

1265



MITTEILUNGEN

DER

SCHWEIZERISCHEN ANSTALT FÜR
DAS FORSTLICHE VERSUCHSWESEN

ANNALES DE
L'INSTITUT FÉDÉRAL DE RECHERCHES FORESTIÈRES

HERAUSGEGEBEN
VON DIREKTOR H. BURGER

XXII. BAND, 1. HEFT

ZÜRICH 1941
KOMMISSIONSVERLAG VON BEER & CIE., BUCHHANDLUNG

157824

Holz, Blattmenge und Zuwachs.

V. MITTEILUNG.

Fichten und Föhren verschiedener Herkunft auf verschiedenen Kulturorten.

Von Hans Burger.

Allgemeines.

Im XX. Bd., 1. Heft, 1937 unserer „Mitteilungen“ konnte der Verfasser zeigen, daß die Nadeln nordischer Föhren und von Hochgebirgsfichten bei Kulturen auf schweizerischen Talstandorten je Gewichtseinheit weniger Zuwachs schaffen, als Nadeln von Fichten- und Föhrenrassen, die auf den betreffenden Standorten mehr oder weniger zu Hause sind.

Wie aus Veröffentlichungen von *Engler, Burger und Nägeli* zu ersehen ist, sind von *Engler* am Anfang dieses Jahrhunderts mit Fichten und Föhren verschiedener Herkunft auf verschiedenen Standorten unseres Landes Versuchskulturen ausgeführt worden, sodaß die Möglichkeit besteht, die Verhältnisse bezüglich Zuwachs und Nadelmenge bei Rassen verschiedener Herkunft auf verschiedenen Standorten zu prüfen. Immerhin ist diese Möglichkeit doch beschränkt, weil z. B. in den Kulturversuchen bei Bergün auf 1950 m ü. M. die Tieflandsfichten soweit durch die Standortseigenschaften beschädigt und deformiert worden sind, daß ihr Schaftzuwachs nicht festgestellt werden kann. Aber auch in mittelhohen Lagen haben z. B. Schneebrüche häufig die Versuche gestört. Selbstverständlich ist es praktisch sehr wertvoll, zu wissen, welche Lokalrassen sich an den Anbauorten am lebenskräftigsten erwiesen haben und welche am meisten unter Frost, Schneedruck usw. gelitten haben.

Einwandfreie vergleichende Untersuchungen über das Verhältnis von Nadelmenge zum Zuwachs lassen sich aber schon nicht mehr durchführen, wenn z. B. in der Versuchskultur eine Herkunftsrasse aus irgend einem Grund stark lückig geworden ist, die Vergleichskultur aber geschlossen blieb usw., weil solche Zufälligkeiten die Belichtungsverhältnisse verschieden gestalten, die Kronenausbildung beeinflussen usw. Man vergl. „Baumkrone und Zuwachs in zwei hiebsreifen Fichtenbeständen“, XXI. Bd., 1. Heft, 1939 dieser „Mitteilungen“.

Von den zahlreichen Versuchskulturen mit Fichten verschiedener Herkunft haben sich für unsere Sonderuntersuchung die Standorte Weiermatt

bei Solothurn, 470 m ü. M., und Blais leda bei Bergün, 1600 m ü. M., als am besten geeignet erwiesen. Wir beschränken uns hier auch darauf, die diesbezüglichen Verhältnisse darzustellen für die Fichtenherkünfte Winterthur, 500 m ü. M. und St. Moritz im Engadin, 1850 m ü. M.

Der Samen dieser Fichten ist 1898 geerntet und im Frühjahr 1899 gesät worden. 1900 wurden die Sämlinge verschult und 1904 erfolgte die Kultur bei Solothurn und Bergün. Die Fichten waren also 40jährig, als im Spätsommer 1938 die Untersuchung ausgeführt wurde.

A. 40jährige Fichten.

I. Klima der Samenherkunftsorte und der Kulturorte.

Es scheint nach den heutigen Erkenntnissen über die Fragen der Herkunft des Samens einheimischer und fremdländischer Holzarten eine Selbstverständlichkeit, daß das Klima des Kulturortes möglichst gut mit dem des Anbauortes übereinstimmen sollte. Es ist deshalb grundsätzlich mit Recht gefordert worden, daß auch bei Versuchen die klimatischen Verhältnisse des Samenherkunftsortes und des Kulturortes nach Möglichkeit dargestellt werden sollten, mindestens bezüglich der Niederschläge und der Temperaturen.

Man hat dabei aber vielfach übersehen, daß man fast immer genötigt ist, Klimawerte einer mehr oder weniger weit entfernten meteorologischen Station ohne weiteres oder durch teilweise recht großzügige Interpolation auf einen gegebenen Standort zu übertragen. In verhältnismäßig ebenen Gebieten ist der Fehler, den man dabei begeht, meist nicht erheblich, sofern nicht Frostlöcher in Frage kommen. Im Gebirge aber erschwert die rasch wechselnde Exposition die Uebertragung von Klimawerten ganz außerordentlich, namentlich bezüglich der Höchst- und Tiefstwerte, die in den meisten Fällen ausschlaggebend sind.

In unserem Fall ergeben sich im Mittel der 10 Jahre 1928—1937 für die Samenherkunftsorte und die Kulturorte folgende Niederschläge und Temperaturen.

Orte	Niederschläge mm		Temperaturen C	
	Jahres- summe	Mai bis September	Jahres- mittel	Mai bis September
Herkunftsorte:				
Winterthur, 500 m	1150	590	8,0	15,2
St. Moritz, 1850 m	875	433	2,1	9,1
Kulturorte:				
Solothurn, 470 m	1180	550	8,7	16,0
Bergün, 1600 m	960	525	3,1	10,3

Winterthur, St. Moritz und Solothurn besitzen meteorologische Stationen und nur Bergün mußte nach den Messungen von Davos eingeschätzt werden. Jedermann muß aus diesen Klimawerten den Schluß ziehen, daß sich Fichten von Winterthur in Solothurn gut bewähren werden, was der praktische Versuch auch bestätigt. Man würde aber aus den Klimaverhältnissen weiter schließen, daß die Herkunft Winterthur in Bergün auf 1600 m ü. M. versagen müsse und daß dort voraussichtlich die Fichten aus dem Engadin wesentlich günstigere Ergebnisse zeitigen müßten, was durch den Kulturversuch nicht nachgewiesen werden konnte, wie wir später sehen werden.

Berechnet man übrigens aus den obigen Angaben über Niederschlag und Temperatur den Cieslar'schen Vegetationsquotienten oder was dasselbe ist, den Lang'schen Regenfaktor, also das Verhältnis von Niederschlag (N) geteilt durch die Temperatur (T), so ergibt sich folgendes:

	Herkunftsorte		Kulturorte	
	Winterthur	St. Moritz	Solothurn	Bergün
$\frac{N}{T}$ für das Jahr	141	417	136	310
$\frac{N}{T}$ für Mai bis September	39	47	34	51

Die berechneten Regenfaktoren sagen aus, daß das Klima von Winterthur und Solothurn ausgesprochen trockener sei als in Bergün und dem Engadin, während die vorhandene Vegetation bekanntlich das Gegenteil beweist. Man muß also beim Anbau von Rassen einheimischer Holzarten verschiedener Herkunft und von fremdländischen Holzarten sehr vorsichtig sein bei der Auswertung von Niederschlags- und Temperaturangaben. Sicher entscheiden kann in Zweifelsfällen immer nur der Anbauversuch.

II. Blattmenge und Zuwachs.

Die Ergebnisse der zeitraubenden Messungen, Untersuchungen und Berechnungen über Blattmenge und Zuwachs sind in den Tabellen 1 und 2 in gedrängter Form zusammengestellt.

1. Durchmesser und Höhe.

Auf dem Standort Solothurn sind die Fichten der Herkunft Engadin bis zum 40. Altersjahr bezüglich Durchmesser und Höhe deutlich hinter der Rasse von Winterthur zurückgeblieben. Die mehr oder weniger große Raschwüchsigkeit der Elternrassen hat also bei den Nachkommen auf gemeinsamem Standort vorläufig bis ins Alter von 40 Jahren nachgewirkt.

Auf dem Standort Bergün haben die Fichten von Winterthur und vom Engadin sowohl an Durchmesser wie auch an Höhe nur etwa halb so viel geleistet wie auf dem Kulturort Solothurn. Auffallend ist dabei, daß die Kultur in Bergün keinen wesentlichen Unterschied zeigt zwischen der Hochgebirgsherkunft Engadin und der Talherkunft Winterthur. D. h. also, der Standort Bergün auf 1600 m ü. M., mit nur 3,1° C mittlerer Jahrestemperatur weist noch Standortseigenschaften auf, die der Tieflandsfichtenrasse von Winterthur (8,0° Jahrestemperatur) die normale Erfüllung der Lebensfunktionen noch erlaubt. Wohl ist der Zuwachs der Tieflandsrasse wesentlich geringer als auf dem Talstandort Solothurn, aber sie kann immer noch Schritt halten mit den langsamwüchsigen Fichten aus dem Engadin.

