

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 104 (1953)

**Heft:** 11-12

**Artikel:** Beitrag zur Frage der Föhrenverjüngung und -erziehung

**Autor:** Voegeli, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-767595>

#### **Nutzungsbedingungen**

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

#### **Conditions d'utilisation**

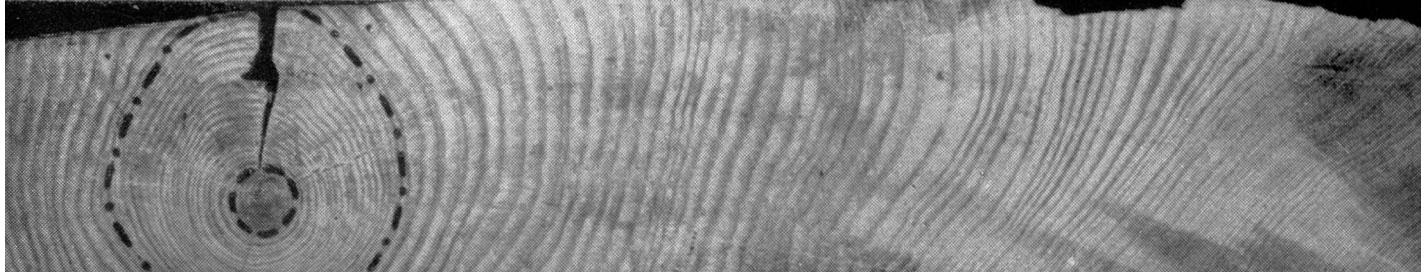
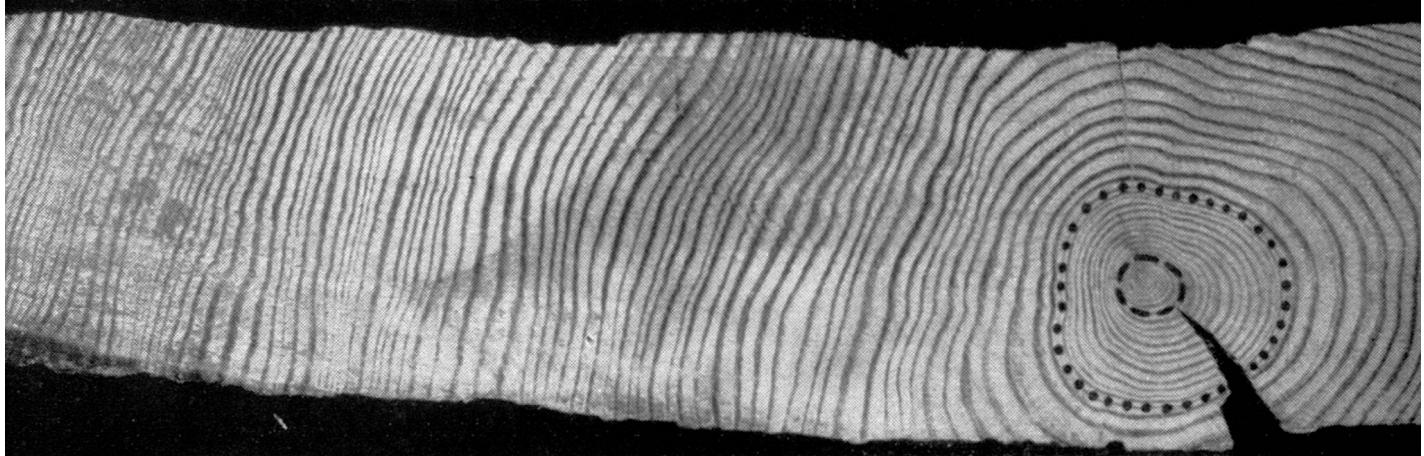
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées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

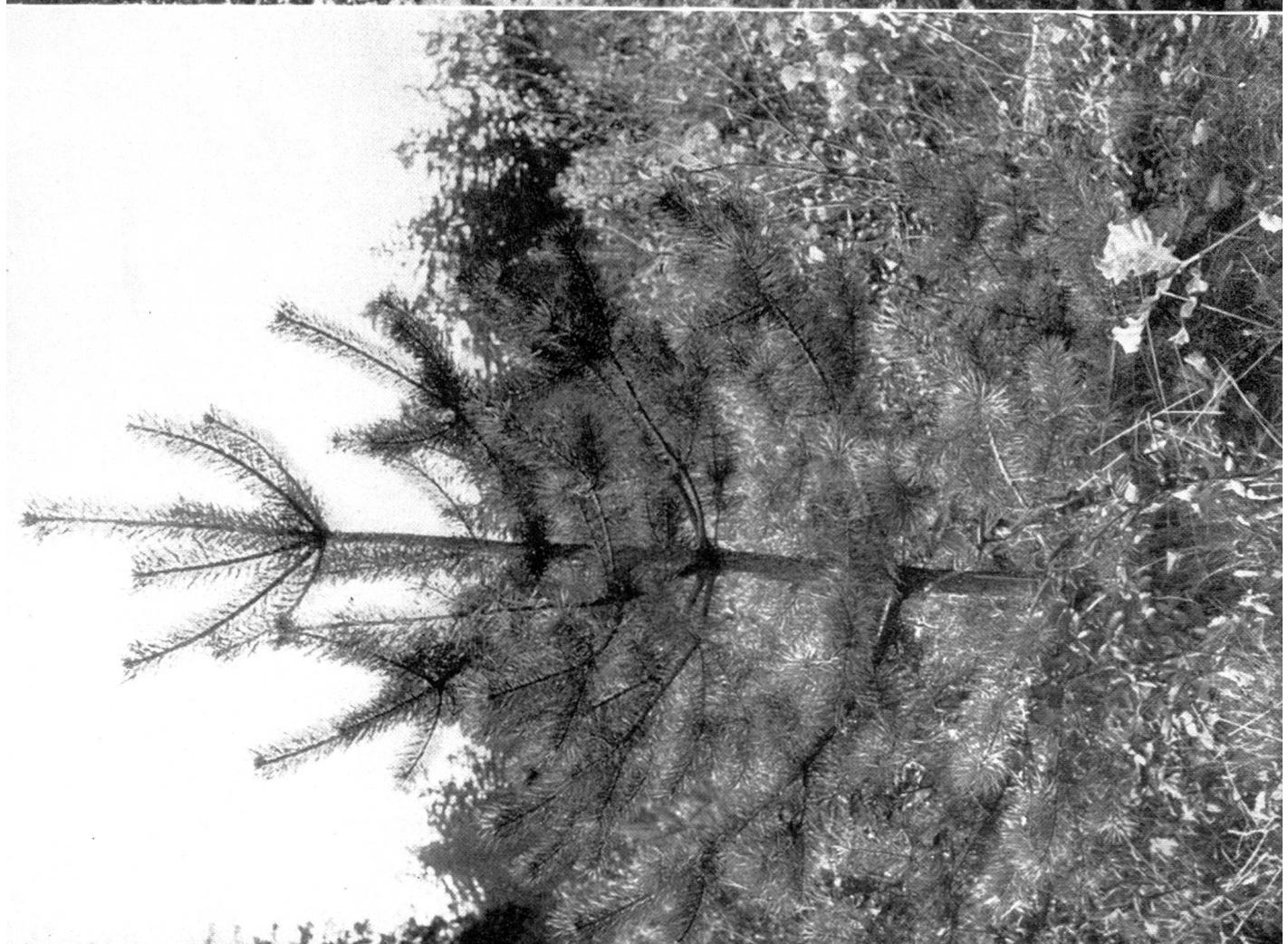
#### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 18.01.2026

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





# Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen

## Journal forestier suisse

104. Jahrgang

November/Dezember 1953

Nummer 11/12

### Beitrag zur Frage der Föhrenverjüngung und -erziehung

Von H. Voegeli, Forstmeister, Andelfingen \*

#### I. Einleitung

(23:24:12.25.5)

Die vorliegende Arbeit setzt voraus, das *Ziel der Föhrennachzucht sei die Erziehung hochwertigen, astreinen Starkholzes*. Wenn lediglich auf Massenleistung hingezieilt wird, ändern die waldbaulichen Folgerungen.

Durch Studien an heutigen Altföhren, speziell durch Stammanalysen, und durch Vergleiche mit Jungföhren wurden zuverlässige Grundlagen gesucht zur Klärung der Frage, wie dieses Ziel erreicht werden kann.

Bei den untersuchten, in den Jahren 1945 bis 1951 gefällten Stämmen handelt es sich hauptsächlich um Mittelwaldföhren der Gegend von Rheinau—Niedermarthalen—Ellikon am Rhein, welcher Standort wie folgt charakterisiert werden kann:

Höhe über Meer: 350—400 m.

Niederschläge: Zirka 800 mm pro Jahr (1900—1940).

Geologische Unterlage: Niederterrassenschotter des Rheins.

Böden: Degradierte Braunerde, extrem durchlässig, skelettreich, sandig, sehr ton- und nährstoffarm, Oberboden kalkfrei, für Föhren physiologisch tiefgründig.

\* Die Veröffentlichung der vorliegenden Arbeit in dieser Form wurde durch den Wald- und Holzforschungsfonds ermöglicht.

#### Vorderseite der Tafel:

Stockquerschnitte von Föhren aus dem Rheinauer Gebiet. Sehr verschiedenes Jugendwachstum! ————— = 15 Jahre, ————— = 35 Jahre, ..... = 27 Jahre. Von links nach rechts: Stamm 41 = Mittelwaldföhre, Typ I; Stamm C = Mittelwaldföhre, Typ II; Stamm 44 = Mittelwaldföhre, Typ I; Stamm 402 = Föhre aus gleichaltrigem, reinem Nadelholz-Kunstbestand

#### Rückseite der Tafel:

Bild links: Junge Freistandföhre (Wehntaleregg)

Bild rechts: Junge, unter Schirm und seitlichem Dichtschluß gewachsene Föhre (Wehntaleregg)

Pflanzensoziologische Zugehörigkeit: Querceto-Carpinetum der Gegend von Rheinau = besondere Art des Querceto-Carpinetum *luzulenosum*.

Waldbesitzer sind die Gemeinden Marthalen und Rheinau sowie der Staat Zürich.

Zur Vereinfachung bezeichnen wir alle Mittelwaldföhren dieser Gegend als «Rheinauer Föhren». Neben ihnen wurden verschiedene Mittelwaldföhren anderer Standorte im nördlichen Teil des Kantons Zürich, einige Föhren aus gleichaltrigen, reinen Kunstbeständen der Rheinauer Gegend und viele Föhren aus Jungwüchsen für Vergleiche in die Untersuchung einbezogen. Zwischen den Rheinauer Föhren und den übrigen Mittelwaldföhren ergaben sich keine prinzipiellen Unterschiede. Ich beschränke die nachfolgenden Ausführungen zur Hauptsache auf die Rheinauer Föhren.

Diese mehrheitlich 120- bis 160jährigen autochthonen Mittelwaldföhren sind unter sehr verschiedenen Bedingungen erwachsen, wobei, was wesentlich ist, meist ausschließlich die örtlich natürliche Holzarten-garnitur am Bestandesaufbau beteiligt war. Im großen gesehen, formen Föhren und Eichen (Stiel- und Traubeneichen) (31), gelegentlich auch Winterlinden, das Oberholz der Rheinauer Mittelwälder, wogegen das Unterholz hauptsächlich aus Hagebuchen und weniger zahlreich aus Winterlinden besteht. Sehr häufig bilden Eichen dicht unter den Föhrenkronen einen eigentlichen Nebenbestand (siehe auch 19).

Die einzelnen Altföhren stehen in recht unterschiedlicher Umgebung. Der Mittelwald weist ja alle Übergänge von der einstufigen, gleichaltrigen Gruppe bis zur vielstufigen, stark ungleichaltrigen Bestandespartie auf. Diese große Auswahl verschiedenster Objekte ermöglicht es, die physiologischen Eigenheiten einzelner Baumarten, hier der Föhre, eingehend zu studieren und zu schauen, unter welchen Umweltbedingungen sie sich am besten *zielgemäß* entwickeln. Der reine gleichaltrige Hochwald bietet diese Möglichkeiten nicht.

Waldbäume können nur dann Bestes leisten, wenn sie sich in einer ihnen zusagenden Umgebung entwickeln. In naturwidrigem Milieu (zum Beispiel Föhren in reihenweiser Mischung mit Rottannen) kümmern vor allem Bäume derjenigen Arten, die im Alter ein hohes Lichtbedürfnis haben. So ist es von größter Bedeutung, daß gerade jene sogenannten Lichtholzarten in geeigneter Umwelt erzogen werden, von denen wir Starkholzproduktion erwarten. Es ist ja auffallend, daß wir in vielen Mittelwäldern noch heute einer großen Zahl bester Qualitätsstarkhölzer begegnen, die sich ohne waldbauliche Bestandeserziehung zu Prachts-exemplaren entwickelten. In einer ihrer Natur nicht zusagenden Umgebung wäre dies unmöglich gewesen. Anderseits zeigt der gute Boden-

zustand solcher Bestände, daß durch ihre Holzartenzusammensetzung auch die Nachhaltigkeit der Bodenfruchtbarkeit gesichert ist.

Wirtschaftliche Überlegungen verlangen heute eine beschleunigte Umwandlung dieser ehemaligen Mittelwälder in leistungsfähigere Hochwälder. Die waldbaulich interessanten Mittelwaldbilder verschwinden in relativ kurzer Zeit, und mit ihnen verschwinden auch die alten Mittelwaldstämme, deren Jahrringe uns Wertvolles über die Geschichte ihres Werdens von frühester Jugend an verraten können.

In der Schweiz wurde über die Frage der Föhrenverjüngung und -erziehung bisher wenig publiziert (6, 9, 11, 26); vielfach wird bei uns rasche und völlige Freistellung der Föhrenverjüngung empfohlen. Jüngere ausländische Föhrenstudien, die sich allerdings auf andere Standorte beziehen, von Weck (32), Krutzsch-Weck (13), Olberg (21), Pechmann (22), Niggli (20), und namentlich der ausgezeichnete, in der «Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen» im Jahre 1947 erschienene Aufsatz von Weck (33) bringen andere Gedanken zum Ausdruck. Diese decken sich in mancher Hinsicht weitgehend mit meinen Erfahrungen, und so glaube ich, manche Frage der Föhrenverjüngung und -erziehung sei gar nicht so sehr standortsbedingt. Viele Beobachtungen im In- und auch im Ausland haben mir dies bestätigt.

