

10. 11. 1952
Hedersdorf
Post: Hedersdorf-Wiedlingen

MITTEILUNGEN

DER SCHWEIZERISCHEN ANSTALT FÜR DAS FORSTLICHE VERSUCHSWESEN

ANNALES DE
L'INSTITUT FÉDÉRAL DE RECHERCHES FORESTIÈRES

HERAUSGEGEBEN
VON DIREKTOR H. BURGER

XXVIII. BAND

ZÜRICH 1952
KOMMISSIONSVERLAG VON BEER & CIE., BUCHHANDLUNG
1689

Holz, Blattmenge und Zuwachs

XII. Mitteilung

Fichten im Plenterwald

Von Hans Burger

157727

Einleitung

Schon in einem Aufsatz in der Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen von 1938 und in den Mitteilungen unserer Versuchsanstalt von 1942 hat der Verfasser über einzelne Zusammenhänge zwischen dem Kronenaufbau, der Blattmenge und der Größe und Güte des Zuwachses von Fichten im Plenterwald berichtet. Der Plenterwald ist bekanntlich die Hochwaldform, die nicht nur horizontalen, sondern auch weitgehend vertikalen Schluss aufweist, der im Idealzustand eine vollkommene Ausfüllung des Bestandeslufttraumes mit Assimilationsorganen ermöglichen soll, so daß Licht und Kohlensäure in optimaler Weise zur Erzeugung des Zuwachses ausgenützt werden können.

Man muß sich dabei aber stets bewußt sein, daß die Natur nicht die geringste Ursache hat, uns rasch starke, langschäftige, gerade, astreine Bau- und Werkhölzer zu erzeugen. Sie verfolgt mit der Bildung ihrer Pflanzengesellschaften andere Ziele als die Waldwirtschaft. Die Kunst des Waldbauers besteht dann gerade darin, möglichst standortsgemäße, naturnahe Bestände zu begründen, damit sie widerstandsfähig bleiben gegen alle äußeren Gefahren und sie sodann so zu pflegen, daß sie ihre Rolle als Schutzwald möglichst vollkommen erfüllen und optimalen Zuwachs an Masse und Güte erzeugen. Dabei darf im Buchen-Tannen-Fichtengebiet die Plenterwaldform ebensowenig außer Betracht gelassen werden, wie die Beteiligung der Fichte am Bestandaufbau.

Ueber die Zusammenhänge zwischen Blattmenge und Zuwachs bei der Fichte berichteten schon Veröffentlichungen von E. Badoux, H. Burger, C. M. Möller, H. Leibundgut, H. Knuchel, K. Vanselow u. a. Gewisse Untersuchungen über einige gewerbliche Eigenschaften des Fichtenholzes sind in neuerer Zeit veröffentlicht worden von H. Burger, E. Gäumann, M. Jalava, H. Knuchel, F. Kollmann, E. Staudacher, E. Vintila u. a.

Die früher veröffentlichten Untersuchungen des Verfassers über Holz, Blattmenge und Zuwachs bei Fichten verschiedener Herkunft haben, kurz zusammengefaßt, folgendes ergeben. Auf dem Standort Solothurn, 470 m ü. M., sind bei den Fichten verschiedener Herkunft im Mittel 6—6½ Jahrestriebe benadelt, in Bergün auf 1600 m aber 10—11 Jahrestriebe. In Solothurn brauchen die 40jährigen Fichten von Winterthur

nur 1650 kg frische Nadeln, um jährlich einen Festmeter Schaftholz zu erzeugen, die gleichalten Fichten aus dem Engadin aber 1900 kg. In Bergün brauchten beide Herkunft für die gleiche Zuwachsleistung aber 2500 kg frische Nadeln. Bezüglich des Raumgewichtes und des Schwindens und Wachsens zeigte sich kein eindeutiger Unterschied zwischen dem in Solothurn und dem in Bergün erwachsenen Holz.

Im Plenterwald Toppwald, auf rund 1000 m ü. M., braucht die Weißtanne im Mittel 2000 kg, die Fichte nur 1800 kg frische Nadeln, um im Jahr einen Festmeter Holz zu schaffen. Das Fichtenholz weist im Toppwald ein mittleres Raumtrockengewicht von 0,45 auf. Es schwankt von Baum zu Baum viel weniger als das Tannenholz.

Sonderuntersuchungen in den Astungsversuchsflächen von Chanéaz und St. Gallen zeigten, daß durch die Astung von zwei grünen Astquirlen von unten her 20—25 % des Kronenraumes von 30- bis 40jährigen Fichten entfernt wird, ferner, daß die Oberfläche eines kg Schattennadeln einer herrschenden Fichte 6,7 m² betragen kann, die eines kg Sonnennadeln vom Gipfel der gleichen Fichte aber nur 4,4 m².

A. Das Grundlagenmaterial von Fichten aus dem Plenterwald

An der Waldfläche der Schweiz beteiligt sich die Fichte etwa mit 40 %, besonders in den Gebirgswaldungen, aber auch in den Voralpen und im Jura; sie ist sodann auch weitgehend angebaut worden nach dem Kahlschlag der Laubmischwäldungen im Mittelland und der Buchen-Tannen-Fichtenwälder der Vorberge.

Der Bedeutung der Fichte entsprechend haben wir die Zusammenhänge der Blattmenge mit der Größe und Güte des Zuwachses untersucht, einmal in sehr verschieden alten, aber in sich gleichalterigen Fichtenbeständen und sodann in mehreren Plenterwäldern, in denen teilweise Tanne und Buche vorherrschten, wie z. B. im Biglenwald und im Toppwald, in denen aber oft die Fichte fast rein vorkam, wie z. B. in den Versuchsflächen von La Rolaz bei Le Brassus und von Sigriswil.

Hier sollen vorläufig nur die Beziehungen von Holz, Blattmenge und Zuwachs bei Plenterwaldfichten betrachtet werden, die nach Tab. 1 aus Beständen stammen aus Meereshöhen von 570 m bis auf 1770 m. Es sind alle Baumklassen vertreten, von den erst 1 cm starken unterdrückten bis zu den vorherrschenden fast 100 cm starken Fichten. Für die Untersuchung einiger gewerblicher Eigenschaften des Holzes sind den 60 Fichten aus dem Plenterwald 1559 Stammholzproben entnommen worden, pro Baum mehr oder weniger, je nach der Größe der Stämme. So ergaben sich bei der Analyse der 98 cm starken Fichte von Langwies 189 Stammholzproben, wozu noch zahlreiche Ast- und Nadelproben kamen. Die Plenterwälder, in denen unsere Untersuchungen ausgeführt worden sind, stehen in der Mehrzahl auf eher geringen Standorten.

Bei den Außenarbeiten haben uns zahlreiche Forstbeamte in verständnisvoller Weise unterstützt, und das Personal der Anstalt hat pflichtbewußt mitgearbeitet. Allen Helfern spreche ich den besten Dank aus.

Standort			Probehäume							
Ort und Datum	Meeres- höhe und Exposition	Geologische Unterlage	Alter Jahre	Baum- klasse	Durch- messer in 1,3 m cm	Höhe		Mitt- lerer Kro- nen- radius m	Anzahl bena- delter Jahres- triebe Zahl	Anzahl Holz- proben Stück
						total m	Bis grüne Krone m			
<i>Oppligen</i> Juni 1908	570 W 30°	Flußkies	48	u p	11,4	10,6	2,0	1,5	10	—
			116	m p	25,2	24,4	6,0	2,2	8	—
			135	d p	42,1	32,6	5,2	3,0	7	—
			117	d o	61,0	38,0	13,2	4,9	8	—
<i>Biglenwald</i> September 1935	930 W 23°	Meeres- molasse	62	u p	6,6	6,6	4,0	0,9	9	9
			78	b p	13,7	14,6	9,6	1,7	10	17
			94	m p	22,5	23,8	12,0	1,7	7	37
			115	m p	27,9	27,8	17,8	2,1	8	25
			119	m p	37,4	30,6	12,6	2,3	8	29
			114	m p	41,8	31,4	14,0	3,2	8	35
			148	d o	44,7	33,4	17,0	3,6	8	35
<i>Toppwald</i> September 1941	970 W 15°	Meeres- molasse	238	d o	71,3	34,0	12,0	4,6	9	43
			16	u p	0,8	1,5	0,3	0,6	10	1
			10	u p	0,9	1,6	0,4	0,6	10	1
			14	u p	1,0	1,6	0,4	0,5	10	1
			14	b p	1,2	1,8	0,4	0,6	9	2
			14	b p	1,4	1,8	0,3	0,7	10	2
			16	u p	1,8	2,2	0,6	0,7	10	2
			23	u p	2,0	2,3	0,4	0,8	10	3
			23	u p	2,2	2,2	0,7	1,0	11	3
			17	u p	2,8	2,4	0,3	0,8	11	3
			17	u p	3,4	3,2	0,3	1,1	12	4
			20	u p	3,8	3,3	1,1	0,8	12	5
			20	b p	4,2	3,9	1,2	1,4	13	6
			32	b s	5,4	4,2	1,2	1,4	13	7
<i>Toppwald</i> August 1934	970 N 5°	Meeres- molasse	54	b s	7,0	5,4	1,4	1,7	12	9
			60	b p	10,8	7,4	1,6	1,8	12	15
			61	u p	5,7	5,2	2,8	1,2	10	3
			98	b p	12,1	11,2	4,2	2,0	9	11
			117	m o	22,8	20,6	9,0	2,3	8	19
			108	d p	35,0	31,8	18,0	3,3	9	31
<i>Les Verrières</i> Oktober 1937	1155 SSO 10°	Jurakalk	177	d o	49,3	34,4	17,0	3,8	9	35
			146	d p	62,5	37,4	17,6	4,9	6	43
			174	d o	48,8	31,0	11,4	2,9	8	44
			188	d o	59,4	32,8	12,8	4,5	7	53

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Standort			Probeebäume							
Ort und Datum	Meeres- höhe und Exposition	Geologische Unterlage	Alter Jahre	Baum- klasse	Durch- messer in 1,3 m cm	Höhe		Mitt- lerer Kro- nen- radius m	Anzahl bena- delter Jahres- triebe Zahl	Anzahl Holz- proben Stück
						total m	Bis grüne Krone m			
<i>Le Brassus- Risoud</i> Mai 1939	1210 eben	Jurakalk	210	b o	18,8	15,2	4,6	1,9	8	23
			295	m p	40,4	25,8	8,6	2,5	13	43
			301	d o	54,8	33,4	9,8	2,3	9	71
			307	d o	60,8	33,4	16,4	2,6	7	69
<i>Rougemont</i> Oktober 1928	1220 N 11°	Flysch mit Jura- gehänge- schutt	70	u p	8,4	7,0	3,2	1,3	12	3
			90	u p	11,6	9,8	3,6	1,3	11	13
			59	m p	22,5	23,6	9,0	2,2	9	23
			89	d p	32,3	28,8	10,4	2,5	10	29
			74	d o	41,7	34,0	14,4	3,0	8	41
			156	d p	56,6	38,4	10,4	3,4	15	55
<i>Le Brassus- La Rolaz</i> Juni 1926	1345 WSW 12°	Portlandien	64	b s	12,0	10,2	4,4	0,8	10	13
			110	m p	20,3	15,6	5,0	1,4	9	19
			117	m o	30,4	20,6	7,0	2,1	9	19
			241	d o	41,5	24,0	4,0	1,7	9	25
<i>Sigriswil</i> Mai 1926	1390 W 25°	Flysch mit Kreideschutt	104	b p	10,9	10,4	4,2	1,1	10	11
			121	m o	21,4	19,6	3,0	1,5	10	17
			145	m p	30,4	25,6	7,0	2,0	12	23
			157	d o	42,5	28,2	3,6	2,8	10	25
			129	d p	53,2	29,6	11,0	3,1	8	29
<i>Langwies</i> Oktober 1942	1560 S 30°	Moräne	150	d p	70,6	34,0	5,0	3,6	11	126
			210	d o	98,2	44,8	3,5	5,4	12	189
<i>St. Moritz</i> September 1940	1770 N 20°	Gneis- Glimmer- schiefer	116	u s	12,2	7,6	1,4	0,8	14	7
			200	m p	23,4	18,7	3,8	1,4	13	39
			250	d p	34,8	23,0	3,4	2,1	20	47
			162	d o	51,4	27,4	5,0	3,1	19	67

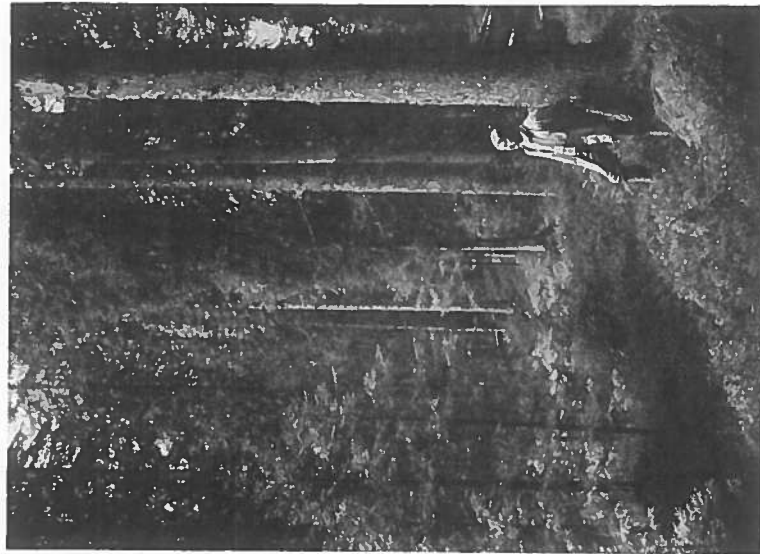
Anmerkung: Baumklassen: d = vorherrschend, m = mitherrschend, b = beherrscht,
u = unterdrückt;

Formklassen: o = schön, p = mittel, s = schlecht.

Anzahl bena- delter Jahres- triebe Zahl	Anzahl Holz- proben Stück
8	23
13	43
9	71
7	69
12	3
11	13
9	23
10	29
8	41
15	55
10	13
9	19
9	19
9	25
10	11
10	17
12	23
10	25
8	29
11	126
12	189
14	7
13	39
20	47
19	67

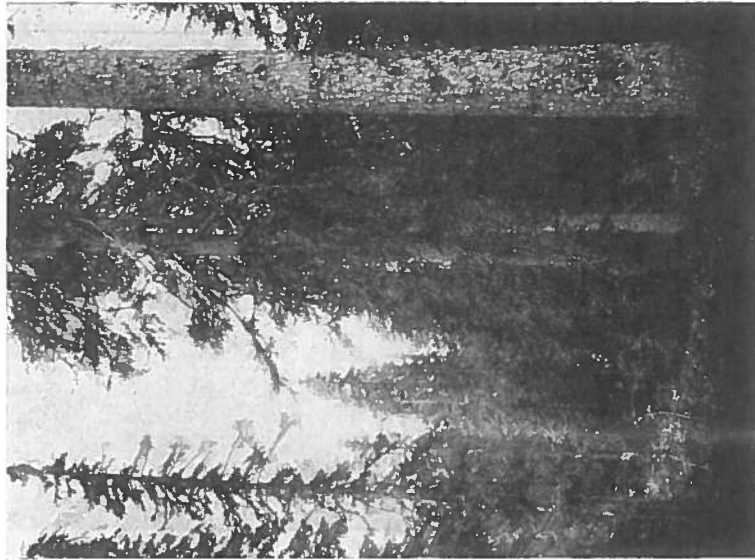
Bild 1

Fichtenplenterwälder



Phot. : Hans Burger
Reiner Fichtenplenterwald
Sigriswil, 1390 m ü. M.

Bild 2



Phot. : Hans Burger
Reiner Fichtenplenterwald
Le Brassus-La Rolaz, 1350 m ü. M.

Von: Hannes WUERTL

Gesendet: Mittwoch, 21. August 2019 23:12

An: elisabeth.welleschuetz@bfw.gv.at <elisabeth.welleschuetz@bfw.gv.at>

Betreff: Bewerbung

Sehr geehrte Frau Welleschütz

Ich habe mich letzten Mittwoch bei Ihnen vorgestellt
und schicke Ihnen hiermit meinen Lebenslauf.

Ich freue mich, wenn ich als Assistent im Istitut für Waldinventur
arbeiten darf.

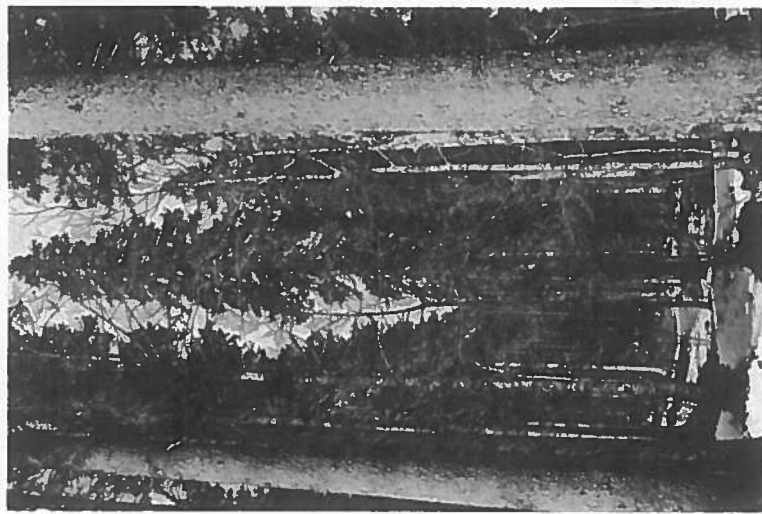
Sie erreichen mich telefonisch unter folgender
Nummer: 0650 400 7827

Mit freundlichen Grüßen

Würtl Hannes aus Tirol

Bild 3

Fichten in Plenterwäldern



Phot.: Dr. W. Nigeli
Fichten-Tannen-Buchenwald
Le Brassus-Risoud, 1210 m ü. M.

Bild 4



Phot.: Hans Burger
Fichten-Lärchen-Arvenwald
St. Moritz, 1770 m ü. M.

B. Einige Eigenschaften des Holzes von Plenterwaldfichten

An den rund 1560 Stammholzproben sind folgende Eigenschaften untersucht worden:

- I. Das Frischraumgewicht und das Trockenraumgewicht.
- II. Der Wassergehalt, bezogen auf Frisch- und Trockengewicht.
- III. Anteil des Holzstoffes, des Wassers und der Luft am Frischraum des Holzes.
- IV. Die Raumschwindung, bezogen auf den Frischraum des Holzes.

Es ist für den Waldwirtschaftler von Bedeutung, zu wissen, unter welchen Bedingungen Holz mit bestimmten Eigenschaften erwachsen ist und wieder erzeugt werden kann. Sodann muß der Forstmann mit den gewerblichen Eigenschaften des Holzes einigermaßen vertraut sein, um schon bei der Sortierung einen gewissen Einfluß auf die volkswirtschaftlich richtigste Verwendung des Holzes zu gewinnen. Endlich benötigt man aber die Raumdichtezahl (Trockengewicht : Frischraum) auch, um den Frischraumzuwachs in Trockengewichtszuwachs umrechnen zu können.

I. Das Raumgewicht des Plenterwaldfichtenholzes

Bei vielen Fragen der Holzbringung, z. B. zur Klärung des Ladegewichtes und der Zugkraft usw. ist die Kenntnis des Frischraumgewichtes erwünscht, während das Trockenraumgewicht mancherlei wesentliche Auskunft gibt über die Eignung eines Holzes zu verschiedenen Anwendungsarten.

1. Das Frischraumgewicht

Das Plenterwaldfichtenholz weist nach Tab. 2 im Gesamtmittel ein Frischraumgewicht von 0,84 auf, 0,97 im Splint und 0,53 im Kern. Das mittlere Frischraumgewicht der Probestämme von Standorten unter 1300 m ü. M. beträgt 0,87, das von Standorten über 1300 m ü. M. aber nur 0,77, was besonders verursacht wird durch den zufällig größeren Anteil von schwachen Stämmen auf Standorten unter 1300 m ü. M. Betrachtet man das Frischraumgewicht reinen Splintes und reinen Kerns, so zeigt sich bei Fichten verschiedener Höhenlage kein gesicherter Unterschied.

Das mittlere Frischraumgewicht des ganzen Schaftes ist demnach besonders bedingt durch die Anteilnahme von Splint und Kern am Schaftbaum. Deshalb ist das Frischraumgewicht der jüngeren Stämme des Plenterwaldes immer höher als das der ältesten, stärksten Probestämme.

