Sie läßt sich vielleicht durch den höheren Anteil an Lichtnadeln erklären, die eine höhere Assimilationsintensität als die Schattennadeln aufweisen sollen. Ein gesicherter Wert ist diese geringe Mehrleistung jedenfalls nicht, denn bei einer Untersuchungszahl von nur 19 Vergleichspaaaren und großen Standortsverschiedenheiten muß mit einer Fehlergrenze von etwa 10 v. H. gerechnet werden, auch wenn der parallele Kurvenverlauf der graphischen Darstellungen beweist, daß tatsächlich nur einwandfrei vergleichbare Untersuchungspaare analysiert wurden.

Es kann also als Endergebnis der Zuwachsumtersuchungen festgestellt werden, daß die Kammfichte als Einzelbaum auf Grund ihrer groß angelegten Krone mehr leistet als die Plattenfichte, daß aber 1 ha Plattenfichten hinsichtlich der Schaftholzerzeugung ungefähr dieselbe Leistung voll bringt wie 1 ha Kammfichten. Bei ungefähr gleicher Holzproduktion je qm Kronenprojektion wird — auf eine bestimmte Fläche bezogen — die Mehrleistung der breitkronigen Kammfichten durch die größere Stammzahl der schmalkronigen Plattenfichten annähernd voll ausgeglichen (vgl. auch Abb. 1 und 2).

Betrachten wir als wesentliches Ziel der Züchtung bei der Fichte die Steigerung der Wuchsleistung, so kann als Ergebnis der Arbeit festgestellt werden, daß es — entgegen früherer Ansichten — bei der vielgestaltigen Fichtenkrone kein morphologisches Merkmal gibt, von dem man eine erbliche Veranlagung zu höherer Wuchsleistung ableiten könnte. Obwohl die Kammfichte mit ihren herabhängenden Nadelteppichen ihre Nadeln in eine scheinbar günstigere Exposition zum einfallenden Licht bringt, leistet 1 qm Nadeloberfläche einer Plattenfichte an Schaftholzerzeugung annähernd ebensoviel wie 1 qm Nadeloberfläche einer Kammfichte. Auf die Gesamtholzmasse bezogen, erzeugt 1 ha nur aus Kammfichten bestehender

voll bestockter Wald ebensoviel wie ein solcher nur aus Plattenfichten. Da jedoch infolge durchschnittlich größeren Kronenraums der Kammfichtenbestand diese Holzmasse mit einer geringeren Baumzahl erzeugt, ist die Wertleistung wegen der im allgemeinen höheren Bewertung stärkerer Holzsorten im Kammfichtenbestand größer. Aus dieser Blickrichtung betrachtet, brächte die Bevorzugung und züchterische Auslese ausgesprochener Kammtypen eine Werterhöhung eines Fichtenbestandes mit sich, wenn für einen entsprechenden weitständigen Bestockungsgrad gesorgt würde. Eine Erhöhung der Massenleistung eines Bestandes wäre dagegen trotz der nachzuweisenden höheren Leistungsfähigkeit der Kammfichte als Einzelbaum durch eine solche Bevorzugung nicht zu erreichen. Dieses Ergebnis weist eindringlich darauf hin, daß aus der Feststellung individueller höherer Leistungsfähigkeit nicht immer auf eine höhere Leistungsfähigkeit des aus solchen Einzelbäumen zusammengesetzten Waldes geschlossen werden kann.

Inwieweit andere Eigenschaften der Kamm- und Plattenfichte, etwa verschieden starke Schneeruhrgefährdung, Anlaß für eine züchterische Auslese der einen oder anderen Form sein können, läßt sich auf Grund der vorliegenden Untersuchungen nicht mit Sicherheit entscheiden, wenn auch gewisse Vermutungen, auf die hier nicht weiter eingegangen werden soll, in diese Richtung deuten.