## II. Die Jugendentwicklung alter Rheinauer Mittelwaldföhren

Auf zwei Arten wurde versucht, einen Einblick in das Jugendwachstum heutiger Altföhren zu bekommen: durch Jahrringmessungen an Stammquerschnitten vom Stock gefällter Föhren und durch Ermittlung der Jugend-Höhentrieblängen.

A. Die *Jahrringmessungen*, die mittels einer Binokularlupe ausgeführt wurden, umfaßten *Mittelwaldföhren* folgender Standorte:

1. Niederterrassenschottergebiet von Rheinau:

			Stammbezeichnungen
Gemeindewald	Rheinau	29 Föhren	28—32, 44—48, 50—53, A—E, G, H, 301—308
Staatswald	Rheinau	18      »	37—43, 70—76, 141, 142, 195, 294
Gemeindewald	Marthalen	23      »	8—21, M <sub>1</sub> —M <sub>8</sub> , 309
		Total 70 Föhren	

2. Alluviale Thur-Schotterböden:

Gemeindewald	Großandelfingen	2 Föhren
--------------	-----------------	----------

3. Molassesandsteinkuppen mit schwacher

Molassesandsteinkuppen mit schwacher		
Moränenüberlagerung:		
Privatwald	Rudolfsingen	5      »
Gemeindewald	Benken	5      »

4. Jüngerer Deckenschotter:

Zivilgemeindewald Wildensbuch

7 »

Zum Vergleich mit diesen Mittelwaldföhren dienten:

5. Stammscheiben von vier Föhren aus einem aus Saat auf Kahlfäche hervorgegangenen 66- bis 69jährigen<sup>1</sup> Föhren-Reinbestand im Staatswald Rheinau (Niederterrassenschottergebiet). Stammbezeichnungen 401—404. Sie wurden sorgfältig ausgesucht, um hinsichtlich Kronengröße, Kronenform und Stammdurchmessers möglichst dem Durchschnitt entsprechende Vergleichsstücke zu haben.
6. Stammscheibchen von 65 sieben- bis zwölfjährigen Föhren aus der Oberschicht von unbeschatteten Dickungen im Staatswald Rheinau.

Die klimatischen Verhältnisse der Standorte 2—4 entsprechen ungefähr denjenigen von Rheinau.

Die folgenden Darlegungen beziehen sich auf die Föhren von Standort 1, d. h. auf das Niederterrassenschottergebiet von Rheinau.

Das Jugendwachstum der Mittelwaldföhren verlief sehr ungleich. Viele zeigten im Gegensatz zu den in gleichaltrigen Kunstbeständen auf Kahlfächen erwachsenen Föhren und auch zu den Oberschichtföhren aus heutigen, schirmfreien Dickungen einen überraschend engeringigen Kern, der 15, 20, ja sogar 30 und mehr Jahrringe umfaßte.

Theoretisch kann diese Engerigkeit verschiedene Ursachen haben. Wenn wir Pflanzenkrankheiten (Schütte) und Wildverbiß, der in Waldbeschreibungen vor der letzten Jahrhundertwende nie erwähnt wurde, außer Betracht lassen, dann muß sie in unserer Gegend eine Folge der *Lichtbeschränkung* sein. Ungünstige Standortsfaktoren, Trockenperioden, Flachgründigkeit oder Nährstoffarmut des Bodens usw. können nicht primär ausschlaggebend gewirkt haben, denn wir kennen aus der gleichen Zeit und von den gleichen Standorten auch sehr weitrangige Föhren, die dementsprechend von frühester Jugend an im Freistand oder vorwüchsrig gewachsen sein mußten. Zwischen diesen beiden Extremen sind viele Übergangsstufen feststellbar.

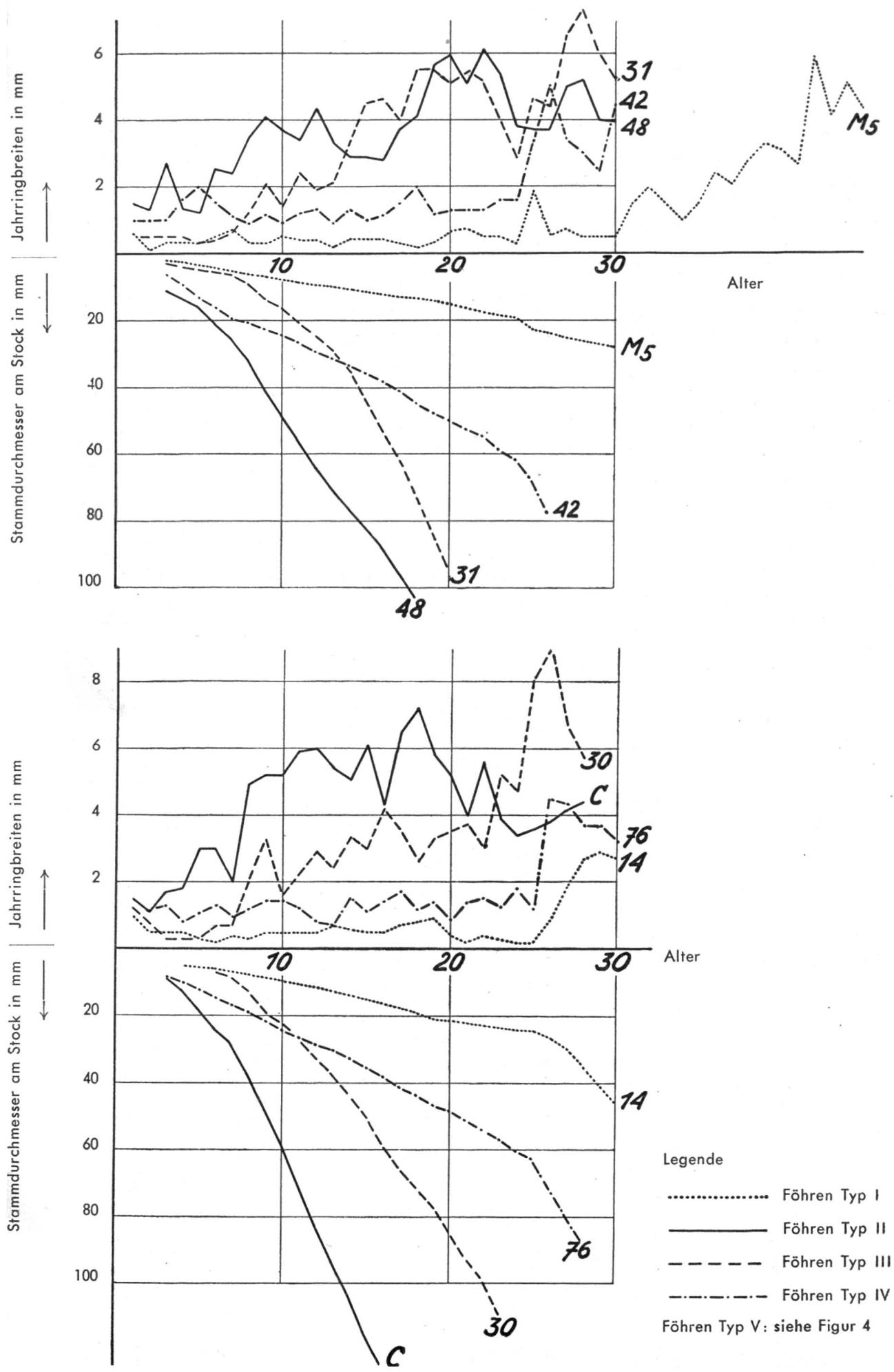
Um das Material übersichtlich zu ordnen, wählte ich folgende Einteilung (siehe Figur 1):

Typ I: In der Jugend langfristig unter starker Lichtbeschränkung gewachsene Föhren, bei denen die innersten 15 oder mehr Jahrringe (mit nur vereinzelten Ausnahmen) eine Breite von weniger als 1 mm aufweisen.

Typ II: Föhren mit raschem Jugendwachstum, vermutlich im Freistand aufgewachsen (Vorwüchsrigkeit zähle ich auch dazu).

<sup>1</sup> Beim angegebenen Alter handelt es sich immer um die Zahl der Jahrringe des Stockquerschnittes. Das effektive Pflanzenalter ist ein bis vier Jahre höher.

Figur 1 Jahrringbreiten und Durchmesserentwicklung im Kern des Stockquerschnittes von Rheinauer Föhren



Schon die innersten und die nachfolgenden Jahrringe sind 2, 3 und mehr, in Extremfällen bis 9 mm breit.

- Typ III: Anfänglich starke, aber nur kurzfristige Lichtbeschränkung. Während der ersten 5 bis 14 Jahre Ringbreiten unter 1 mm, dann rasche Verbreiterung.
- Typ IV: Deutliche, nur mittelstarke, aber langfristige Lichtbeschränkung. Während der ersten 15 oder mehr Jahre (mit nur vereinzelten Ausnahmen) Ringbreiten zwischen 1 und 2 mm; nachfolgend breiter werdend.
- Typ V: Föhren aus reinen, auf Kahlflächen begründeten, gleichaltrigen Föhrenbeständen (siehe Figur 4).

Zahlenmäßig dargestellt, ergaben die Jahrringmessungen der in Fig. 1 und 4 dargestellten Föhren folgendes:

*Tabelle 1*  
Jahrringbreiten am Stockquerschnitt

Föhren-Typ	Stamm	Mittlere Jahrringbreite		Stammdurchmesser am Stöck, in mm	
		im Alter von	mm	im 15. Altersjahr	im 30. Altersjahr
I	14	1—26 J.	0,5	15	50
	M <sub>5</sub>	1—30 J.	0,5	11	28
II	48	1—15 J.	2,7	82	219
	C	1—15 J.	3,9	116	244
III	30	1— 7 J.	0,6	50	199
	31	1— 7 J.	0,5	44	196
IV	42	1—24 J.	1,3	36	105
	76	1—25 J.	1,3	35	101
V	402	1—15 J.	3,9	117	229
	404	1—15 J.	4,1	124	243

Die 70 untersuchten Rheinauer Föhren verteilten sich wie folgt:

- Typ I: 23 Föhren  
 Typ II: 19 »  
 Typ III: 8 »  
 Typ IV: 20 »

Aus diesen Zahlen kann nicht auf den effektiven Anteil der vier Typen im ganzen Rheinauer Gebiet geschlossen werden. Auf die im Kern engringigen Föhren (Typen I und IV), die aber durchaus nicht selten sind, war ein besonderes Augenmerk gerichtet.

B. Die Bestimmung der *Jugend-Höhentrieblängen* war auf zwei Arten möglich:

- Einerseits durch direkte Messungen an aufgeschnittenen Föhren, wobei zwar der großen Brettdicken (50 bis 60 mm) wegen nicht immer alle Astquirle erfaßt wurden. Dies konnte kleine Fehler verursachen.
- Anderseits wurden die Jahrringe an den beiden Enden der Erdstämme mit der Binokularlupe gezählt und die Trämellänge durch die Differenz der beiden Jahrringzahlen dividiert. Bei sehr alten Föhren mit sehr feinen Jahrringen an der Peripherie des Stockquerschnittes waren auch hierbei kleine Fehler möglich. Für relativ lange Stammstücke sagen die so errechneten Mittelwerte wenig, weil die obren Stammteile oft sehr große, die untern sehr kleine Trieb längen aufweisen.

Die grobe Größenordnung der auf diese zwei Arten berechneten mittleren Trieb längen dürften bei nicht zu großen Trämellängen den effektiven Werten nahekommen. Föhrentyp III blieb außer Betracht, weil seine Mittelwerte für über 3 m lange Trämel bedeutungslos sind. Von den Typen I, II und IV konnten die Trieb längen einiger Stämme nicht ermittelt werden, weil die Trämel zu lang (11 bis 18 m) und weil sie für Brettanalysen nicht zugänglich waren.

Die Unterschiede der Trieb längen sind auffallend. Wohl überrascht es nicht, wenn engringige Mittelwaldföhren (Typen I und IV) relativ kleine Jahrtriebe aufweisen; die absoluten Werte liegen jedoch bedeutend unter den Erwartungen. Zur Erreichung einer Stammhöhe von 6 m benötigen die Föhren von Typ I im Mittel volle 27 Jahre (mittlere Trieb länge = 22 cm), jene von Typ IV 21 Jahre (mittlere Trieb länge = 28 cm), die Kunstbestandföhren dagegen nur 11½ Jahre und die Föhren von Typ II 15 Jahre (mittlere Trieb länge = 40 cm). Im Vergleich zu jungen, im Freistand erwachsenen Föhren und auch zu Oberschichtföhren heutiger Dickungen, bei denen ab etwa 3 m Baumhöhen schon Trieb längen von 70 cm selbst in Rheinau keine Seltenheit sind, fallen die Zahlen für die Typen I und IV vollständig aus dem Rahmen.

Es muß schon zutreffen, daß die Föhre, wie W e c k (33) sich ausdrückt, eine sehr plastische Holzart ist. Die sehr schmalen Jahrringe und die kurzen Höhentriebe der Typen I und IV können, wie bereits erwähnt, nur als Folge relativ starker Lichtbeschränkung während vieler Jugendjahre erklärt werden. Diese Lichtbeschränkung muß keinesfalls durchwegs gleichgeartet gewesen sein. Sie ist denkbar infolge

- a) Überschirmung durch Altholz;
- b) seitlicher Einengung, seitlichen Dichtschlusses (Dickung ohne Schirm);
- c) Aufwachsens in einem sog. Lichtschacht, d. h. in einer kleinen, rings von hohen Altbäumen umgebenen Bestandeslücke.