In Tab. 3 wurde das Frischraumgewicht von einer rund 300 Jahre alten Fichte aus dem Risoud mit ca. 55 cm Brusthöhendurchmesser und einer 162jährigen Fichte von St. Moritz mit 51 cm Durchmesser dargestellt vom Splint zum Kern, in Stammquerschnitten in verschiedener Höhe über Boden. Im Mittel des Stammquerschnittes nimmt

Tab. 2

Frisch- und Trockenraumgewichte
Mittel aus allen Proben je eines Stammes

Standort		Alter Jahre	Durch- messer in 1,3 m cm	Baum- klasse	Frischraumgewicht				Trockenraumgewicht			
Ort und Datum	Höhe über Meer m				Ganzer Schaft	Rein Splint	Teils Splint teils Kern	Rein Kern	Ganzer Schaft	Rein Splint	Teils Splint teils Kern	Rein Kern
<i>Biglenwald</i> September 1935	930 W	62	6,6	u p	0,97	—	—	—	0,48	—	—	—
		78	13,7	b p	0,78	1,02	—	0,55	0,53	0,58	—	0,48
		94	22,5	m p	0,87	0,97	—	0,51	0,44	0,45	—	0,42
		115	27,9	m p	0,80	1,04	0,70	0,55	0,47	0,50	0,48	0,45
		119	37,4	m p	0,78	0,99	0,59	0,49	0,44	0,45	0,43	0,42
		114	41,8	m p	0,82	1,02	0,77	0,51	0,45	0,46	0,45	0,43
		148	44,7	d o	0,78	1,02	0,68	0,53	0,43	0,43	0,44	0,42
		238	71,3	d o	0,74	1,03	0,63	0,47	0,40	0,39	0,40	0,40
<i>Toppwald</i> September 1941	970 W	16	0,8	u p	1,08	—	—	—	0,48	—	—	—
		10	0,9	u p	1,03	—	—	—	0,55	—	—	—
		14	1,0	u p	1,06	—	—	—	0,53	—	—	—
		14	1,2	b p	1,04	—	—	—	0,53	—	—	—
		14	1,4	b p	1,02	—	—	—	0,47	—	—	—
		16	1,8	u p	0,98	—	—	—	0,47	—	—	—
		23	2,0	u p	1,00	—	—	—	0,51	—	—	—
		23	2,2	b p	1,03	—	—	—	0,54	—	—	—
		17	2,8	u p	0,98	—	—	—	0,41	—	—	—
		17	3,4	u p	0,96	—	—	—	0,43	—	—	—
		20	3,8	u p	0,95	—	—	—	0,45	—	—	—
		20	4,2	b p	0,92	—	—	—	0,46	—	—	—
		32	5,4	b s	1,01	—	—	—	0,44	—	—	—
		54	7,0	b s	0,97	0,99	—	—	0,45	0,45	—	—
		60	10,8	b p	0,93	0,97	0,79	—	0,35	0,34	0,45	—
<i>Toppwald</i> August 1934	970 N	61	5,7	u p	0,85	0,99	—	—	0,42	0,44	—	—
		98	12,1	b p	0,92	1,00	—	0,71	0,45	0,45	—	0,49
		117	22,8	m o	0,78	0,99	—	0,51	0,45	0,49	—	0,42
		108	35,0	d p	0,78	0,92	0,73	0,50	0,43	0,44	0,45	0,42
		177	49,3	d o	0,78	1,04	0,64	0,52	0,46	0,45	0,47	0,44
		146	62,5	d p	0,74	1,00	0,63	0,52	0,45	0,44	0,46	0,45
<i>Les Verrières</i> Oktober 1937	1155 SSO	174	48,8	d o	0,78	0,98	0,65	0,48	0,41	0,42	0,41	0,41
		188	59,4	d o	0,70	0,97	0,59	0,50	0,42	0,43	0,41	0,44
<i>Le Brassus- Risoud</i> Mai 1939	1210 eben	210	18,8	b o	0,83	0,97	—	0,58	0,50	0,50	—	0,50
		295	40,4	m p	0,68	0,94	0,60	0,50	0,43	0,43	0,44	0,43
		301	54,8	d o	0,66	0,97	0,56	0,50	0,42	0,42	0,41	0,42
		307	60,8	d o	0,64	0,97	0,55	0,50	0,41	0,40	0,41	0,42

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Standort		Alter	Durchmesser in 1,3 m cm	Baum- klasse	Frischraumgewicht				Trockenraumgewicht			
Ort und Datum	Höhe über Meer m				Jahre	Ganzer Schaft	Rein Splint	Teils Splint teils Kern	Rein Kern	Ganzer Schaft	Rein Splint	Teils Splint teils Kern
Rougemont Oktober 1928	1220 N	70	8,4	u p	0,93	0,99	—	—	0,52	0,50	—	—
		90	11,6	u p	0,84	0,93	—	0,64	0,54	0,53	—	0,56
		59	22,5	m p	0,88	1,01	0,83	0,64	0,40	0,40	0,39	0,40
		89	32,3	d p	0,79	0,99	0,68	0,58	0,42	0,42	0,41	0,41
		74	41,7	d o	0,85	1,03	0,80	0,59	0,39	0,40	0,37	0,39
		156	56,6	d p	0,64	0,93	0,53	0,48	0,38	0,38	0,37	0,39
Le Brassus- La Rolaz Juni 1926	1345 WSW	64	12,0	h s	0,77	0,81	—	0,52	0,39	0,39	—	0,40
		110	20,3	m p	0,91	1,06	0,82	0,53	0,42	0,43	0,41	0,42
		117	30,4	m o	0,78	1,00	0,60	0,47	0,39	0,40	0,37	0,39
		241	41,5	d o	0,74	0,97	0,59	0,55	0,49	0,49	0,50	0,47
Sigriswil Mai 1926	1390 W	104	10,9	h p	0,82	0,82	—	0,68	0,42	0,42	—	0,43
		121	21,4	m o	0,78	0,87	—	0,54	0,40	0,40	—	0,41
		145	30,4	m p	0,74	1,00	0,59	0,53	0,42	0,43	0,40	0,42
		157	42,5	d o	0,69	0,88	0,52	0,48	0,40	0,40	0,40	0,40
		129	53,2	d p	0,73	0,92	0,58	0,53	0,41	0,41	0,40	0,43
Lungwies Oktober 1942	1560 S	150	70,6	d p	0,68	0,99	0,67	0,50	0,42	0,42	0,42	0,41
		210	98,2	d o	0,60	0,95	0,57	0,45	0,36	0,35	0,35	0,36
St. Moritz September 1940	1770 N	116	12,2	u s	0,95	0,99	0,70	—	0,39	0,38	0,43	—
		200	23,4	m p	0,82	0,98	0,68	0,52	0,41	0,41	0,39	0,41
		250	34,8	d p	0,80	0,94	0,67	0,51	0,38	0,38	0,39	0,40
		162	51,4	d o	0,77	0,95	0,57	0,49	0,39	0,39	0,39	0,39
Gesamt-Mittel		—	—	—	0,84	0,97	0,65	0,53	0,42	0,43	0,42	0,43
Mittel unter 1300 m		—	—	—	0,87	0,99	0,66	0,54	0,43	0,44	0,42	0,44
Mittel über 1300 m		—	—	—	0,77	0,94	0,63	0,52	0,40	0,41	0,40	0,41

Tab. 3

Frischraumgewicht in einzelnen Plenterwaldfichten
von unten nach oben und vom Splint zum Kern

Herkunft und Stammteil	Ganzer Querschnitt	Splint		Holzproben von außen nach innen						Kern	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Le Brassus-Risoud</i>											
1210 m											
1,0 m über Boden	0,66	1,07	0,85	0,51	0,48	0,50	0,53	0,52	0,52	0,56	0,49
7,0 m über Boden	0,61	0,99	0,55	0,47	0,50	0,51	0,48	0,50	0,49	—	—
13,0 m über Boden	0,62	0,99	0,66	0,47	0,51	0,52	0,50	0,49	—	—	—
19,0 m über Boden	0,65	0,97	0,54	0,49	0,52	0,53	0,55	—	—	—	—
25,0 m über Boden	0,76	1,00	0,59	0,57	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0,65	1,00	0,63	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,56	0,49
<i>St. Moritz, 1770 m</i>											
1,0 m über Boden	0,72	1,03	1,02	0,91	0,56	0,48	0,43	0,47	0,47	0,49	—
5,0 m über Boden	0,74	1,01	0,91	0,50	0,46	0,50	0,51	—	—	—	—
9,0 m über Boden	0,78	1,00	0,93	0,52	0,52	0,53	0,55	—	—	—	—
13,0 m über Boden	0,78	0,96	0,85	0,51	0,51	0,56	—	—	—	—	—
17,0 m über Boden	0,78	0,94	0,77	0,51	0,55	—	—	—	—	—	—
21,0 m über Boden	0,85	0,92	0,75	—	—	—	—	—	—	—	—
25,0 m über Boden	1,01	1,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0,77	0,98	0,88	0,61	0,52	0,50	0,47	0,47	0,47	0,49	—

das Frischraumgewicht vom Stammgrund gegen den Gipfel hin zu, weil mit zunehmender Höhe über Boden der Kernholzanteil immer kleiner wird. Bei der Fichte vom Risoud ist der wasserreiche Splintring nur etwa 2,5—3,0 cm breit, bei der jüngeren und rascher gewachsenen Fichte von St. Moritz aber fast 5 cm, d. h. zwei Probedicken von je 2,5 cm.

2. Das Trockenraumgewicht

Bild 5 zeigt, daß das Trockenraumgewicht des Plenterwaldfichtenholzes von etwa 0,28 bis 0,61 schwankt. Das mittlere Trockenraumgewicht beträgt nach Tab. 2 0,42, wobei zwischen Splint und Kern kein deutlicher Unterschied vorhanden ist. Die Proben aus verschiedenen Stammteilen einzelner Bäume streuen nach Tab. 4 verhältnismäßig wenig.

Dagegen bringen unsere Untersuchungen klar zum Ausdruck, daß in Plenterwäldern zwischen 900 m bis 1300 m ü. M. mit 0,43 mittlerem Trockenraumgewicht ein spezifisch schwereres Holz wächst als von 1300—1800 m ü. M. mit 0,40. Die Plenterwaldfichten des Biglenwaldes und des Toppwaldes auf rund 1000 m ü. M. erzeugen ein Holz mit etwa 0,45 Trockenraumgewicht, die in St. Moritz aber auf rund 1800 m ü. M. ein solches von 0,39.

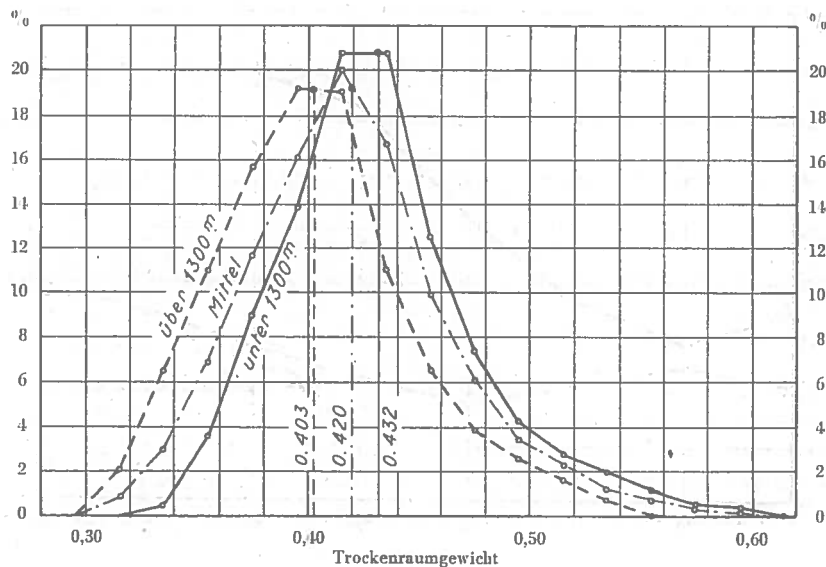
Trockenraumgewicht in einzelnen Plenterwaldfichten
von unten nach oben und vom Splint zum Kern

Tab. 4

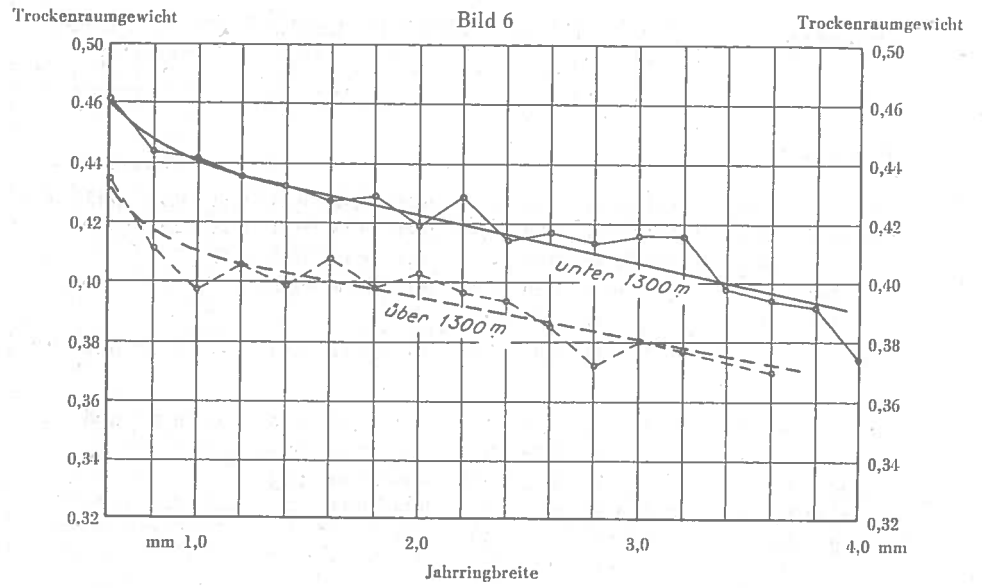
Herkunft und Stammteil	Ganzer Querschnitt	Holzproben von außen nach innen										Kern
		Splint	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Le Brassus-Risoud</i>												
1210 m												
1,0 m über Boden	0,41	0,40	0,40	0,40	0,41	0,42	0,44	0,42	0,42	0,42	0,42	0,38
7,0 m über Boden	0,41	0,39	0,39	0,40	0,43	0,44	0,41	0,43	0,41	—	—	—
13,0 m über Boden	0,41	0,39	0,40	0,40	0,44	0,45	0,43	0,41	—	—	—	—
19,0 m über Boden	0,42	0,39	0,40	0,42	0,45	0,46	0,46	—	—	—	—	—
25,0 m über Boden	0,46	0,44	0,46	0,49	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0,42	0,40	0,41	0,41	0,43	0,44	0,43	0,42	0,42	0,42	0,42	0,38
<i>St. Moritz, 1770 m</i>												
1,0 m über Boden	0,38	0,38	0,40	0,38	0,38	0,39	0,36	0,39	0,38	0,40	—	—
5,0 m über Boden	0,37	0,37	0,36	0,37	0,36	0,36	0,41	—	—	—	—	—
9,0 m über Boden	0,37	0,36	0,37	0,36	0,40	0,40	0,44	—	—	—	—	—
13,0 m über Boden	0,38	0,37	0,37	0,38	0,40	0,44	—	—	—	—	—	—
17,0 m über Boden	0,39	0,37	0,39	0,42	0,45	—	—	—	—	—	—	—
21,0 m über Boden	0,45	0,43	0,48	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25,0 m über Boden	0,51	0,51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0,39	0,39	0,39	0,38	0,39	0,39	0,38	0,39	0,38	0,40	—	—

Häufigkeitslinien der Trockenraumgewichtsverteilung
bei Fichten aus Plenterwäldern

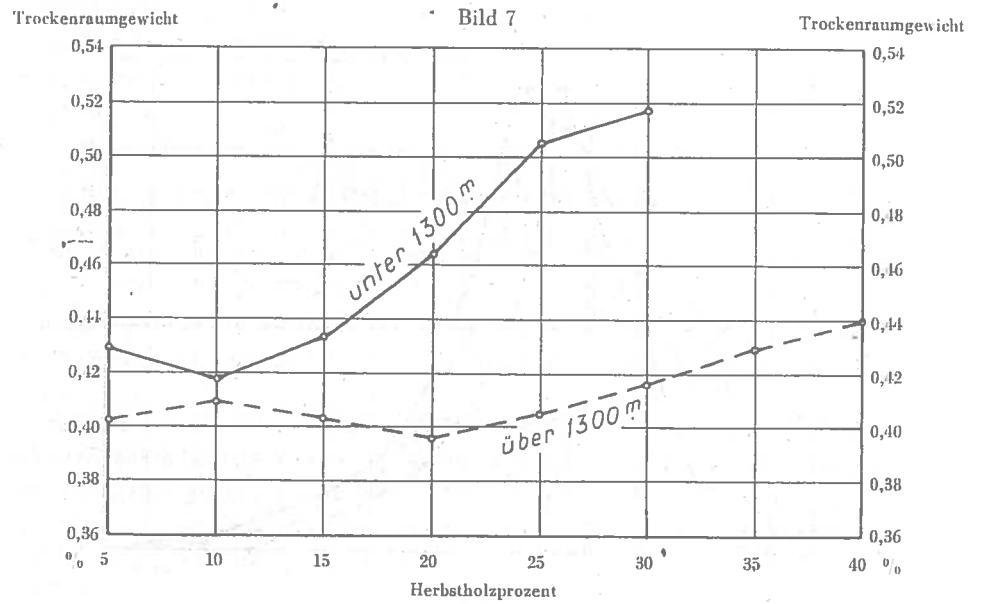
Bild 5



*Einfluß der Jahrringbreite auf das Trockenraumgewicht
bei Fichten aus dem Plenterwald*



*Einfluß des Herbstholzanteils auf das Trockenraumgewicht
bei Fichten aus dem Plenterwald*



Aus Tab. 2 geht für die Fichten z. B. vom Biglenwald, vom Risoud und von Rouge-
mont auch hervor, daß die schmalringigeren Unterstandsfichten ein schwereres Holz
schaffen als die breitringigeren Oberstandsfichten.

Bild 6 zeigt, daß von 0,5 mm Jahrringbreite an das Trockenraumgewicht mit zu-
nehmender Jahrringbreite abnimmt; es läßt auch erkennen, daß bei gleicher Jahrring-
breite auf günstigen Standorten ein schwereres Holz erzeugt wird als auf ungünstigeren.

Aus Bild 7 erkennt man, daß beim unter 1300 m ü. M. erwachsenen Plenterwald-
fichtenholz das Trockenraumgewicht mit zunehmendem Herbstholzprozent stark an-
steigt, während es beim über 1300 m ü. M. erwachsenen Holz mit zunehmendem Herbst-
holzanteil nur schwach zunimmt, weil der Dichteunterschied zwischen Frühholz und
Spätholz bei Fichten aus tiefen Lagen größer ist als bei Fichten aus Hochlagen.

II. Der Wassergehalt des Plenterwaldfichtenholzes

Hier wird der Wassergehalt des Fichtenholzes einmal dargestellt in Prozenten des
Frischgewichtes und in Prozenten des Trockengewichtes.

1. Der Wassergehalt in Prozenten des Frischgewichtes

Der Ausdruck des Wassergehaltes in Prozenten des Frischgewichtes ist noch beson-
ders erwünscht in der Wärmetechnik bei der Darstellung der Beziehungen zwischen
Wassergehalt und Heizwert des Holzes.

Der Wassergehalt in Prozenten des Frischgewichtes beträgt nach Tab. 5 im Gesamt-
mittel bei Plenterwaldfichten 54 %, 61 % im Splint und 29 % im Kern. Schwächere
Stämme mit verhältnismäßig hohem Splintanteil weisen infolgedessen einen höheren
Wassergehalt auf als stärkere Stämme mit großem Kernanteil.

2. Der Wassergehalt in Prozenten des Trockengewichtes

Aus Tab. 5 ergibt sich aber auch, daß der mittlere Wassergehalt des Plenterwald-
fichtenholzes in Prozenten des Trockengewichtes im Gesamtmittel 119 % beträgt,
162 % im Splint und 41 % im Kern. Der trockene Kern enthält also viermal weniger
Wasser als der Splint. Junge Stämme sind deshalb im Mittel wasserhaltiger als ältere
und stärkere Stämme, bei denen der Kern vorherrscht.

Tab. 6 und Bild 8 zeigen klar, daß bei der Fichte vom äußersten Splint gegen innen
der Wassergehalt sehr rasch abfällt und nachher im Kern bis zum Mark ungefähr
gleichbleibt. Der vollaftige Splintrink ist oft nur wenige Zentimeter breit, was von
großer Bedeutung sein kann bei der Stangenimprägnierung. Einen nassen Kern an der
Stammbasis gibt es bei der Fichte nicht.