Die gefährliche Höhengrenze, von der an die Lebenstüchtigkeit der Tieflandsfichte den Schwierigkeiten des Gebirgsklimas nicht mehr gewachsen ist, ist also in Bergün bei 1600 m noch nicht erreicht. Aber in den Kulturversuchen am gleichen Hang auf 1950 m ü. M. wurden die Fichten aus Winterthur völlig zerstört, während die Engadiner Fichten bei allerdings kleinem Zuwachs durchaus normale Formen ausbildeten. Man vergleiche *Nägeli*.

2. Die Anzahl der benadelten Jahrestriebe.

Auf dem Talstandort Solothurn weisen die Fichten von Winterthur 5—7, im Mittel 6 benadelte Jahrestriebe auf, die „Engadiner“ 6—7 oder im Mittel etwa 6½. Auf dem Kulturort Bergün, auf 1600 m ü. M., bleiben dagegen bei den Fichten von Winterthur 10 Jahrestriebe benadelt, bei denen aus dem Engadin aber 11 Jahrestriebe. Es bestätigt sich also, was der Verfasser schon 1927 nachgewiesen hat, nämlich, daß die Anzahl der benadelten Jahrestriebe hauptsächlich durch den Kulturort bedingt sei, der Herkunftsort dagegen nur schwach nachwirke. Je ungünstiger also die Standortseigenschaften sind, umso mehr Nadeljahrgänge werden in Reserve behalten, einmal um alle Möglichkeiten der kurzen Vegetationszeit voll ausnützen zu können und sodann um bei Beschädigungen junger Triebe durch Frühfröste, Schneebrüche usw. den Reserveassimilationsapparat einsetzen zu können.

3. Das Astreisig pro Baum.

Die lebenden Aeste sind bekanntlich die Träger der Zuwachsfabrik, der Blätter und Nadeln. Man erkennt, daß das Frischgewicht des Astreisigs mit Nadeln auf dem Standort Solothurn bei den Fichten vom Engadin im Mittel nur etwa ⅓ beträgt von dem der Winterthurer. Es zeigt sich ferner, daß die vorherrschenden Bäume 4—8 mal mehr lebendes Astreisig besitzen

Durchmesser, Höhe, Anzahl der benadelten Jahrestriebe, Astreisig- und Nadelgewichte 40jähriger Fichten
 verschiedener Herkunft auf verschiedenen Kulturorten.

Tab. 1

Eigenschaften der Probefichten	Herkunft	Kulturort																		
		Solothurn, 470 m ü. M.					Berglun, 1600 m ü. M.													
		herr- schend	mitherr- schend	be- herrsch	Mittel	herr- schend	mitherr- schend	mitherr- schend	be- herrsch	Mittel	be- herrsch									
1. Stammdurchmesser in 1,3 m	cm	26,2	22,4	17,0	13,8	20,4	12,6	10,8	10,2	7,3	22,8	19,8	16,1	13,3	18,4	12,8	11,4	9,4	10,4	10,4
2. Baumhöhe	m	21,6	21,4	19,0	16,9	19,7	10,6	9,8	9,6	7,0	19,0	18,6	17,2	14,2	17,2	10,4	9,8	8,4	9,2	9,1
3. Anzahl benadelter Jahrestriebe	Anzahl	7	6	5	6	6	10	10	11	10	7	6	6	7	6-7	11	12	10	11	11
4. Astreisig pro Baum	kg	86,4	83,5	24,2	10,1	51,0	18,8	13,9	11,2	4,7	51,2	42,8	18,5	12,8	31,3	20,3	13,2	10,6	12,2	12,5
5. Anteil der Nadeln am Astreisiggewicht	%	46	46	59	59	48	57	58	57	51	47	50	48	52	49	49	55	57	57	54
6. Frische Nadeln pro Baum	kg	39,3	38,2	14,2	6,0	24,4	10,7	8,0	6,4	2,4	24,2	21,6	8,9	6,7	15,3	10,0	7,3	6,0	6,9	6,7
7. Trockene Nadeln pro Baum	kg	17,7	17,2	6,4	2,7	11,0	4,8	3,6	2,9	1,1	10,9	9,7	4,0	3,0	6,9	4,5	3,3	2,7	3,1	3,0

Werte bezogen auf 55% Wassergehalt der Nadeln.

Nadeloberflächen, Schaftzuwachs und Verhältnis vom Nadelgewicht zum Zuwachs bei 40jährigen Fichten verschiedener Herkunft auf verschiedenen Kulturorten.

Tab. 2

Eigenschaften der Probenfichten	Herkunft	Kulturort											
		Solothurn, 470 m ü. M.					Bergün, 1600 m ü. M.						
		herr-schend	mitherr-schend	be-herrscht	Mittel	herr-schend	mitherr-schend	be-herrscht	Mittel	herr-schend	mitherr-schend	be-herrscht	Mittel
8. Oberfläche frischer Nadeln je kg	Winterthur, 500 m Engadin, 1850 m	6,0	6,3	6,8	7,0	6,3	5,4	5,5	5,3	5,8	5,4	5,4	5,8
9. Oberfläche der Nadeln je Baum	Winterthur, 500 m Engadin, 1850 m	234	240	97	42	153	58	44	34	14	37	38	38
10. Schaftzuwachs pro Baum und Jahr	Winterthur, 500 m Engadin, 1850 m	23,0	24,4	9,5	2,6	14,9	4,5	3,3	2,5	1,0	2,8	2,8	2,8
11. Schafttrockengewichtszuwachs pro Baum u. Jahr	Winterthur, 500 m Engadin, 1850 m	7,9	7,6	2,9	1,0	4,8	1,4	1,1	0,9	0,4	0,9	0,9	0,9
12. Frische Nadeln pro Schaftzuwachs	Winterthur, 500 m Engadin, 1850 m	1710	1570	1490	2310	1640	2380	2420	2560	2400	2460	2460	2460
13. Trockene Nadeln pro m ³ Schaftzuwachs	Winterthur, 500 m Engadin, 1850 m	770	710	670	1040	740	1070	1090	1160	1100	1110	1110	1110
14. 1 kg trock. Nadeln erzeugen Schafttrockenzuwachs	Winterthur, 500 m Engadin, 1850 m	0,45	0,44	0,45	0,37	0,44	0,29	0,29	0,31	0,36	0,30	0,30	0,30
		0,42	0,43	0,32	0,23	0,39	0,29	0,33	0,30	0,27	0,30	0,30	0,30

Werte bezogen auf 55% Wassergehalt der Nadeln.

können als die beherrschten. Endlich weisen die 40jährigen Fichten auf dem Standort Bergün ein 3—4 mal kleineres Astreisiggewicht auf als die gleichalten Fichten des Kulturortes Solothurn.

4. Das Nadelprozent und das Nadelgewicht.

Die größere Anzahl der benadelten Jahrestriebe und die noch schwächeren Aeste der Fichten des Kulturortes Bergün bewirken, daß der Anteil der Nadeln am Astfrischgewicht, also das Nadelprozent auf dem Standort Bergün wesentlich höher ist als in Solothurn. Auf dem Standort Solothurn zeigt sich, daß die vorherrschenden Fichten mit ihren gröberen Aesten ein kleineres Nadelprozent aufweisen als die feinastigeren mitherrschenden und beherrschten Fichten. Auf dem Kulturort Bergün ist die Bestandesentwicklung noch nicht so weit gediehen.

Auf dem Standort Solothurn besitzen die 40jährigen Fichten von Winterthur im Mittel schon 24 kg frische Nadeln je Baum, die „Engadiner“ im Mittel erst 15 kg, während in Bergün die Fichten von Winterthur und vom Engadin, im gleichen Alter, erst mit rund 7 kg frischen Nadeln ausgestattet sind. Aehnliche Beziehungen zeigen sich auch bezüglich des Nadel-trockengewichtes.

Der Wassergehalt der Nadeln ist in Wirklichkeit von Standort zu Standort und von Baum zu Baum und endlich auch von Kronenteil zu Kronenteil etwas verschieden. Um aber vergleichbare Werte für die Oberfläche der Nadeln je Gewichtseinheit zu erhalten, waren wir genötigt, die Frischnadelgewichte auf den gleichen Wassergehalt von 55% umzurechnen.

5. Oberfläche frischer Fichtennadeln je kg und je Baum.

Aus Tabelle 2 ersieht man, daß die Oberfläche eines Kilogrammes frischer Nadeln auf dem Standort Solothurn für beide Herkunftsrasen mit im Mittel rund $6\frac{1}{2}$ m² deutlich größer ist, als für den Standort Bergün mit rund $5\frac{1}{2}$ m² per kg. D. h. also, auf dem Talstandort Solothurn werden Fichtennadeln erzeugt, die etwas flacher sind, sich mehr dem Schattennadeltypus nähern, während die Fichten von Bergün ausgesprochen derbere Sonnennadeln tragen.