Daß alle drei Möglichkeiten und beliebig viele Zwischenstufen vorkommen konnten, läßt sich an heutigen Föhrenjungwüchsen leicht nachweisen (siehe Abschnitt V). Welche Art aber bei jeder einzelnen Altföhre zutreffend war, ist aus Stammquerschnitten und Trieblängenermittlungen nicht einwandfrei feststellbar. Es gibt aber einzelne Stämme, deren Analysen zuverlässige Rückschlüsse erlauben. Es ist zum Beispiel nicht denkbar, daß Stamm  $M_1$ , der während 12 Jahren Trieb-

*Tabelle 2*  
Jugend-Höhentrieblängen der verschiedenen Föhrentypen

Typ I				Typ II				Typ IV				Typ V			
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>												
14	8,5	43	20	28	8,2	19	43	20	12,0	41	29	401	6,0	14	43
15	7,0	31	23	37	6,0	20	30	29	10,0	37	27	402	6,0	12	50
16	8,0	34	24	39	6,0	15	40	42	6,0	19	32	403	6,0	12	50
41	9,0	41	22	40	10,0	21	48	45	9,0	29	31	404	6,0	9	67
44	7,0	32	22	43	5,0	13	38	51	7,5	25	30				
46	9,0	28	32	48	8,0	21	38	76	8,0	22	36				
47	8,0	35	23	71	10,0	27	37	294	8,0	26	31				
50	7,5	36	21	72	11,0	30	37	H	4,0	19	21*				
70	13,0	50	26	73	12,0	34	35	$M_1$	6,0	29	21*				
141	4,1	24	17*	74	10,0	22	45	$M_2$	5,0	24	21*				
$M_4$	3,2	15	21*	75	6,0	13	46	$M_7$	1,7-	19	30*				
$M_5$	4,9	41	17*	A	8,0	21	38		7,4						
$M_6$	3,2	20	16*	C	4,1	10	41*								
$M_8$	2,5	11	23*	E	9,0	18	50								
				G	4,9	13	37*								

*Zusammenstellung*

Typ	Stammzahl	von Triebängen bis	Mittlere Triebängen
I	14	16—32 cm	22 cm während durchschnittlich 32 Jahren
II	15	30—50 cm	40 cm
IV	11	21—36 cm	28 cm während durchschnittlich 26 Jahren
V	4	43—67 cm	52 cm

*a* = Stammbezeichnung

*b* = Trämellänge in Metern

*c* = Alter bis zur Erreichung der Trämellänge

*d* = Durchschnittliche Triebänge in cm

\* = Die mit \* bezeichneten Werte wurden durch Messungen auf Brettern ermittelt.

längen von durchschnittlich nur 11 cm und nachher während 19 Jahren Triebängen von 25 cm erreichte, seine Jugend im Freistand oder im Seitenschluß neben Eichen, Hagebuchen, Linden oder Föhren oder im Lichtschacht verbrachte. Diese Daten lassen *Verjüngung unter Schirm* vermuten. Dasselbe gilt für Stamm M<sub>2</sub>, der 20 Jahre benötigte, um eine Baumhöhe von 3,80 m zu erreichen, und für Stamm 14, der es bis zum 24. Altersjahr nur zu einer Höhe von 4,15 m brachte. Im Seitenschluß gelingt es der sich selbst überlassenen Föhre nur dann, sich zu behaupten, wenn ihr Gipfeltrieb nicht überwachsen wird; dann aber bilden sich auf den Rheinauer Standorten ab 2 m Baumhöhe Triebängen von mehr als 30 cm Länge.

Die Untersuchung über Jahrringbreiten und Triebängen ergab als

*1. Folgerung: Die alten Rheinauer Mittelwaldföhren haben sich in ihrer Jugend unter sehr ungleichen Umweltsbedingungen entwickelt. Viele standen während längerer Zeit, teils bis zu vierzig Jahren, unter deutlicher Lichtbeschränkung.*

Zur genauen Abklärung der Frage, welchen Grad der Lichtbeschränkung eine Föhre bei Überschirmung durch bestimmte Holzarten und im Lichtschacht zu ertragen vermag, wären weitere langfristige Studien nötig.

*2. Folgerung: Unterdrückte Föhren reagieren sehr rasch auf Freistellung. Zwei- bis dreifache Verbreiterung der Jahrringe und Verdoppelung der Höhentriebängen innert zwei bis fünf Jahren sind keine Seltenheiten.*

### **III. Einfluß des Verlaufs des Jugendwachstums auf die spätere Wuchsleistung der Rheinauer Föhren**

Der schwedische Forscher B a c k m a n n (siehe 33) hat für den Wachstumsgang europäischer Waldbäume folgende Gesetzmäßigkeiten nachgewiesen:

1. Je rascher das Jugendwachstum unter sonst vergleichbaren Bedingungen verläuft, um so früher tritt die Kulmination der laufenden und durchschnittlichen Zuwachsleistung, die Geschlechtsreife und das natürliche Ableben ein; je mehr die Jugendentwicklung gedämpft wird, um so später treten diese Daten ein.
2. Bei raschem Jugendwachstum sind die bis zum natürlichen Ableben erreichbaren Endwerte für Höhe, Durchmesser und Volumen geringer als bei langsamer Jugendentwicklung.

W e c k (33) fand diese Regeln im nordostdeutschen Föhrengebiet bestätigt.

### a) Zuwachsverlauf

Anhand von Jahrringmessungen versuchte ich bei 46 Nutzholzstämmen, von denen Stammscheiben vom Stock und von nicht zu großen Baumhöhen erhältlich waren, einen Einblick in den Ablauf der Zuwachsleistungen verschieden aufgewachsener Rheinauer Föhren zu bekommen.

Der Einfachheit halber wurde nicht der Derbholzzuwachs des ganzen Stammes, sondern lediglich der Kreisflächenzuwachs am oberen Ende des untersten Nutzholzträmels berechnet und graphisch aufgetragen. Wenn auch der Kreisflächenzuwachs auf Stammhöhen von 6—11 m (die ausgewachsenen Föhren weisen in diesem Gebiet totale Höhen von 24—30 m auf) nicht genau proportional zum Derbholzzuwachs verläuft, scheint die vorgenommene Erleichterung doch zulässig. Es soll ja nicht der absolute Massenzuwachs, sondern lediglich die Zuwachstendenz im Ablauf von Jahrzehnten beurteilt werden.

Wir unterscheiden bei den fünf Föhrentypen je zwei Varietäten:

- a) Föhren mit einem bis zur Fällung unvermindert anhaltenden Kreisflächenzuwachs (auf Baumhöhen von 6—11 m);
- b) Föhren, die die Kulmination des Kreisflächenzuwachses überschritten hatten und nachher ein deutliches Nachlassen desselben aufwiesen.

Graphisch zeigen wir die beiden Möglichkeiten lediglich an den Typen I, II und V (siehe Figuren 2—4).

Figuren 2 bis 4

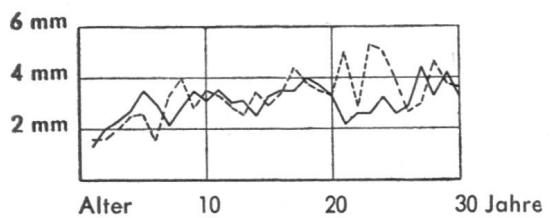
Einfluß des Jugendwachstums auf die spätere Wuchsleistung der Föhren

Figur 2

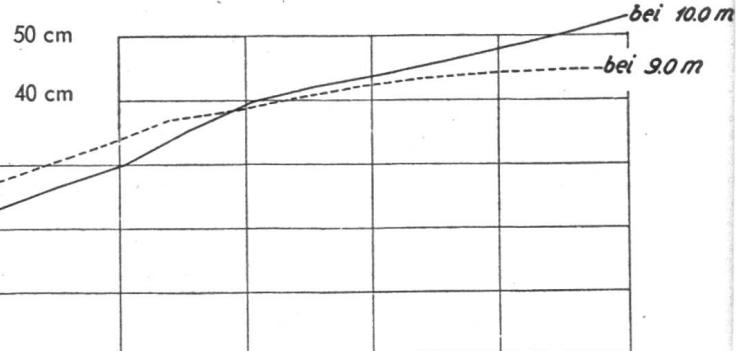
Mittelwaldföhren, Typ II

— Varietät a, Föhre 40      - - - - Varietät b, Föhre E

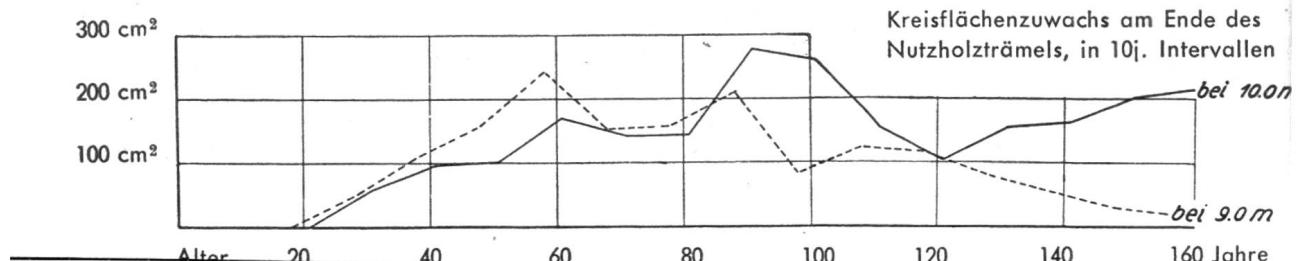
Jahrringbreiten am Stockquerschnitt



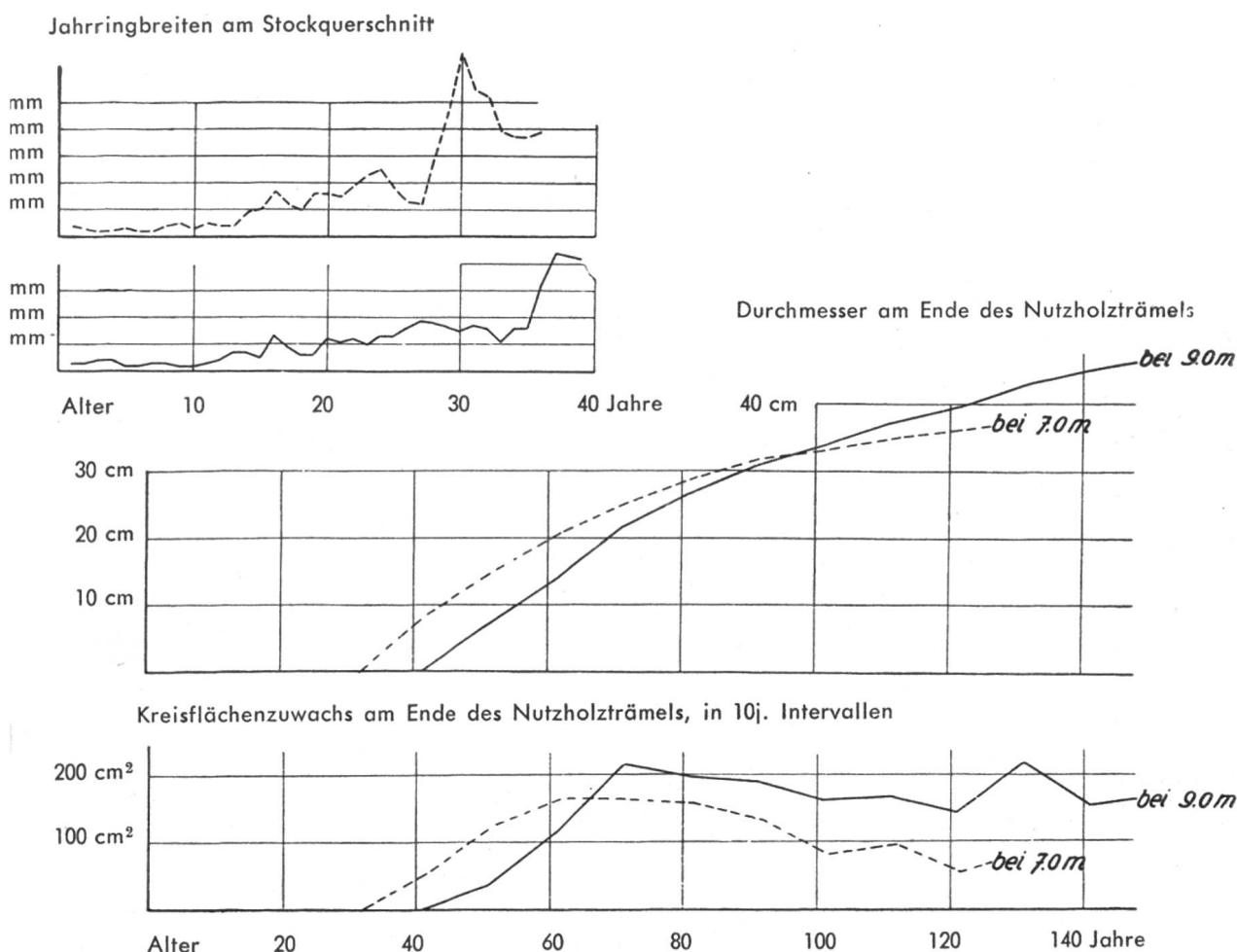
Durchmesser am Ende des Nutzholzträmels



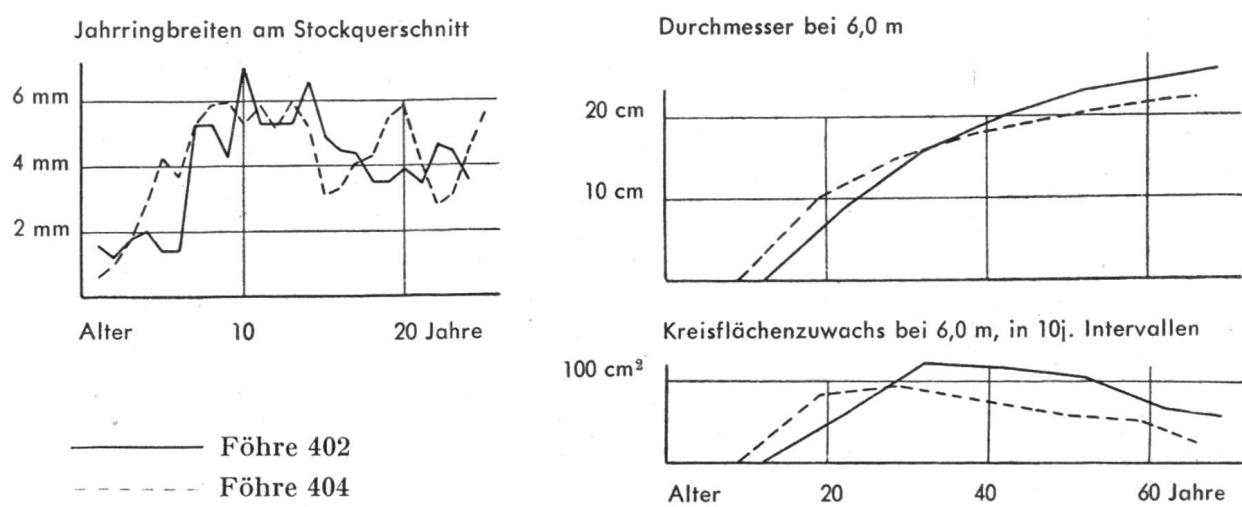
Kreisflächenzuwachs am Ende des Nutzholzträmels, in 10j. Intervallen



Figur 3  
Mittelwaldföhren, Typ I



Figur 4  
Föhren aus gleichaltrigen, reinen, auf Kahlflächen begründeten Beständen  
Föhren Typ V



Bei allen vier Typen der Mittelwaldföhren treten beide Varietäten auf. Es zeigte sich folgende Verteilung:

*Tabelle 3*

Typ	Stammzahl	
	Varietät a	Varietät b
I	8	4
II	7	10
III	2	3
IV	5	7
V	0	4

*Unvermindertes Wachstum bis zur Fällung:* Bei 22 Föhren.