Wassergehalt des Plenterwaldfichtenholzes in Prozenten des Frisch- und Trockengewichtes
 Tab. 5 Mittel aus allen Proben je eines Stammes

Standort		Probeebäume			Wassergehalt des Plenterwaldfichtenholzes in %							
Ort und Datum	Höhe über Meer m	Alter Jahre	Durchmesser in 1,3 m cm	Baumklasse	des Frischgewichtes				des Trockengewichtes			
					Ganzer Schaft %	Rein Splint %	Teils Splint teils Kern %	Rein Kern %	Ganzer Schaft %	Rein Splint %	Teils Splint teils Kern %	Rein Kern %
<i>Biglenwald</i> September 1935	930 W	62	6,6	u p	56	—	—	—	129	—	—	—
		78	13,7	b p	42	51	—	25	72	105	—	34
		94	22,5	m p	56	60	—	30	127	150	—	42
		115	27,9	m p	50	59	41	30	99	146	68	42
		119	37,4	m p	52	60	35	26	106	151	55	36
		114	41,8	m p	52	61	49	25	108	154	96	32
		148	44,7	d o	52	63	44	30	108	173	78	42
		238	71,3	d o	53	67	45	26	113	207	82	35
<i>Toppwald</i> September 1941	970 W	16	0,8	u p	62	—	—	—	160	—	—	—
		10	0,9	u p	53	—	—	—	111	—	—	—
		14	1,0	u p	56	—	—	—	126	—	—	—
		14	1,2	b p	55	—	—	—	124	—	—	—
		14	1,4	b p	59	—	—	—	146	—	—	—
		16	1,8	u p	58	—	—	—	136	—	—	—
		23	2,0	u p	55	—	—	—	121	—	—	—
		23	2,2	b p	54	—	—	—	116	—	—	—
		17	2,8	u p	62	—	—	—	165	—	—	—
		17	3,4	u p	60	—	—	—	150	—	—	—
		20	3,8	u p	58	—	—	—	140	—	—	—
		20	4,2	b p	57	—	—	—	133	—	—	—
		32	5,4	b s	61	—	—	—	159	—	—	—
		54	7,0	b s	59	59	—	—	145	145	—	—
		60	10,8	b p	67	69	50	—	204	219	101	—
<i>Toppwald</i> August 1934	970 N	61	5,7	u p	56	—	—	—	129	—	—	—
		98	12,1	b p	58	61	—	41	140	158	—	68
		117	22,8	m o	50	59	—	29	101	143	—	41
		108	35,0	d p	52	59	48	27	109	144	91	37
		177	49,3	d o	50	63	36	26	99	169	56	35
		146	62,5	d p	47	62	37	26	89	161	60	35
<i>Les Verrières</i> Oktober 1937	1155 SSO	174	48,8	d o	54	63	45	28	118	172	82	38
		188	59,4	d o	48	63	41	26	94	169	69	36
<i>Le Brassus-Risoud</i> Mai 1939	1210 eben	210	18,8	b o	48	56	—	25	93	127	—	34
		295	40,4	m p	46	61	37	26	84	153	59	35
		301	54,8	d o	46	62	35	26	80	166	54	36
		307	60,8	d o	44	64	33	27	78	176	50	37

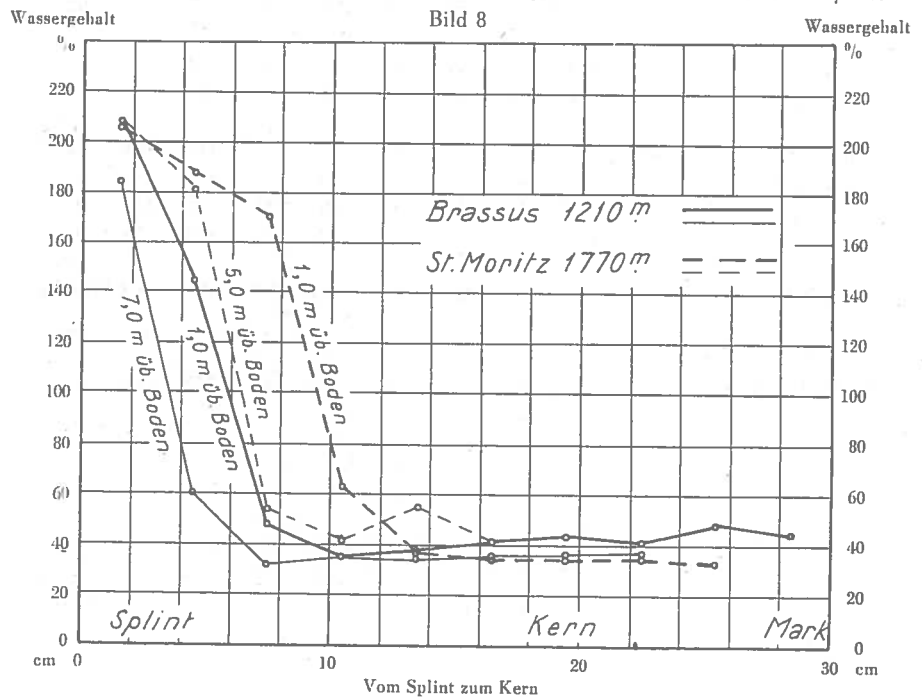
Gewichtes	
Teils Splint teils Kern %	Rein Kern %
—	—
—	34
—	42
68	42
55	36
96	32
78	42
82	35
—	—
—	—
—	—
—	—
—	—
—	—
—	—
—	—
101	—
—	—
—	68
—	41
91	37
56	35
60	35
82	38
69	36
—	34
59	35
54	36
50	37

Standort		Probebäume			Wassergehalt des Plenterwaldfichtenholzes in %							
Ort und Datum	Höhe über Meer m	Alter Jahre	Durchmesser in 1,3 m cm	Baumklasse	des Frischgewichtes				des Trockengewichtes			
					Ganzer Schaft %	Rein Splint %	Teils Splint teils Kern %	Rein Kern %	Ganzer Schaft %	Rein Splint %	Teils Splint teils Kern %	Rein Kern %
<i>Rougemont</i> Oktober 1928	1220 N	70	8,4	u p	56	—	—	—	130	—	—	—
		90	11,6	u p	45	52	—	25	81	107	—	34
		59	22,5	m p	60	65	59	45	148	184	141	83
		89	32,3	d p	54	63	47	38	116	171	90	60
		74	41,7	d o	60	66	59	41	149	197	146	71
		156	56,6	d p	48	63	38	29	91	173	61	40
<i>Le Brassus-La Rolaz</i> Juni 1926	1345 WSW	64	12,0	b s	55	58	—	30	120	135	—	43
		110	20,3	m p	60	65	57	31	149	187	134	46
		117	30,4	m o	56	65	45	26	127	190	81	36
		241	41,5	d o	43	56	27	25	75	128	37	34
<i>Sigriswil</i> Mai 1926	1390 W	104	10,9	b p	54	56	—	26	119	126	—	35
		121	21,4	m o	54	59	—	30	116	144	—	43
		145	30,4	m p	50	58	39	28	98	159	65	40
		157	42,5	d o	49	60	31	26	95	150	46	35
		129	53,2	d p	49	59	38	26	97	146	62	33
<i>Langwies</i> Oktober 1942	1560 S	150	70,6	d p	45	62	43	27	82	164	77	37
		210	98,2	d o	46	66	44	26	85	195	79	35
<i>St. Moritz</i> September 1940	1770 N	116	12,2	u s	64	65	45	—	174	186	81	—
		200	23,4	m p	57	64	49	30	131	175	97	42
		250	34,8	d p	58	65	49	31	136	183	96	44
		162	51,4	d o	55	64	38	29	123	178	62	40
Gesamt-Mittel		—	—	—	54	61	43	29	119	162	79	41
Mittel unter 1300 m		—	—	—	54	61	43	29	120	161	80	43
Mittel über 1300 m		—	—	—	53	61	42	28	115	163	76	39

Wassergehalt in Prozenten des Trockengewichtes in einzelnen Plenterwaldfichten
 Tab. 6 von unten nach oben und vom Splint zum Kern

Herkunft und Stammteil	Ganzer Querschnitt	Splint		Holzproben von außen nach innen						Kern	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Le Brassus-Risoud</i> 1210 m											
1,0 m über Boden	86	209	145	48	34	37	42	44	42	50	45
7,0 m über Boden	70	185	60	33	35	35	36	35	37	—	—
13,0 m über Boden	72	186	85	32	34	34	36	—	—	—	—
19,0 m über Boden	78	178	51	33	34	37	—	—	—	—	—
25,0 m über Boden	90	161	48	32	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	78	183	75	35	34	35	38	39	40	50	45
Trockenraumgewicht	0,42	0,40	0,41	0,41	0,43	0,44	0,43	0,42	0,42	0,42	0,38
<i>St. Moritz</i> , 1770 m											
1,0 m über Boden	111	207	189	171	64	37	34	34	35	34	—
5,0 m über Boden	126	209	183	55	42	55	41	—	—	—	—
9,0 m über Boden	132	212	185	59	46	48	40	—	—	—	—
13,0 m über Boden	131	197	157	49	44	43	—	—	—	—	—
17,0 m über Boden	124	185	124	39	36	—	—	—	—	—	—
21,0 m über Boden	114	142	78	—	—	—	—	—	—	—	—
25,0 m über Boden	126	126	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	123	186	154	81	50	43	37	34	35	34	—
Trockenraumgewicht	0,39	0,39	0,39	0,38	0,39	0,39	0,38	0,39	0,38	0,40	—

Wassergehalt in Prozenten des Trockengewichtes in Splint und Kern von Plenterwaldfichten



III. Holzstoff, Wasser und Luft im Raum des lebenden Fichtenholzes

Die Waldwirtschaft drückt ihre Vorräte von Einzelbäumen und Beständen und deren Zuwachs in Raumgrößen aus und handelt auch alles Nutzholz und das meiste Brennholz in Raumeinheiten. Es ist deshalb sehr erwünscht, sich eine Vorstellung machen zu können über die räumliche Anteilnahme von Holzstoff, Wasser und Luft am lebenden Holz.

1. Der Raumanteil des Holzstoffes

Will man die Dichte des Holzes verschiedener Arten miteinander vergleichen, so leisten die Raumdichtezahl, d. h. das Verhältnis des Trockengewichts zum Frischraum, und sodann der absolute Anteil des Holzstoffes am Frischraum, der mittels des absoluten spezifischen Gewichtes (1,5) des Holzstoffes aus dem Trockengewicht errechnet werden kann, gute Dienste.

Im Gesamtmittel weist das Plenterwaldfichtenholz nach Tab. 7, verglichen mit einigen andern Hölzern, folgende Raumanteile des Holzstoffes auf:

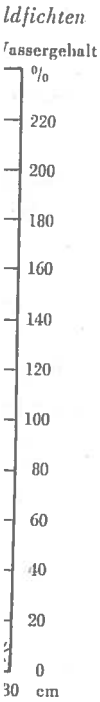
Holzart	Raumanteile des Holzstoffes		
	Ganzer Baum	Splint	Kern
Fichte, Plenterwald	24 %	24 %	24 %
Tanne	24 %	24 %	23 %
Strobe	21 %	21 %	20 %
Föhre	26 %	27 %	26 %
Lärche	30 %	27 %	31 %
Eiche	36 %	35 %	37 %
Buche	37 %	36 %	37 %

Im Mittel bestehen also 24 % des Raumes des Holzes lebender Plenterwaldfichten aus Holzstoff, 76 % sind Porenräume, die teils mit Wasser, teils mit Luft erfüllt sind. Fichten- und Tannenholz ist etwas dichter als Strobenholz, aber weniger dicht als Föhren-, Lärchen- oder gar Eichen- und Buchenholz. Tab. 8 beweist, daß die Dichte des Fichtenholzes in verschiedenen Teilen von Stämmen wenig streut.

2. Der Wassergehalt in Prozenten des Frischraumes

Der Wassergehalt in Prozenten des Frischraumes schwankt nach Tab. 7 viel weniger mit dem wechselnden Raumgewicht als der Wassergehalt bezogen auf das Trockengewicht. Aber auch der Wassergehalt in Prozenten des Frischraumes nimmt im Mittel ganzer Stämme mit zunehmendem Alter oder Durchmesser ab, weil der Anteil des trockenen Kerns steigt.

Kern	
9	10
50	45
—	—
—	—
—	—
50	45
0,42	0,38
34	—
—	—
—	—
—	—
—	—
—	—
34	—
0,40	—



Holzstoff und Wassergehalt in Prozenten des Frischraumes

Tab. 7

Mittel aus allen Proben je eines Stammes

Standort		Probeebäume			Fester, organischer Stoff in % des Frischvolumens				Wassergehalt in % des Frischvolumens			
Ort und Datum	Höhe über Meer	Alter	Durch- messer in 1,3 m	Baum- klasse	Ganzer Schaft	Rein Splint	Teils Splint, teils Kern	Rein Kern	Ganzer Schaft	Rein Splint	Teils Splint, teils Kern	Rein Kern
	m	Jahre	cm		%	%	%	%	%	%	%	%
<i>Biglenwald</i> September 1935	930 W	62	6,6	u p	26	—	—	—	55	—	—	—
		78	13,7	b p	29	32	—	27	33	52	—	14
		94	22,5	m p	25	25	—	23	49	58	—	15
		115	27,9	m p	26	27	27	25	40	61	28	16
		119	37,4	m p	24	25	24	23	40	59	21	13
		114	41,8	m p	25	26	25	25	43	62	38	13
		148	44,7	d o	24	24	25	24	41	65	30	16
		238	71,3	d o	22	22	22	22	39	70	29	12
<i>Toppwald</i> September 1941	970 W	16	0,8	u p	27	—	—	—	67	—	—	—
		10	0,9	u p	31	—	—	—	54	—	—	—
		14	1,0	u p	30	—	—	—	59	—	—	—
		14	1,2	b p	30	—	—	—	58	—	—	—
		14	1,4	b p	27	—	—	—	61	—	—	—
		16	1,8	u p	27	—	—	—	57	—	—	—
		23	2,0	u p	29	—	—	—	55	—	—	—
		23	2,2	b p	31	—	—	—	55	—	—	—
		17	2,8	u p	24	—	—	—	61	—	—	—
		17	3,4	u p	25	—	—	—	58	—	—	—
		20	3,8	u p	25	—	—	—	55	—	—	—
		20	4,2	b p	25	—	—	—	53	—	—	—
		32	5,4	b s	25	—	—	—	62	—	—	—
		54	7,0	b s	25	25	—	—	57	57	—	—
		60	10,8	b p	20	19	25	—	63	65	40	—
<i>Toppwald</i> August 1934	970 N	61	5,7	u p	24	—	—	—	48	—	—	—
		98	12,1	b p	25	25	—	24	54	62	—	29
		117	22,8	m o	25	26	—	23	39	58	—	15
		108	35,0	d p	24	24	25	23	40	54	35	13
		177	49,3	d o	25	25	26	25	39	65	23	14
		146	62,5	d p	25	25	25	25	35	62	24	14
<i>Les Verrières</i> Oktober 1937	1155 SSO	174	48,8	d o	23	23	23	22	42	62	30	13
		188	59,4	d o	23	23	22	24	34	61	59	13
<i>Le Brassus- Risoud</i> Mai 1939	1210 eben	210	18,8	b o	28	28	—	28	40	54	—	15
		295	40,4	m p	24	24	24	24	31	57	22	13
		301	54,8	d o	24	24	23	24	29	61	20	13
		307	60,8	d o	23	23	23	24	28	62	18	13

Tabelle 7 (Fortsetzung)

ergehalt ischvolumens		Standort		Probeebäume			Fester, organischer Stoff in % des Frischvolumens				Wassergehalt in % des Frischvolumens			
Teils Splint, teils Kern	Rein Kern	Ort und Datum	Höhe über Meer	Alter	Durch- messer in 1,3 m	Baum- klasse	Ganzer Schaft	Rein Splint	Teils Splint, teils Kern	Rein Kern	Ganzer Schaft	Rein Splint	Teils Splint, teils Kern	Rein Kern
%	%		m	Jahre	cm		%	%	%	%	%	%	%	%
—	—	<i>Rougemont</i>	1220	70	8,4	u p	30	—	—	—	35	—	—	—
—	14	<i>Oktober 1928</i>	N	90	11,6	u p	30	29	—	30	38	48	—	16
—	15			59	22,5	m p	23	23	22	22	52	66	49	29
28	16			89	32,3	d p	24	23	23	23	43	64	32	22
21	13			74	41,7	d o	22	22	21	22	51	69	47	25
38	13			156	56,6	d p	22	22	21	22	31	59	20	14
30	16	<i>Le Brassus-</i>	1345	64	12,0	b s	22	22	—	24	43	47	—	16
29	12	<i>La Rolaz</i>	WSW	110	20,3	m p	23	24	23	24	54	69	40	17
—	—	<i>Juni 1926</i>		117	30,4	m o	22	22	21	22	44	65	27	12
—	—			241	41,5	d o	27	27	28	26	31	55	16	14
—	—	<i>Sigriswil</i>	1390	104	10,9	b p	24	24	—	33	45	46	—	17
—	—	<i>Mai 1926</i>	W	121	21,4	m o	23	23	—	24	42	51	—	16
—	—			145	30,4	m p	24	25	22	25	37	61	21	15
—	—			157	42,5	d o	23	23	23	23	34	53	16	13
—	—			129	53,2	d p	24	24	23	25	36	55	22	14
—	—	<i>Langwies</i>	1560	150	70,6	d p	24	24	24	24	31	61	29	14
—	—	<i>Oktober 1942</i>	S	210	98,2	d o	21	21	20	21	28	63	25	12
—	—	<i>St. Moritz</i>	1770	116	12,2	u s	22	22	25	—	61	64	31	—
—	—	<i>September 1940</i>	N	200	23,4	m p	23	23	22	24	46	62	33	15
40	—			250	34,8	d p	22	21	22	23	46	61	33	15
—	—			162	51,4	d o	22	22	23	22	42	61	22	14
—	29	Gesamt-Mittel		—	—	—	24	24	23	24	45	60	29	16
—	15	Mittel unter 1300 m		—	—	—	26	25	24	24	47	61	31	16
35	13	Mittel über 1300 m		—	—	—	23	23	23	24	41	58	26	15
23	14													
24	14													
30	13													
59	13													
—	15													
22	13													
20	13													
18	13													

Holzstoff in Prozenten des Frischraumes in Plenterwaldfichten

Tab. 8

von unten nach oben und vom Splint zum Kern

Herkunft und Stammteil	Ganzer Querschnitt	Holzproben von außen nach innen									
		Splint								Kern	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Le Brassus-Risoud</i> 1210 m											
1,0 m über Boden	22,8	22,3	22,3	22,2	22,8	23,4	24,0	23,1	23,5	23,9	21,9
7,0 m über Boden	22,9	22,3	22,0	22,8	23,8	24,2	22,7	23,7	23,2	—	—
13,0 m über Boden	23,3	22,3	23,0	23,1	24,5	24,8	23,7	22,9	—	—	—
19,0 m über Boden	23,5	22,3	22,9	23,9	25,1	25,4	25,6	—	—	—	—
25,0 m über Boden	25,6	24,4	25,6	27,7	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	23,4	22,7	23,1	23,6	23,9	24,3	23,6	23,3	23,4	23,9	21,9
<i>St. Moritz, 1770 m</i>											
1,0 m über Boden	21,9	21,6	22,7	21,5	21,9	22,4	20,6	22,5	22,2	23,4	—
5,0 m über Boden	20,9	20,9	20,6	20,9	20,8	20,6	23,2	—	—	—	—
9,0 m über Boden	21,4	20,6	20,9	20,9	23,0	22,9	25,1	—	—	—	—
13,0 m über Boden	21,5	20,8	21,2	21,8	22,5	25,3	—	—	—	—	—
17,0 m über Boden	22,3	21,2	22,1	23,8	25,9	—	—	—	—	—	—
21,0 m über Boden	25,4	24,4	27,0	—	—	—	—	—	—	—	—
25,0 m über Boden	28,6	28,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	22,1	22,1	22,2	21,6	22,2	22,3	21,8	22,5	22,2	23,4	—

Im Mittel aller Proben ergeben sich für das Plenterwaldfichtenholz, verglichen mit andern Holzarten, folgende Werte:

Holzart	Wassergehalt in Prozenten des Frischraumes		
	Ganzer Stamm	Splint	Kern
Fichte, Plenterwald	45 %	60 %	16 %
Tanne	55 %	67 %	23 %
Strobe	48 %	68 %	28 %
Föhre über 50jährig	47 %	60 %	14 %
Lärche	37 %	60 %	21 %
Eiche	45 %	46 %	45 %
Buche	49 %	50 %	40 %

Unser Plenterwaldfichtenholz enthält im Gesamtmittel 45 Raumprocente Wasser, 60 % im Splint und 16 % im Kern. Das Fichtenholz enthält also etwa 10 Raumprocente weniger Wasser als das Tannenholz. Im Fichtensplint ist der Wassergehalt etwa gleich hoch wie im Lärchen- und Föhrensplint, im Kern aber auffallend klein, etwa wie im Farbkern der Föhre.

3. Holzstoff, Wasser und Luft

Das Holz lebender Plenterwaldfichten enthält im Mittel aller Proben 24 % des Raumes Holzstoff, 45 % Wasser und 31 % Luft.