Sehr klar kommt durch unsere Untersuchung auch zum Ausdruck, daß die Frischnadeloberfläche je kg bei den herrschenden Fichten kleiner ist als bei den beherrschten. Die herrschenden Bäume besitzen also mehr Sonnennadeln, die beherrschten mehr Schattennadeln.

Es gelang dagegen nicht nachzuweisen, daß die Engadinerfichten als Rasse derbere Nadeln besitzen als die Winterthurer. Das Ergebnis unserer Messungen würde eher das Gegenteil vermuten lassen. Man darf aber nicht vergessen, daß bei der Bestimmung von Nadeloberflächen je kg

Schlüsse vom Kleinen ins Große nötig sind, die den Genauigkeitsgrad etwas herabsetzen.

Auf dem Standort Solothurn besitzen die größten 40jährigen Fichten von Winterthur bereits Nadeloberflächen von 230—240 m², die gleich alten Fichten aus dem Engadin aber erst von 150—160 m². Im Mittel pro Baum weisen die „Winterthurer“ in Solothurn 150 m² Nadeloberfläche auf, die „Engadiner“ nur 100 m², während auf dem Standort Bergün sowohl die „Winterthurer“ wie die „Engadiner“ im gleichen Alter im Mittel pro Baum nur mit 40 m² Nadeloberfläche arbeiten.

6. Frischvolumenzuwachs und Trockengewichtszuwachs des Schaftes je Baum und Jahr.

Leider läßt sich der Zuwachs der Kronen an Astreisig in der Jugend ebensowenig erfassen, wie eine eventuelle Rückbildung der Krone nach Eintritt des Bestandesschlusses. Da die Berechnungen des Schaftzuwachses sich aber nur auf die letzten 3—5 Jahre beziehen, so darf man wohl vermuten, daß sich in diesem verhältnismäßig kurzen Zeitraum die Kronenverhältnisse nicht wesentlich verändert haben.

In Solothurn erzeugen die Fichten von Winterthur im Höchstfall schon 24 Liter Schaftzuwachs im Jahr je Baum, im Mittel 15 Liter, während die „Engadiner“ im Mittel nur einen Schaftzuwachs von 8 Litern schaffen. In Bergün beträgt der Schaftzuwachs für die gleichalten Bäume im Mittel nur 5 Liter.

Man erkennt ferner, daß die herrschenden Bäume absolut einen viel größeren Zuwachs schaffen als die mitherrschenden und gar als die beherrschten Fichten und daß der diesbezügliche Unterschied in Solothurn bei weitergehenderer Bestandesentwicklung größer ist als in Bergün, wo die Baumklassen noch weniger scharf herausgebildet sind.

Rechnet man den Frischvolumenzuwachs mit Hilfe der Verhältniszahl: Trockengewicht : Frischvolumen, also mit der sogenannten Raumdichtezahl des äußersten Holzmantels auf Trockengewicht um, so zeigt sich, daß der Trockengewichtszuwachs im Mittel pro Jahr und Baum auf dem Standort Solothurn bei den Fichten von Winterthur rund 5 kg, bei den „Engadiner“ nur 3 kg und auf dem Standort Bergün für beide Rassen nur je 1 kg beträgt.

7. Das Verhältnis zwischen Blattmenge und Zuwachs.

Das Gewicht frischer Nadeln, das im Jahr einen Festmeter Schaftzuwachs erzeugt, beträgt auf dem Kulturort Solothurn bei den 40jährigen Fichten von Winterthur im Mittel 1640 kg, bei den gleichalten Fichten vom Engadin aber 1890 kg oder rund 13% mehr, was beweist, daß die Nadeln der Hochgebirgsrasse auf dem Talstandort träger arbeiten als die der Tieflandsrasse.

In Bergün, auf 1600 m ü. M., brauchen sowohl die Fichten von Winterthur wie die vom Engadin rund 2500 kg frische Nadeln, um einen Festmeter Holz im Jahr zu erzeugen oder 40—50% mehr als in Solothurn. Auch hier zeigt sich wieder, daß wohl der absolute Zuwachs bei den herrschenden Fichten am größten, bei den beherrschten am kleinsten ist; aber die günstigste Arbeitsintensität, d. h. das günstigste Verhältnis zwischen Nadelmenge und Zuwachs weisen nicht immer die vorherrschenden, sondern häufig die schwach herrschenden bis mitherrschenden Bestandeglieder auf.

Des Vergleichs wegen sei noch angegeben, daß die Nadeln, mit denen die Fichten von Winterthur einen Festmeter Schaffholz erzeugen, in Solothurn eine Oberfläche von 10 300 m² oder 1 ha, in Bergün aber 13 300 m² oder 1,5 ha besitzen.

Zieht man endlich den Vergleich zwischen dem arbeitenden Blatt-Trockengewicht und dem jährlich geschaffenen Schafftrockenzuwachs, so zeigt sich, daß in Solothurn 1 kg Blatt-Trockengewicht bei den Fichten von Winterthur 0,44 kg Schafftrockenzuwachs erzeugt, bei denen vom Engadin nur 0,39 kg und daß auf dem Kulturort Bergün beide Rassen pro kg trockener Nadeln gar nur 0,3 kg Schafftrockensubstanz zu erzeugen vermögen.

Man darf sich daran erinnern, daß der Schaffvolumenzuwachs der 40jährigen Fichten von Winterthur in Solothurn rund 5 mal größer ist als in Bergün, während der Unterschied des Trockengewichtszuwachses pro kg Nadel Trockengewicht nur 40—50% beträgt.

Die Standortseigenschaften des Kulturortes Bergün bedingen im gleichalten 40jährigen Fichtenbestand nicht nur kleinere Schäfte, sondern auch einen um 2—3 mal kleineren Assimilationsapparat, und diese kleinere Zuwachsfabrik arbeitet zudem um 40—50% ungünstiger als die größere von Solothurn, was z. T. durch die ungünstigeren Standortverhältnisse bedingt sein mag, teilweise aber auch durch die Tatsache, daß in Bergün viel ältere Nadeln noch arbeiten müssen als in Solothurn.

III. Uebertragung der Ergebnisse auf ganze Bestände.

Die Kleinheit der Fichtenherkunftskulturflächen erlaubt die Umrechnung der Ergebnisse auf je eine Hektare nicht. Will man sich aber doch eine Vorstellung über die Größenanordnung der Beziehungen verschaffen, so darf man für diese gleichalterigen, reinen Fichtenkulturen die Baumzahlangaben der Ertragstafel zu Hilfe nehmen.

Die 40jährige Kultur mit Fichten von Winterthur in Solothurn, 470 m ü. M., entspricht bei einer mittleren Höhe von 19,7 m und einem Durchmesser von 20,4 cm ziemlich gut einem Bestand I. Bonität von 40—41 Jahren der Ertragstafel von Flury für Fi-Hügelland mit einer Baumzahl von

rund 1800. Die gleichalte Kultur mit Fichten aus dem Engadin in Solothurn kann zufolge ihrer mittleren Höhe und des mittleren Durchmessers mit einem Bestand II. Bonität, Fi-Hügelland verglichen werden mit rund 2350 Bäumen je ha.

Beide Kulturen mit Fichten von Winterthur und vom Engadin in Bergün, 1600 m ü. M., entsprechen einem Ertragstafelbestand III./IV. Bonität für Fi-Gebirge mit rund 4800 Bäumen je ha.

1. Nadelgewicht und Nadeloberfläche je ha.

Mit Hilfe obiger Baumzahlen und der direkten Untersuchungen an je 4 Prohebäumen ergeben sich je ha folgende Nadelfrischgewichte:

1. 40jährige Fichten von Winterthur in Solothurn, 470 m ü. M.
1800 Bäume mit je 24,4 kg = 44 000 kg.
2. 40jährige Fichten vom Engadin in Solothurn, 470 m ü. M.
2350 Bäume mit je 15,5 kg = 36 000 kg.
3. 40jährige Fichten von Winterthur und vom Engadin in Bergün, 1600 m ü. M.
4800 Bäume mit je 6,8 kg = 33 000 kg.

Vergleicht man diese Nadelgewichte je ha mit den möglichst genauen Berechnungen an einem 35jährigen Fichtenbestand von Chanéaz (vergl. XXI. Bd., 1. Heft 1959), 800 m ü. M., II. Bonität Fi-Gebirge, die ein Nadelgewicht von 34 500 kg ergeben haben, so erscheinen sie durchaus in der richtigen Größenordnung zu liegen.