Davon gehörten

13 zur Typengruppe I/IV (gedämpftes Jugendwachstum) und  
9 zur Typengruppe II/III (rasches Jugendwachstum).

*Im Alter abnehmendes Wachstum:* Bei 24 Föhren.

Davon 11 von Gruppe I/IV und  
13 von Gruppe II/III.

Alle Föhren des gleichaltrigen Kunstbestandes, Typ V, hatten anlässlich der Fällung die Zuwachskulmination deutlich überschritten.

Bei solchen Betrachtungen sind Hiebsalter und Zeitpunkt der Zuwachskulmination mitzuberücksichtigen (Tabellen 4 und 5).

*Tabelle 4*

Föhrentypen	Alter										Total Stämme
	unter 80	80-89	90-99	100 -109	110 -119	120 -129	130 -139	140 -149	150 -159	160 und mehr	
I+IV					3	2	1	5	2		13
II+III					1	1	2	2	1	2	9
<i>a) Hiebsalter der Rheinauer Föhren ohne nachlassenden Kreisflächenzuwachs</i>											
I+IV					2	1	2	2	2	2	11
II+III					1		1	1	8	2	13
<i>b) Hiebsalter der Rheinauer Föhren mit sinkendem Kreisflächenzuwachs</i>											
I+IV					1		1	1	8	2	11
II+III											13
<i>c) Alter z. Z. der Kulmination des Kreisflächenzuwachses der unter b) genannten Föhren</i>											
I+IV	2	3	1	1	1	1	1	1			11
II+III	2	1		1	4	5					13*

*Tabelle 5*  
(Zusammenfassung aus Tabelle 4)

Föhrentypen und Varietäten	Nutzung		Total
	vor dem 130. Jahr	nach dem 130. Jahr	
I+IV, Föhren gedämpften Jugendwachstums	8	16	24
Varietät a, anhaltender Zuwachs	5	8	13
Varietät b, nachlassender Zuwachs	3	8	11
II+III, Föhren mit raschem Jugendwachstum	3	19	22
Varietät a	2	7	9
Varietät b	1	12	13
Alle 4 Föhren von Typ V (Kunstbestand) erreichten die Kulmination des Kreisflächenzuwachses schon im 4. Jahrzehnt.			

Bei den Föhren mit sinkendem Kreisflächenzuwachs wäre zudem festzustellen, ob Umweltsbedingungen (Kroneneinengung) oder Eigenart zu diesem Nachlassen der Wuchsleistung führten. Leider konnten die Beziehungen zwischen Wachstumsgang der Föhren und ihrer grünen Kronenmantelfläche (2) nicht untersucht werden.

Unsern Zahlen und Darstellungen ist folgendes zu entnehmen:

- a) Von den 24 untersuchten Föhren der Typen I und IV zeigten 13 ein unvermindertes Wachstum bis zum Hieb. Bei 11 Föhren ergab sich ein Absinken des Kreisflächenzuwachses. Das Alter der Kreisflächenkulmination dieser 11 Föhren liegt von Stamm zu Stamm derart verschieden und fast gleichmäßig zwischen dem 5. und 15. Jahrzehnt verstreut, daß viel eher auf äußere Einflüsse (Kroneneinengung) als auf Nachwirkungen ungeeigneter Jugendentwicklung, Rasseneigenart oder Standortsbedingtheit geschlossen werden muß.
- b) Von den 19 Föhren der Typen II und III, die nach dem 130. Altersjahr gefällt wurden, zeigte sich bei 12 ein Nachlassen des Kreisflächenzuwachses, und zwar bei 9 Stämmen zwischen dem 110. und dem 130. Altersjahr. Aus dieser Schwerpunktsbildung kann vermutet werden, daß bei einem Teil der raschgewachsenen Föhren die Kulmination im Kreisflächenzuwachs physiologisch bedingt in diesem Alter eintritt. Anderseits weisen aber 7 Stämme unverminderte Wuchskraft auf; 3 sogar über das 150. Altersjahr hinaus. Auch bei den im Zuwachs nachlassenden Föhren der

Typen II und III ist zu berücksichtigen, daß die ausklingende Wuchskraft teilweise auf äußere Einwirkungen zurückzuführen sein wird.

- c) Von den 15 Föhren, die ihr Wachstum länger als bis zum 130. Jahr anhielten, gehörten 8 zur Typengruppe I/IV und 7 zur Gruppe II/III. Die beiden ältesten Föhren mit unverminderter Wuchsleistung (Fällungsalter 160 und 164 Jahre) gehörten sogar zur Gruppe II/III.
- d) Eine eigentliche Gesetzmäßigkeit, daß die Kulmination des laufenden Zuwachses um so früher eintritt, je rascher das Jugendwachstum verläuft, ist aus den vorliegenden Zahlen somit nicht zu erkennen.
- e) Die frühzeitige Kulmination des Kreisflächenzuwachses an Einzelbäumen im gleichaltrigen, auf Kahlflächen begründeten, reinen Kunstbestand ist offensichtlich dem frühzeitig eintretenden Kronenschluß, nachlassender Kronenfreiheit oder, anders gesagt, einer der Föhre nicht zusagenden Umwelt zuzuschreiben. Die Föhre muß vom 50. bis 60. Altersjahr an in zunehmendem Maße freigestellt werden, wenn vom Einzelstamm Starkholzproduktion erwartet wird.

Bei solchen Betrachtungen ist darauf hinzuweisen, daß die Kulmination des Kreisflächenzuwachses nicht identisch ist mit der wirtschaftlichen Hiebsreife.

Aus diesen Darlegungen resultieren:

*3. Folgerung: Selbst langjährige Lichtbeschränkung, d. h. eine während 15 bis 40 Jahren dauernde, stark gedämpfte Jugendentwicklung, beeinflußt die Vitalität der Föhren im allgemeinen nicht nachteilig.*

*4. Folgerung: Anderseits führt rasches Jugendwachstum nicht zwangsläufig zu frühzeitiger Kulmination des Kreisflächen- oder Massenzuwachses am Einzelbaum. Jedenfalls ist in Rheinau nicht die Art des Jugendwachstums dafür entscheidend, ob die Wuchsleistung einer Föhre schon zwischen dem 40. und 100. Altersjahr kulminiert oder ob sie unvermindert bis etwa zum 120. Jahr anhält.*

#### *b) Stammstärkenvergleiche*

Ob die erreichbaren Endwerte beim natürlichen Ableben (Hallimasch-, Bockkäfer- und Borkenkäfertod nicht mitberücksichtigt) nach raschem Jugendwachstum geringer sind als nach langsamer Jugendentwicklung, läßt sich bei den Rheinauer Föhren nicht feststellen, weil begreiflicherweise das natürliche Ableben nicht abgewartet werden

kann. Im Wirtschaftswald interessiert in erster Linie der Zeitabschnitt bis zur wirtschaftlichen Hiebsreife. Diese scheint bei allen Rheinauer Föhren, auch wenn unser Ziel Starkholzproduktion heißt, nicht über dem 160. Altersjahr zu liegen. Anderseits liegt sie selbst bei den 22 Föhren der Gruppe II/III höchstens bei drei Stämmen (37, E, C) unter einem Alter von 120 Jahren. Bei den meisten aber über dem 130. Jahr.

Die unter Altholzschild verjüngten Föhren dürfen auch theoretisch schon deshalb ein höheres Hiebsalter aufweisen als Kahlflächenföhren, weil die Holzproduktion am Altbestand während des Verjüngungszeitraumes weiter andauert und in Rechnung gezogen werden muß.

Für eine zuverlässige Beurteilung der erreichten Stammstärken sollten die Durchmesser oder Radien bei allen Föhren in gleicher Höhe gemessen sein, z. B. in 6 m über dem Boden. Dies war bei unsren Untersuchungen nicht durchführbar. Wir müssen uns deshalb mit Näherungswerten begnügen, die wir so ermittelten, daß wir bei kürzern als 6 m langen Stämmen die am Ende des Nutzholzträmels gemessenen Radien um 5 mm pro Meter reduzierten, bei längeren Stämmen um 5 mm erhöhten. Selbstverständlich sind die so erhaltenen Radius- und Durchmesserzahlen nicht genau. Durchmesserfehler von 2 bis 3 cm spielen aber für unsere Betrachtungen praktisch keine entscheidende Rolle, weil man sich bei derartigen Untersuchungen ohnehin nur mit groben Größenangaben begnügen muß. Ins Gewicht fallende Fehler können nur vorliegen bei einigen 10 und mehr Meter langen Trämmeln (Stämme 12, 20, 71, 72, 73). Entsprechende Korrekturen unterblieben, weil diese Stämme, die am Schluß der nachfolgenden Rangliste figurieren, ohnehin zu keinen weiteren Untersuchungen benutzt werden konnten.

Tabelle 6 zeigt die 46 untersuchten Rheinauer Föhren nach den auf 6 m Stammlänge reduzierten Radiusgrößen geordnet.

*Tabelle 6*  
Hiebsalter und Stammstärken der Rheinauer Föhren

Stamm- bezeichnung	Hiebsalter	Trämelänge m	Stammradius $r$ in mm		Föhrentyp und -varietät			
			am Trämel- ende	bei 6 m Trämelänge	I	IV	II	III
M <sub>1</sub>	161	11,1	277	302		b		
C	150	8,4	278	290			b	
G	125	10,0	268	288			a	
40	160	10,0	266	286		a		
A	154	8,0	274	284			b	
30	158	6,2	277	278				b
52	117	12,0	246	276	b			
B	168	10,2	255	276	b			
M <sub>8</sub>	158	10,5	250	272	a			

Stamm- bezeichnung	Hiebsalter	Trämellänge m	Stammradius r in mm		Föhrentyp und -varietät			
			am Trämel- ende	bei 6 m Trämellänge	I	IV	II	III
39	160	6,0	263	263			b	
28	156	8,2	248	259			b	
75	138	6,0	249	249			b	
41	148	9,0	233	248	a			
141	152	6,0	247	247	a			
48	116	8,0	236	246			a	
294	142	8,0	231	241		a		
D	142	9,6	223	241				a
43	139	5,0	245	240			a	
E	156	9,0	224	239			b	
46	117	9,0	217	232	a			
31	164	7,2	222	228				a
142	178	9,0	213	228				b
70	133	13,0	188	223	a			
32	158	8,0	211	222				b
47	141	8,0	204	214	a			
38	150	8,0	203	213			b	
74	153	10,0	192	212			a	
17	145	7,0	206	211			a	
76	122	8,0	201	211		a		
8	141	15,0	155	200	a			
37	119	6,0	200	200			b	
16	153	8,0	189	199	b			
29	156	10,0	175	195			b	
45	116	9,0	178	193	a			
42	136	6,0	191	191			b	
44	126	7,0	184	189	b			
53	107	6,0	186	186			b	
51	114	7,5	177	185		a		
12	141	11,0	148	173	a			
71	132	10,0	152	172			a	
50	126	7,5	162	170	a			
14	138	8,5	156	168	b			
72	147	11,0	136	161			b	
15	149	7,0	155	160	b			
73	158	12,0	130	160			b	
20	144	12,0	112	142			b	
			Total	8a 4b	5a 7b	7a 10b	2a 3b	

a = bis zur Nutzung kein Nachlassen des Kreisflächenzuwachses

b = die Kulmination des Kreisflächenzuwachses wurde vor der Nutzung überschritten.

Für eingehendere Betrachtungen werden nur die stärkern Stämme berücksichtigt, von denen wir wissen, daß es sich um wuchskräftige Exemplare handelt, wie sie auch bei der Auslesedurchforstung im Endstadium vorhanden sein dürften.

Aus Tabelle 6 ist folgendes herauszulesen:

- a) Die stärkste aller untersuchten Föhren ( $M_1$ ) war ein während 36 Jahren unter relativ starker Lichtbeschränkung gehaltener Baum von Typ IV. Er wurde mit 161 Jahren gefällt und zeigte erst im 15. Jahrzehnt eine Abnahme des Kreisflächenzuwachses.
- b) Wenn von den 12 stärksten Stämmen deren 8 zu den Typen II und III (7 Typ II, 1 Typ III), 4 zum Typ IV und keiner zum Typ I gehören, beweist dies, daß rasches Jugendwachstum nicht zu einer beschränkten absoluten Wuchsleistung führen muß. Man könnte sogar im Gegensatz zur B a c k m a n n schen Auffassung vermuten, daß Freistand in der Jugend im allgemeinen größere Endwerte erzeugen helfe. Es ist aber zu beachten, daß von den nächstfolgenden 8 Stämmen gleich 4 zu den Typen I und IV gehörten, wobei bis zur Fällung keiner dieser Stämme Ermüdungserscheinungen aufwies.
- c) Ermittelt man von den 20 stärksten Stämmen je für die Vertreter der Typengruppe I/IV und II/III Durchschnittsalter und Durchschnittsradius, so zeigt sich:

Typen	Stämme	Durchschnittsalter	Mittlerer Radius bei 6 m	Mittlerer Durchmesser bei 6 m
I+IV	8	145 Jahre	262 mm	52,4 cm
II+IV	12	146 Jahre	264 mm	52,8 cm

Das würde heißen, daß die gut entwickelten Rheinauer Föhren bei jeder Art des Jugendwachstums mit zirka 145 Jahren auf 6 m Höhe durchschnittlich einen Stammdurchmesser ohne Rinde von zirka 52 cm erreichen; daß also im Alter von 145 Jahren kein Einfluß der Art des Jugendwachstums mehr festzustellen ist.

Das Resultat verschiebt sich aber etwas zugunsten der frei aufgewachsenen Föhren, wenn statt der 20 stärksten Föhren nur je die 8 stärksten der beiden Gruppen I/IV und II/III berücksichtigt werden <sup>2</sup>:

<sup>2</sup> Acht Stämme, weil der neunte Stamm bei Gruppe I/IV 13 m lang ist. Die gefühlsmäßige Ermittlung des Durchmessers bei 6 m kann wesentlich falsch sein, was den Durchschnitt für eine kleine Stammzahl fühlbar beeinflussen würde.