Anteil des Holzstoffes, des Wassers und der Luft am Raum des lebenden Holzes Tab. 9

Holzart	Holzstoff			Wasser			Luft		
	Mittel %	Splint %	Kern %	Mittel %	Splint %	Kern %	Mittel %	Splint %	Kern %
Fichten, Plenterwald	24	24	24	45	60	16	31	16	60
Tanne	24	24	23	55	67	23	21	9	54
Strobe	21	21	20	48	68	28	31	11	52
Föhre	26	27	26	53	60	13	21	13	61
Lärche	30	27	31	38	60	21	32	13	48
Eiche	36	33	37	45	46	45	19	21	18
Buche	37	36	37	49	50	40	14	14	23

Der Splint des Fichtenholzes ist bei lebenden Bäumen so wasserreich und luftarm, daß er von Pilzen kaum angegriffen werden kann. Der Fichtenkern ist dagegen zufolge seines Luftreichtums am lebenden Baum sehr pilzgefährdet. Die Fichte ist aber der Wurzel- und Stammfußfäule auch noch deshalb mehr ausgesetzt als die Tanne, weil die Fichte an der Schaftbasis keinen Naßkern aufweist.

IV. Die Raumschwindung des Plenterwaldfichtenholzes

In Tab. 10 sind die Raumschwindzahlen in Prozenten des Frischgewichtes von Plenterwaldfichten verschiedenen Alters und verschiedener Stammstärke zusammengestellt, einmal vom frischen Zustand bis zur Lufttrockenheit und sodann bis zur absoluten Trockenheit des Holzes. Das Plenterwaldfichtenholz verliert bei der Trocknung in normal geheizten Räumen im Gesamtittel 8 % seines Frischraumes, 12 % bis zum absolut trockenen Zustand. Das über 1300 m ü. M. erwachsene Holz schwindet im Mittel nur 11 %, das unter 1300 m ü. M. erwachsene aber 13 %, weil es spezifisch schwerer ist als jenes.

Zwischen Splint- und Kernholz besteht bezüglich Raumschwindung kein eindeutiger Unterschied, weil auch das Trockenraumgewicht von Splint und Kern im Mittel gleich groß ist. Wie Tab. 11 zum Ausdruck bringt, ist die Raumschwindung zwar deutlich abhängig vom Trockenraumgewicht, aber die Schwindung schwankt von Probe zu Probe eines Stammes verhältnismäßig wenig, weil auch das Trockenraumgewicht wenig streut.

Schwindraum des Plenterwaldfichtenholzes in Prozenten des Frischraumes
Tab. 10 Mittel aus allen Proben je eines Stammes

Standort		Probebäume			Schwindung in Prozenten des Frischraumes							
Ort und Datum	Höhe über Meer m	Alter Jahre	Durchmesser in 1,3 m cm	Baumklasse	von frisch bis lufttrocken				von frisch bis absolut trocken			
					Ganzer Schaft ‰	Rein Splint ‰	Teils Splint teils Kern ‰	Rein Kern ‰	Ganzer Schaft ‰	Rein Splint ‰	Teils Splint teils Kern ‰	Rein Kern ‰
<i>Biglenwald</i> September 1935	930 W	62	6,6	u p	8	—	—	—	12	—	—	—
		78	13,7	b p	10	11	—	9	14	16	—	13
		94	22,5	m p	9	9	—	10	14	14	—	14
		115	27,9	m p	10	10	9	10	14	15	13	14
		119	37,4	m p	8	9	8	8	13	14	13	12
		114	41,8	m p	9	9	9	8	12	12	13	11
		148	44,7	d o	8	8	8	8	13	13	13	12
		238	71,3	d o	9	9	9	9	13	13	12	12
<i>Toppwald</i> September 1941	970 W	16	0,8	u p	9	—	—	—	13	—	—	—
		10	0,9	u p	8	—	—	—	12	—	—	—
		14	1,0	u p	8	—	—	—	12	—	—	—
		14	1,2	b p	9	—	—	—	12	—	—	—
		14	1,4	b p	9	—	—	—	12	—	—	—
		16	1,8	u p	7	—	—	—	11	—	—	—
		23	2,0	u p	7	—	—	—	12	—	—	—
		23	2,2	b p	8	—	—	—	12	—	—	—
		17	2,8	u p	9	—	—	—	11	—	—	—
		17	3,4	u p	8	—	—	—	11	—	—	—
		20	3,8	u p	8	—	—	—	12	—	—	—
		20	4,2	b p	9	—	—	—	13	—	—	—
		32	5,4	b s	9	—	—	—	12	—	—	—
		54	7,0	b s	8	8	—	—	11	11	—	—
		60	10,8	b p	8	8	8	—	12	12	12	—
<i>Toppwald</i> August 1934	970 N	61	5,7	u p	10	—	—	—	11	—	—	—
		98	12,1	b p	10	10	—	9	14	14	—	14
		117	22,8	m o	11	11	—	10	15	16	—	14
		108	35,0	d p	10	11	10	10	14	14	14	14
		177	49,3	d o	10	11	10	10	14	14	14	13
		146	62,5	d o	10	10	10	10	13	13	13	14
<i>Les Verrières</i> Oktober 1937	1155 SSO	174	48,8	d o	10	10	10	10	13	13	13	14
		188	59,4	d o	10	10	9	10	13	13	13	13
<i>Le Brassus-Risoud</i> Mai 1939	1210 eben	210	18,8	b o	8	8	—	8	13	13	—	13
		295	40,4	m p	8	8	8	8	13	14	14	13
		301	54,8	d o	7	7	7	8	12	12	12	13
		307	60,8	d o	7	7	7	7	12	11	12	12

Tabelle 10 (Fortsetzung)

schraumes		
bis absolut trocken		
sin lint	Teils Splint teils Kern %	Rein Kern %
/o		
—	—	—
16	—	13
14	—	14
15	13	14
14	13	12
12	13	11
13	13	12
13	12	12
—	—	—
—	—	—
—	—	—
—	—	—
—	—	—
—	—	—
—	—	—
—	—	—
—	—	—
—	—	—
—	—	—
1	—	—
2	12	—
—	—	—
4	—	14
5	—	14
4	14	14
4	14	13
3	13	14
—	—	—
—	13	14
—	13	13
—	—	13
—	14	13
—	12	13
—	12	12

Standort		Probehäume			Schwindung in Prozenten des Frischraumes							
Ort und Datum	Höhe über Meer	Alter	Durchmesser in 1,3 m	Baumklasse	von frisch bis lufttrocken				von frisch bis absolut trocken			
					Ganzer Schaft	Rein Splint	Teils Splint teils Kern	Rein Kern	Ganzer Schaft	Rein Splint	Teils Splint teils Kern	Rein Kern
	m	Jahre	cm		%	%	%	%	%	%	%	%
Rougemont Oktober 1928	1220 N	70	8,4	u p	8	—	—	—	15	—	—	—
		90	11,6	u p	8	9	—	7	14	14	—	14
		59	22,5	mp	6	6	6	6	15	16	—	14
		89	32,3	d p	7	8	7	6	14	14	14	14
		74	41,7	d o	7	7	7	6	14	14	14	13
		156	56,6	d p	6	6	7	6	13	13	13	14
Le Brassus- La Rolaz Juni 1926	1345 WSW	64	12,0	b s	6	7	—	5	12	12	—	10
		110	20,3	m p	8	8	8	7	14	14	13	13
		117	30,4	m o	7	7	7	7	12	12	11	12
		241	41,5	d o	10	10	9	9	14	14	13	14
Sigriswil Mai 1926	1390 W	104	10,9	b p	6	6	—	7	12	12	—	9
		121	21,4	m o	6	6	—	5	10	10	—	10
		145	30,4	m p	6	6	6	6	11	11	11	10
		157	42,5	d o	6	6	7	6	11	11	10	10
		129	53,2	d p	5	5	6	5	10	9	10	10
Langwies Oktober 1942	1560 S	150	70,6	d p	7	8	6	6	11	12	10	10
		210	98,2	d o	5	5	5	5	9	9	9	9
St. Moritz September 1940	1770 N	116	12,2	u s	7	7	6	—	10	10	9	—
		200	23,4	m p	8	9	8	8	12	13	12	11
		250	34,8	d p	8	8	8	8	12	12	11	12
		162	51,4	d o	8	8	7	8	11	11	11	10
Gesamt-Mittel		—	—	—	8	8	8	8	12	13	12	12
Mittel unter 1300 m		—	—	—	8	9	8	8	13	13	13	13
Mittel über 1300 m		—	—	—	7	7	7	7	11	12	11	11

Raumschwindung in Prozenten des Frischraumes bei Plenterwaldfichten

Tab. 11

von unten nach oben und vom Splint zum Kern

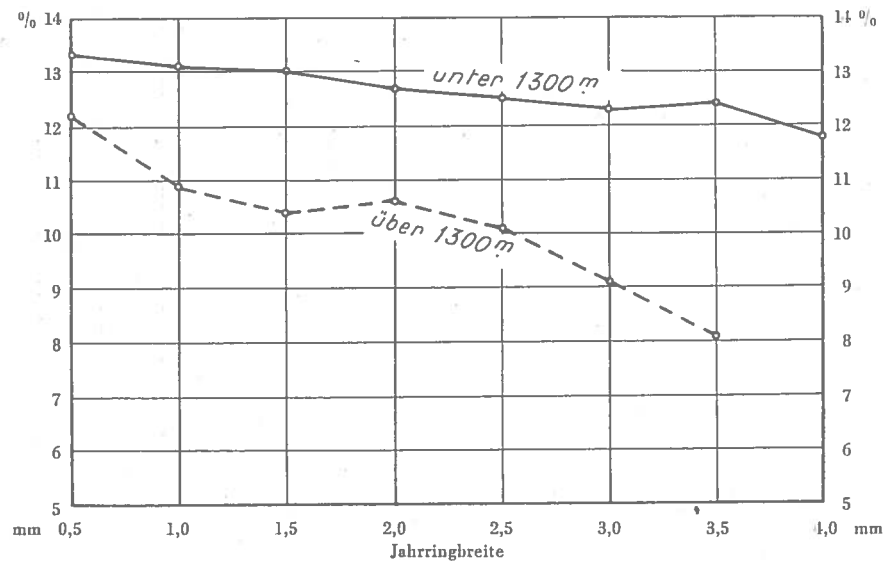
Herkunft und Stammteil	Ganzer Querschnitt	Splint		Holzproben von außen nach innen						Kern	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Le Brassus-Risoud</i> 1210 m											
1,0 m über Boden	12,8	12,3	12,7	12,5	12,8	13,0	14,1	13,4	13,3	12,0	11,7
7,0 m über Boden	12,2	11,6	11,0	11,1	13,5	13,7	13,1	13,4	12,6	—	—
13,0 m über Boden	11,5	10,9	10,3	10,1	13,1	14,4	13,8	13,1	—	—	—
19,0 m über Boden	11,8	11,4	10,7	11,8	13,4	13,3	12,5	—	—	—	—
25,0 m über Boden	12,7	12,8	13,3	11,3	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	12,2	11,8	11,6	11,2	13,1	13,6	13,6	13,3	13,0	12,0	11,7
Trockenraumgewicht	0,42	0,40	0,41	0,41	0,43	0,44	0,43	0,42	0,42	0,42	0,38
<i>St. Moritz</i> , 1770 m											
1,0 m über Boden	10,4	11,5	10,6	10,9	9,7	9,9	10,0	10,2	10,0	8,1	—
5,0 m über Boden	10,8	11,2	10,8	10,6	10,6	10,5	10,9	—	—	—	—
9,0 m über Boden	10,8	11,1	11,0	10,5	10,6	10,8	10,4	—	—	—	—
13,0 m über Boden	11,1	11,3	11,0	10,7	11,3	11,0	—	—	—	—	—
17,0 m über Boden	11,6	11,5	11,8	11,6	11,0	—	—	—	—	—	—
21,0 m über Boden	11,7	11,7	11,7	—	—	—	—	—	—	—	—
25,0 m über Boden	12,3	12,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	11,0	11,4	11,1	10,8	10,4	10,3	10,3	10,2	10,0	8,1	—
Trockenraumgewicht	0,39	0,39	0,39	0,38	0,39	0,39	0,38	0,39	0,38	0,40	—

Einfluß der Jahrringbreite auf die Raumschwindung bei Fichtenholz aus dem Plenterwald

Raumschwindung

Bild 9

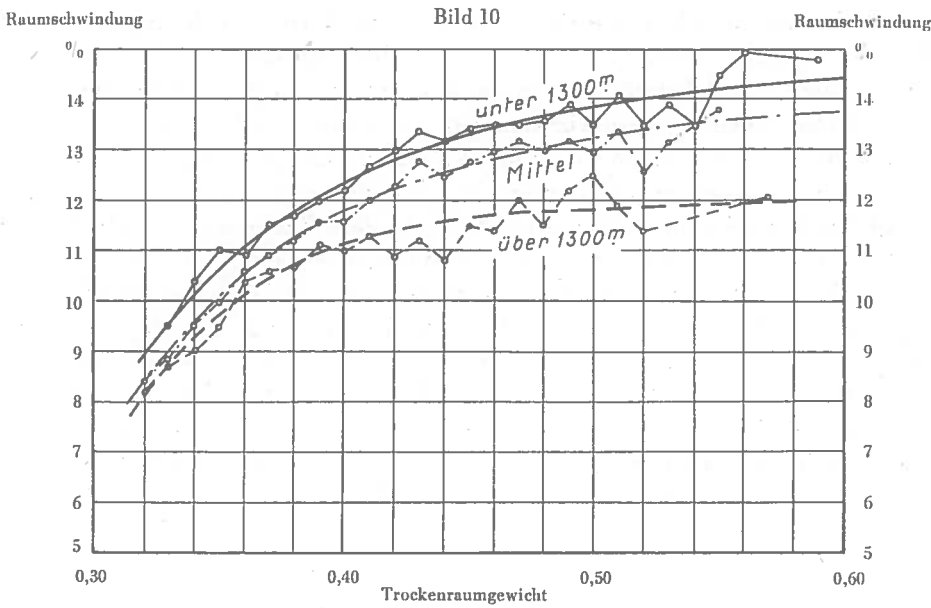
Raumschwindung



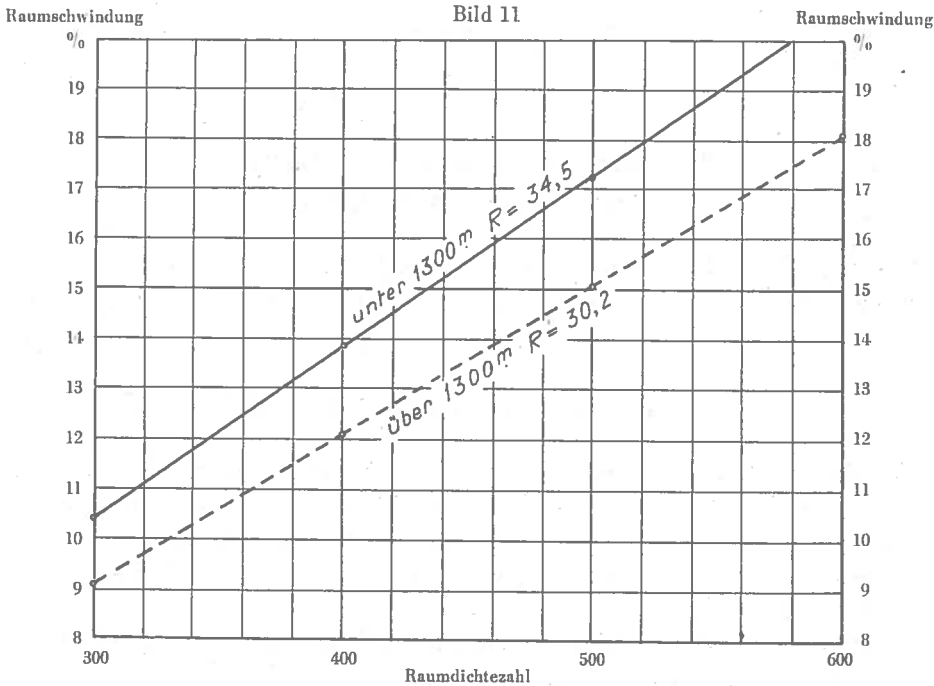
Einfluß des Trockenraumgewichtes auf die Raumschwindung bei Fichtenholz aus dem Plenterwald

Kern	
9	10
12,0	11,7
—	—
—	—
—	—
—	—
12,0	11,7
0,42	0,38
8,1	—
—	—
—	—
—	—
—	—
—	—
8,1	—
0,40	—

terwald
umschwindung
14 %
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4,0 mm



Einfluß der Raumdichte auf die Raumschwindung bei Fichtenholz aus dem Plenterwald



Aus Bild 9 läßt sich erkennen, wie mit zunehmender Jahrringbreite im allgemeinen die Raumschwindung abnimmt, weil nach Bild 6 mit zunehmender Jahrringbreite auch das Trockenraumgewicht abnimmt. Es ist aber auffallend, daß die Abnahme beim Holz aus Hochlagen rascher erfolgt als bei Plenterwaldfichtenholz aus mittleren und tieferen Lagen, was sich durch den verschiedenen Aufbau des Holzes erklären läßt.

Die Bilder 10 und 11 zeigen sehr klar, daß die Raumschwindung wächst mit steigendem Trockenraumgewicht oder zunehmender Raumdichte. Sie zeigen aber auch, daß bei gleichem Trockenraumgewicht oder gleicher Raumdichte das Hochlagenholz weniger schwindet als das aus tieferer Lage. Ich habe diese Tatsache schon 1941 bei den Fichten verschiedener Herkunft erwähnt und folgendermaßen erklärt: Die Natur vermag bei den Nadelbäumen auf verschiedenen Standorten Holz gleichen Trockenraumgewichtes aufzubauen; einmal Holz mit einem gleichmäßig dichten Bau, ohne allzu große Unterschiede zwischen Früh- und Spätholz, wie es häufig in höheren Berglagen zu finden ist, und sodann Holz mit ausgesprochen lockerem Frühholz in Abwechslung mit dichtem Herbstholz, das mehr in mittleren bis tieferen Lagen erwächst und bei dem das Schwinden und Wachsen stark durch die Herbstholzzone beherrscht ist.

C. Kronengewicht, Blattgewicht und Zuwachs von Plenterwaldfichten

Die Verhältnisse zwischen Kronengewicht, Blattgewicht und Zuwachs werden zuerst für Einzelfichten und dann für ganze Bestände dargestellt.

I. Kronen- und Zuwachsverhältnisse bei einzelnen Fichten

Von den 60 Probestämmen, an denen die Kronen- und Zuwachsverhältnisse besonders untersucht worden sind, stammen die meisten aus gemischten Tannen-Fichten-Laubholzbeständen.

1. Reisiggewichte einzelner Fichten

Auf der linken Seite von Tab. 12 sind die unausgeglichene Werte für Schaftreisig, Astreisig und Gesamtreisig einzelner Plenterwaldfichten zusammengestellt, bei denen auffällt, wie stark die Reisiggewichte im Plenterwald mit der Baumstärke zunehmen. Im Biglenwald z. B. wiegt die Krone einer 7 cm starken unterdrückten Fichte nur 20 kg, die einer 71 cm starken vorherrschenden Fichte aber 1256 kg.

Tab. 13 enthält die in Bild 12 ausgeglichenen Kronengewichte* für Plenterwaldfichten verschiedener Durchmesser. Die hier angegebenen Werte weichen nur unbe-

deutend ab von den 1942 über den Plenterwald Toppwald gemachten Angaben. Dagegen sind die im XXVII. Band, 1951, Seite 271, für die Fichte des Plenterwaldes eingesetzten Werte leider unrichtig von der Arbeit von 1942 übertragen.

Verglichen mit andern Holzarten weisen die Plenterwaldfichten folgende Kronengewichte auf:

Holzarten	Gesamtreisigsgewicht bei einem Durchmesser von				
	10 cm kg	20 cm kg	30 cm kg	40 cm kg	50 cm kg
Fichte im Plenterwald	19	64	150	285	473
Tanne im Plenterwald	21	78	178	329	542
Tanne im gleichalterigen Hochwald . .	20	57	146	275	430
Föhre	20	40	78	150	272
Lärche	17	30	65	125	216
Buche	26	70	156	312	541
Eiche	21	65	136	236	372

Die Zusammenstellung bringt deutlich zum Ausdruck, daß bei gleichen Durchmessern die Lichtholzarten leichtere Kronen aufweisen als die Schattenholzarten.

2. Die Nadelgewichte bei einzelnen Plenterwaldfichten

Die an den Aesten sitzenden Blätter oder Nadeln sind es, die den Zuwachs schaffen. Bild 13 und Tab. 13 stellen dar, mit welchem Prozentsatz sich die Nadeln am Frischgewicht der Plenterwaldfichtenkronen beteiligen.