Berücksichtigt man die in Tabelle 9 angegebenen mittleren Oberflächen je kg Nadeln, so ergeben je ha:

1. Fichten von Winterthur in Solothurn: $44\,000\text{ kg} \times 6,5\text{ m}^2 = 280\,000\text{ m}^2$.
2. Fichten vom Engadin in Solothurn: $36\,000\text{ kg} \times 6,9\text{ m}^2 = 240\,000\text{ m}^2$.
3. Fichtenkulturen in Bergün: $33\,000\text{ kg} \times 5,6\text{ m}^2 = 170\,000\text{ m}^2$.

Die allseitige Nadeloberfläche in 40jährigen reinen Fichtenbeständen kann also 17—28 mal größer sein als die Bodenfläche.

2. Schätzung der Transpiration.

Nach von Höhnel beträgt bei der Fichte die Jahrestranspiration je kg Nadeltrockengewicht 165 kg Wasser. Unsere Bestände würden darnach verbrauchen:

1. Fichten von Winterthur in Solothurn: $20\,000\text{ kg} \times 165 = 3\,300\,000\text{ kg}$.
2. Fichten vom Engadin in Solothurn: $16\,000\text{ kg} \times 165 = 2\,600\,000\text{ kg}$.
3. Fichtenkulturen in Bergün: $15\,000\text{ kg} \times 165 = 2\,500\,000\text{ kg}$.

Es erscheint allerdings sehr zweifelhaft, ob man die Transpirationzahlen, die von Höhnel in der Nähe von Wien festgestellt hat, auf einen Bestand von Bergün übertragen darf. Die Größenordnung von 250—330 mm

Transpiration für 40 jährige Fichtenbestände liegt aber durchaus im Rahmen der bisherigen Anschauungen.

IV. Die Eigenschaften des Holzes.

Um die Eigenschaften des von 40 jährigen Fichten verschiedener Herkunft auf verschiedenen Standorten erzeugten Holzes festzustellen, wurden aus jedem Bestand je 4 Probebäume ausgewählt, genau vermessen, in die einzelnen Teile zerlegt und gewogen. Aus den Schäften sind in Abständen von 2 zu 2 Metern Stammscheiben herausgeschnitten worden, einmal zur Bestimmung des Schaftzuwachses der letzten Jahre und sodann zur Feststellung des Wassergehaltes, des Trockenraumgewichtes, der Volumenschwindung usw. des Holzes in verschiedenen Baumteilen.

1. Das Frischraumgewicht.

Eine Uebersicht über die Ergebnisse der Untersuchung zeigt Zusammenstellung 3:

Frischraumgewichte des Schaftholzes von je 4 Fichten verschiedener Herkunft auf verschiedenen Standorten.

Tab. 3

Kulturort	Herkunft	Baumklassen				
		herrschend	herrschend	mit-herrschend	beherrscht	Mittel
Solithurn 470 m	Winterthur	0,93	0,88	0,79	0,87	0,87
	Engadin	0,96	0,96	0,88	0,96	0,94
	Mittel	0,94	0,91	0,83	0,91	0,90
Bergün 1600 m	Winterthur	0,66	0,70	0,69	0,76	0,69
	Engadin	0,74	0,74	0,86	0,73	0,77
	Mittel	0,70	0,72	0,77	0,75	0,73

Man erkennt zunächst, daß auf dem Kulturort Solothurn das Frischraumgewicht des Schaftholzes der Fichten von Winterthur geringer ist als das der Engadiner. Man wäre geneigt, die Erklärung darin zu suchen, daß die nach Tabelle 1 schon wesentlich stärkeren Fichten von Winterthur im Innern schon verhältnismäßig mehr trockenen Kern aufweisen als die schwächeren Engadiner. Dieser Auslegung steht aber die Tatsache gegenüber, daß auch auf dem Standort Bergün die Fichten von Winterthur ein geringeres Frischraumgewicht aufweisen, trotzdem die Stämmchen im Mittel gleich stark sind wie die der Herkunft Engadin. Die Zusammenstellung zeigt weiter, daß auf dem Standort Solothurn das Frischraumgewicht der

Winterthurer- und Engadinerfichten wesentlich höher ist als in Bergün auf 1600 m ü. M., bei wesentlich schwächeren Stämmen. Wir werden bei Besprechung des Wassergehaltes des Holzes auf diese Erscheinung zurückkommen.

2. Das Trockenraumgewicht.

Tabelle 2 gibt einen Ueberblick über die Ergebnisse:

Trockenraumgewicht von Fichten verschiedener Herkunft auf verschiedenen Standorten.

Tab. 4

Kulturort	Herkunft	Baumklassen				
		herrschend	herrschend	mit-herrschend	beherrscht	Mittel
Solothurn 470 m	Winterthur	0,38	0,35	0,34	0,42	0,37
	Engadin	0,35	0,39	0,40	0,45	0,38
	Mittel	0,36	0,37	0,37	0,44	0,38
Bergün 1600 m	Winterthur	0,35	0,37	0,39	0,41	0,37
	Engadin	0,35	0,37	0,37	0,38	0,37
	Mittel	0,35	0,37	0,38	0,39	0,37

Das Trockenraumgewicht des Schaftholzes dieser 40jährigen Fichten zeigt weder nach der Herkunft der Rasse noch bezüglich des Kulturortes einen bemerkenswerten Unterschied. Die schwache Andeutung für die Erzeugung von etwas leichterem Holz in Bergün könnte noch in der Bestimmungsfehlergrenze liegen. Man darf dabei bedenken, daß der Optimalstandort der Fichte vielleicht etwa zwischen 800—1200 m ü. M. liegt, wovon Bergün gegen die Kältgrenze hin ungefähr gleich weit entfernt ist, wie Solothurn gegen die Wärmegrenze hin. Wohl aus diesem Grund ist das Trockenraumgewicht durchgehend verhältnismäßig klein.

Es zeigt sich aber deutlich, daß im allgemeinen das Trockenraumgewicht von den herrschenden Bäumen zu den beherrschten, also mit abnehmender Jahrringbreite und geringerer relativer Verdunstung zunimmt. Diese Erscheinung kommt deutlicher zum Ausdruck auf dem Talstandort Solothurn, auf dem die Einzelbäume schon länger im gegenseitigen Kampf ums Dasein stehen als in Bergün.

Da die in verschiedenen Schafthöhen entnommenen Stammscheiben vom Splint beginnend gegen den Kern in je 2,5 cm dicke Mantelstücke zerlegt worden sind, so läßt sich auch darstellen, wie sich das Trockenraumgewicht vom Mark gegen die Rinde in verschiedener Schafthöhe verändert. Man vergleiche Tabelle 5.

Rahmen

ner Her-
, wurden
n, in die
bständen
mal zur
zur Fest-
Volumen-

sammen-

rkunft

Mittel
0,87
0,94
0,90
0,69
0,77
0,73

as Frisch-
ger ist als
chen, daß
Winterthur
n als die
he gegen-
erthur ein
im Mittel
enstellung
wicht der

Trockenraumgewicht in verschiedenen Schaffteilen einer Fichte von Winterthur
auf dem Kulturort Solothurn.

Tab. 5

Stamm- höhe m	Oben, Nord Splint			Kern	Kern				Süden, unten Splint
	0,0—2,5 cm	2,5—5,0 cm	5,0—7,5 cm	Kern- cm	Kern- cm	7,5—5,0 cm	5,0—2,5 cm	2,5—0,0 cm	
1	0,40	0,36	0,33	0,35	0,37	0,34	0,39	0,42	
3	0,44	0,37	0,35	0,38	0,36	0,34	0,37	0,44	
5	0,41	0,34	—	0,37	0,38	—	0,37	0,43	
7	0,38	0,35	—	0,37	0,38	—	0,35	0,41	
9	0,40	0,36	—	0,37	0,36	—	0,36	0,41	
11	0,37	—	—	0,37	0,37	—	—	0,38	
13	0,36	—	—	0,35	0,37	—	—	0,37	
15	0,38	—	—	0,38	0,38	—	—	0,40	
17	0,39	—	—	—	—	—	—	0,39	

Die Zusammenstellung 5 zeigt, daß der Baum in der ersten Jugend im Kern ein verhältnismäßig schweres Holz erzeugte, dann während einer gewissen Zeit ein sehr leichtes Holz, im äußersten Splintmantel von 2,5 cm Dicke in den letzten Jahren aber das schwerste Holz. Das Holz nahm also an Trockenraumgewicht zu, sobald der Baum den Höchstwert des laufenden Zuwachses überschritten hatte.

Betrachtet man nur das in den letzten Jahren erzeugte Splintholz, so zeigt sich, sofern man absieht vom Wurzelanlauf, daß das Trockenraumgewicht in der Höhe von 3—5 m am höchsten ist, gegen unten abnimmt, aber auch gegen oben etwa bis zur größten Kronenbreite und dann wieder zunimmt gegen den Gipfel hin. Obwohl der Boden des Kulturortes Solothurn nur schwach gegen Süden geneigt ist, so erzeugte der Baum doch deutlich, namentlich in den letzten Jahren, auf der hangabwärts liegenden Schaftseite etwas schwereres Holz als auf der hangaufwärts liegenden Seite.