Typen	Stämme	Durchschnittsalter	Mittlerer Radius bei 6 m	Mittlerer Durchmesser bei 6 m
I+IV	8	145 Jahre	262 mm	52,5 cm
II+III	8	150 Jahre	275 mm	55,0 cm

Bei gleichem Durchschnittsalter von 150 Jahren wäre die Differenz geringer, nämlich nur 1,6 cm, wenn wir annehmen, daß bei Gruppe I/IV die fünf Jahrringe nach dem Hieb gleich groß gewesen wären wie die fünf vorherigen. Die Stammzahl ist zu klein, um aus so geringen Unterschieden, die durch einen einzigen starken Stamm der Gruppe I/IV behoben werden könnten, wesentliche Verschiedenheiten zwischen den zwei Gruppen herauszulesen.

- d) Berechnen wir von obigen 8 stärksten Föhren jeder Typengruppe die Durchmesser bei 6 m und bei einem Alter jedes einzelnen Baumes von 130 Jahren, so ergeben sich mittlere Durchmesser dieser 130jährigen Föhren von 49 cm bei der Gruppe I/IV und 52 cm bei der Gruppe II/III<sup>3</sup>. Im Alter von 130 Jahren sind somit die frei erwachsenen Föhren im Durchschnitt zirka 3 cm stärker.
- e) Der durchschnittliche Durchmesser der 140jährigen Föhren der Typen I/IV hingegen berechnet sich auf zirka 52 cm, wie derjenige der 130jährigen frei aufgewachsenen Föhren. Bei Rentabilitätsrechnungen darf, wie schon erwähnt, den unter Schirm verjüngten Föhren ein Alterszuschlag von zehn Jahren gegenüber den auf Kahlflächen verjüngten Bäumen zugesprochen werden, weil der Altholzbestand vor ihrer Freistellung immer noch Zuwachs leistete.

Im großen gesehen ergeben sich folgende Schlüsse:

*5. Folgerung: Die Massenleistung der Rheinauer Föhren ist bei 130jährigen, im Freistand erwachsenen Föhren ungefähr gleich groß wie bei 140jährigen, in der Jugend unter langjähriger, mindestens 15 Jahre dauernder, Lichtbeschränkung gehaltenen Stämmen.*

*6. Folgerung: Die Art der Jugendentwicklung, rasche Freistellung oder langjährige starke Lichtbeschränkung, übt auf die durchschnittliche Stamstärke 150jähriger Rheinauer Föhren keinen Einfluß aus. Entscheidend ist die Kronenentwicklung vom Stangenholzalter an.*

<sup>3</sup> Bei Stämmen, die vor dem 130. Jahre gefällt wurden, nahmen wir an, die Jahrringbreiten nach dem Hieb hätten ungefähr den vorherigen entsprochen.

*7. Folgerung: Die wirtschaftliche Hiebsreife der Rheinauer Föhren liegt zwischen 130 und 150 Jahren.*

#### **IV. Einfluß der Lichtbeschränkung an jungen Föhren auf ihre Qualität im Starkholzalter**

Im Hinblick auf die Stammqualität wurde bei vorliegender Untersuchung einzig die *Astigkeit* des Nutzholzträmels der Föhren untersucht. Kernbildung, Geradschaftigkeit und andere Gütemerkmale blieben unberücksichtigt.

Die Frage der Astigkeit stellt sich nach zwei Richtungen:

- a)* für die Beurteilung heutiger Starkhölzer, d. h. als technologische Wertung;
- b)* im Hinblick auf die künftige Erziehung astreinen und feinastigen Föhrenstarkholzes als waldbauliche Aufgabe.

Bei 18 aufgeschnittenen Rheinauer Föhren wurde die Astigkeit an den Oberflächen der 50 bis 60 mm starken Bretter vermessen und mit den Jahrringbreiten im Kern des Stockquerschnittes in Beziehung gebracht. Die Resultate wurden an zirka 20 weiteren aufgetrennten Föhren okular überprüft.

Die Astigkeit eines Nutzholzstammes ist nach Astdurchmessern und Astlängen abzuklären. Im großen gesehen ist es so, daß grobe Äste länger sind als feine Äste; grobastiges Holz ist «astiger» als feinastiges. Doch muß darauf hingewiesen werden, daß es selbst bei Standortsrassen physiologisch feinastige und grobastige Bäume gibt. Dies kann bewirken, daß Föhrenbretter von physiologisch feinastigen Stämmen stärker mit Ästen durchsetzt und daher weniger wertvoll sind als Bretter von grobastigen, mit gleich dicken oder dickern, aber kürzeren Ästen. Solche spezifische Unterschiede hinsichtlich der Aststärken, die auch bei unserer Arbeit beobachtet werden konnten, sind zahlenmäßig schwer erfassbar. Für unsere Betrachtung nehmen wir an, in der genotypischen Astigkeit der untersuchten Föhren beständen keine wesentlichen Verschiedenheiten. Unter dieser Voraussetzung können wir die *Aststärke* als Qualitätsmerkmal betrachten. Das heißt, wir folgen der groben Regel, daß die Astigkeit, als negatives Qualitätsmerkmal eines Nutzholzstammes, ungefähr proportional zur Aststärke verläuft. Die Möglichkeiten der künstlichen Aufastung bleiben hier außer Betracht.

Schon eine grobe Beurteilung zeigt, daß zwischen Aststärke und Jahrringbreiten enge Beziehungen bestehen. Schmalringiger Kern am Stockquerschnitt bedeutet Feinastigkeit resp. Astreinheit des untersten Stammabschnittes. Breite Jahrringe von frühester Jugend an heißt Grobastigkeit bis in die untern Stammteile.

Die Astigkeit der Nutzholzträmel der vier Föhrentypen I bis IV muß demnach verschieden sein. Föhren mit raschem Jugendwachstum (Typ II) sind tatsächlich bis weit hinunter grobastig. Föhren mit sehr engringigem Kern (Ringbreiten unter 1 mm) sind sehr feinastig. Weil aber parallel zu sehr engen Jahrringen die Trieblängen entsprechend kurz sind, hängt die Länge des astreinen Stammstückes nicht allein von der Zahl der engen Ringe, sondern in erster Linie vom Durchmesser des engringigen Kernes ab.

*Beispiel:* Ein Stamm, der während 35 Jahren sehr stark unterdrückt war und in dieser Zeit nur einen Stammdurchmesser von zirka 43 mm oder eine durchschnittliche Ringbreite von 0,6 mm erreichte (M<sub>5</sub>, Typ I), ist weniger weit hinauf astrein (3,03 m) als ein Stamm, der während 28 Jahren ebenfalls, aber schwächer unter Lichtbeschränkung stand (M<sub>5</sub>, Typ IV) und in dieser Zeit einen Stammdurchmesser am Stock von zirka 62 mm verzeichnete. Seine astreine Länge betrug 4,13 m.

Die Astdurchmesser konnten nur auf den Brettoberflächen gemessen werden. Da die Brettstärke 50—60 mm betrug, traten nicht immer alle Äste zutage, vor allem blieben kleine Ästchen oft verborgen. Anderseits zeigten die Schnittflächen bei manchen Ästen nicht genau die Stelle des größten Durchmessers. Aus diesem Grunde wurden für die Bestimmung des mittleren Astdurchmessers pro Astquirl jeweils auffallend unterdurchschnittliche Ästchen nicht berücksichtigt.

*Beispiel:* Bei Stamm M<sub>6</sub> wurden beim Quirl in 2,80 m Höhe folgende Astdurchmesser gemessen: 20, 9, 24, 13, 9, 18 mm. Für die Mittelbestimmung wurden die beiden 9-mm-Ästchen weggelassen, so daß eine mittlere Aststärke von 19 mm errechnet wurde.

Bei Quirlen mit sehr dünnen Ästchen waren die Unterschiede von Ast zu Ast kleiner. In solchen Fällen wurden Ästchen von 2—4 mm Durchmesser meist nicht in Rechnung gezogen.

Unsere Stammanalysen ließen erkennen, daß die Durchmessergrenze der die Brettqualität nicht oder nur unbedeutend beeinflussenden Äste bei 12 mm (ohne Rinde) liegt. Dies mag als tief erscheinen. Es ging uns aber darum, festzustellen, welche Stämme als «astrein» und welche als «astig» zu bezeichnen sind. Selbstverständlich wären in der Kategorie der «astigen» Stämme noch verschiedene Abstufungen vorzunehmen.

Zur ersten groben Unterscheidung kann gelten: Jahrringbreiten im Kern des Stockquerschnittes bis zu 2 mm entsprechen im allgemeinen feinen Ästchen von 12 mm Durchmesser und weniger. Ringbreiten von mehr als 2 mm gehören zu Quirlen, deren mittlerer Astdurchmesser über 12 mm liegt. Solche Quirle sind bis in die äußern Bretter erkennbar

und beeinflussen somit die technische Verwertbarkeit des Stammes nachteilig (siehe auch 21).

### a) Technologische Wertung

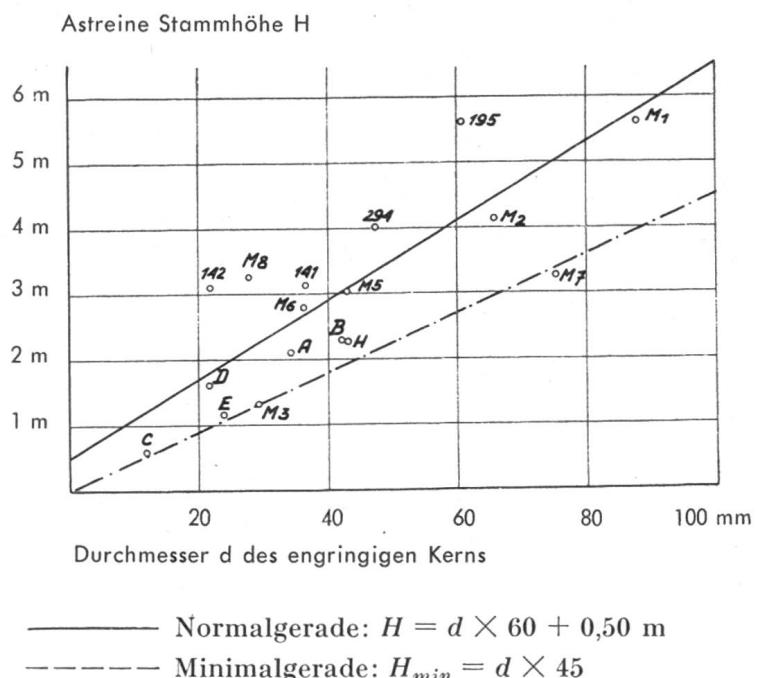
Es wurde versucht, abzuklären, ob auf Grund einer Beurteilung des Stammquerschnittes auf die innere Astigkeit eines Föhren-Nutzholzträmels geschlossen werden kann. Wie bereits erwähnt, ist für die Länge des astreinen Stammstückes nicht die Zahl der engen Jahrringe maßgebend, sondern der Durchmesser des Kerns am Stockquerschnitt mit Ringbreiten unter 2 mm.

In Figur 5 ist von 17<sup>4</sup> der analysierten Stämme folgendes gezeigt: Auf der Abszisse ist der Durchmesser des engringigen Kerns am Stockquerschnitt (Ringbreiten unter 2 mm) und auf der Ordinate die astreine Stammhöhe (mittlere Aststärke pro Quirl unter 12 mm) aufgetragen.

Figur 5

Die Beziehungen zwischen Durchmesser des engringigen Kerns und astreiner Stammlänge bei Rheinauer Föhren

(Astreinheit = Mittelwert der Astdurchmesser pro Quirl maximal 12 mm  
Engringiger Kern = Jahrringbreiten am Stock 2 mm und weniger)



Das Bild erscheint auf den ersten Blick unübersichtlich. Es muß aber an folgendes gedacht werden: Wenn ein Stamm plötzlich freigestellt wird (plötzliche Jahrringverbreiterung), dann bleiben dadurch meist

<sup>4</sup> Stamm G hatte keine Ringbreiten unter 3 mm, er fällt daher hier außer Betracht.

einige bisher stark zurückgehaltene, nahezu absterbende Astquirle am Leben erhalten, und sie können nachträglich erstarken. Plötzliche Freistellung kommt somit einer Verkürzung des astreinen Stammstückes gleich.

*Beispiel:* Stamm H hatte im 10. Altersjahr einen Durchmesser am Stock von 13 mm (mittlere Ringbreite 0,7 mm), im 20. Altersjahr einen solchen von 43 mm (mittlere Ringbreite vom 10. bis 20. Altersjahr 1,5 mm) und eine Stammhöhe von zirka 4,50 m. Dann wurde diese Föhre plötzlich freigestellt. Es ergaben sich vom 21. Jahr an folgende Ringbreiten: 3,0, 4,0, 4,8, 5,7, 7,2, 7,4, 7,3, 5,2, 6,2, 5,2 mm usw. Dank dieser Freistellung blieben die Astquirle bis auf eine Höhe von 2,26 m hinunter (13. Altersjahr) am Leben. Sie konnten erstarken, und es bildete sich auf 2,26 m Höhe eine die Brettqualität nachteilig beeinflussende Astgruppe mit einer mittlern Durchmesserstärke von 14 mm, obschon diesem Astquirl ein Jahrring von nur 1,1 mm Breite zugehörte und obschon keiner der nächsten sechs Jahrringe stärker als 1,8 mm war. Auf 2,51 m betrug die mittlere Aststärke schon 18 mm. Die plötzliche Freistellung zeigte sich stark rückwirkend bemerkbar.

Umgekehrt bewirkt sorgfältige, ganz allmähliche Freistellung eine Verlängerung des hochwertigen Stammteiles.

Es ist also nicht so, daß durchgehend jedem Jahrring von weniger als 2 mm Breite eine Aststärke von 12 mm oder weniger entspricht; immer müssen auch die nächstfolgenden Jahrringe berücksichtigt werden. So lassen sich in Figur 5 zwei zuverlässige Verhältnisgeraden eintragen. Die eine —— = Minimalgerade, zeigt die astreine Stammlänge von Föhren mit engringigem Kern verschiedener Durchmesser (Ringbreiten unter 2 mm) und nachfolgender starker Ringverbreiterung. Die andere ——— = Normalgerade, zeigt die astreinen Stammlängen, die normalerweise bei nicht allzu schroffer Freistellung bei engringigen Föhren zu erwarten sind.