Vergleicht man sodann die Blattprozente der Fichten des Plenterwaldes mit denen einiger anderer Holzarten, so ergibt sich folgendes:

Holzart	Blattprozente bei Brusthöhendurchmessern von				
	10 cm %	20 cm %	30 cm %	40 cm %	50 cm %
Fichte im Plenterwald	30	34	32	30	28
Tanne im Plenterwald	33	40	37	34	30
Tanne im gleichalterigen Hochwald . .	33	42	36	32	30
Föhre	22	29	27	23	19
Lärche	14	18	16	14	13
Buche	12	13	12	11	10
Eiche	13	12	13	14	14

Die Blattprozente der Tannen und Fichten sind auf gleichem Standort und bei gleichem Brusthöhendurchmesser recht ähnlich, weil bei diesen beiden Holzarten auch die Anzahl der benadelten Jahrestriebe annähernd gleich ist, während bei der Föhre das Nadelprozent kleiner ist, einmal weil die Nadeln weniger alt werden und sodann weil bei ausgesprochenen Lichtholzarten nur ein dünner Kronenmantel benadelt sein kann. Die Lärche und die Laubhölzer weisen ähnlich niedrige Blattprozente auf, weil bei ihnen nur während der Vegetationszeit ein einziger Blattjahrgang vorhanden ist.

Standort		Alter	Durchmesser in 1,3 m mit Rinde	Baum- klasse und Schaft- form	Reisig mit Nadeln			Anteil der Nadeln		Wassergehalt in Prozenten des Trockengewichts	
Ort	Meeres- höhe m	Jahre	cm		Schaft- reisig kg	Ast- reisig kg	Gesamt- reisig kg	am Ast- reisig %	am Gesamt- reisig %	Beim Gesamt- reisig %	Bei frischen Nadeln %
<i>Biglenwald</i> September 1935	930 W	62	6,6	u p	14,2	5,6	19,8	45	13	128	150
		78	13,7	b p	6,0	23,8	29,8	32	26	106	117
		94	22,5	m p	5,1	55,7	60,8	45	41	124	128
		115	27,9	m p	4,7	98,9	103,6	41	40	113	117
		119	37,4	m p	5,3	168,1	173,4	30	29	117	113
		114	41,8	m p	3,0	244,0	247,0	34	33	104	118
		148	44,7	d o	5,5	418,7	424,2	22	22	113	113
		238	71,3	d o	4,3	1251,8	1256,1	24	24	95	112
<i>Toppwald</i> September 1941	970 W	16	0,8	u p	0,6	1,0	1,6	48	30	—	140
		10	0,9	u p	0,5	1,2	1,7	58	41	—	146
		14	1,0	u p	0,5	1,2	1,7	53	38	—	124
		14	1,2	b p	0,6	1,3	1,9	53	36	—	130
		14	1,4	b p	1,0	2,0	3,0	51	34	—	149
		16	1,8	u p	0,9	1,6	2,5	56	36	—	143
		23	2,0	u p	1,2	2,4	3,6	50	34	—	120
		23	2,2	b p	1,2	1,7	2,9	52	30	—	138
		17	2,8	u p	1,7	2,5	4,2	55	33	—	145
		17	3,4	u p	2,3	3,2	5,5	57	33	—	129
		20	3,8	u p	3,0	2,5	5,5	54	24	—	153
		20	4,2	b p	4,1	5,6	9,7	52	30	—	136
		32	5,4	b s	6,1	6,0	12,1	48	24	—	150
		54	7,0	b s	4,8	12,0	16,8	44	32	—	150
		60	10,8	b p	4,8	23,7	28,5	54	45	—	146
<i>Toppwald</i> August 1934	970 N	61	5,7	u p	8,7	5,7	14,4	40	16	120	156
		98	12,1	b p	6,5	30,0	36,5	42	35	117	157
		117	22,8	m o	4,0	90,2	94,2	35	33	107	140
		108	35,0	d p	6,0	206,5	212,5	33	32	104	127
		177	49,3	d o	5,5	455,7	461,2	28	28	103	125
		146	62,5	d p	5,0	836,0	841,0	24	24	99	127
<i>Les Verrières</i> Oktober 1937	1155 SSO	174	48,8	d o	3,8	412,4	416,2	33	33	100	113
		188	59,4	d o	3,5	1135,8	1139,3	19	19	82	104
<i>Le Brassus-Risoud</i> Mai 1939	1210 eben	210	18,8	b o	4,1	74,6	78,7	37	35	97	100
		295	40,4	m p	6,4	230,5	236,9	26	25	85	86
		301	54,8	d o	5,4	395,3	400,7	27	26	87	88
		307	60,8	d o	4,8	634,2	639,0	27	27	83	96

eil adeln	Wassergehalt in Prozenten des Trockengewichts		Frische Nadeln					Schaftzuwachs			Trok- kene Nadeln je Baum	Trok- ken- zuwachs je kg trok- kene Nadeln	Auf je 1 m ³ Zuwachs braucht es frische Nadeln	Auf je 1 m ³ Zuwachs braucht es Nadel- oberfläche	
	am Gesamt- reisig ‰	Beim Gesamt- reisig ‰	Bei frischen Nadeln ‰	Ge- wicht je Baum kg	Anzahl Nadeln je kg Stück	Oberfläche			Liter Holz im Jahr dm ³	Raum- dichte- zahl 0,					Trok- ken- gewicht kg
						Je Nadel cm ²	Je kg m ²	Am ganzen Baum m ²							
13	128	150	2,5	245 000	0,29	7,1	18	0,4	423	0,2	1,0	0,22	6 250	45 000	
26	106	117	7,6	274 000	0,27	7,4	56	2,4	460	1,1	3,5	0,31	3 170	28 300	
41	124	128	24,8	177 000	0,38	6,7	166	13,1	388	5,1	10,9	0,47	1 890	12 700	
40	113	117	41,0	133 000	0,48	6,4	262	12,6	429	5,4	18,9	0,29	3 250	20 800	
29	117	113	49,6	148 000	0,44	6,5	322	24,6	389	9,6	23,3	0,41	2 020	13 100	
33	104	118	82,6	104 000	0,46	4,8	396	20,6	401	8,3	37,9	0,22	4 010	19 200	
22	113	113	93,5	125 000	0,48	6,0	561	35,2	375	13,2	43,9	0,30	2 660	15 900	
24	95	112	298,6	133 000	0,46	6,1	1821	65,9	344	22,7	140,9	0,16	4 530	27 600	
30	—	140	0,48	417 000	0,22	9,0	4	0,03	415	0,01	0,20	0,05	16 000	123 000	
41	—	146	0,69				6	0,06	486	0,03	0,28	0,11	11 500	100 000	
38	—	124	0,64				6	0,04	470	0,02	0,29	0,07	16 000	150 000	
36	—	130	0,69				6	0,06	465	0,03	0,30	0,10	11 500	100 000	
34	—	149	1,02				9	0,09	415	0,04	0,41	0,10	11 300	100 000	
36	—	143	0,90	341 000	0,27	9,1	8	0,09	417	0,04	0,37	0,11	10 000	89 000	
34	—	120	1,21				11	0,12	450	0,05	0,55	0,09	10 100	92 000	
30	—	138	0,88				8	0,08	476	0,04	0,37	0,11	11 000	100 000	
33	—	145	1,37				12	0,15	368	0,06	0,56	0,11	9 100	80 000	
33	—	129	1,81				15	0,23	384	0,09	0,79	0,11	7 900	65 000	
24	—	153	1,34	253 000	0,28	7,0	9	0,27	396	0,11	0,53	0,21	5 000	33 000	
30	—	136	2,90				20	0,29	397	0,12	1,23	0,10	10 000	69 000	
24	—	150	2,95				24	0,47	390	0,18	1,18	0,15	6 300	51 000	
32	—	150	5,33				41	0,81	372	0,30	2,13	0,14	6 600	51 000	
45	—	146	12,74				101	3,09	298	0,92	5,18	0,18	4 100	33 000	
16	120	156	2,3	254 000	0,26	6,6	15	0,4	370	0,1	0,9	0,11	5 750	37 500	
35	117	157	12,6	165 000	0,34	5,6	71	2,2	383	0,8	4,9	0,16	5 730	32 300	
33	107	140	31,2	198 000	0,29	5,7	178	7,3	415	3,0	13,0	0,23	4 271	24 400	
32	104	127	68,0	103 000	0,49	5,0	340	29,6	376	11,1	29,9	0,37	2 300	11 600	
28	103	125	128,5	104 000	0,40	4,2	540	30,8	390	12,0	57,2	0,21	4 170	17 500	
24	99	127	200,7	102 000	0,45	4,6	923	34,7	390	13,5	88,3	0,15	5 780	26 600	
33	100	113	137,7	117 000	0,53	6,2	854	39,6	362	14,3	64,7	0,22	3 480	21 600	
19	82	104	217,5	107 000	0,49	5,2	1131	36,7	361	13,2	106,6	0,12	5 930	30 800	
35	97	100	27,8	168 000	0,33	5,5	153	5,0	430	2,2	13,9	0,16	5 560	30 600	
25	85	86	59,3	176 000	0,33	5,8	344	9,8	373	3,7	31,8	0,12	6 050	35 100	
26	87	88	104,8	127 000	0,40	5,1	534	18,5	366	6,8	55,7	0,12	5 660	28 900	
27	83	96	170,0	115 000	0,43	4,9	833	27,4	351	9,6	86,9	0,11	6 200	30 400	

Reisiggewicht, Anteil der Nadeln und Wassergehalt von Reisig und Nadeln

Tabelle 12 (Fortsetzung)

Standort		Alter	Durchmesser in 1,3 m mit Rinde	Baum- klasse und Schaft- form	Reisig mit Nadeln			Anteil der Nadeln		Wassergehalt in Prozenten des Trockengewichts	
Ort	Meeres- höhe m				Schaft- reisig kg	Ast- reisig kg	Gesamt- reisig kg	am Ast- reisig %	am Gesamt- reisig %	Beim Gesamt- reisig %	Bei frischen Nadeln %
Rougemont Oktober 1928	1220 N	70	8,4	u p	7,5	8,5	16,0	47	25	110	122
		90	11,6	u p	4,7	24,4	29,1	39	33	108	124
		59	22,5	m p	5,8	97,7	103,5	45	43	110	123
		89	32,3	d p	5,2	210,5	215,7	44	43	107	120
		74	41,7	d o	5,0	275,5	280,5	35	34	103	120
		156	56,6	d p	4,8	715,5	720,3	29	29	96	120
Le Brassus- La Rolaz Juni 1926	1345 WSW	64	12,0	b s	5,5	13,2	18,7	50	35	140	106
		110	20,3	m p	5,5	69,5	75,0	40	37	129	106
		117	30,4	m o	4,5	127,4	131,9	32	31	118	104
		241	41,5	d o	3,5	363,0	366,5	21	21	105	104
Sigriswil Mai 1926	1390 W	104	10,9	b p	5,0	13,0	18,0	54	39	105	89
		121	21,4	m o	5,0	91,0	96,0	29	27	110	93
		145	30,4	m p	6,0	131,0	137,0	31	30	107	93
		157	42,5	d o	5,0	411,0	416,0	26	25	97	92
		129	53,2	d p	3,5	442,5	446,0	26	25	97	93
Langwies Oktober 1942	1560 S	150	70,6	d p	3,5	801,5	805,0	16	16	78	97
		210	98,2	d o	5,0	2400,0	2405,0	11	11	73	96
St. Moritz September 1940	1770 N	116	12,2	u s	4,7	25,9	30,6	49	42	121	123
		200	23,4	m p	4,6	76,2	80,8	42	39	109	111
		250	34,8	d p	5,2	260,2	265,4	41	40	108	117
		162	51,4	d o	4,0	612,8	616,8	34	34	100	108
Gesamt-Mittel		—	—	—	4,4	250,2	254,6	25	24	105	109
Mittel unter 1300 m		—	—	—	4,3	199,4	203,7	28	27	104	114
Mittel über 1300 m		—	—	—	4,7	389,2	393,9	21	20	107	103

n	Wassergehalt in Prozenten des Trockengewichts		Frische Nadeln					Schaftzuwachs			Trok- kene Nadeln je Baum	Trok- ken- zuwachs je kg trock- ene Nadeln	Auf je 1 m³ Zuwachs braucht es frische Nadeln	Auf je 1 m² Zuwachs braucht es Nadel- oberfläche
	Beim Gesamt- reisig %	Bei frischen Nadeln %	Ge- wicht je Baum kg	Anzahl Nadeln je kg Stück	Oberfläche			Liter Holz im Jahr dm³	Raum- dichte- zahl 0,	Trok- ken- gewicht kg				
					Je Nadel cm²	Je kg m²	Am ganzen Baum m²							
5	110	122	4,0	260 000	0,25	6,5	26	0,6	460	0,3	1,8	0,17	6 670	43 300
3	108	124	9,5	254 000	0,25	6,3	60	1,7	459	0,8	4,2	0,19	5 590	35 300
3	110	123	44,1	137 000	0,38	5,2	229	18,1	362	6,6	19,8	0,33	2 440	12 700
3	107	120	93,1	102 000	0,48	4,9	456	28,9	373	10,8	42,4	0,25	3 220	15 800
4	103	120	96,8	86 000	0,47	4,0	387	45,3	359	16,3	44,1	0,37	2 140	8 500
9	96	120	206,6	105 000	0,47	4,9	1012	44,7	349	15,6	94,0	0,17	4 620	22 600
5	140	106	6,6	130 000	0,35	4,6	30	2,0	345	0,7	3,2	0,22	3 300	15 000
7	129	106	27,6	152 000	0,34	5,2	144	6,3	370	2,3	13,4	0,17	4 380	22 900
1	118	104	40,8	119 000	0,39	4,6	188	10,7	350	3,7	20,0	0,19	3 810	17 600
1	105	104	75,3	113 000	0,42	4,7	354	9,2	430	4,0	36,9	0,11	8 180	38 500
9	105	89	7,0	149 000	0,37	5,5	38	3,1	366	1,1	3,7	0,30	2 260	12 300
7	110	93	26,2	121 000	0,41	5,0	131	8,2	356	2,9	13,6	0,21	3 200	16 000
0	107	93	40,8	177 000	0,33	5,8	237	9,3	387	3,6	21,2	0,17	4 390	25 500
5	97	92	105,8	112 000	0,41	4,6	487	26,7	354	9,5	55,0	0,17	3 960	18 200
5	97	93	113,0	109 000	0,40	4,4	497	29,4	379	11,1	58,6	0,19	3 840	16 900
6	78	97	127,9	122 000	0,40	4,9	627	26,3	373	9,8	65,0	0,15	4 860	23 800
1	73	96	266,0	145 000	0,38	5,5	1463	60,5	320	19,4	135,7	0,14	4 400	24 200
2	121	123	12,7	135 000	0,37	5,0	64	1,8	346	0,6	5,7	0,11	7 060	35 600
9	109	111	31,9	141 000	0,43	6,0	191	5,9	356	2,1	15,1	0,14	5 410	32 400
0	108	117	106,2	111 000	0,47	5,2	552	14,7	330	4,9	48,9	0,10	7 220	37 600
4	100	108	208,3	109 000	0,48	5,2	1083	30,3	342	10,4	100,0	0,10	6 870	35 700
4	105	109	61,7	123 000	0,42	5,2	321	14,4	368	5,3	29,5	0,18	4 280	22 300
7	104	114	54,9	123 000	0,43	5,3	289	13,7	372	5,1	25,7	0,20	4 000	21 100
0	107	103	80,4	123 000	0,41	5,0	406	16,3	350	5,7	39,7	0,14	4 930	24 900

Frischgewicht des Reisis und der Nadeln bei Plenterwaldfichten
verschiedener Durchmesser

Tab. 13

Durchmesser in 1,3 m cm	Reisiggewicht mit Nadeln pro Baum		Nadelgewicht			Durch- messer in 1,3 m cm	Reisiggewicht mit Nadeln pro Baum		Nadelgewicht		
			absolut kg	in ‰ des					absolut kg	in ‰ des	
	Ast- reisig kg	Gesamt- reisig kg		Ast- reisigs	Gesamt- reisigs		Ast- reisig kg	Gesamt- reisig kg		Ast- reisigs	Gesamt- reisigs
2	1,4	2,8	0,8	60	30	52	514	518	143	28	28
4	2,7	6,4	1,5	53	23	54	563	567	154	27	27
6	5,1	14,1	2,6	51	19	56	615	619	165	27	27
8	8,0	15,8	3,9	49	25	58	670	674	176	26	26
10	12,0	19,0	5,7	47	30	60	728	732	188	26	26
12	17,7	24,2	8,0	45	33	62	789	793	200	25	25
14	25,2	31,2	10,8	43	35	64	853	857	212	25	25
16	34,5	40,5	14,0	41	35	66	920	924	225	24	24
18	45,5	51,5	17,6	39	34	68	990	994	238	24	24
20	58,0	64,0	21,6	37	34	70	1063	1067	251	24	24
22	72	78	26	36	33	72	1139	1143	265	23	23
24	88	94	31	35	33	74	1218	1222	279	23	23
26	105	111	36	34	32	76	1300	1304	293	23	22
28	124	130	42	34	32	78	1385	1389	308	22	22
30	145	150	48	33	32	80	1473	1477	323	22	22
32	168	173	55	33	32	82	1564	1568	339	22	22
34	193	198	62	32	31	84	1658	1661	355	21	21
36	220	225	70	32	31	86	1755	1758	372	21	21
38	249	254	78	31	31	88	1856	1859	389	21	21
40	280	285	86	31	30	90	1961	1964	407	21	21
42	313	318	95	30	30	92	2070	2073	425	21	21
44	348	353	104	30	29	94	2183	2186	444	20	20
46	385	390	113	29	29	96	2300	2303	463	20	20
48	425	431	123	29	28	98	2421	2424	483	20	20
50	468	473	133	28	28	100	2547	2550	503	20	20

Die Blattgewichte der Plenterwaldfichten nehmen mit dem Durchmesser rasch zu. Während z. B. die 7 cm starke Fichte im Biglenwald nur 2½ kg frische Nadeln trägt, ist die Fichte mit 71 cm Durchmesser mit rund 300 kg Nadeln ausgestattet.

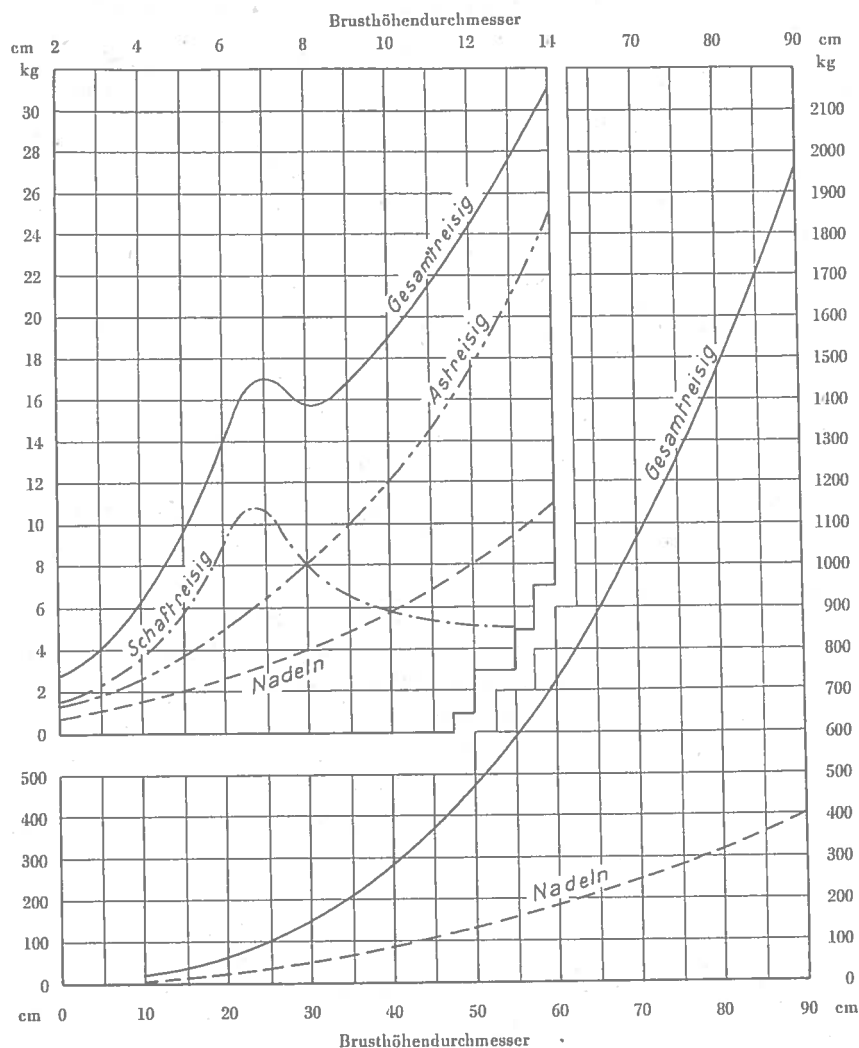
3. Die Anzahl und die Oberfläche der Plenterwaldfichtennadeln

Aus Tab. 12 läßt sich erkennen, daß die Anzahl der frischen Nadeln pro kg von Standort zu Standort und im gleichen Bestand von Baum zu Baum innert weiter Grenzen schwanken kann. So können bei einzelnen Bäumen schon 86 000 frische Nadeln

Mittlere Reisig- und Nadelgewichte bei Plenterwaldfichten
verschiedenen Durchmessers

Bild 12

Nadelgewicht	
in ‰ des	
Ast- reisigs	Gesamt- reisigs
28	28
27	27
27	27
26	26
26	26
25	25
25	25
24	24
24	24
24	24
23	23
23	23
23	22
22	22
22	22
22	22
21	21
21	21
21	21
21	21
21	21
20	20
20	20
20	20
20	20
20	20



er rasch zu.
Nadeln trägt,
t.