Es ist bekannt, daß das Trockenraumgewicht beeinflusst wird durch die Jahrringbreite und durch den Herbstholzanteil des Jahrringes. Faßt man alle Proben gleicher mittlerer Jahrringbreiten oder gleichen Herbstholzanteiles zusammen, so zeigen sie im Einzelnen immer noch recht verschiedene Raumgewichte. Rechnet man aber das mittlere Raumgewicht aller Proben mit Jahrringbreiten von 1, 2, 3 mm usw., so zeigt sich, wie in Bild 1 dargestellt, daß das Raumgewicht unseres Fichtenholzes mit zunehmender Jahrringbreite abnimmt. Man stellt aber zugleich fest, daß das in Solothurn auf 470 m ü. M. erwachsene Holz sich anders verhält als das von Bergün. Das Raumgewicht des Fichtenholzes von Solothurn nimmt mit zunehmender Jahrringbreite viel rascher ab als beim Holz von Bergün. Bei Jahrringbreiten bis etwa 3 mm ist das Holz von Bergün leichter, bei Breiten von mehr als 3 mm aber schwerer als das von Solothurn. Dieses

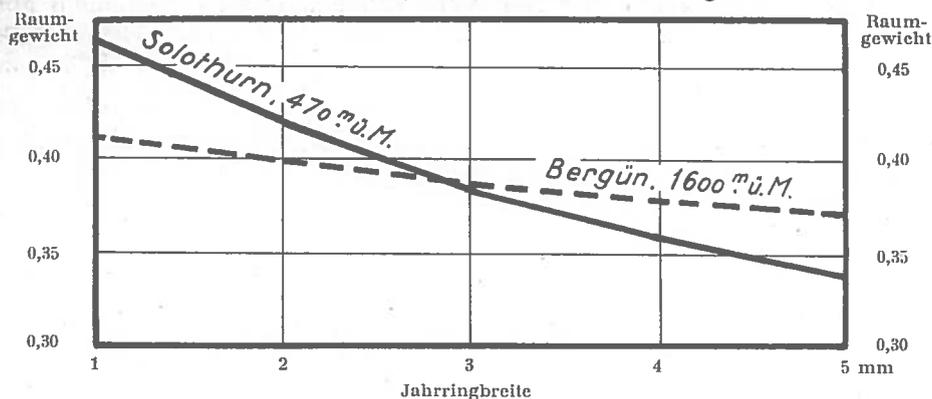
nterthur

len, unten Splint
2,5-0,0 cm
0,42
0,44
0,43
0,41
0,41
0,38
0,37
0,40
0,39

en Jugend
end einer
von 2,5 cm
holz nahm
wert des

intholz, so
ckenraum-
abnimmt,
un wieder
ortes Solo-
aum doch
liegenden
den Seite.
ird durch
ges. Faßt
n Herbst-
noch recht
mgewicht
sich, wie
s mit zu-
t, daß das
ilt als das
rn nimmt
n Bergün.
ichter, bei
n. Dieses

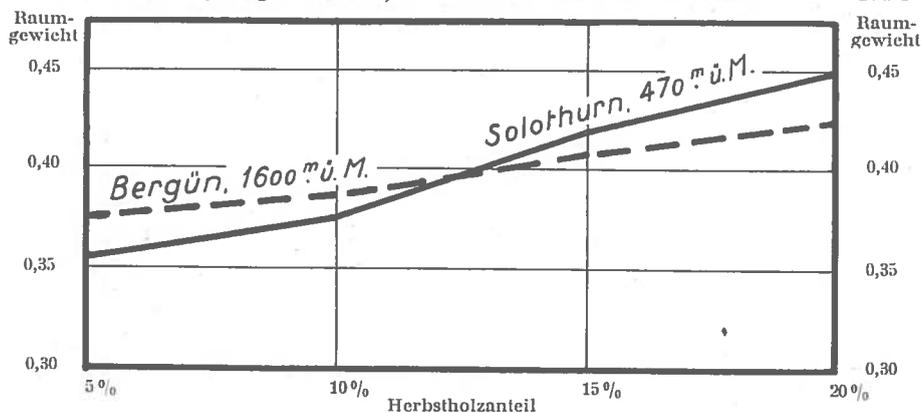
Trockenraumgewichte
bei 40jährigen Fichten, bei verschiedener Jahrringbreite.



verschiedene Verhalten des in Bergün und in Solothurn erwachsenen Holzes läßt sich nur durch die Annahme erklären, daß das Verhältnis von Herbst- und Frühholz bei den beiden Holzherkünften verschieden sei und daß beim Holz von Bergün kein so ausgesprochener Unterschied bestehe zwischen Früh- und Herbstholz, wie bei den in Solothurn erwachsenen Fichten.

Bild 2 vermittelt eine Vorstellung über den Einfluß des mittleren Herbstholzanteiles auf das Raumgewicht des Holzes. Man erkennt, daß sowohl beim Holz von Bergün als bei dem von Solothurn das Raumgewicht steigt mit zunehmendem Herbstholzanteil. Es fällt auf, daß beim Fichtenholz von Solothurn der Herbstholzanteil das Raumgewicht stärker beeinflusst als bei dem von Bergün. Bei kleinem Herbstholzanteil ist das Raumgewicht des Holzes von Bergün größer als das von Solothurn, weil

Trockenraumgewichte
bei 40jährigen Fichten, bei verschiedenem Herbstholzanteil.



bei dem Holz von Bergün das Frühjahrsholz dichter gebaut ist als bei dem Holz von Solothurn. Bei Herbstholzanteilen über 15% ist dann aber das Raumgewicht des Holzes von Solothurn schwerer als das in Bergün, weil in Solothurn ausgesprochenes Herbstholz gebildet wird, in Bergün aber der Unterschied des Aufbaues von Herbst- und Frühholz viel geringer ist, was die bei der Fichte ohnedies nicht ganz einwandfreie Auscheidung von Frühjahrs- und Herbstholz noch erschwert.

3. Die Raumschwindung.

Die Volumenschwindung des Holzes beim Uebergang vom frischen zum absolut trockenen Zustand in Prozents des Frischvolumens steht sonst meistens in ziemlich guter Correlation mit dem Trockenraumgewicht. Tabelle 6 zeigt die Verhältnisse unserer Untersuchung:

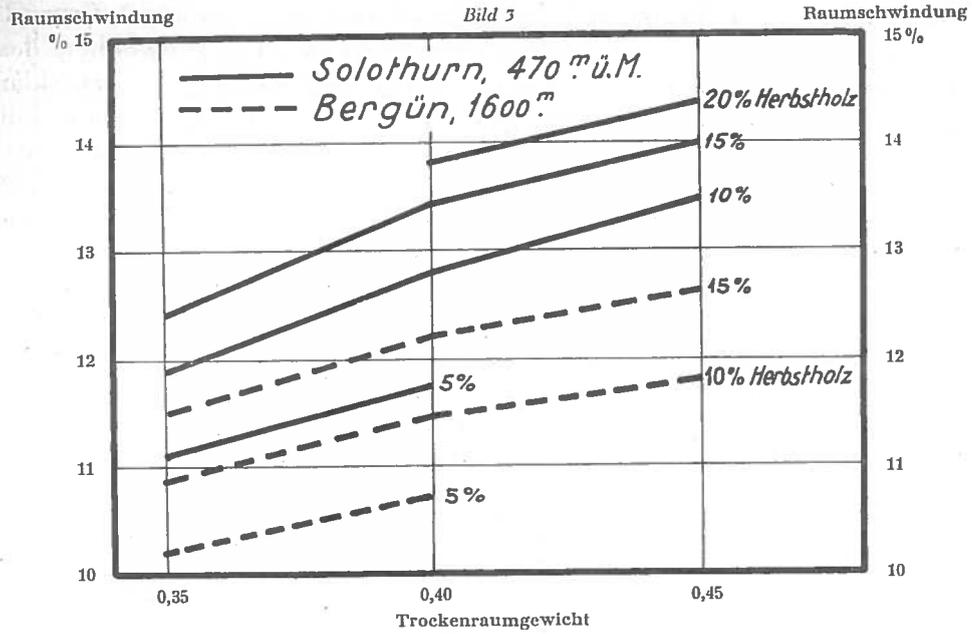
Die Raumschwindung des Holzes von Fichten verschiedener Herkunft auf verschiedenen Standorten.