Für die Praxis genügend genau liegen im Bereich der Normalgeraden die Stämme D, M<sub>6</sub>, 141, M<sub>5</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>. Wesentliche positive Abweichungen ergaben: 142, M<sub>8</sub>, 294, 195. Diese vier Stämme weisen, mit Ausnahme von M<sub>8</sub>, welcher Stamm auffallend gut ausgefallen ist, eine ganz allmähliche Jahrringverbreiterung auf; die dem engen Kern folgenden Jahrringbreiten liegen zwischen 2 und 3 mm. Dasselbe gilt für Stamm 141. Zudem mag in Einzelfällen auch Feinastigkeit der Rasse zum günstigen Resultat beigetragen haben. Abweichungen im positiven Sinne trüben die Zuverlässigkeit unserer Regel wenig.

Die frei aufgewachsenen Stämme C und E vom Typ II und die plötzlich freigestellten Stämme M<sub>3</sub>, B, H, M<sub>7</sub> (anschließend an den engen Kern Jahrringbreiten von über 3 mm) entsprechen der Minimalgeraden oder liegen wenige Dezimeter über ihr. Eine Zwischenstellung

Tabelle 7

## Übersicht über die Resultate der Messungen von Jahrringbreiten und Trieblängen

Föhrenetyp Stammhöhe bestimmt	Charakteristik nach Jahrringbreiten in mm						Charakteristik nach Aststärken						Bemerkungen
	Alter	R	r	H	T	Altersjahr	Jahre	Stammhöhe in m	T	Aststärken in mm*	von	bis	Mittel
I	141	19	18,3	1,0	3,13	16	1.—19. 20.—25. 26.—29.	19 6 4	3,13—4,50 4,50—5,80	16 23 33	5—9 14—22 27—41	8 18 34	Nach dem 19. Jahr nur allmähliche Frei- stellung. Der enge Kern von 19 Jahren wirkt sich bis zum 18. Astquirl aus.
M <sub>5</sub>	30	14,0	0,5	3,03	10	1.—11. 11.—30. 30.—32. 33.—36. 37.—38.	11 19 2 4 2	0—0,77 0,77—3,03 3,03—3,70 3,70—5,10 5,10—5,80	7 12 34 35 35	2—8 4—12 13 18—24 30—38	3 7 13 21 34	Übereinstimmung Alter/Baumhöhe un- sicher! Obwohl $r_{30}$ 35 klein, entsprechen diesen Jahrringen grobe Äste: die spätere starke Freistellung speziell nach dem 38. Jahr ( $r = 4,1$ mm) macht sich auf tiefere Astquirlen bemerkbar.	
M <sub>6</sub>	15 22 40	8,8 18,2 66,3	0,6 1,3 2,7	1,64 3,70	11 29	8.—20. 21.—24.	13 4	0,48—2,80 2,80—4,55	18 44	3—11 16—21	8 19	Übereinstimmung Alter/Baumhöhe un- sicher! Bis 40. Jahr nicht starke Frei- stellung. Äste daher bis 4,55 m (24. Jahr) relativ dünn.	
M <sub>8</sub>	11 16 30	7,6 13,8 59,5	0,7 1,2 3,3	2,47 4,30	22 37	1.—9. 10.—13. 14.—17.	9 4 4	0—2,00 2,00—3,25 3,25—4,86	22 31 40	5—8 10—12 10—12	6 11 11	<sup>1</sup> Wahrscheinlich einseitig eingeengte Föhre. Äste auf der einen Seite 4—12 mm, auf der andern Seite 20—29 mm. Ab 3,25 m grobstig.	
II	A	11 15 19 30	17,1 26,9 40,0 87,6	1,6 2,5 3,3 4,3	2,55 4,50 6,55	23 49 51	1.—10. 11.—16. 17.—19.	10 6 3	0—2,10 2,10—5,05 5,05—6,55	21 49 50	5—10 15—22 33—42	7 19 37	Obschon zum Typ II gezählt, bis 11. Jahr relativ engstig und daher bis 2,10 m hoch feinstig.
C	4 7 12 20	6,1 14,1 41,3 86,9	1,5 2,7 5,4 5,7	0,58 1,32 4,10	14 25 56	1.—4. 5.—9. 10.—12.	4 5 3	0—0,58 0,58—2,12 2,15—4,10	14 31 66	8—10 17—22 33—52	9 19 43		
E	6 20 30	11,9 58,8 99,9	2,0 3,3 4,1	1,15 8,50	19 52	1.—6. 7.—20.	6 14	0—1,15 1,15—8,50	19 52	7—11 12—31	9 18	Äste bis 8,50 m relativ dünn, jedoch sehr lang. Bretter daher stark astig. Wahr- scheinlich feinstige Rasse.	
G	7 14 30	15,1 38,7 98,4	2,2 3,4 3,7	1,50 4,85	21 48	1.—9. 10.—14.	9 5	0—2,30 2,30—4,85	26 51	5—12 16—31	10 23	Relativ feinstige Rasse, Ab 3,35 m Äste sehr lang. Bretter stark astig.	
III	142	12 15 30 40	6,2 10,9 44,8 82,8	0,5 1,6 2,3 3,8	1,33 2,10	1.—17. 18.—21.	11 26 4	0—3,10 3,10—5,00	18 47	3—11 12—20	7 16	Übereinstimmung Alter/Baumhöhe un- sicher, weil unter 70 cm keine Äste er- kennbar. Die relative Engründigkeit bis zum 30. Jahr (Baumhöhe ca. 10 m!) wirkt sich hoch hinauf günstig aus.	

	D	10 13 20 30	10,8 17,6 45,8 78,4	1,1 2,3 4,0 3,3	1,80 2,42 5,20	18 21 40	1.—9. 10.—13. 14.—20.	9 4 7	0—1,60 1,60—2,42 2,42—5,20	18 20 40	3—12 15—10 21—28	8 12 25	Feinastige Rasse.
M <sub>3</sub>	9 15 20 30	4,4 14,6 32,0 75,4	0,5 1,7 3,5 4,3	1,30 3,87	14 43	1.—9. 10.—15.	9 6	0—1,30 1,30—3,87	14 43	3—10 <sup>2</sup> 18—29	6 23	2 Bei 0,62 m 1 Ast mit 15 mm Durchm. Die starke Freistellung im 16. Jahr wirkt sich nach unten qualitätsverschlech- ternd aus.	
IV	195	19 21 26 29 40	26,6 30,4 42,5 55,2 87,0	1,4 1,9 2,4 4,2 2,9	6,00	32	1.—18. 19.	18 1	0—5,60 5,60—6,00	31 41	5—11 19—20	8	
294	17 24 30	23,7 43,5 89,5	1,4 2,8 7,7				1.—7. 8.—15. 16.—22.	7 8 7	0—1,17 1,17—4,00 4,00—6,87	17 35 41	4—7 8—12 17—33	5 10 25	
B	13 18 25 30	11,8 21,1 44,2 76,0	0,9 1,9 3,2 6,4	2,87 5,60 (?)	22 55 (?)	1.—8. 9.—12. 13.—16. 17.	8 4 4 1	0—0,80 0,80—2,27 2,27—4,56 4,56—5,10	— 37 57 54	— 8—11 13—16 20 u. 24	— 9 14 22	Übereinstimmung Alter/Baumhöhe un- sicher, weil bis 0,80 m keine Äste erkenn- bar. Wegen plötzlicher Freistellung im 18. Jahr (H = 5,60). Qualitätsver- schlechterung bis auf 2,27 m hinunter!	
H	10 20 30	6,6. 21,3 77,3	0,7 1,5 5,6	1,64 ca. 4,50	16 ca. 29	2.—12. 13. 14.—19.	11 1 6	0,02—2,36 2,26—2,51 2,51—4,05	20 25 26	4—12 14 18—23	8 14 21	Die starke Freistellung vom 20. Jahr an (Baumhöhe ca. 4,50) wirkt sich bis auf 2,26 m hinunter qualitätsverschlechternd aus. Äste ab 2,26 m sehr lang, Bretter stark astig.	
M <sub>1</sub>	12 32 40 50	5,1 28,9 43,9 68,0	0,4 1,4 1,8 2,4	1,23 ca. 6,25	11 25	1.—11. 12.—29. 30.—31.	11 18 2	0—1,23 1,23—5,60 5,60—5,98	11 26 ?	1—2 5—10 14—17	2 7 16		
M <sub>2</sub>	9 29 40	4,8 32,9 64,1	0,5 1,4 2,8	0,92 6,65 —	10 29	1.—21. 22.—26. 27.—34.	21 5 8	0—4,13 4,13—5,50 5,50—8,80	21 27 41	3—12 12—18 18—44	6 15 33		
M <sub>7</sub>	12 31 36	6,7 37,6 56,3	0,6 1,6 3,7	1,75 7,38 —	15 30 —	1.—9. 10.—19. 20.—24.	9 10 5	0—1,12 1,12—3,25 3,25—5,00	12 21 35	— 7—12 13—14	10 13 20	Die starke Freistellung bei einem Durchm. am Stock von 7,5 cm (32. Jahr, H = 7,38) macht sich bis weit hinunter qualitätsverschlechternd bemerkbar.	

Erklärungen: R = Stammradius am Stöck im angegebenen Alter.

r = mittlere Ringbreite der Intervalle zwischen den angegebenen Altern.

H = Baumhöhe.

T = durchschnittliche Trieblänge zwischen den angegebenen Altern.

\* = Die angegebenen Astdurchmesser sind Mittelwerte pro Astquirl, wobei auffallend schwache Äste für Mittelbildung weggelassen wurden. Die kleinere Zahl entspricht der mittleren Aststärke des schwächsten Quirls, die größere der des stärksten Quirls.

punkto Grad der Freistellung und Astigkeit nimmt Stamm A ein. Die Minimalgerade wird lediglich von Stamm M, um zirka 20 cm unterschritten. Alle Stämme von Typ II liegen unter der Normalgeraden.

Das zahlenmäßige Ergebnis unserer Messungen ist aus Tabelle 7 ersichtlich.

Unsere Übersicht ermöglicht auf Grund einer Beurteilung des Stockquerschnittes eine ziemlich genaue Einschätzung der Astigkeit von Föhren-Starkholzträmeln (vergleiche 21). Eine Föhre muß zum Beispiel einen engringigen Kern ( $r$  unter 2 mm) von zirka 85 mm haben, wenn Gewähr für einen 6 m langen astreinen Trämel geboten sein soll. Diese Trämellänge entspricht bei gleichmäßigem Jahrringbau einem Alter von mindestens 23 Jahren. Für Astreinheit bis zu 8 m müßte der engringige Kern zirka 12,5 cm messen, wobei anschließend keine plötzliche Ringverbreiterung vorliegen dürfte (Alter bei 8 m Höhe 33 Jahre oder mehr). Ob aber allein durch Erziehung in geeignetem Milieu ein wirklich astreiner Stamm von 8 m Länge erzielt werden kann oder ob dazu künstliche Astung nötig ist, geht aus unseren Erhebungen nicht hervor.

8. Folgerung: Die Länge  $L$  des astfreien Föhrenstammstückes (aa-Qualität) ist proportional zum Durchmesser des engringigen Kerns  $K$  am Stockquerschnitt (engringig = Ringbreiten  $r$  2 mm oder kleiner).

Bei allmählicher Kronenfreistellung beträgt

$$L_{\text{normal}} = 0,50 \text{ m} + K \times 60 \text{ (= Normalgerade)}$$

Bei plötzlicher Freistellung ist

$$L_{\text{minimal}} = K \times 45 \text{ (= Minimalgerade)}$$

oder, für die Praxis genügend genau,

$$L_{\text{minimal}} = K \times 50.$$

Ob es sich um grobastige oder feinastige Sorten handelt, scheint nicht sehr bedeutungsvoll zu sein, weil nicht allein die Aststärken, sondern auch die Astlängen entscheidend sind.

### b) Waldbauliche Schlüsse

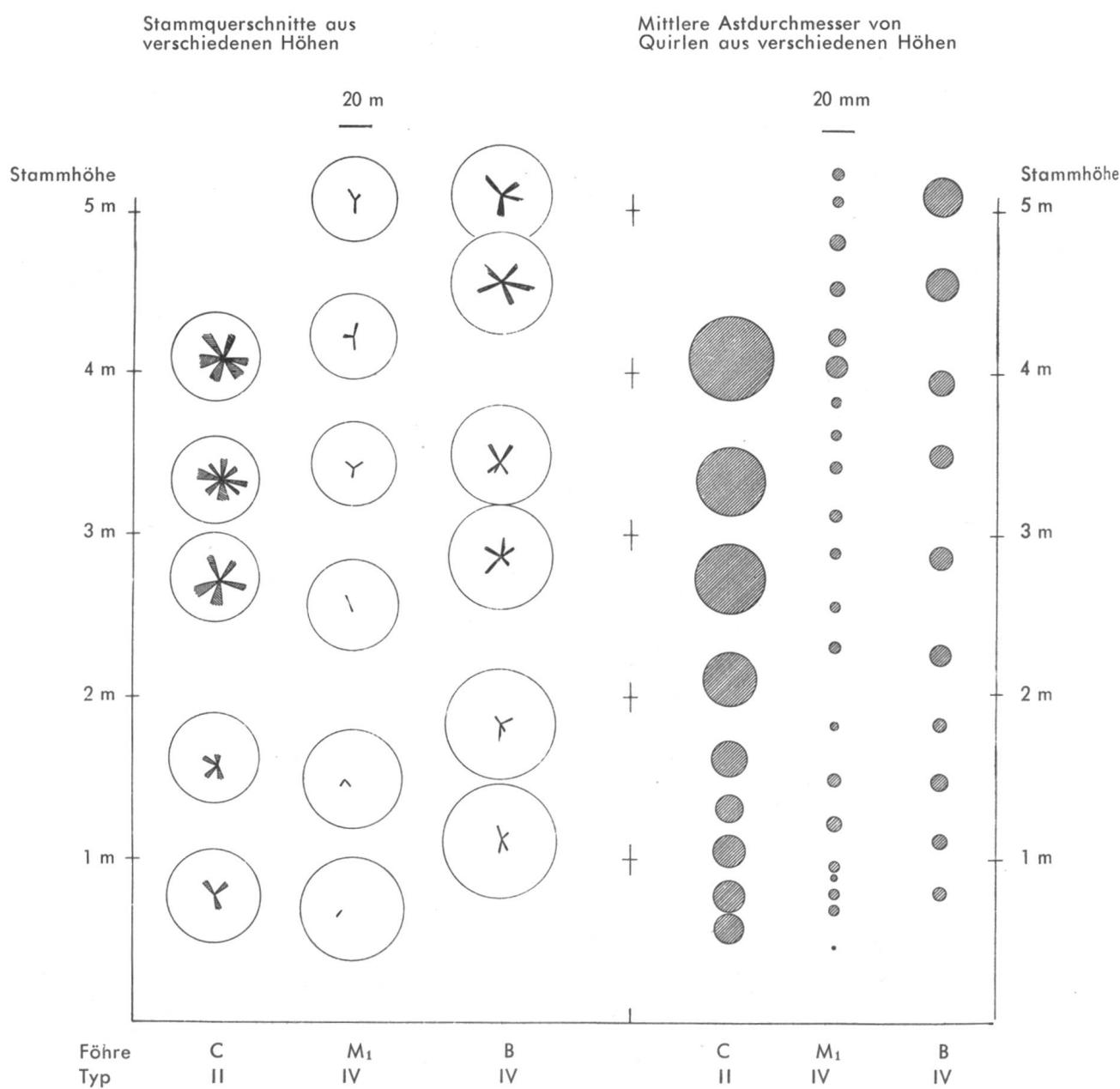
9. Folgerung: Durch Erziehung der Föhren in geeigneter Umwelt läßt sich die Qualität der Föhren-Starkhölzer sehr wesentlich beeinflussen (siehe Figur 6).