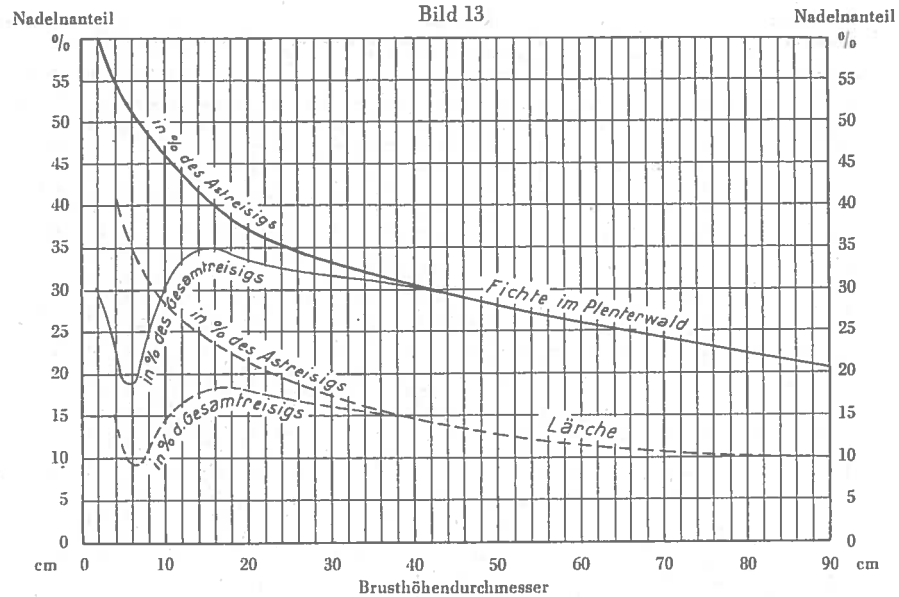
ein Kilogramm wiegen, bei andern aber erst 420 000 Nadeln, wobei einmal die Anzahl der benadelten Jahrestriebe eine Rolle spielt, weil jüngere Nadeln mehr Wasser enthalten und infolgedessen schwerer sind als ältere.

pro kg von
weiter Gren-
sche Nadeln

Es fällt aber besonders auf, daß die stark beherrschten und unterdrückten Fichten des Plenterwaldes viel kleinere Nadeln aufweisen als die Fichten des Oberstandes. Im Biglenwald braucht es z. B. bei den zwei Unterstandsfichten im Mittel rund 260 000 Nadeln auf 1 kg Frischgewicht, bei den Oberstandsbäumen aber nur 137 000 Nadeln. Sehr auffallende Ergebnisse zeitigte aber die Untersuchung im Toppwald. Bei den

Prozentualer Anteil frischer Nadeln am Fichtenreisig,
verglichen mit der Lärche

Bild 13



kleinsten Fichten mit nur 1 cm Brusthöhendurchmesser gehen 400 000 Stück Nadeln auf 1 kg Frischgewicht, bei 5—10 cm starken unterdrückten und beherrschten Fichten sind es rund 250 000 Nadeln und bei vorherrschenden Bäumen noch rund 100 000 Nadeln.

Die ganz kleinen Fichten im Toppwald z. B. tragen nicht nur kleine Nadeln, die Nadeln sind auch flache Schattennadeln mit Oberflächen bis zu 9 m² pro kg, während die vorherrschenden Fichten nicht nur große Nadeln aufweisen, sondern auch solche mit ausgesprochenem Sonnennadelcharakter, mit Oberflächen von nur rund 4 m² pro kg Frischgewicht. Diese Tatsache tritt klarer in Erscheinung in den gut geschlossenen Plenterwäldern Biglenwald, Toppwald und Rougemont, während in den viel lichter stehenden Beständen von Le Brassus-La Rolaz und St. Moritz der Unterschied zwischen den Nadeln des Unterstandes und denen des Oberstandes geringer ist. Daß der Kronenteil oberhalb der größten Kronenbreite, also die Sonnenkrone, auch Nadeln trägt, die derber und dicker sind und pro 1 kg eine kleinere Oberfläche aufweisen als die Nadeln im unteren Teil der Krone, in der sogenannten Schattenkrone, konnte schon früher nachgewiesen werden.

Es ist beachtenswert, daß die 70 cm starke Fichte aus dem Biglenwald an 1250 kg Aesten 300 kg Nadeln trägt, die eine allseitige Oberfläche von 1800 m² aufweisen.

4. Die Blattmenge und der Zuwachs einzelner Plenterwaldfichten

Der in diesem Zusammenhang erwähnte Zuwachs bedeutet stets die jährliche Holzzunahme des Baumschaftes ohne Rinde im Mittel der letzten drei bis fünf Jahre.

**Nadelgewicht, Nadeloberfläche und Zuwachs pro Baum
von Plenterwaldfichten verschiedener Durchmesser**

Tab. 14

Durchmesser in 1,3 m	Frische Nadeln pro Baum	Nadeloberfläche		Frischraum- und Trocken- gewichtszuwachs pro Baum			Je 1 m ³ Jahreszuwachs braucht es:	
cm	kg	pro 1 kg frische Nadeln m ²	pro Baum m ²	Frischraum- zuwachs Liter	Raum- dichtezahl 0,	Trocken- gewichtszuwachs kg	Frische Nadeln kg	Nadel- oberfläche m ²
4	1,5	9,0	13	0,2	450	0,1	7 500	65 000
6	2,6	8,9	23	0,6	447	0,3	4 300	38 300
8	3,9	8,7	34	1,2	444	0,5	3 300	28 300
10	5,7	8,6	49	2,0	441	0,9	2 800	24 500
12	8,8	8,5	68	3,0	438	1,3	2 700	22 700
14	10,8	8,3	90	4,2	435	1,8	2 600	21 400
16	14,0	8,2	115	5,6	432	2,4	2 500	20 500
18	17,6	8,0	141	7,1	429	3,0	2 500	19 900
20	21,6	7,9	171	8,7	426	3,7	2 500	19 700
22	26	7,8	206	10,4	423	4,4	2 500	19 600
24	31	7,6	236	12,2	420	5,1	2 500	19 300
26	36	7,5	270	14,0	417	5,8	2 600	19 300
28	42	7,3	307	15,8	414	6,5	2 700	19 400
30	48	7,2	346	17,5	411	7,2	2 700	19 800
32	55	7,0	385	19,2	408	7,8	2 900	20 100
34	62	6,9	428	20,9	405	8,4	3 000	20 500
36	70	6,8	476	22,5	402	9,0	3 100	21 200
38	78	6,7	523	24,1	399	9,6	3 200	21 700
40	86	6,6	568	25,7	396	10,1	3 300	22 000
42	95	6,5	617	27,2	393	10,7	3 500	22 700
44	104	6,4	666	28,7	390	11,2	3 600	23 200
46	113	6,3	712	30,2	387	11,7	3 700	23 600
48	123	6,1	750	31,6	384	12,1	3 900	23 700
50	133	6,0	798	33,0	381	12,6	4 000	24 200
52	143	5,9	844	34,4	378	13,0	4 200	24 500
54	154	5,7	878	35,7	376	13,4	4 300	24 600
56	165	5,6	924	37,0	374	13,8	4 500	25 000
58	176	5,5	968	38,3	372	14,2	4 600	25 300
60	188	5,3	996	39,5	370	14,6	4 800	25 300
62	200	5,2	1 040	40,7	368	15,0	4 900	25 600
64	212	5,1	1 081	41,9	366	15,3	5 100	25 800
66	225	5,0	1 125	43,0	364	15,6	5 200	26 200
68	238	4,9	1 166	44,1	362	16,0	5 500	26 400
70	251	4,8	1 205	45,2	360	16,3	5 600	26 700
72	265	4,7	1 245	46,2	358	16,5	5 700	26 900
74	279	4,6	1 283	47,2	356	16,8	5 900	27 200
76	293	4,5	1 318	48,2	354	17,1	6 100	27 300
78	308	4,4	1 355	49,1	352	17,3	6 300	27 600
80	323	4,3	1 389	50,0	350	17,5	6 500	27 800

Der Zuwachs ist einmal immer abhängig vom Standort. Auf dem mageren, flachgründigen Juraboden von Le Brassus-La Rolaz erzeugt z. B. eine 42 cm starke, vorherrschende Fichte, die 241jährig ist, nach Tab. 12 nur einen Schaftzuwachs von 9 Litern im Jahr, während eine gleich starke, aber 74jährige Fichte auf dem mittelguten Standort bei Rougemont 45 Liter Schaftzuwachs schafft.

Auf gleichem Standort ist der Zuwachs einzelner Fichten vorwiegend bedingt durch das Alter und die zufällige Stellung des Baumes im Bestand, was im Plenterwald besonders scharf in Erscheinung tritt. Im Biglenwald erzeugt die 7 cm starke, unterdrückte Fichte nur 0,4 Liter Zuwachs im Jahr, die vorherrschende Fichte mit 71 cm Durchmesser aber 66 Liter oder 165mal mehr.

Vergleicht man in den Tabellen 12 und 14 die Beziehungen zwischen dem Nadelgewicht und dem Zuwachs, so fällt immer wieder auf, daß unterdrückte Fichten pro Nadelgewichtseinheit sehr ungünstig Schaftzuwachs schaffen, 6000—7000 kg und mehr frische Nadeln benötigen, um im Jahr einen Festmeter Zuwachs zu erzeugen; sie leben, bauen auf, aber schaffen noch wenig Wertzuwachs. Am rationellsten arbeiten mitherrschende und schwach herrschende Fichten, die mit 2000—3000 kg Nadeln jährlich einen Festmeter Schaftholz erzeugen, während vorherrschende Fichten, teilweise zufolge hohen Alters, teilweise wegen zu großer Kronen, wieder erst mit 4000—6000 kg frischen Nadeln im Jahr einen Festmeter Schaftzuwachs schaffen.

Unsere Probefichten stammen meistens aus Beständen auf mittlerer bis geringerer Standortsgüte. Eine mittlere Frischnadelmenge von 4300 kg mit 22 300 m² Nadeloberfläche pro 1 Festmeter Jahreszuwachs (Tab. 12) spiegelt also die Verhältnisse in unseren Plenterwäldern etwas zu ungünstig wider. Auf dem mittelguten Standort bei Rougemont schaffen an mitherrschenden und herrschenden Fichten schon 3100 kg frische Nadeln einen Festmeter Zuwachs im Jahr, in St. Moritz, auf 1800 m ü. M. aber erst 6500 kg, wobei zu beachten ist, daß in St. Moritz viel ältere Nadeljahrgänge noch mitarbeiten als in Rougemont.

Die Tabellen 13 und 14 stellen für Fichten des Plenterwaldes gewissermaßen die Leitkurven für Kronengewichte, Blattgewichte und Zuwachs dar, mit deren Hilfe und der Analyse weniger, aber gut ausgewählter Probestämme die Kronen- und Zuwachsverhältnisse gekluppelter Plenterbestände dargestellt werden können.

Tab. 14 zeigt nochmals eindrucklich, daß die Nadeln schwacher Plenterwaldfichten sehr wenig Schaftzuwachs erzeugen, einmal, weil sie ungünstig belichtet sind, und sodann, weil sie einen großen Teil der Assimilate zum Aufbau der Kronen und des Wurzelwerkes benötigen. Am günstigsten arbeiten die Nadeln von etwa 15—25 cm starken Plenterwaldfichten. Bei weiter zunehmendem Durchmesser beginnen die Kronen mehr und mehr die optimale Größe zu überschreiten, es werden mehr und mehr verhältnismäßig zu viele Assimilate für die jährliche Nadelerneuerung und zu wenig für den Schaftzuwachs verwendet, bis schließlich zu alte und zu starke Fichten wohl noch grünen und vegetieren, aber kaum mehr wachsen, ein Zustand, der bei der Fichte viel früher eintritt als bei der Tanne. Man vergleiche dazu: H. Burger: «Holz, Blattmenge und Zuwachs im Plenterwald Toppwald.» 1942,

II. Kronen- und Zuwachsverhältnisse in Plenterbeständen

Wie schon bei Besprechung des Grundlagenmaterials dargelegt wurde, stammen die untersuchten Probefichten nicht meistens aus reinen Fichtenplenterwäldern, sondern vorwiegend aus Buchen-Tannen-Fichten-Plenterwäldern. Es werden deshalb im folgenden die Kronen- und Zuwachsverhältnisse dargestellt für einen reinen Fichtenplenterwald und einen gemischten Tannen-Fichtenbestand.

I. Der reine Fichtenplenterwald von Sigriswil

Der Fichtenbestand steht auf 1390 m ü. M., 830 m über dem Thunersee, an einem ziemlich steilen Westhang. Der Untergrund ist Flysch, der aber von großblockigem Kreidekalkbergsturzmaterial überlagert ist, das einen Boden mit nur wenig Feinerde gebildet hat. Die Versuchsfläche mißt 2 ha, alle nachfolgenden Angaben beziehen sich aber auf 1 ha.

Als wir im Jahr 1925 die Versuchsfläche anlegten und die nötige Anzahl von Probebäumen analysierten, standen nach der Durchforstung pro ha 530 Fichten mit einer Kreisfläche von 33 m², 359 m³ Derbholz und 82 m³ Reisig. Rechnet man das Reisig- oder Kronengewicht mit 0,9 Frischraumgewicht wieder in Kilogramm um, so ergibt sich ein Bestandeskronengewicht von rund 74 000 kg. Zwischen 1925 und 1935 wies der Bestand einen mittleren jährlichen Schaftzuwachs von 4,9 m³ pro ha auf. Wie die Baumzahlen, die Kronengewichte, die Nadelgewichte und Nadeloberflächen und der Schaftzuwachs sich auf die verschiedenen Durchmesserstufen verteilen, zeigt Tab. 15.

Man erkennt sofort, daß die Stammzahlverteilung auf die Durchmesserstufen nicht plenterwaldideal ist. Die Fichten mit kleinen Bruthöhendurchmessern sind zu schwach vertreten, die mittelstarken etwas zu reichlich.

Das grüne Reisig des Gesamtbestandes wog 74 000 kg, davon waren 28 % oder 21 000 kg frische Nadeln mit einer Oberfläche von rund 100 000 m², die im Jahr 4,9 m³ Schaftholz erzeugten. Im Mittel brauchte dieser Bestand 4 200 kg Nadeln mit einer Oberfläche von 20 000 m², um im Jahr einen Festmeter Zuwachs zu schaffen.

Der Fichtenbestand von Sigriswil war nicht so dicht geschlossen, und die schwachen, nachwachsenden Fichten standen nicht so sehr unter dem Schatten des vorherrschenden Altholzes, wie es in Tannenplenterwäldern meistens der Fall ist; aber trotzdem kommt auch hier das allgemeine Gesetz zum Ausdruck, daß der Nutzeffekt der Zuwachsfabrik Fichtennadeln bei den Bäumen mit geringen Durchmessern am ungünstigsten ist, daß die Nadeln der mittelstarken Bäume am intensivsten arbeiten und daß pro Nadelgewicht wieder weniger Zuwachs geleistet wird, wenn die Kronengröße ein gewisses optimales Maß überschreitet oder wenn die Kronen allseitig so freistehen, daß sie keine Konkurrenz mehr zu befürchten haben.

Tab. 15
Kronengewicht, Nadelgewicht, Nadeloberfläche und Zuwachs pro ha
von 1925—1935, in der Fichtenplenterfläche Sigriswil

Durch- messer in 1,3 m	Anzahl Bäume pro ha	Kronen- gewicht		Frische Nadeln				Schaft- zuwachs		Je 1 m³ Jahreszuwachs braucht es :	
				Gewicht		Oberfläche					
		pro Baum	pro Klasse	% des Kronen- gewichts	pro Klasse	pro Kilo- gramm m²	pro Klasse	pro Baum	pro Klasse	Nadel- gewicht	Nadel- oberfläche
cm	Stück	kg	kg		kg	m²	m²	Liter	Liter	kg	m²
8	32	16	512	23	118	5,8	684	0,5	16	7 400	42 700
10	39	19	741	28	207	5,7	1 180	0,8	31	6 700	38 100
12	32	24	768	31	238	5,8	1 333	1,2	38	6 300	35 100
14	28	31	868	33	286	5,5	1 573	1,8	50	5 700	31 500
16	26	41	1 066	33	352	5,4	1 901	2,5	65	5 400	29 200
18	23	52	1 196	32	383	5,3	2 030	3,4	78	4 900	26 000
20	31	65	2 015	31	625	5,2	3 250	4,4	136	4 600	23 900
22	28	79	2 212	30	664	5,1	3 386	5,5	154	4 300	22 000
24	32	95	3 040	30	912	5,0	4 560	6,8	218	4 200	20 900
26	34	114	3 876	29	1 124	5,0	5 620	8,1	275	4 100	20 400
28	30	132	3 960	29	1 148	4,9	5 625	9,5	285	4 000	19 700
30	22	153	3 366	29	976	4,9	4 782	11,2	246	4 000	19 400
32	25	175	4 375	29	1 269	4,8	6 091	12,8	320	4 000	19 000
34	22	200	4 400	28	1 232	4,8	5 914	14,5	319	3 900	18 500
36	22	225	4 950	28	1 386	4,7	6 514	16,2	356	3 900	18 300
38	23	255	5 865	28	1 642	4,7	7 717	17,9	412	4 000	18 700
40	17	283	4 811	28	1 347	4,7	6 331	19,7	335	4 000	18 900
42	16	321	5 136	27	1 387	4,7	6 519	21,5	344	4 000	18 900
44	16	360	5 760	27	1 555	4,6	7 153	23,3	373	4 200	19 200
46	10	400	4 000	27	1 060	4,6	4 876	25,1	251	4 200	19 400
48	8	440	3 520	26	915	4,6	4 209	27,0	216	4 200	19 500
50	5	480	2 400	26	624	4,6	2 870	28,9	144	4 300	19 900
52	3	520	1 560	26	406	4,6	1 868	30,8	92	4 400	20 300
54	2	565	1 130	26	294	4,6	1 352	32,8	66	4 500	20 500
56	3	620	1 860	26	484	4,5	2 178	34,8	104	4 600	20 900
60	1	730	730	25	183	4,5	823	39,0	39	4 700	21 100
	530	140	74 117	28	20 837	4,8	100 431	9,4	4 963	4 200	20 200

2. Der Fichten- und Tannenplenterwald bei Rougemont

Die Versuchsfläche in Guffre bei Rougemont liegt auf 1220 m ü. M. an einem mäßig steilen Nordhang. Das Grundgestein ist auch hier Flysch, der von Kalkgehängeschutt überlagert ist. Der Verwitterungsboden enthält aber ziemlich viele Feinerde, so daß er als über mittelgut angesprochen werden kann.

Der Bestand zeigte 1928 bei der Anlage der Versuchsfläche nach der Durchforstung pro ha folgende Verhältnisse:

489 Bäume, 33 m² Kreisfläche, 486 m³ Derbholz, 79 m³ Reisig
 284 Fichten, 23 m² Kreisfläche, 353 m³ Derbholz, 54 m³ Reisig
 205 Tannen, 10 m² Kreisfläche, 133 m³ Derbholz, 25 m³ Reisig

Der Zuwachs von 1928—1937 belief sich pro Jahr und ha auf: Fichte 7,0 m³, Tanne 4,5 m³ und zusammen 11,5 m³.

Die Fichte nahm also mit 58 % an der Baumzahl, mit 73 % am Derbholzvorrat und mit 61 % am Zuwachs teil, während die Tanne mit 42 % der Baumzahl, 27 % des Derbholzvorrates und 39 % des Zuwachses beteiligt war, was schon darauf hinwies, daß die Stammzahlverteilung der beiden Holzarten auf die Stärkestufen nicht normal sein kann.