Kulturort	Herkunft	Baumklassen				Mittel
		herrschend	herrschend	mit-herrschend	beherrscht	
Solothurn 470 m	Winterthur	12,6	12,5	12,6	12,4	12,6
	Engadin	11,6	13,4	11,9	14,6	12,6
	Mittel	12,1	12,9	12,3	13,4	12,6
Bergün 1600 m	Winterthur	11,2	10,8	11,7	11,0	11,2
	Engadin	12,3	11,1	11,8	11,4	11,7
	Mittel	11,8	11,0	11,7	11,2	11,5

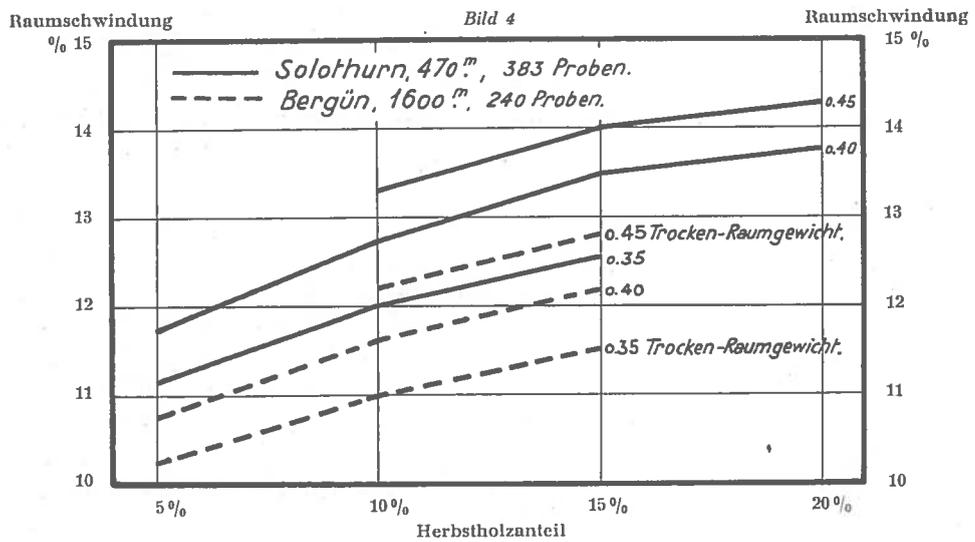
Vergleicht man die Trockenraumgewichte der Tabelle 4 mit den Raumschwindungsprozents der Tabelle 6, so erkennt man sofort, daß in unserem Fall keine genügende Correlation zwischen den beiden Werten besteht. Das Holz, das in Bergün erwachsen ist, schwindet bei nur wenig kleinerem Trockenraumgewicht wesentlich weniger als das in Solothurn erwachsene Holz.

Die Natur vermag, wie die Bilder 1 und 2 beweisen, bei den Nadelhölzern Holz gleichen Trockenraumgewichtes auf verschiedene Weise aufzubauen: Einmal durch eine gleichmäßig dichte Struktur ohne allzugroßen Unterschied zwischen Frühjahrs- und Herbstholz, wie es häufig bei Holz von einer gewissen Meereshöhe an zu finden ist und sodann durch Bildung ausgesprochen lockeren Frühholzes in Abwechslung mit dichtem Herbstholz, ein Holz, das mehr in tieferen Lagen erwächst und bei dem das Schwinden und Wachsen stark durch die Herbstholzringe beeinflusst ist, ähnlich wie beim Rotholz.

Raumschwindung bei 40jährigen Fichten, bei verschiedenem Trockenraumgewicht und verschiedenem Herbstholzanteil.



Raumschwindung bei 40jährigen Fichten, bei verschiedenem Herbstholzanteil und verschiedenem Trockenraumgewicht.



als bei
in aber
Bergün,
Bergün
iel ge-
ie Aus-

frischen
s steht
gewicht.

Mittel
12,6
12,6
12,6
11,2
11,7
11,5

mit den
daß in
Werten
c wenig
lothurn

Nadel-
ise auf-
großen
ei Holz
Bildung
bstholz,
winden
ich wie

Die Bilder 3 und 4 veranschaulichen für das Fichtenholz der Standorte Solothurn und Bergün die Beziehungen zwischen Herbstholzanteil, Raumgewicht und der Raumschwindung bis zum absolut trockenen Zustand. Man erkennt einmal das allgemeine Gesetz, daß die Raumschwindung des Fichtenholzes mit dem Raumgewicht ansteigt. Man stellt weiter sehr klar fest, daß bei gleichem Raumgewicht die Raumschwindung zunimmt mit dem Herbstholzanteil, weil das Herbstholz mehr und mehr die ganze Raumschwindung beherrscht. Der Kurvenverlauf scheint anzudeuten, daß etwa bei 25%—30% Herbstholzanteil die Raumschwindung schon so weit durch das Herbstholz beherrscht ist, daß eine weitere Herbstholzzunahme die Raumschwindung nur noch verhältnismäßig wenig beeinflusst, sofern es sich nicht um Rotholz handelt, dessen Einfluß hier nicht erfaßt ist.

Endlich kommt die Tatsache zum Ausdruck, daß bei gleichem Raumgewicht und gleichem linearen Herbstholzanteil die Raumschwindung des Holzes von Bergün je etwa 2% geringer ist als bei dem Fichtenholz von Solothurn, weil in Bergün der Unterschied zwischen Herbst- und Frühholzstruktur geringer ist und weil wohl auch überhaupt der Bau des Holzes verschieden ist.

Es zeigt sich auch hier wieder, daß es verhältnismäßig leicht war, einige allgemeine Gesetze über die Beziehungen zwischen Jahrringbreite, Herbstholzanteil, Raumgewicht und Raumschwindung aufzustellen, daß die Schwierigkeiten aber wachsen, wenn man genötigt ist, für die Ausnahmen, die hier die Regel bilden, die Zusammenhänge aufzuklären. Die Kurven der Bilder 1—4 stützen sich zwar auf die Untersuchung von 623 Einzelproben, und doch möge man mehr den Sinn des Verlaufes der Kurven beachten als die absoluten Werte, die im einzelnen noch eines weiteren Unterbaues bedürfen.

4. Der Wassergehalt in Prozenten des Trockengewichts.

Die Zusammenstellung in Tabelle 7 läßt erkennen, daß die Stämmchen der Herkunft Engadin sowohl auf dem Standort Solothurn, wie auch in Bergün höheren Wassergehalt aufweisen als die der Herkunft Winterthur. Noch schärfer kommt aber zum Ausdruck, daß der Wassergehalt des in Bergün erwachsenen Holzes im lebenden Zustand wesentlich geringer ist als der des Holzes von Solothurn, was umso eindrucksvoller in Erscheinung tritt als die gleich alten Stämmchen in Bergün erst ungefähr halb so stark sind wie die in Solothurn.

Der höhere Wassergehalt des in Solothurn erwachsenen Fichtenholzes läßt sich wohl nur so erklären, daß es den Fichten leichter möglich ist, aus dem frischen, leicht geneigten Moränenboden von Solothurn das Wasser aufzunehmen als auf dem physiologisch trockenen Hangschuttboden in Bergün.

Mittlerer Wassergehalt in Prozenten des Trockengewichts in Stämmchen von Fichten
verschiedener Herkunft auf verschiedenen Standorten. Tab. 7

Kulturort	Herkunft	Baumklassen				
		herrschend	herrschend	mitherrschend	beherrscht	Mittel
Solithurn 470 m	Winterthur	179	185	164	135	170
	Engadin	215	187	153	148	181
	Mittel	195	186	159	140	175
Bergün 1600 m	Winterthur	112	110	99	110	108
	Engadin	141	124	163	117	137
	Mittel	127	117	129	113	123

Wenn ferner auf dem Standort Bergün bei ungefähr gleichen Stammstärken die „ozeanische“ Fichtenrasse von Winterthur ein wesentlich trockeneres Holz erzeugt als die „kontinentale“ aus dem Engadin, so

Wassergehalt in Prozenten des Trockengewichts in verschiedener Höhe der Probefichten
von Solothurn und Bergün. Tab. 8

Kulturort	Stammhöhe m	Herkunftsort Winterthur 500 m ü. M.				Herkunftsort Engadin 1850 m ü. M.			
		herrschend	herrschend	mitherrschend	beherrscht	herrschend	herrschend	mitherrschend	beherrscht
Solithurn 470 m ü. M.	1	151	172	123	112	206	158	116	145
	3	143	157	130	128	205	169	135	127
	5	171	163	139	131	201	174	134	146
	7	182	179	153	129	208	182	159	160
	9	181	181	168	150	226	202	182	160
	11	207	192	208	158	242	218	198	160
	13	217	204	232	165	234	229	195	163
	15	202	237	250	174	234	226	189	173
	17	205	229	232	—	211	203	—	—
	19	202	211	—	—	—	—	—	—
	21	154	—	—	—	—	—	—	—
	Mittel		179	185	164	135	215	187	153
Bergün 1600 m ü. M.	1	111	94	92	102	130	110	151	108
	3	106	113	98	108	132	123	166	111
	5	110	127	107	159	148	139	183	159
	7	123	149	127	—	177	154	178	161
	9	166	136	145	—	186	157	—	—
	Mittel		112	110	99	110	141	124	163

könnte man sich vorstellen, daß die Fichtenrasse vom günstigeren Standort infolge erblicher Belastung die inneren Jahrringe früher aus der vollen Wasserleitungspflicht entläßt als die Fichtenrasse, die von einem ungünstigen Standort stammt.