Zusammenfassung

Es werden eine Reihe von Eigenschaften der Kamm- und Plattenfichte untersucht und die Gründe für die Überlegenheit der Kammfichte in der Holzmassenerzeugung als Einzelindividuum gegenüber der Plattenfichte festgestellt. Hierbei ergibt sich jedoch, daß ein Waldbestand aus Kammfichten einem solchen aus Plattenfichten in Zuwachsleistung und Holzmassenerzeugung nicht überlegen sein würde, weil die Mehrleistung der Kammfichte durch ihren gegenüber der Plattenfichte größeren Standraum ausgeglichen wird. Lediglich eine wertmäßige Mehrleistung ist zu erwarten. Infolgedessen kann von einer züchterischen Bevorzugung der Kammfichte vor der Plattenfichte keine Erhöhung der Massenleistung erwartet werden. Eine wertmäßige Erhöhung der Holzerzeugung durch eine derartige Bevorzugung ist von einem entsprechend weitständigen Bestockungsaufbau abhängig. Bei der Übertragung züchterischer Ergebnisse von Einzelbäumen auf ganze Waldbestände ist daher Vorsicht geboten.

Literatur

- BURGER, H.: Holz, Blattmenge und Zuwachs, III. Mitt. Nadelmenge und Zuwachs bei Föhren und Fichten verschiedener Herkunft. Mitt. der Schweiz. Anst. f. d. Forstl. Versuchswesen 20, 101—114 (1937). — BURGER, H.: Der Kronenaufbau gleichaltriger Nadelholzbestände. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. Forstl. Versuchswesen 21, 5—58 (1939). — BURGER, H.: Baumkrone und Zuwachs in zwei hiebsreifen Fichtenbeständen. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. Forstl. Versuchswesen 21, 147—176 (1939). — BURGER, H.: Holz, Blattmenge und Zuwachs. V. Mitt. Fichten und Föhren verschiedener Herkunft auf verschiedenen Kulturoorten. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. Forstl. Versuchswesen 22, 10—62 (1941). — BüSGEN-MÜNCH: Bau und Leben der Waldbäume. Jena 1927. — HEIKINHEIMO, O.: Über die Fichtenkrone und ihren forstwirtschaftlichen Wert. Comm. ex. Inst. quaest. forest. Finlandiae, editae 2, 1—11 (1920). — HEIKINHEIMO, O.: Die Schneeschadengebiete in Finnland. Comm. ex. Inst. quaest. forest. Finlandiae, editae 3, 1—17 (1920). — RUBNER, K.: Beitrag zur Kenntnis der Fichtenformen und Fichtenrassen. Tharandter Forstl. Jahrbuch I (1936),

II (1939), III und IV (1941). — RUBNER, K.: Die Gefährdung der Fichte durch Schnee und Rauhreibfruch. Mitt. Akad. deutsch. Forstwiss. 2, 211—222 (1942). — RUBNER, K.: Die praktische Bedeutung unserer Fichtentypen. Forstw. Centralblatt und Tharandter Forstl. Jahrbuch 6, 233—246 (1943). — SCHMIDT, H.: Die Verzweigungstypen der Fichte und ihre Bedeutung für die forstliche Pflanzenzüchtung. Diss. München 1949 (unveröffentlicht). — SYLVEEN, N.: Über den For-

menreichtum der Fichte, besonders die Verzweigungstypen derselben und ihren forstlichen Wert. Mitt. aus der Forstl. Versuchsanstalt Schwedens 6, 57—118 (1909). — SYLVEEN, N.: Über Kubikmasse und Form bei Fichten verschiedenen Verzweigungstypus. Mitt. a. d. Forstl. Versuchsanstalt Schwedens 11, 9—60 (1914). — TRENDELENBURG, R.: Das Holz als Rohstoff. Berlin 1939. — VANSELOW, K.: Einführung in die forstliche Zuwachs- und Ertragslehre. Frankfurt a. M. 1941.

Berichtigung

Zur Veröffentlichung: ILLIES, Colchicinversuche an *Larix decidua* Miller und *Picea Abies* (L.) Karst. Z. Forstgenetik 1, 36—39 (1951).