Tab. 16 zeigt links den Anteil der Fichten, rechts den der Tannen am Plenterbestand von Rougemont. Es fällt sofort auf, daß die Stammzahlverteilung bei der Fichte nicht normal ist. Nicht die Nachwuchsfichten unter 20 cm Brusthöhenstärke sind am zahlreichsten vertreten, sondern die mit mittleren Durchmessern von 22—44 cm, die alle schon dem Oberstand angehören. Die Stammzahlverteilung der Tanne ist dagegen ziemlich normal. Während bei der Fichte die Anzahl der 8—20 cm starken Bäume nur 30 % beträgt, sind es bei der Tanne 60 %. Die Tanne bildet also im Gesamtbestand hauptsächlich den Unterstand, wodurch erklärt ist, warum die Tanne sich zwar mit 42 % an der Baumzahl, aber nur mit 27 % am Derbholzvorrat des Gesamtbestandes beteiligt.

Die 284 Fichten des Bestandes von Rougemont weisen ein Kronengewicht von 49 000 kg auf, mit 16 900 kg frischen Nadeln, die eine allseitige Oberfläche von 86 000 m² besitzen und damit im Jahr 7,0 m³ Zuwachs schaffen. Im Mittel braucht es 2400 kg frische Fichtennadeln, mit 12 300 m² Oberfläche, um im Jahr einen Festmeter Schaftholz zu erzeugen, wobei auch da wieder die Nadeln der mitherrschenden Bäume intensiver Zuwachs schaffen als die des Unterstandes und die der vorherrschenden Fichten.

Die 205 Tannen besitzen 22 000 kg Äste, mit 36 % oder 7 900 kg Nadeln, die 45 000 m² Oberfläche aufweisen und pro Jahr 4,5 m³ Schaftzuwachs schaffen. Die Tanne braucht im Mittel, trotzdem sie vorwiegend dem Unterstand angehört, nur 1800 kg frische Nadeln mit 10 000 m² Oberfläche, um im Jahr einen Festmeter Schaftzuwachs zu erzeugen. Die Tannennadeln schaffen also je Gewichtseinheit unter ungünstigeren Bedingungen verhältnismäßig mehr Zuwachs als die Fichtennadeln.

Im Gesamten stehen im Plenterbestand von Rougemont pro ha 489 Fichten und Tannen mit 71 000 kg Kronengewicht, 25 000 kg Nadeln mit einer allseitigen Oberfläche von 131 000 m², die im Jahr 11,5 m³ Schaftzuwachs erzeugen.

m ³ Jahreszuwachs braucht es:	
adel- wicht kg	Nadel- oberfläche m ²
400	42 700
700	38 100
300	35 100
700	31 500
400	29 200
900	26 000
600	23 900
300	22 000
200	20 900
100	20 400
000	19 700
000	19 400
000	19 000
900	18 500
900	18 300
000	18 700
000	18 900
000	18 900
200	19 200
200	19 400
200	19 500
300	19 900
400	20 300
500	20 500
600	20 900
700	21 100
200	20 200

t
 einem mäßig
 schängeschutt
 erde, so daß

Kronengewicht, Nadelgewicht, Nadeloberfläche und Zuwachs pro ha
der Fichten, von 1928—1937 in Rougemont

Tab. 16

Durch- messer in 1,3 m	Anzahl Bäume pro ha	Kronen- gewicht		Frische Nadeln				Schaft- zuwachs		Je 1 m³ Jahreszuwachs braucht es:	
				Gewicht		Oberfläche					
		pro Baum kg	pro Klasse kg	% des Kronen- gewichts	pro Klasse kg	pro Kilo- gramm m²	pro Klasse m²	pro Baum Liter	pro Klasse Liter	Frische Nadeln kg	Nadel- oberfläche m²
cm	Stück	kg	kg		kg	m²	m²	Liter	Liter		m²
8	22	15	330	26	86	6,5	559	0,6	13	6 600	43 000
10	12	18	216	33	71	6,4	454	1,4	17	4 200	26 700
12	11	22	242	38	92	6,3	580	2,4	26	3 500	22 300
14	9	27	243	40	97	6,2	601	3,7	33	2 900	18 200
16	15	34	510	40	204	6,1	1 244	5,3	80	2 600	15 500
18	8	43	344	41	141	6,0	846	7,2	58	2 400	14 600
20	8	54	432	41	177	5,9	1 044	9,4	75	2 400	13 900
22	9	67	603	41	247	5,8	1 433	11,8	106	2 300	13 500
24	8	81	648	40	259	5,7	1 476	14,4	115	2 300	12 800
26	11	97	1 067	39	416	5,6	2 330	17,2	189	2 200	12 300
28	15	115	1 725	39	673	5,5	3 701	20,2	303	2 200	12 200
30	13	135	1 755	38	667	5,4	3 602	23,3	303	2 200	11 900
32	16	157	2 512	37	929	5,3	4 924	26,5	424	2 200	11 600
34	17	181	3 077	37	1 138	5,2	5 918	29,7	505	2 300	11 700
36	15	207	3 105	36	1 118	5,1	5 702	32,8	492	2 300	11 600
38	20	235	4 700	36	1 692	5,0	8 460	35,9	718	2 400	11 800
40	15	265	3 975	35	1 391	5,0	6 955	39,0	585	2 400	11 900
42	13	297	3 861	34	1 313	4,9	6 434	42,0	546	2 400	11 800
44	12	331	3 972	33	1 311	4,9	6 424	45,0	540	2 400	11 900
46	10	367	3 670	33	1 211	4,8	5 813	48,0	480	2 500	12 100
48	9	405	3 645	32	1 166	4,8	5 597	51,0	459	2 500	12 200
50	6	446	2 676	31	830	4,8	3 984	54,0	324	2 600	12 300
52	2	489	978	30	293	4,8	1 406	56,9	114	2 600	12 300
54	3	535	1 605	30	481	4,7	2 261	59,8	179	2 700	12 600
56	2	585	1 170	29	339	4,7	1 593	62,7	125	2 700	12 700
58	1	639	639	29	185	4,7	869	65,6	66	2 800	13 200
60	1	697	697	28	195	4,7	916	68,4	68	2 900	13 500
62	1	759	759	28	213	4,6	980	71,2	71	3 000	13 800
Fichte	284	173	49 156	34	16 935	5,1	86 106	24,7	7 014	2 400	12 300

Kronengewicht, Nadelgewicht, Nadeloberfläche und Zuwachs pro ha
der Tannen, von 1928—1937 in Rougemont

Tab. 16

m³ Jahreszuwachs braucht es:		Durch- messer in 1,3 m	Anzahl Bäume pro ha	Kronen- gewicht		Frische Nadeln				Schaft- zuwachs		Je 1 m³ Jahreszuwachs braucht es:	
ische deln kg	Nadel- oberfläche m²			pro Baum kg	pro Klasse kg	Gewicht		Oberfläche		pro Baum Liter	pro Klasse Liter	Frische Nadeln kg	Nadel- oberfläche m²
						% des Kronen- gewichts	pro Klasse kg	pro Kilo- gramm m²	pro Klasse m²				
600	43 000	8	32	16	512	27	138	7,1	980	1,2	38	3 600	25 800
200	26 700	10	30	19	570	33	188	7,0	1 316	2,3	69	2 700	19 100
500	22 300	12	20	24	480	38	182	6,9	1 256	3,8	76	2 400	16 500
900	18 200	14	13	30	390	42	164	6,8	1 115	6,3	82	2 000	13 600
600	15 500	16	13	38	494	42	207	6,7	1 387	9,5	123	1 700	11 300
400	14 600	18	12	48	576	43	248	6,5	1 612	13,2	158	1 600	10 200
400	13 900	20	7	60	420	43	181	6,4	1 158	17,4	122	1 500	9 500
300	13 500	22	9	73	657	42	276	6,3	1 739	21,9	197	1 400	8 800
300	12 800	24	5	88	440	42	185	6,2	1 147	26,6	133	1 400	8 600
200	12 300	26	6	106	636	41	261	6,1	1 592	31,2	187	1 400	8 500
200	12 200	28	4	126	504	40	202	6,0	1 212	35,7	143	1 400	8 500
200	11 900	30	6	148	888	39	346	5,9	2 041	40,0	240	1 400	8 500
200	11 600	32	4	172	688	38	261	5,8	1 514	44,2	177	1 500	8 500
300	11 700	34	7	198	1 386	37	513	5,7	2 924	48,3	338	1 500	8 700
300	11 600	36	5	226	1 130	37	418	5,6	2 341	52,2	261	1 600	9 000
400	11 800	38	5	257	1 285	36	463	5,5	2 547	56,0	280	1 700	9 100
400	11 900	40	4	290	1 160	36	418	5,4	2 257	59,6	238	1 800	9 500
400	11 800	42	3	325	975	35	341	5,3	1 807	63,0	189	1 800	9 600
400	11 900	44	7	362	2 534	35	887	5,2	4 612	66,3	464	1 900	9 900
500	12 100	46	4	401	1 604	34	545	5,1	2 780	69,4	278	2 000	10 000
500	12 200	48	3	443	1 329	34	452	5,0	2 260	72,4	217	2 100	10 400
600	12 300	50	3	488	1 464	33	483	4,9	2 367	75,2	226	2 100	10 500
600	12 300	52	1	536	536	32	172	4,8	826	77,8	78	2 200	10 600
700	12 600	54	1	586	586	31	182	4,7	855	80,2	80	2 300	10 700
700	12 700	56	—	639	—	30	—	4,6	—	82,4	—	—	—
800	13 200	58	—	695	—	30	—	4,5	—	84,6	—	—	—
900	13 500	60	1	752	752	29	218	4,5	981	86,6	87	2 500	11 300
000	13 800	Tanne	205	107	21 996	36	7 931	5,6	44 626	21,9	4 481	1 800	10 000
400	12 300	Fichte	284	173	49 156	34	16 935	5,1	86 106	24,7	7 014	2 400	12 300
		Total	489	145	71 152	35	24 866	5,3	130 732	23,5	11 495	2 200	11 400

Zusammenfassung

Die Fichte beteiligt sich etwa mit 70 % an der Waldfläche der Schweiz. Wir haben deshalb für sie die Zusammenhänge zwischen Holz, Blattmenge und Zuwachs in verschiedener Richtung zu klären versucht. Hier wurde versucht, auf Grund der Analyse von 60 Plenterwaldfichten verschiedenen Alters und Durchmessers die Beziehungen zwischen dem Kronenaufbau, der Blattmenge und der Größe und Güte des Zuwachses von Fichten im Plenterwald darzustellen.

I. Einige Eigenschaften des Plenterwaldfichtenholzes

Die Untersuchung von 1560 Stammholzproben hat folgendes ergeben:

1. Das Frischraumgewicht des Fichtensplintes liegt zwischen 0,8 und 1,1, das des Kerns zwischen 0,45 und 0,65. Ein Festmeter waldfrischer Fichtenstangen ist deshalb immer schwerer als ein Festmeter Starkholz, weil mit zunehmendem Alter der Kernholzanteil größer wird.
2. Das Trockenraumgewicht des Plenterwaldfichtenholzes weist eine Streuung der Einzelprobenwerte von 0,28 bis 0,61 auf und beläuft sich im Mittel auf 0,42, 0,43 bei Fichtenholz aus tieferen bis mittleren Lagen, 0,40 bei Fichtenholz aus Hochlagen über 1300 m ü. M., ohne wesentlichen Unterschied zwischen Splint und Kern. Das Trockenraumgewicht nimmt eindeutig ab mit zunehmender Jahrringbreite, aber Holz aus mittleren bis tieferen Lagen ist bei gleicher Ringbreite schwerer als solches von hochgelegenen Standorten. Mit zunehmendem Spätholzanteil nimmt das Trockenraumgewicht zu, stark bei Holz aus mittleren bis tieferen Lagen, weniger bei Fichtenholz aus Hochlagen, bei dem der Unterschied im Bau von Früh- und Herbstholz geringer ist.
Das mittlere Trockenraumgewicht von Baum zu Baum schwankt bei Fichten weniger als bei Tannen, wobei doch zu beachten ist, daß unterständige Fichten schwereres Holz erzeugen als oberständige.
3. Der Wassergehalt in Prozenten des Frischgewichtes beträgt bei Plenterwaldfichtenholz im Gesamtmittel 54 %, 61 % im Splint und 29 % im Kern. Schwächere Stämme mit verhältnismäßig hohem Splintanteil weisen infolgedessen einen höheren Wassergehalt auf als stärkere Stämme mit größerem Kernanteil.
4. Der Wassergehalt in Prozenten des Trockengewichtes beläuft sich im Plenterwaldfichtenholz im Gesamtmittel auf 119 %, 162 % im Splint und 41 % im Kern. Es ist nur ein verhältnismäßig schmaler Splintring vollsaftig, dann sinkt der Wassergehalt rasch und bleibt im Kern bis zum Mark ungefähr gleich hoch.
5. Der Wassergehalt in Prozenten des Frischraumes des Plenterwaldfichtenholzes beträgt im Mittel 45 %, 60 % im Splint und 16 % im Kern. Der Splint des Fichtenholzes enthält einen etwa gleich hohen Wassergehalt wie der

Splint von Föhren und Lärchen; der Kern des Fichtenholzes ist auffallend trocken, ähnlich dem Farbkern der Föhre.

6. Das Plenterwaldfichtenholz ist waldfrisch im Mittel raummäßig zusammengesetzt aus 24% Holzstoff, 45% Wasser und 31% Luft. Der Splint des Fichtenholzes ist bei lebenden Bäumen so wasserreich und luftarm, daß er von Pilzen kaum angegriffen werden kann; der lebende Kern ist dagegen zufolge seines Luftreichtums sehr pilzgefährdet, viel mehr als bei der Tanne, die oft am Stammfuß einen Naßkern aufweist.

7. Die Raumschwindung des Holzes der Plenterwaldfichten liegt im Gesamtmittel bei 12%, bei 11% beim Holz von Standorten über 1300 m und 13% bei Holz aus mittleren und tieferen Lagen, ohne wesentlichen Unterschied zwischen Splint und Kern.

Mit zunehmender Jahrringbreite nimmt mit dem sinkenden Trockenraumgewicht auch die Raumschwindung ab, rascher beim Holz aus Hochlagen als bei Holz aus mittleren und tieferen Lagen, bei dem das ausgesprochen dichte Herbstholz die Raumschwindung weitgehend beherrscht.

8. Bezüglich des Drehwuchses sei verwiesen auf: H. Burger: «Drehwuchs bei Fichte und Tanne.» Siehe Literaturverzeichnis.

II. Kronengewichte, Blattgewichte und Zuwachs einzelner Plenterwaldfichten

1. Die Kronengewichte nehmen mit dem Bruthöhendurchmesser rasch zu; während eine Fichte von 10 cm Stärke nur mit rund 20 kg Reisig ausgestattet ist, trägt eine Fichte mit 70 cm Durchmesser 1100 kg Reisig. Vergleicht man mit andern Holzarten, so stellt man fest, dass bei gleichen Durchmessern die Lichtholzarten leichtere Kronen aufweisen als die Schattholzarten.

2. Die Anteilnahme der Blätter am Frischgewicht des Reisigs ist bei den Fichten des Plenterwaldes ähnlich, aber doch etwas niedriger als bei den Tannen des Plenterwaldes. Eine 7 cm starke Fichte im Biglenwald trägt nur 2½ kg Nadeln, eine solche mit 71 cm Durchmesser ist mit 300 kg Nadeln ausgestattet.

3. Die Anzahl der frischen Nadeln pro kg Frischgewicht schwankt bei Fichten im Plenterwald sehr stark je nach der Stellung des Baumes im Bestand. Bei den kleinsten Fichten von rund 1 cm Bruthöhendurchmesser gehen rund 400 000 frische Nadeln auf 1 kg, bei 5—10 cm starken unterdrückten und beherrschten Fichten sind es rund 250 000 Nadeln und bei vorherrschenden, gut besonnten Fichten noch rund 100 000 Nadeln.

4. Die allseitige Oberfläche eines Kilogramms frischer Nadeln mißt im Mittel 5,2 m². Ganz kleine schattenständige Fichten tragen ausgesprochene Schattennadeln mit Oberflächen bis zu 9 m² pro kg, während vorherrschende Fichten mit ausgesprochenen Sonnennadeln ausgestattet sind, die pro 1 kg Frischnadelgewicht nur eine Oberfläche von 4 m² aufweisen können.

- Die 71 cm starke Fichte im Biglenwald transpierte und assimilierte mit 40 Millionen Nadeln, die 300 kg wogen und eine Oberfläche von 1800 m² aufwiesen.
5. Der Schaftzuwachs von Plenterwaldfichten ist, abgesehen vom Standort, hauptsächlich bedingt durch Alter und Stammstärke und die Stellung der Bäume im Bestand. Auf magerem Juraboden bei La Rolaz z. B. erzeugte eine stark vorherrschende Fichte, die 241jährig ist, nur einen jährlichen Schaftzuwachs von 9 Litern, während eine gleich starke, aber 74jährige Fichte auf dem mittulguten Standort bei Rougemont im Jahr 45 Liter Schaftzuwachs schafft. Im Biglenwald leistete die 7 cm starke, unterdrückte Fichte nur 0,4 Liter Jahreszuwachs, die vorherrschende, 71 cm starke Fichte aber 66 Liter oder 165 mal mehr.
 6. Das Nadelfrischgewicht, das im Jahr einen Festmeter Schaftzuwachs erzeugen kann, ist mit 6000—7000 kg am größten beim Unterstand, der schlecht beleuchtet ist und verhältnismäßig viele Assimilate zum Aufbau der Krone und des Wurzelwerkes verwenden muß. Am rationellsten schaffen mitherrschende und schwach herrschende Fichten Zuwachs, die mit 2000—3000 kg Nadeln jährlich einen Festmeter Holz erzeugen, während bei vorherrschenden Fichten die Kronen mehr und mehr die optimale Größe überschreiten, so daß in zunehmendem Maße verhältnismäßig zu viele Assimilate für die jährliche Erneuerung der Nadelmenge, und zu wenig für den Schaftzuwachs verwendet werden, bis endlich zu alte und zu starke Fichten nur noch vegetieren, aber kaum mehr wachsen, was bei der Fichte früher der Fall ist als bei der Tanne.

III. Kronen- und Zuwachsverhältnisse in Plenterbeständen

1. Der reine Fichtenplenterwald von Sigriswil.
Im reinen Fichtenplenterwald, auf 1390 m ü. M. bei Sigriswil, auf ungünstigem Standort, standen nach der Durchforstung pro ha 530 Fichten mit 359 m³ Derbholz, einem Gewicht der grünen Kronen von 74 000 kg, davon 28 % oder 21 000 kg frische Nadeln mit einer Oberfläche von rund 100 000 m², die im Jahr 4,9 m³ Schaftzuwachs erzeugen. Im Mittel brauchte dieser Fichtenplenterwald 4200 kg frische Nadeln mit einer Oberfläche von 20 000 m², um im Jahr einen Festmeter Zuwachs zu schaffen.
2. Der Fichten-Tannenplenterwald bei Rougemont.
Der Bestand zeigt nach der Durchforstung folgende Verhältnisse:

489 Bäume,	33 m ² Kreisfläche,	486 m ³ Derbholz, 79 m ³ Reisig
284 Fichten,	23 m ² Kreisfläche,	353 m ³ Derbholz, 54 m ³ Reisig
205 Tannen,	10 m ² Kreisfläche,	133 m ³ Derbholz, 25 m ³ Reisig.

Die 284 Fichten weisen ein Kronengewicht von 49 000 kg auf, mit 16 900 kg frischen Nadeln, die eine allseitige Oberfläche von 86 000 m² besaßen und damit im Jahr 7,0 m³ Schaftzuwachs erzeugen. 2400 kg frische Fichtennadeln mit 12 300 m² Oberfläche schaffen also auf diesem mittulguten Standort jährlich einen Festmeter Schaftzuwachs.

mit 40 Mil-
lesen.
vom Stand-
tellung der
zeugte eine
aftzuwachs
dem mittel-
Im Biglen-
reszuwachs,
mehr.
: Schaft-
Unterstand,
im Aufbau
n schaffen
000—3000
rrschenden
en, so daß
e jährliche
verwendet
aber kaum

Die 205 Tannen, die vorwiegend im Unterstand stehen, tragen 22 000 kg Aeste, mit 36 % oder 7 900 kg Nadeln, die 45 000 m² Oberfläche aufweisen und damit im Jahr 4,5 m³ Schaftzuwachs schaffen. Die Tanne braucht also im Mittel, obwohl sie vorwiegend dem Unterstand angehört, nur 1800 kg frische Nadeln mit 10 000 m² Oberfläche, um jährlich einen Festmeter Schaftzuwachs zu erzeugen.
Im Gesamten stehen im Plenterwald von Rougemont pro ha 489 Fichten und Tannen mit 71 000 kg Kronengewicht, 25 000 kg Nadeln, mit einer allseitigen Oberfläche von 131 000 m², die im Jahr 11,5 m³ Schaftzuwachs schaffen.