Aus Tabelle 8 ist zu entnehmen, daß der Wassergehalt der 40jährigen Fichtenstämme auf dem Standort Solothurn im allgemeinen, abgesehen von einer oft auftretenden Senkung zwischen 3—5 m Schafthöhe, mit der Stammhöhe zunimmt bis zur größten Kronenbreite, die bei der Herkunft Winterthur zwischen 13—15 m liegt, bei der Herkunft Engadin zwischen 11—13 m und dann gegen den Gipfel hin wieder sinkt. Das Abfallen des Wassergehaltes im Gipfel oberhalb der größten Kronenbreite zeigt sich nur bei den herrschenden Fichten, nicht aber bei den beherrschten.

In Bergün ist die Bestandesentwicklung noch nicht so weit, daß sich deutlich eine Schatten- und eine Lichtkrone hätte ausbilden können. Der Wassergehalt nimmt in diesen Fichtenstangen von unten nach oben zu.

Die Zusammenstellung 9 läßt erkennen, daß selbst bei den größten 40jährigen Fichten von Solothurn der Reifholzcharakter erst im unteren Stammteil ausgebildet ist, indem der innerste Kern rund 5 mal weniger Wasser enthält als der äußerste Splint.

Wassergehalt in Prozenten des Trockengewichtes in Splint und Kern der größten
Tab. 9 Probefichten von Winterthur und vom Engadin in Solothurn.

	Stamm- höhe m	Nord, oben Splint			Kern		Kern			unten, Süd Splint	
		0,0-2,5 cm	2,5-5,0 cm	5,0-7,5 cm	Kern- Rest	Kern- Rest	7,5-5,0 cm	5,0-2,5 cm	2,5-0,0 cm		
Kulturort Solothurn Herkunft Winterthur Baum 1	1	201	151	75	42	37	75	138	195		
	3	189	144	75	36	37	81	145	190		
	5	197	200	—	71	63	—	199	197		
	7	224	170	—	49	49	—	196	209		
	9	220	186	—	55	93	—	207	206		
	11	229	—	—	165	182	—	—	234		
	13	246	—	—	166	188	—	—	240		
	15	345	—	—	84	86	—	—	345		
	17	204	—	—	—	—	—	—	205		
Herkunft Engadin Baum 1	1	250	208	120	56	48	97	251	250		
	3	231	228	—	123	93	—	236	230		
	5	238	208	—	69	72	—	218	240		
	7	251	224	—	90	80	—	212	248		
	9	268	—	—	186	164	—	—	255		
	11	270	—	—	207	188	—	—	255		
	13	257	—	—	197	181	—	—	249		
	15	237	—	—	—	—	—	—	232		

Betrachtet man den äußersten Splintring von 2,5 cm Dicke für sich allein, so zeigt sich wiederum, daß abgesehen vom Wurzelanlauf der Wassergehalt bei 1 m Schafthöhe deutlich größer ist als zwischen 3—5 m über Boden, dann aber rasch ansteigt etwa bis zur größten Kronenbreite und im obersten Gipfel wieder sinkt. Die Kernstücke in verschiedener Höhe lassen sich nicht vergleichen, weil sie immer den Rest darstellen, der nach der Ablösung der je 2,5 cm dicken Schichten, von außen beginnend, im Innern noch verblieb.

Ferner ist zu beachten, daß das Holz der hangwärts liegenden Seite der Stämme nicht nur schwerer ist (vergl. Tab. 5), sondern auch etwas trockener als das Holz der Bergseite.

B. 32jährige Föhren.

Bei den Fichten war es möglich, Blattmenge und Zuwachs von zwei extremen Fichtenherkunftsrasen zu vergleichen für zwei weitauseinanderliegende Kulturorte. Bei den Föhren liegen die Verhältnisse nicht so einfach, einmal, weil auf den Kulturorten Eglisau, 410 m ü. M., Magglingen, 1070 m ü. M. und Samaden, 1920 m ü. M. nicht genau die gleichen Herkunftsrasen angebaut worden sind und sodann, weil schon in Magglingen gewisse Herkunftsrasen durch Schüttelebfall und Schneedruck stark verlichteten, in Samaden teilweise derart deformiert worden sind, daß ihr Schaftzuwachs nicht mehr sicher genug berechnet werden konnte.

I. Das Klima der Herkunfts- und der Kulturorte.

Kalela hat in seiner Veröffentlichung „zur Synthese der experimentellen Untersuchungen über Klimarassen der Holzarten“ für die Herkunftsorte und Kulturorte Klimaformeln aufgestellt, die hier, soweit Sonderuntersuchungen ausgeführt worden sind, in Tabelle 10 wiedergegeben seien.

Grundsätzlich werden durch die Klimaangaben Kalelas die Standortseigenschaften gut umschrieben. Wie aber schon bei der Fichte angedeutet wurde, besteht meistens die Schwierigkeit, daß man genötigt ist, die Beobachtungen einer meteorologischen Station auf weit davon entfernte Herkunftsorte oder Kulturorte zu übertragen. Die Klimaformel nach Kalela wirkt auch etwas roh, weil sowohl für die Vegetationszeit, wie für die kalte Jahreszeit nur ganze Monate berücksichtigt werden können.

Betrachtet man in Tabelle 10 die Angaben über die Amplitude der Temperatur vom tiefsten zum höchsten Monatsmittel, die die Continentalität eines Standortes anzeigt, so zeigt sich wohl, daß die russischen

Standort
r vollen
i einem

jährigen
gesehen
mit der
herkunft
wischen
llen des
igt sich
en.

laß sich
en. Der
ben zu.
größten
unteren
weniger

öften

ten, Süd Splint
5 2,5-0,0 cm

195

190

197

209

206

234

240

345

205

250

230

240

248

255

255

249

232

Klima der Föhrenherkunftsorte und der Kulturorte
nach Kalela.

Tab. 10

Herkunfts- und Kulturort	Höhe über Meer m	Geogra- phische Breite	Monate mit mehr als 10°			Monate mit weniger als 0°			Ampli- tude von der tiefsten zur höchsten Monats- tempe- ratur C°	Jahres- nieder- schlag mm
			Anzahl	Mittel Tem- pera- tur C°	Maxi- males Monats- mittel C°	Anzahl	Mittel Tem- pera- tur C°	Mini- males Monats- mittel C°		
Herkunftsorte										
Eglisau	410	47° 36'	5	15,5	17,9	1	- 1,0	- 1,0	18,9	1027
Königsbrück	130	48° 50'	5	16,5	18,9	0	—	0,1	18,8	818
Ostpreußen	130	53° 30'	5	14,9	17,6	4	- 2,7	- 4,4	22,0	580
Cantal	1100	45° 00'	4	13,7	14,9	1	- 0,1	- 0,1	15,0	1660
Ochansk	80	57° 55'	4	15,3	18,8	5	-10,6	-15,3	34,1	468
Ural	300	56° 50'	4	14,2	17,2	5	-11,6	-16,2	33,4	461
Schweden	—	57° 00'	4	13,3	15,3	4	- 2,6	- 3,8	18,6	581
Schweden	—	60° 00'	3	13,9	15,6	5	- 4,9	- 6,8	22,4	759
Norwegen	130	60° 26'	3	14,0	15,2	5	- 4,9	- 7,5	22,7	596
Samaden	1750	46° 30'	2	11,4	11,9	5	- 5,9	- 8,8	20,7	854
Kulturorte										
Eglisau	410	—	5	15,5	17,9	1	- 1,0	- 1,0	18,9	1027
Maggingen	1070	—	4	13,0	14,5	3	- 1,7	- 2,4	16,9	1250
Samaden	1920	—	2	10,4	10,7	5	- 6,6	- 9,1	19,8	854

Standorte mit über 50° sehr continental sind, Cantal mit nur 15° sehr ozeanisch ist. Man wundert sich aber etwas, daß Eglisau, Königsbrück und Südschweden die gleiche Continentalität von rund 19° besitzen sollen. Man ist auch überrascht, daß die schweizerischen Kulturorte Eglisau (410 m ü. M.) mit 19°, Maggingen (1070 m ü. M.) mit 17° und Samaden (1920 m ü. M.) mit 20° bezüglich der Continentalität recht geringe Unterschiede aufweisen. Da stellt die Angabe der mittleren Jahrestemperatur von 8,5° für Eglisau, 5,7° für Maggingen und nur 2,1° für Samaden eine wertvolle Ergänzung der Klimabeschreibung dar. Die mittlere Temperatur der Vegetationsperiode nach Kalela sagt hier weniger, weil sie bei Eglisau das Mittel aus 5 Monaten, in Maggingen das Mittel aus 4 Monaten und in Samaden nur das Mittel aus 2 Monaten darstellt.