Um Unklarheiten über die Untersuchungen KIELLANDERS zu vermeiden, wird aus seiner Arbeit „Polyploidy in *Picea Abies*.“ Hereditas 36, 513—516 (1950) von Seite 514, Zeile 17 bis 33, in wörtlicher Übersetzung folgendes zitiert:

„In einem Material von 570 000 zweijährigen Sämlingen wurde 1945 eine Aberrante mit dem gleichen deutlich abweichenden Habitus wie dem der durch Colchicin hergestellten Aberranten aufgefunden. Auf die Vermutung hin, daß es sich um eine natürliche Polyploide handle, wurde in der, folgenden Zeit . . . eine sorgfältige Auslese solcher Aberranten durchgeführt. Im folgenden Frühjahr wurden 93 morphologische Aberranten unter 1 200 000 Sämlingen aussortiert. 49 von ihnen waren diploid mit $2n = 24$, 1 war triploid mit $2n = 36$, 22 waren tetraploid mit $2n = 48$ und 3 waren mixoploid, während die Chromosomenzahl der übrigen 18 nicht näher bestimmt werden konnte. Ferner war die zuerst gefundene Aberranteaneuploid mit $2n = 28$ (KIELLANDER in SYLVEEN 1947). Die Pflanzen, die triploide Wurzeln hatten, ebenso wie einige der anderen, besaßen beide Arten der oben beschriebenen Sprosse (Erg. d. Ref.: dick- und normalnadelig) und waren wahrscheinlich mixoploid. Eine Anzahl der dicknadeligen Pflanzen schien indessen ein rein diploides Wurzelsystem zu haben, während bisher keine der normalnadeligen Pflanzen tetraploide Wurzeln hatten. Alle tetraploiden Pflanzen hatten dicke Nadeln mit Ausnahme eines Individuums mit extrem dünnen Nadeln.“ Außerdem teile ich ergänzend zu meiner Arbeit mit, daß KIELLANDER in colchicinbehandeltem Material Untersuchungen der Stomatalängen durchgeführt hat, die sich bei Dicknadeligen als signifikant länger gegenüber den Normalnadeligen erwiesen. Er zieht auf Grund dieser Ergebnisse den Schluß, daß die dicknadeligen Triebe höchstwahrscheinlich tetraploid sind.

ILLIES (Schmalenbeck)

Buchbesprechungen

Das Klima der bodennahen Luftschicht. Ein Lehrbuch der Mikroklimatologie. Von R. GEIGER. Dritte, neubearbeitete und erweiterte Auflage. 460 Seiten. Mit 195 Abbildungen. (Band 78 der Reihe „Die Wissenschaft“.) Verlag Friedr. Vieweg und Sohn, Braunschweig 1950. Halbl. Preis DM 22,—.

Die bodennahe Luftschicht stellt neben dem Boden selbst für den Genetiker und Pflanzenzüchter einen wesentlichen Teil der Umwelt für seine Züchtungsobjekte dar. Die hier herrschenden Klimaverhältnisse sind wichtige Außenfaktoren, die auf jedes Glied seiner Zuchtpopulationen und ihre Veranlagung einwirken und auf diese Weise zum Teil ihre phänotypische Mannigfaltigkeit gestalten. Das vorliegende Werk GEIGERS ist deshalb auch für den pflanzenzüchterischen Tätigen von großer Bedeutung, zumal zu seinem Studium vom Autor keine meteorologischen Spezialkenntnisse vorausgesetzt werden und sein Inhalt jedem biologisch Geschulten verständlich ist. Die übersichtliche Gliederung des Stoffes gestattet seine Benutzung nicht nur als Lehrbuch, sondern auch als Nachschlagewerk zur Orientierung über Einzelfragen der gesamten Mikroklimatologie. Der erste Teil des Buches behandelt die meteorologisch-physikalischen Grundlagen und Eigentümlichkeiten des Mikroklimas, wie es durch den charakteristischen Wärmeumsatz und die herrschenden Temperatur-, Feuchtigkeits- und Windverhältnisse in den Luft-