Ich hoffe, mit diesen Ausführungen die Zusammenhänge zwischen dem Kronenaufbau, der Blattmenge und der Größe und der Güte des Zuwachses der Fichten im Plenterwald etwas aufgeklärt zu haben. Eine Darstellung der diesbezüglichen Verhältnisse bei Fichten des gleichalterigen Hochwaldes ist in Bearbeitung.

Résumé

L'épicéa est présent dans environ 70 % de la surface boisée de la Suisse. Aussi avons-nous tenté d'élucider dans plusieurs sens les relations qui existent, chez cette essence de grande importance, entre la nature du bois, la masse foliaire et l'accroissement. Ce mémoire présente l'examen — basé sur l'analyse de 60 épicéas soumis au jardinage, d'âge et d'épaisseur divers — des rapports constatés entre la structure des cimes, la masse foliaire et l'accroissement quantitatif et qualitatif chez des épicéas de la forêt jardinée.

I. Quelques particularités du bois d'épicéa dans la forêt jardinée

L'examen de 1560 éprouvettes de bois de tige a donné le résultat suivant:

- 1. Le poids spécifique à l'état frais de l'aubier d'épicéa varie entre 0,8 et 1,1, celui du bois parfait, entre 0,45 et 0,65. En conséquence, 1 m³ de perches d'épicéa à l'état frais sera toujours plus lourd que 1 m³ de gros bois, puisque la part de duramen augmente avec l'âge.*
- 2. Le poids spécifique à l'état sec du bois d'épicéa de la forêt jardinée accuse une forte dispersion des valeurs d'échantillons: 0,28—0,61, avec 0,44 de moyenne, 0,45 pour le bois des altitudes basses et moyennes, 0,41 pour le bois*

qui a crû au-dessus de 1300 m. Il n'y a pas de différence sensible entre le bois parfait et l'aubier. Le poids spécifique à l'état sec diminue nettement lorsque l'épaisseur du cerne annuel augmente, mais le bois provenant des régions basses et moyennes est, à largeur de cerne égale, plus lourd que celui des hautes altitudes. Le poids spécifique augmente lorsque la proportion de bois d'automne s'accroît, dans une forte mesure s'il s'agit de bois des régions basses et moyennes, moins chez le bois d'épicéa des hautes altitudes, où la différence de structure entre bois de printemps et bois d'automne n'est pas aussi accusée.

Le poids spécifique moyen à l'état sec varie moins d'un arbre à l'autre chez l'épicéa que chez le sapin; il n'en reste pas moins que les épicéas dominés produisent du bois plus lourd que les dominants.

3. La teneur en eau, exprimée en pourcents du poids à l'état frais, s'élève en moyenne générale à 54 % chez le bois d'épicéa de la forêt jardinée, soit 61 % pour l'aubier et 29 % pour le bois parfait. De petites tiges comprenant une part relativement importante d'aubier ont donc une teneur en eau supérieure à celle de tiges volumineuses, où la proportion de bois parfait est plus élevée.
4. La teneur en eau, exprimée en pourcents du poids à l'état sec, est en moyenne générale de 119 % chez les épicéas de la forêt jardinée (162 % chez l'aubier, 41 % dans le cœur). L'anneau d'aubier plein de sève est relativement étroit; la teneur en eau diminue rapidement vers le centre et se maintient, dans le cœur, à peu près au même niveau jusqu'à la moëlle.
5. La teneur en eau, exprimée en pourcents du volume à l'état frais, s'élève chez les épicéas de la forêt jardinée à 45 % en moyenne (60 % dans l'aubier, 16 % dans le duramen). L'aubier contient à peu près la même quantité d'eau que celui de pins sylvestres et de mélèzes; le bois parfait est remarquablement sec, comme le cœur coloré du pin.
6. Chez l'épicéa de la forêt jardinée, le bois vivant est, en moyenne et quant à son volume, composé de 24 % de substance ligneuse, de 45 % d'eau et de 31 % d'air. L'aubier du bois d'épicéa est, chez l'arbre en vie, si riche en eau et pauvre en air qu'il ne peut guère être attaqué par des champignons; le bois parfait, par contre, est très vulnérable du fait de sa richesse en air, bien plus que chez le sapin, où le pied de la tige présente souvent un cœur humide.
7. La rétractibilité volumétrique du bois des épicéas de la forêt jardinée atteint en moyenne générale 12 %, soit 11 % pour des arbres ayant crû au-dessus de 1300 m et 13 % pour des plantes des régions moyennes et basses, sans différence appréciable entre l'aubier et le cœur.

Au fur et à mesure qu'augmente la largeur du cerne annuel, le poids spécifique à l'état sec diminue et avec lui le retrait volumétrique, et ceci plus rapidement chez le bois des hautes altitudes que chez celui des régions moyennes et basses, où le bois d'automne est d'une densité prononcée et a une influence réellement déterminante sur le retrait.

8. Pour la torsion des fibres, voir H. Burger: «Drehwuchs bei Fichte und Tanne (cf. l'index bibliographique).

II. Poids des cimes, poids des feuilles et accroissement d'épicéas de la forêt jardinée considérés isolément

1. Le poids de la cime augmente rapidement avec le diamètre à h. de p.; alors qu'un épicéa de 10 cm d'épaisseur ne porte qu'env. 20 kg de ramilles, une plante de 70 cm de diamètre en possède quelque 1100 kg. En comparant diverses essences, on constate que les essences de lumière ont, à diamètre égal, des cimes plus légères que celles faites pour la vie à l'ombre.
2. La part que prennent les aiguilles au poids des ramilles fraîches est, chez les épicéas de la forêt jardinée, assez semblable, mais cependant un peu inférieure à celle qu'on constate chez les sapins issus du jardinage. Un épicéa de 7 cm d'épaisseur du Biglenwald n'a que 2,5 kg d'aiguilles, alors qu'une plante de 71 cm de diamètre est dotée de 300 kg.
3. Le nombre des aiguilles fraîches par kg varie chez les épicéas de la forêt jardinée avec la position de l'arbre dans le peuplement, et ceci dans un très forte mesure. Chez les petits arbres d'env. 1 cm de diamètre à h. de p., on trouve 400 000 aiguilles fraîches au kg, env. 250 000 chez des plantes dominées ou surcimées, env. 100 000 chez des épicéas prédominants et bien en lumière.
4. La surface totale d'un kg d'aiguilles fraîches mesure en moyenne 5,2 m². De très petits épicéas placés à l'ombre ont des aiguilles typiquement faites pour un faible éclairage, avec jusqu'à 9 m² de surface par kg, cependant que les épicéas prédominants, bien exposés au soleil, ont des aiguilles charnues, chez lesquelles 4 m² de surface seulement correspondent à 1 kg d'aiguilles fraîches.
L'épicéa de 71 cm d'épaisseur du Biglenwald transpirait et assimilait avec 40 millions d'aiguilles, qui pesaient 300 kg et représentaient une surface de 1800 m².
5. L'accroissement du bois de tige chez les épicéas de la forêt jardinée dépend principalement de l'âge, de l'épaisseur et de la position de l'arbre dans le peuplement, abstraction faite de la station. Sur le maigre sol jurassique de la Rolaz, un épicéa fortement prédominant, âge de 241 ans, ne produisait p. ex. que 9 litres de bois de tige par an, alors qu'une plante de même épaisseur, mais de 74 ans, fabriquait 45 litres par an dans les conditions moyennes de Rougemont. Au Biglenwald, un épicéa de 7 cm d'épaisseur, entièrement dominé, ne s'accroissait que de 0,4 l par an, contre 66 l — 165 fois plus — chez un épicéa prédominant de 71 cm de diamètre.
6. Le poids d'aiguilles fraîches nécessaire à la production annuelle de 1 m³ de bois de tige est le plus grand dans le sous-étage mal éclairé et qui emploie une part relativement élevée des produits assimilés au développement de ses cimes et de ses racines: 6000—7000 kg. Les sujets codominants ou faiblement dominants sont les fabricants les plus rationnels, puisque 2000—3000 kg d'aiguilles y assurent la production annuelle de 1 m³ de bois. La cime des prédominants dépasse de plus en plus la grandeur optima: les produits assimilés servent en proportion croissante au renouvellement annuel des aiguilles et de moins en moins à la fabrication de bois. Finalement, les épicéas surannés ne font plus que

végéter, avec un accroissement, à peine perceptible. Cela se produit plus tôt chez l'épicéa que chez le sapin.

III. Développement des cimes et conditions d'accroissement dans des peuplements jardinés

1. La pessière jardinée de Sigriswil.

Dans ce peuplement jardiné uniquement constitué par des épicéas, à 1390 m d'altitude, dans des conditions de station peu favorables, on a constaté la présence, après la coupe, à l'hectare, de 530 plantes, de 359 m³ de bois fort, d'une masse de ramilles de 74 000 kg, dont 28 % ou 21 000 kg d'aiguilles fraîches (cela représente une surface totale de 100 000 m²), grâce auxquelles 4,9 m³ de bois de tige étaient fabriqués annuellement. Cette pessière jardinée employait donc en moyenne 4200 kg d'aiguilles fraîches, avec une surface totale de 20 000 m², pour produire en un an 1 m³ d'accroissement.

2. La forêt jardinée d'épicéa et de sapin près de Rougemont.

Les caractéristiques du peuplement étaient les suivants, à l'ha et après la coupe:

*489 plantes, 33 m² de surface terrière, 486 m³ de bois fort, 79 m³ de ramilles
284 épicéas, 23 m² de surface terrière, 353 m³ de bois fort, 54 m³ de ramilles
205 sapins, 10 m² de surface terrière, 133 m³ de bois fort, 25 m³ de ramilles.*

Les 284 épicéas portaient 49 000 kg de cimes, dont 16 900 kg d'aiguilles fraîches (ce qui représente une surface totale de 86 000 m²) et s'en servaient pour produire annuellement 7,0 m³ de bois de tige. 2400 kg d'aiguilles fraîches, avec une surface totale de 12 300 m², assurent donc la fabrication de 1 m³ d'accroissement de tige par an dans ces conditions moyennes de station.

Les 205 sapins, placés surtout dans le sous-étage, portaient 22 000 kg de branches, dont 7900 kg d'aiguilles (soit 36 %) d'une surface totale de 45 000 m². Cet appareil assimilateur produisait annuellement 4,5 m³ de bois de tige. On notera donc que le sapin, même s'il occupe principalement le sous-étage, n'emploie que 1800 kg d'aiguilles fraîches, d'une surface totale de 10 000 m², pour fabriquer en une année 1 m³ de bois de tige.

Au total, 489 épicéas et sapins de la forêt jardinée de Rougemont (à l'ha) portaient 71 000 kg de ramilles, 25 000 kg d'aiguilles, soit une surface totale de 131 000 m², ce qui leur permettait de produire 11,5 m³ d'accroissement par an (bois de tige).

J'espère avoir jeté quelque lumière sur les rapports entre la structure de la cime, la masse foliaire et l'accroissement quantitatif et qualitatif propres aux épicéas de la forêt jardinée. Un exposé des relations qu'on peut établir chez l'épicéa de la futaie équienne est actuellement en préparation.

Trad. : E. Badoux

Literaturverzeichnis

Macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit

1. Ammon, W.: «Das Plenterprinzip in der schweizerischen Forstwirtschaft.»
2. Badoux, E.: «L'allure de l'accroissement dans la forêt jardinée.» Annales de l'institut fédéral de rech. forest., tome XXIV, 1949.
3. Berkel, A.: «Untersuchungen über die Eigenschaften des Libanonzedernholzes.» Rev. de 1. Fac. d. Sciences de l'Université d'Istanbul, 1951.
4. Brantsey, A.: «Investigations on volume and yield in spruce plantations in west Norway.» Vestlandets forstlige forsøkstation, No. 28, 1951.
5. Burger, H.: «Sturmschaden.» Mitteil. d. eidgen. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, XVII. Bd., 2. Heft 1932.
 Derselbe: «Kronenaufbau gleichalteriger Nadelholzbestände.» Obige Mitteil., 1939.
 Derselbe: «Drehwuchs bei Fichte und Tanne.» Obige Mitteil., 1941.
 Derselbe: «Holz, Blattmenge und Zuwachs.» 1. Die Weymouthsföhre, 1929; 2. Die Douglasie, 1936; 3. Föhren und Fichten verschiedener Herkunft, 1937 und 1941; 4. Ein 80jähriger Buchenbestand, 1940; 5. Ein Plenterwald mittlerer Standortsgüte, 1942; 6. Die Lärche, 1945; 7. Die Eiche, 1947; 8. Die Föhre, 1948; 9. Die Buche, 1950; 10. Die Tanne, 1951; 11. Forstliche Versuchsflächen im Nationalpark, 1951. Mit je zahlreichen Literaturnachweisen. Mitteil. d. eidgen. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen.
 Derselbe: «Ertragskundliche Grundlagen zur Frage der Massen- und der Qualitätsholzerzeugung.» Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen, 1951.
6. Frey-Wyssling, A.: Die Anisotropie des Schwindmaßes auf dem Holzquerschnitt.» Holz als Roh- und Werkstoff, 1940.
7. Gäumann, E.: «Der Einfluß der Fällungszeit auf die Dauerhaftigkeit des Fichten- und Tannenholzes.» Beiheft Nr. 6 zu den Zeitschr. d. Schweiz. Forstvereins, 1930.
8. von Greyerz, H.: «Von Tatsachen zurück auf Ursachen und dann weiter zu Prognosen.» Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen, 1950.
9. Halaj, J.: «Study about the relation between the breast-high-diameter and the width of the crown of spruce.» Acta universitatis agricult. et silvicult. Brno, R. C. S. 1949.
10. Hausser, K.: «Ergebnisse der neuesten Aufnahme des Owinger Fichtenforstdüngungsver-suches.» Allg. Forst- u. Jagdzeit., 1950.
11. Hirai, S.: «Study on the distribution of moisture, Dichtezahl, shrinkage and moisture- air space- and substance-Voluma percentage in the green stem of Japanese Larch.» Res. Bull. of the college experiment forests, Sapporo, 1951.
12. Holmsgaard, E.: «Studies on height increment, developement of the crown, self-pruning, etc. in young beech stands in Skane.» Meddel. fr. stat. skogsforskningsinstitut, Bd. 39, 1951.
13. Huber, B.: «Mikroskopische Untersuchungen von Hölzern.» Mikrosk. i. d. Techn. V/1, 1951.
14. Jalava, M.: «Strength properties of finish pine, spruce, birch and aspen.» Mitteil. d. forstl. Forschungsanstalt in Finnland, 33. Bd., 1945.
15. Ilvessalo, Y.: «On the correlation between the crown diameter and the stem of trees.» Komm. Inst. Forest. Fenniae, 38, 1950.
16. Kalela, E. K.: «On the horizontal roots in pine and spruce stand.» Acta forest. fennica, 57, 1950.
17. Klem, G. H.: «Specific gravity of spruce wood, its variation in wood structure etc.» Norwegian Forest Research Inst., 1949.
18. Knuchel, H.: «Untersuchungen über den Einfluß der Fällungszeit auf einige physikalische und gewerbliche Eigenschaften des Holzes.» Beiheft Nr. 5 zu den Zeitschr. des schweiz. Forstvereins, 1930.
 Derselbe: «Spektrophotometrische Untersuchungen im Walde.» Mitteil. d. schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, XI, 1914.
19. Koljo, B.: «Einiges über die Wärmephänomene der Hölzer und Bäume.» Forstw. Centralblatt 1950.
20. Kollmann, F.: «Neuere Ergebnisse der physikalischen und mechanisch-technologischen Holzforschung.» Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen, 1950.

21. Kühne, H.: «Holztrocknung.» Holzkongreß Zürich, 1949.
22. Kühne, H., und Vodoz, J.: «Ueber das Schwinden und Quellen einiger schweizerischer Hölzer.» E. M. P. A.-Bericht 179, 1951.
23. Leibundgut, H.: «Waldbauliche Untersuchungen über den Aufbau von Plenterwäldern.» Mitteil. d. schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchsw., XXIV. Bd., 1945.
24. Mayer-Wegelin, H.: «Der Härtetaster.» Allg. Forst- u. Jagdzeit., 1950.
Derselbe: «Das Aufästen der Waldbäume.» 3. Aufl. Hannover 1952.
25. Pavari, A.: «Esperienze e indagini su le provenienze e razze dell'abete bianco.» Publ. d. stat. sperim. di selvicol. Firenze, 1951.
26. von Pechmann, H.: «Grundfragen der Wertholzerzeugung.» Int. Holzmarkt, 1951.
Derselbe: «Die Mikroskopie in der Holzverarbeitungstechnik.» Mikroskopie f. d. Technik, 1951.
27. Polster, H.: «Die physiologischen Grundlagen der Stofferzeugung im Wald.» Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen, 1950.
28. Preston, R. D.: «Spiral structure and spiral growth.» Forestry, 1949.
29. Rohmeder, E.: «Die Nachkommen einer 14jährigen und einer 170jährigen Fichte.» Zeitschr. f. Forstgen. u. Forstpflanzenzüchtung, 1951.
30. Ronde, G.: «Vorkommen, Häufigkeit und Arten der Regenwürmer in verschiedenen Waldböden und unter verschiedenen Bestockungen.» Forstw. Centralbl., 1951.
31. Schmid, V.: «Waldbauliche Beobachtung in den Waldungen des Mont-Risoud.» Schweiz. Zeitschr. f. Forstw., 1950.
32. Simák, M.: «Untersuchungen über den natürlichen Baumartenwechsel in schweizerischen Plenterwäldern.» Mitteil. d. schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, XXVII. Bd., 1951.
33. Scott, M. H.: «Weigth of timber used in South-Africa.» Journ. of the South Afr. Forest Assoc., No. 17, 1949.
34. Strand, L.: «Investigations on the effect of the N-loss occuring under the salpetre production, on the diameter increment of the Norway spruce.» Meddel. f. d. Norske Skogsforsokv., No. 38.
35. Stüssi, F.: «L'état actuel de la construction des ponts en bois.» Bull. d. centr. d'étude d. rech. et d'essais scientif. de constr. d. Génie civil et d'hydraulique fluviale, 1949.
36. Tarrant, R. F., Isaac, L. A., and Chandler, Jr.: «Observation on litter fall and foliage nutrient content of some pacific northwest tree species.» Journal of Forestry 1951.
37. Thunell, B.: «Ueber die Drehwüchsigkeit.» Svenska Träforskningsinst., Meddel., 28 B, 1951.
38. Ugarte Laiseca, J.: «Fito-Química Forestale.» Ist. forest. de investig. y exper., Madrid, 1951.
39. Vanselow, K.: «Einfluß des Pflanzverbandes auf die Entwicklung reiner Fichtenbestände.» Forstw. Centralbl., 1950.
Derselbe: «Was leisten die einzelnen Baumklassen am Massenzuwachs?» Allgem. Forstzeitschr., 1951.
Derselbe: «Krone und Zuwachs der Fichte in gleichalterigen Reinbeständen.» Forstw. Centralblatt 1951.
40. Venet, J.: «Etude de la résistance mécanique des bois de mine.» Annales de l'école nat. d. eaux et forêts, 1951.
41. Vintila, E.: «Untersuchungen über Raumgewicht und Schwindmaß von Früh- und Spätholz bei Nadelhölzern.» Holz als Roh- und Werkstoff, 1939.
42. Weck, J.: «Weiserziffern aus Wachstumsabläufen.» Forstarchiv 1950.
Derselbe: «Ueber die Eignung von Kronenmeßwerten als Weiser für die Zuwachspotenz von Bäumen und Beständen im Wirtschaftswald.» Allg. Forstzeitschr., 1951.
43. Wiedemann, E.: «Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft.» I. bis II. Teil 1950—1951.
44. Zimmerle, H.: «Die Stammformen der Weißtanne im Hochwald und Plenterwald.» Allgem. Forst- u. Jagdzeit., 1951.

schweizerischer
enterwäldern.»
» Publ. d. stat.
, 1951.
Technik, 1951.
ald.» Schweiz.
hte.» Zeitschr.
iedenen Wald-
ud.» Schweiz.
hweizerischen
VII. Bd., 1951.
Forest Assoc.,
re production,
Skogsforsokv.,
étude d. rech.
litter fall and
Forestry 1951.
l., 28 B, 1951.
y exper., Ma-
ntenbestände.»
Forstzeitschr.
rstw. Central-
le nat. d. eaux
und Spätholz
hspotenz von
rstwirtschaft.»
ald.» Allgem.

Tafel I



Phot. Schneiter, Thun

Torrentalp-Allmend. Im Vordergrund: Leukerbad.

Von der Eidg. Insp. für Forstwesen, Jagd und Fischerei, Bern, freundlich zur Verfügung gestellt. (Titelbild in Nr. 3 der Veröffentlichung über Lawinenverbauungen des Eidg. Dep. des Innern, bearbeitet von Rolet Loretan)