Zur Erziehung von Föhrenqualitätsholz ist ausgeprägte Lichtbeschränkung in der Jugend notwendig. Freiaufgewachsene Föhren (Typ II) sind für Qualitätsholzerzeugung ungeeignet. Schröffle Freistellung, volle Entfernung des Schirms oder

frühzeitig zu starke Durchforstung (bei Baumängen von 8 bis 12 m) führt zu einer Verkürzung des astreinen Stammstückes.

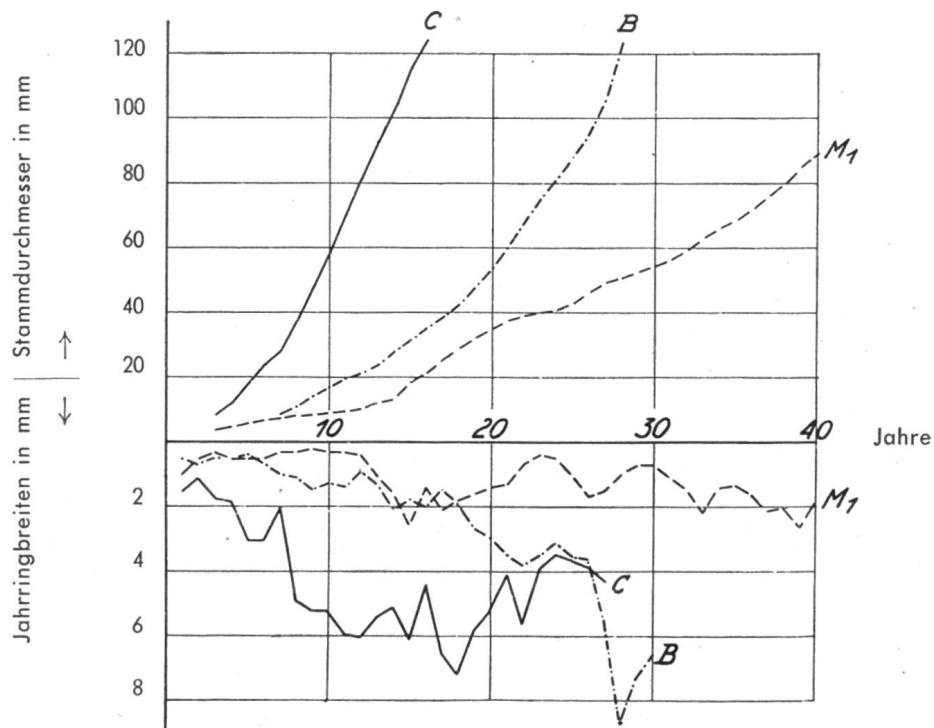
10. Folgerung: Um Feinastigkeit zu erreichen, ist es bei Föhren nicht nötig, sie dermaßen unterdrückt aufwachsen zu lassen, daß Ringbreiten von nur 1 mm oder weniger (Typ I) entstehen. Die Jahrringbreite soll aber während der Jugendjahre 2 mm nicht überschreiten (Typ IV).

Figur 6  
Astigkeit der Nutzholzträmel von Rheinauer Föhren



Figur 6. Fortsetzung

Jahrringbreiten und Durchmesserentwicklung im Stockquerschnitt



Kommentar zu Figur 6

Föhre C = Typ II: Von Jugend an freigestellt.

Föhre M<sub>1</sub> = Typ IV: Langjährige Lichtbeschränkung in der Jugend und sehr langsame Freistellung.

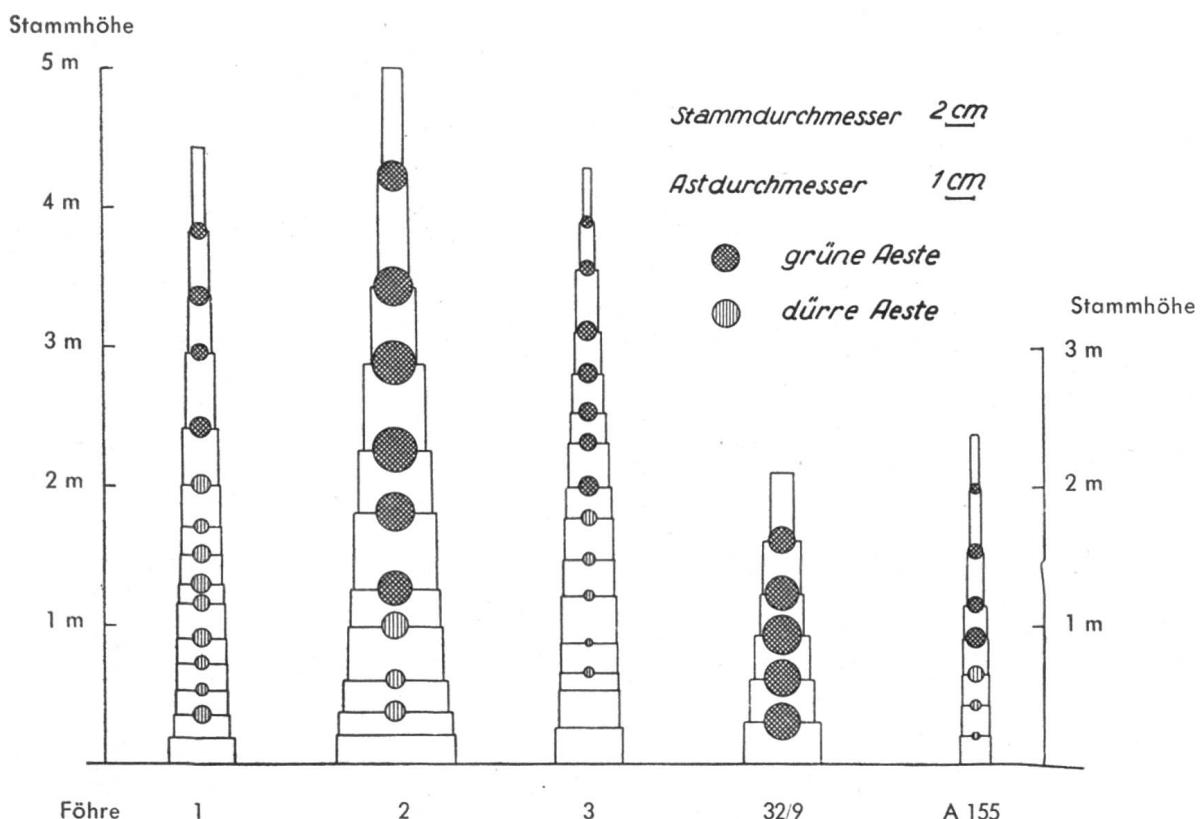
Föhre B = Typ IV: Langjährige Lichtbeschränkung in der Jugend. Rasche, vom 26. Jahr an wahrscheinlich vollständige Freistellung. Dadurch Verkürzung des astreinen Stammstückes.  
Anscheinend physiologisch feinastige Föhre; Astdurchmesser rel. klein, Astlängen und Astigkeit der Bretter rel. groß.

**V. Beobachtungen an Jungföhren**

Für zuverlässige Anhaltspunkte zur waldbaulichen Behandlung der Föhren genügen unsere Starkholzanalysen selbstverständlich nicht. Waldbauliche Überlegungen zur Verjüngung und Erziehung einer Holzart müssen in erster Linie durch Studien an Jungwüchsen, Dickungen und jungen Stangenholzern reifen. Unserer Untersuchung sind nachfolgend kurz einige Resultate solcher Beobachtungen angefügt. Für Messungen wurden nur wenige typische junge, in verschiedener Umwelt stehende Föhren ausgewählt. Diese waldbaulichen Beobachtungen decken sich mit den Ergebnissen der Stammanalysen:

Figur 7

Stammformen und Aststärken junger Föhren (Durchmesser über der Rinde gemessen)



Kommentar zu Figur 7

- Föhre 1 = in dichtem Seitenschluß von Hagenbuchen-Stockausschlägen und Eichen aufgewachsen (Staatswald Rheinau, Abt. 7).
- Föhre 2 = einzeln in Eichendickung stehend, seit fünf Jahren stark vorwachsend (Staatswald Rheinau, Abt. 7).
- Föhre 3 = «Lichtschachtföhre», freistehend (Gemeindewald Marthalen, Abt. 9).
- Föhre 32/9 = natürlich verjüngte Föhre auf Kahlfläche, freistehend (Gemeindewald Schleinikon, Abt. 8).
- Föhre A 155 = natürlich verjüngte Föhre, im Schatten unter großkroniger Eiche stehend, seitlich durch Buchendickung eingeengt (Gemeindewald Schleinikon, Abt. 8).

- a) Auf Kahlflächen stehende Jungföhren ohne seitliche Einengung werden rasch sehr grobastig. Die Trieblängen sind von frühester Jugend an groß, bis zu 2 m Baumhöhe meist zwischen 30 und 50 cm, später über 50 cm. Die Stammstärke ist bei gleicher Baumhöhe bedeutend größer als bei allen unter Lichtbeschränkung erwachsenen Föhren.

- b) *Lichtschachtföhren* bleiben auch ohne seitliche Einengung feinastig. Sie können recht lange Jahrtriebe bilden, wogegen die Jahrtringbreiten sehr klein sind. Ihre Stämmchen sind sehr schlank.
- c) *Jungföhren unter Altholzschild* bleiben auch ohne Seitenschluß fein- und kurzastig (im Gegensatz zu Rottanen und Weißtannen). Die Trieb längen sind je nach Grad und Art der Überschirmung verschieden. Bei relativ starker Überschirmung können sie während zwanzig und mehr Jahren unter 30 cm liegen. Bei nicht vollständig geschlossenem Kronendach kann sich praktisch unter allen in Frage kommenden Holzarten (Eichen, Hagebuchen, Winterlinden, Föhren und selbst unter Rottannen und Buchen) ein lebensfähiger Föhrenaufwuchs entwickeln, und zwar nicht nur in den Bestandeslücken, sondern selbst unmittelbar unter dicht belaubten großen Kronen. Auch unter dichtem Vorbau von Birken und Weißenlen gedeihen junge Föhren recht gut. Begreiflicherweise eignen sich nicht alle Holzarten gleichermaßen für die Überschirmung der Föhrenverjüngung; die Eiche scheint sich besonders gut zu bewähren.
- d) *In dichtem Seitenschluß erwachsene Föhren* sind sehr feinastig. Die Trieblänge kann ab 2 m Baumhöhe bis zu 50 cm betragen, sofern der Blick senkrecht über der Gipfelknospe frei ist. Bei Seitenschluß ist es wichtig, daß die Jungföhre das gleiche Höhenwachstum innehält wie die sie umgebenden Bäumchen. Wächst die Föhre vor (dies ist zum Beispiel in Mischung mit der Traubeneiche meist der Fall), entwickelt sie sich rasch zum Protzen und wird grobastig. Wird sie hingegen überwachsen, was bei Hagebuchen-Stockausschlägen und Buchen oft zutrifft, beginnt sie zu kümmern und kann nur durch energischen Freihieb gerettet werden. Aus eigener Kraft gelingt es der Föhre nicht, sich aus der Mittel- oder Unterschicht einer Dickung in die Oberschicht hervorzuarbeiten.

Die meisten Holzarten haben in der Jugend ihr besonderes, von andern Holzarten verschiedenes Höhenwachstum. Es sind Ausnahmen, wenn einzeln in Laubholz eingemischte Föhren bis zu Baumhöhen von 6 oder mehr Metern in eigentlichem, bis zu den obersten Astquirlen reichendem Seitenschluß bleiben. Einzelbeimischung der Föhre ist deshalb, wenn auf Qualitätsholz hingearbeitet wird, gefährlich.

Durch Einzelmischung von Föhren mit Laubhölzern werden Säuberung und Durchforstung erschwert. Ungleicher Höhenwachstum führt zwangsläufig immer wieder zum Dilemma, ob selbst gut qualifizierte Stämmchen anderer Baumarten zu entfernen sind, nur um eine unterlegene Föhre zu retten. Gruppenweise Mischungen ersparen uns solche Entscheide und geben uns die Möglichkeit zur Auslese.

## VI. Die praktische Durchführung der Föhrenverjüngung und -erziehung

Voraussetzungen sind eine gute Planung der Verjüngung und sorgfältige Holzerei.

Bis zum Winter vor der Verjüngung ist der Boden gut gedeckt zu belassen, um die Bodenverunkrautung möglichst lange zurückzuhalten (23).

Die Föhre soll wenn möglich unter Schirm verjüngt werden. Zur Überschirmung dienen entweder Althölzer (Ausnutzung des Lichtungszuwachses) oder Nebenbestandbäume, zum Beispiel standfeste Stockausschläge aus dem ehemaligen Mittelwald. Auf diese letztere Art lassen sich die Fällschäden am Jungwuchs verringern.

Gruppenweise Föhrenverjüngung ist besser als Einzelmischung mit andern Holzarten. Naturverjüngungen sind entsprechend zu ergänzen. Der Pflanzenabstand darf höchstens  $80 \times 80$  cm betragen. Günstiger ist  $60 \times 60$  cm. Kleine Pflanzenabstände sind auch bei Verjüngung unter Schirm nötig. Wenn die jungen Föhren 3 bis 6 m hoch sind, muß der Schirm allmählich entfernt werden. Diese Baumhöhen genügen aber zur Erzielung 6 bis 8 m langer feinastiger Stämme nicht. Nach Entfernung der Schirmbäume müssen die Jungföhren sofort in Seitenschluß treten.