schichten in Bodennähe entsteht. Der zweite Teil „Das Mikroklima in seinen Beziehungen zur Geländegestaltung, zu Pflanze, Tier und Mensch“ enthält die für den Pflanzenzüchter besonders wichtigen Abschnitte über den Einfluß des Geländes und seiner Pflanzendecke auf das Mikroklima. Im Gesamtwerk nimmt an mehreren Stellen die wichtige Frage der Voraussetzungen für Boden-, Spät- und Frühfröste und für die Schädigungsmöglichkeiten an Einzelpflanzen und Beständen sowie für Maßnahmen zu ihrem Schutz einen dankenswert breiten Raum ein. Besonders wertvoll ist deshalb das Buch für den, der Versuchs- und Anzuchtflächen zur Nachkommenschafts- bzw. Leistungsprüfung anzulegen und auszuwerten hat. Es unterrichtet nicht allein über das Gesamtklima der bodennahen Luftsicht, sondern darüber hinaus über alle mikroklimatischen Verhältnisse bis hinauf in den Kronenraum des Hochwaldes. Wir lernen die mikroklimatische Umwelt jedes Einzelindividuums einer Population „auf kleinstem Raum“ kennen, ebenso auch die kleinen und kleinsten wechselseitigen Beziehungen klimatischer Art zwischen den Einzelpflanzen. Die Ausführungen über die mit dem Standortsklima zusammenhängenden Fragen sollten bei Anlage von Ppropf- und Samenplantagen beachtet werden. Ferner sei besonders auf das Kapitel „Der Massenaustausch“ hingewiesen, in dem die Gesetze der Pollen- und Samenverbreitung u. a. abgehandelt werden. Für den Pflanzenzüchter ist auch das Kapitel „Der Wärmeaushalt der Pflanzen“ interessant, in dem die Unterschiede in den Pflanzen- und Lufttemperaturen und die besonders wichtige Frage des „Tütenklimas“ bei künstlicher Isolierung von Blüten bearbeitet werden. Den Ansteller von Feld- und Forstversuchen wird auch das Schlußkapitel des Buches besonders beschäftigen. Die Abhandlungen über „Mikroklimabeschreibung und Mikroklimakartierung“ enthalten u. a. Möglichkeiten, sich auch ohne große Untersuchungsreihen mittels „Stichprobenmessungen“ über mikroklimatische Verhältnisse und ihre Variation unterrichten zu können.

Der Referent ist der Ansicht, daß das Werk GEIGERS genau so in die Handbibliothek jedes Forstgenetikers und Forstpflanzenzüchters gehört wie andere Werke der Grundlagenforschung, zumal der Waldbau als Züchtungsobjekt mit extremer Langlebigkeit im Verlaufe seiner Individualentwicklung aus den bodennahen Luftsichtchen (von 2 m Dicke) heraus in Höhen von vielen Metern über der Erdoberfläche (in die Region des „Makroklimas“) emporwächst und dadurch besonders stark dem Wechsel der klimatischen Umweltfaktoren ausgesetzt ist. Das mit diesem Problem zusammenhängende Tatsachenmaterial bis zu den mikroklimatischen Eigentümlichkeiten im Inneren des Waldes als hohem Bestand und seines Kronendaches mit seinen besonderen Verhältnissen wird im zweiten Teil des Buches in mehreren Spezialkapiteln zur Darstellung gebracht. Es wird darum sehr begrüßt, daß es dem Verfasser nun nach 8 Jahren gelungen ist, sein schon lange vergriffenes Werk in einer dritten neu bearbeiteten und erweiterten Auflage der Öffentlichkeit wieder vorlegen zu können und dadurch auch für den Forstpflanzenzüchter in der Literatur über Züchtungshilfen eine empfindliche Lücke zu schließen.

SÖRZ (Schmalenbeck)

Forstgenetik in der schwedischen Waldbaupraxis. Von B. LINDQUIST. Autorisierte Übersetzung von J. RÄDER-ROITZSCH und I. PEIN, herausgegeben von E. ROHMEDE. Neumann-Verlag, Radebeul und Berlin 1951. 167 Seiten. 65 Abbildungen, 1 Karte. 3,80 DM.

Das zuerst 1946 in schwedischer und 1948 in englischer Sprache veröffentlichte Buch liegt nunmehr auch in deutscher Übersetzung vor. Entsprechend der Absicht des Verfassers soll die Schrift nicht einen Überblick über die gesamte, in Schweden geleistete forstliche Züchtungsarbeit