Die allmählich zu entfernenden Schirmbäume sind in bestimmte Lücken zu fällen, und das Holzrücken muß sich auf besonders ausgewählte Schneisen beschränken, die nachträglich mit geeigneten Nebenbestandsholzarten oder unter Umständen mit Föhren bepflanzt werden.

Bei Baumhöhen von 12 bis 15 m ist der Kronenschluß der Föhren in zunehmendem Maße aufzulockern. Achtzig- bis hundertjährige Elitebäume sollen große, gutentwickelte Kronen besitzen, die von diesem Alter an allseitig freistehen müssen.

Mit zunehmender Freistellung der Föhren wird zum Schutze des Bodens das Vorhandensein eines dichten Nebenbestandes aus geeigneten Holzarten (Eichen, Hagebuchen, Winterlinden, Feldahorn, evtl. Elsbeer- oder Mehlbeerbäumen) immer unerlässlicher. Stockausschläge können ausgezeichnete Dienste leisten. Die Buche eignet sich als Nebenbestandsholzart schlecht.

Für die Holzartenmischung scheinen mir zwei Arten zweckmäßig: entweder Verjüngung der Föhre in Gruppen von 40 bis 100 Stück in eine Laubholz-Grundbestockung hinein, oder Beimischung des Laubholzes in Gruppen von 8 bis 12 m Durchmesser in größere Föhrenflächen. Bei kleinen Verjüngungsflächen dürfte sich die erste Art, bei großen die zweite Art besser eignen. In beiden Fällen soll den Föhren und den Laubhölzern anfänglich gleiche Flächenanteile zubemessen werden. Im Laufe der Bestandserziehung wird, entsprechend unserem Wirtschaftsziel, die Föhre als Wertträger immer mehr begünstigt, so

daß sie im Alter von 100 Jahren im Hauptbestand stark überwiegt, wogegen das Laubholz mehr in den Zwischen- und Nebenbestand gedrängt bleiben muß. Wenn innerhalb der Föhrengruppen vereinzelte Laubhölzer aufwachsen, kann dies nur erwünscht sein. Sie sollen aber zusätzlich sein und nicht an Stelle von Föhren treten.

Um die Laubhölzer im Nebenbestand zu behalten, ist es bei vorwüchsigen Winterlinden, Hagebuchen usw. vielleicht nötig, sie im Alter von 20 bis 40 Jahren gruppenweise (nicht großflächig!) auf den Stock zu setzen und die Stockausschläge als Nebenbestandbildner zu verwenden. Die langsam wachsende Eiche verbleibt geduldig im Nebenbestand, wie Jahrringzählungen in Altholzgruppen zeigten.

Lichtschachtföhren spielen waldbaulich nur ausnahmsweise eine Rolle.

## **VII. Schlußbetrachtungen**

Als wesentlichste waldbauliche Ergebnisse unserer Untersuchung nennen wir:

1. Die Föhrenverjüngung erfordert keine Kahlschläge.
2. In der Jugend verträgt die Föhre während vieler Jahre einen recht hohen Grad der Überschirmung durch geeignete Holzarten, wie Eichen, Winterlinden, Hagebuchen, evtl. sogar Föhren und Rottannen. Frühzeitige Freistellung ist nicht notwendig und bei großen Pflanzenabständen sogar schädlich, wenn astreines Qualitätsholz erzeugt werden soll.
3. Geeignete Umweltsgestaltung, vor allem genügend lange währende Lichtbeschränkung in der Jugend durch Verjüngung unter Schirm und durch dichten Seitenschluß, ermöglicht eine eigentliche *Erziehung der Einzelbäume* zu astreinem Qualitätsholz. Durch zweckmäßige Milieugestaltung kann somit die Ausgangsbestockung für die Auslesedurchforstung ganz erheblich beeinflußt und verbessert werden.
4. Die für die Föhren-Qualitätsholzerziehung zweckmäßigen Maßnahmen entsprechen in vollem Umfang auch den Erfordernissen der Bodenpflege.

Wenn wir hier der Föhrenverjüngung unter Schirm das Wort reden und zeigen könnten, daß die Föhre eine sehr langjährige Überschirmung und Lichtbeschränkung ohne Einbuße ihrer Vitalität zu ertragen vermag, so streben wir trotzdem keinen Föhren-Plenterwald an. Im nordostdeutschen Föhrengebiet wurden solche von O l b e r g (21), N i g g l (20), W e c k (32) nachgewiesen, und es scheint durchaus möglich, auch bei uns Föhren-Plenterwälder zu schaffen. Kleine Mü-

sterchen können heute an vielen Orten vorgezeigt werden, und auch in der Literatur (7, 10) und in alten Wirtschaftsplänen begegnen wir diesbezüglich eindeutigen Hinweisen. Nach meinem Ermessen müßte aber der Kronenschluß durchschnittlich derart licht sein, daß nur mit geringen Hektarvorräten und nicht mit höchstmöglicher Massenproduktion gerechnet werden könnte.

Diese Arbeit befaßt sich weitgehend mit Verjüngungsfragen. Dies geschieht nicht in der Absicht, die Waldverjüngung zum Kernproblem unseres waldbaulichen Bemühens erheben zu wollen. Die Untersuchung hat aber gezeigt, daß der Weg zur Erreichung unseres Wirtschaftsziels bei der Verjüngung beginnt und daß schon im Jungwuchs sehr weitgehend über die mögliche Qualität des daraus hervorgehenden Altholzes entschieden wird. Zudem wird bei der Verjüngung die Wahl der Holzarten getroffen, die während einer Bestandesgeneration Haupt- und Nebenbestand bilden und die die Bodenfruchtbarkeit entweder fördern oder gefährden.

### Résumé

#### **Contribution à l'étude du problème du rajeunissement et de la culture des pins**

L'auteur a étudié durant les années 1945 à 1952 un certain nombre de pins provenant de taillis sous futaie de la région de Rheinau et d'Ellikon sur le Rhin afin d'obtenir des bases éprouvées concernant le problème de la production de pins de fortes dimensions, de haute valeur et exempts de noeuds. Les résultats d'analyses de troncs (mesurage de la largeur des cernes, de la longueur des pousses terminales, de la grosseur et de la longueur des branches du billon de bois de service), qui furent comparés avec des observations faites dans des rajeunissements actuels, permirent de formuler les conclusions sylvicoles suivantes:

- a) Le rajeunissement des pins n'exige pas de coupes rases.
- b) Les jeunes pins supportent pendant plusieurs années un couvert relativement dense d'essences forestières appropriées sans que pour autant leur vitalité en soit diminuée.
- c) La formation d'un milieu ambiant favorable, en particulier une limitation d'assez longue durée de la lumière pendant les premières années en rajeunissant sous abri et en massif serré, permet une production de tiges de qualité dépourvues de branches. Ce milieu ambiant approprié influence fortement en l'améliorant le peuplement initial et crée ainsi des conditions favorables à l'éclaircie sélective future.
- d) Les mesures sylvicoles qui favorisent la production de bois de pin de qualité satisfait également aux exigences concernant la conservation de la fertilité des sols.

Au point de vue technologique, l'auteur montre que l'analyse d'une section d'une tige de pin permet de tirer des conclusions quant à sa nodosité inférieure.

*Farron*

## Literaturverzeichnis

1. Ammon, W.: Das Plenterprinzip in der schweizerischen Forstwirtschaft. 2. Aufl. 1944. S. 52—56.
2. Badoux, E.: Relations entre le développement de la cime et l'accroissement chez le pin sylvestre. Mitteilungen der Schweiz. Anstalt für das forstl. Versuchswesen. XXIV. Band, 2. Heft, 1946.
3. Burger, H.: Holz, Blattmenge und Zuwachs: Die Föhre. Mitteilungen der Schweiz. Anstalt für das forstl. Versuchswesen. XXV. Band, 2. Heft, 1948.
4. Dengler, A.: Analyse eines Kiefer-Buche-Mischbestandes. Ztschr. für Forst- und Jagdwesen, 1935. S. 401 f.
5. Döring, H. von: Versuche, Erfahrungen und Gedanken aus einem Kiefernrevier Westmecklenburgs Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1952, Heft 6.
6. Eidg. Anstalt für das forstl. Versuchswesen. Die Waldföhre. Schweiz. Ztschr. für Forstwesen, 1950, Nr. 9.
7. Engler, H.: Einfluß der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstl. Gewächse. Mitteilungen der Schweiz. Centralanstalt für das forstl. Versuchswesen, X. Band, 3. Heft, 1913.
8. Großmann, H.: Das Vorkommen der Waldföhre im Norden des Kantons Zürich. Schweiz. Ztschr. für Forstwesen, 1925, Nr. 5/6.
9. Hefti: Über die natürliche Verjüngung der Föhre. Schweiz. Ztschr. für Forstwesen, 1917.
10. Heß, E.: Die autochthonen Föhrenrassen des Wallis. Schweiz. Ztschr. für Forstwesen, 1942.
11. Hitz, E.: Zur Frage der natürlichen Verjüngung der Föhre. Schweiz. Ztschr. für Forstwesen, 1926.
12. Knuchel, H.: Zur Verbreitung der Föhre im Kanton Schaffhausen. Schweiz. Ztschr. für Forstwesen, 1926, Heft 7/8.
13. Krutzsch-Weck: Bärenthoren 1934. Neumann-Neudamm 1935.
14. Lauffenburger: Densité des plantations de pins sylvestres. Revue forestière française, 1952, Nr. 1.
15. Leibundgut, H.: Waldbauliche Untersuchungen über den Aufbau von Plenterwäldern. Mitteilungen der Schweiz. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, XXIV. Band, 1. Heft, 1945.
16. Leibundgut, H.: Von der Durchforstung zum Erziehungsbetrieb höchster Wertleistung. Schweiz. Ztschr. für Forstwesen, 1949, Nr. 1.
17. Leibundgut, H.: Aufbau und waldbauliche Bedeutung der wichtigsten natürlichen Waldgesellschaften der Schweiz. Schweiz. Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei. 2. Auflage, 1951.
18. Leibundgut, H.: Der Wald. Büchergilde Gutenberg, Zürich 1951.
19. Van Miegroet, M.: Etude de la composition de quelques peuplements de pins autochtones en Suisse. Schweiz. Ztschr. für Forstwesen, 1950, Nr. 1.
20. Niggli: Die waldbaulichen Verhältnisse des ostpreußischen Oberlandes. Ztschr. für Weltforstwirtschaft. Band III, 1935/36.
21. Olberg, A.: Alters- und Qualitätsuntersuchungen an einem aus Plenterbetrieb hervorgegangenen Kiefernaltholzbestand. Mitteilungen der Herm.-Göring-Akademie der Deutschen Forstwissenschaft, 1943, 3. Jahrgang, I. Band.
22. Pechmann, H. von: Untersuchungen über Wuchsleistung und Holzeigenschaften einer Mittelwaldkiefer. Forstwissenschaftl. Centralblatt, 1950, Heft 2/3.
23. Rebel, K.: Waldbauliches aus Bayern. II. Band, 1924, S. 186 f.
24. Schädelin, W.: Die Auslesedurchforstung. 3. Auflage, 1942, S. 51, Paul Haupt.
25. Schmutziger, H.: Forstliche Besonderheiten des Rheintals. Schweiz. Ztschr. für Forstwesen, 1945, Nr. 5/6 (Photo).

26. *Tanner, H.*: Über das Problem der Föhrenverjüngung. Schweiz. Ztschr. für Forstwesen, 1946.
27. *Tanner, H.*: Die Wälder am Rorschacherberg. Rorschacher Neujahrsblatt 1948.
28. *Vanselow, K.*: Natürliche Verjüngung im Wirtschaftswald. Neumann-Neudamm, 1931.
29. *Voegeli, H.*: Vom Mittelwald und seiner Umwandlung in Hochwald. Schweiz. Ztschr. für Forstwesen, 1947, Nr. 10/11.
30. *Voegeli, H.*: Der Mittelwald als Studienobjekt für waldbauliche Fragen. Schweiz. Ztschr. für Forstwesen, 1950, Nr. 10/11.
31. *Voegeli, H.*: Untersuchungen über die Verteilung von Stiel- und Traubeneichen in den Wäldern des Niederterrassengebietes von Rheinau und Ellikon am Rhein. Schweiz. Ztschr. für Forstwesen, 1951, Nr. 1.
32. *Weck, J.*: Dauerwirtschaft im Kiefernrevier. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, 1940, Heft 4.
33. *Weck, J.*: Die Kiefer Ostelbiens und das Plenterprinzip. Schweiz. Ztschr. für Forstwesen, 1947, Nrn. 5 und 6.
34. *Wittich, W.*: Einzelstammwirtschaft im norddeutschen Kiefernwald. Ztschr. für Forst- und Jagdwesen, 1935, S. 176 ff.

## Pollenspektrum und Baumartenmischung

### Beobachtungen über den Pollenniederschlag auf dem Uetliberg bei Zürich im Jahre 1950

Von *H. Leibundgut* und *E. Marcket*

(Aus dem Institut für Waldbau der ETH)<sup>1</sup>

#### 1. Problemstellung

(12.19:22.83)

Die Pollenanalyse hat sich als ausgezeichnetes Mittel zur Abklärung der großen postglazialen Klima- und Vegetationsfolgen erwiesen. Von Post (13), Firbas (3), Erdtmann (2), Godwin (4), Lemée (8), Lüdi (9), Keller (6), Vareschi (15), Hesselmann (5), Dengler und Scamoni (1) und viele andere haben die pollanalytischen Methoden zu verbessern und deren Fehlerquellen abzuklären und zu vermindern versucht. Abgesehen vom Umstand, daß der Pollen zahlreicher Waldbäume, wie Lärche, Eibe, Ahorn, Esche, Pappel, in Torfablagerungen schlecht oder überhaupt nicht konserviert wird, bewirken vor allem die Witterung (Wind!), die verschiedene Flugfähigkeit der einzelnen Pollenarten und der ungleiche Pollenertrag der Baumarten eine starke Verzerrung des auf dem Wege der Pollenanalyse erhaltenen Vegetationsbildes. Die bisherigen Untersuchungen zur näheren Bestimmung dieser Fehlerquellen wurden größtenteils in baumartenarmen oder forstlich eher einheitlichen Waldgebieten durchgeführt, so im Gebiet von Davos (Lüdi und Vareschi), Aletschgebiet (Va -

<sup>1</sup> Die vorliegende Untersuchung wurde durch den Wald- und Holzforschungsfonds ermöglicht.