II. Blattmenge und Zuwachs.

Die diesbezüglichen Messungen an einigen Herkunftsrassen 32 jähriger Föhren auf den Kulturorten Eglisau (410 m ü. M.), Maggingen (1070 m ü. M.) und Samaden (1920 m ü. M.) sind in Tabelle 11 zusammengestellt.

1. Durchmesser und Höhe.

Vergleicht man zunächst Durchmesser und Höhe der untersuchten Herkunftsrassen auf dem Kulturort Eglisau, so zeigt sich, daß die 32-jährigen Föhren von Königsbrück, Eglisau und Ostpreußen wesentlich mehr geleistet haben als die Föhren von Cantal und von Norwegen.

Auffallend ist nun aber, daß die mittleren Durchmesser der gleichen Herkunftsrassen in Magglingen auf 1070 m ü. M. durchwegs größer sind als in Eglisau auf 410 m ü. M. Die Kulturen in Magglingen sind aber teilweise durch Schütteschaden, teilweise durch Schneebrüche stark gelichtet worden, sodaß bei vielen Rassen die Bäume stark in die Breite wuchsen.

Die Höhen der Föhren gleicher Herkunft sind dagegen in Eglisau wesentlich größer als in Magglingen, wodurch die verschiedene Güte der beiden Standorte zum Ausdruck gelangt. Die Föhren in Eglisau besitzen einen Schlankheitsgrad $h:d$ von etwas über 100, die von Magglingen aber einen solchen von wesentlich unter 100. Die sehr stark durch Schneebruch verlichteten Föhren von Königsbrück besitzen in Magglingen nur einen Schlankheitsgrad von 65, während die noch ziemlich gut geschlossenen Föhren von Schweden 60° immerhin einen Schlankheitsgrad von 80 aufweisen.

In Samaden auf 1920 m ü. M. konnten für diese Sonderuntersuchungen nur noch die Herkunftsrassen berücksichtigt werden, die noch einigermaßen normale Stämmchen ausgebildet haben. Siehe meine Veröffentlichung in den „Mitteilungen“ von 1931. Vergleicht man die mittleren Durchmesser der Föhren der Herkunft Norwegen auf den Standorten Eglisau und Samaden, so ist man überrascht, feststellen zu müssen, daß sie an beiden Orten gleich groß sind, obwohl Eglisau eine mittlere Jahrestemperatur von $8,3^{\circ}$, Samaden aber nur eine solche von $2,1^{\circ}$ besitzt. Die Höhen der 32-jährigen Föhren in Samaden betragen dagegen nur 50—50% der Höhen vergleichbarer Herkunftsrassen des Kulturortes Eglisau. Die ungünstigen Standortverhältnisse in Samaden äußern sich also hauptsächlich im geringeren Höhenwachstum und infolgedessen auch im niedrigeren Schlankheitsgrad, der im Mittel der je 4 Probebäume gleicher Herkunft zwischen 50—60 liegt.

2. Die Anzahl der benadelten Jahrestriebe.

Wie ich es schon 1931 darstellte, sind in Eglisau (410 m ü. M.) vorwiegend nur 2, oft auch 3 Jahrestriebe benadelt, in Magglingen (1070 m ü. M.) vorwiegend 3, selten nur 2 und in Samaden (1920 m ü. M.) vorwiegend 4, oft nur 3 und selten 5 Jahrestriebe benadelt. Der Einfluß des Herkunftsstandortes auf die Anzahl der benadelten Jahrestriebe kommt bei der Föhre wenig zur Geltung. Auch herrschende und beherrschte Föhren besitzen die gleiche Anzahl benadelter Jahrestriebe. Der Reserveassimilationsapparat ist bei den Föhren wesentlich kleiner als bei den Fichten.

li- er en ten ts- er	Jahres- nieder- schlag
	mm
9	1027
3	818
0	580
0	1660
1	468
4	461
6	581
4	759
7	596
7	854
9	1027
9	1250
8	854

15° sehr
Königsbrück
sollen.
Eglisau
Samaden
ge Unter-
temperatur
Samaden eine
temperatur
Eglisau
Samaden und

32-jähriger
(410 m ü. M.)
steht.

Tab. 11

Blattmenge und Zuwachs von Föhren verschiedener

Herkunft des Samens				Baum- klasse	Probebäume		Bena- delte Jahres- triebe	Ast- reisig pro Baum kg	Bena- delungs- %			
Nr.	Ort	Geogra- phische Breite	Meeres- höhe m		Dm. in 1,3 m cm	Scheitel- höhe m						
47	Cantal Südfrankreich schöner Bestand	45° 00'	1100	d s	14,6	12,8	2	25,1	33			
				m s	12,6	12,8				2	14,3	37
				m s	10,2	12,4				2	7,9	41
				b s	7,8	10,8				2	5,2	27
				Mittel	11,6	12,2				2	13,1	35
17a	Eglisau Kt. Zürich schöne Bäume	47° 36'	410	d s	19,0	16,6	2	37,4	36			
				d p	16,0	16,8				2	25,4	33
				m p	14,2	16,0				2	18,5	32
				b p	10,9	15,0				2	9,5	34
				Mittel	15,3	16,1				2	22,7	34
31	Königsbrück Elsaß langschäftig, gerade	48° 50'	130	d s	20,7	18,0	3	47,8	34			
				d p	17,2	18,0				2	34,3	29
				m p	14,6	15,8				2	14,3	34
				b s	12,8	14,6				2	13,3	26
				Mittel	16,6	16,6				2	27,4	31
48	Guszianka Ostproußen sehr schön, gerade	53° 40'	130	d s	19,4	17,8	3	61,0	26			
				d p	15,2	16,0				2	30,8	31
				m p	13,6	15,8				2	12,7	33
				b p	11,2	14,6				2	8,1	40
				Mittel	15,2	16,0				2	28,2	29
16	Solver Norwegen	60° 26'	130	d p	14,0	14,6	3	21,4	37			
				d o	11,9	13,0				2	11,7	36
				m p	9,6	11,8				2	8,3	36
				b o	7,6	11,0				3	3,5	37
				Mittel	11,0	12,6				2—3	11,2	37

Herkunft auf verschiedenen Kulturorten.

Tab. 11

Nadeln verschiedener

	Ast- reisig pro Baum kg	Bena- delungs- %
Kulturort Eglisau,		
25,1	33	
14,3	37	
7,9	41	
5,2	27	
13,1	35	
37,4	36	
25,4	33	
18,5	32	
9,5	34	
22,7	34	
47,8	34	
34,3	29	
14,3	34	
13,3	26	
27,4	31	
61,0	26	
30,8	31	
12,7	33	
8,1	40	
28,2	29	
21,4	37	
11,7	36	
8,3	36	
3,5	37	
11,2	37	

Nadelmenge		Oberfläche der Nadeln		Schaftzuwachs pro Baum und Jahr			Pro m ² Schaftzuwachs braucht es frische Nadeln kg	1 kg trock. Nadeln erzeugen Schaft-trocken-zuwachs kg	Herkunft des Samens		
frisch kg	trocken kg	pro kg m ²	pro Baum m ²	Frish-volumen l = dm ³	Raum-dichte-zahl	Trocken-gewicht kg			Ort	Nr.	
Stadiföhren, 410 m											
8,4	3,36	5,6	47,0	7,0	420	2,94	1200	0,88	Cantal	47	
5,3	2,12	5,9	31,3	4,2	450	1,89	1260	0,89			
3,2	1,28	6,2	19,8	2,8	400	1,12	1140	0,88			
1,4	0,56	6,3	8,8	1,5	420	0,63	930	1,12			
4,6	1,83	5,8	26,7	3,9	420	1,64	1180	0,90	Eglisau	17a	
13,5	5,40	4,9	66,2	14,8	380	5,62	910	1,04			
8,4	3,36	5,7	47,9	9,5	420	3,99	880	1,19			
6,0	2,40	5,4	32,4	6,9	420	2,90	870	1,21			
3,2	1,28	5,3	17,0	2,8	380	1,06	1140	0,83			
7,8	3,11	5,2	40,9	8,5	400	3,39	920	1,09	Königs-brück	31	
16,3	6,52	5,4	88,0	15,5	390	6,05	1050	0,93			
10,1	4,04	5,5	55,6	13,4	400	5,36	750	1,33			
4,8	1,92	5,8	27,8	5,8	440	2,55	830	1,33			
3,4	1,36	5,4	18,4	4,1	440	1,80	830	1,32			
8,6	3,46	5,5	47,4	9,7	410	3,94	890	1,14	Ostpreußen	48	
15,8	6,32	4,7	74,3	16,3	390	6,36	970	1,01			
9,5	3,80	5,6	53,2	9,3	410	3,81	1020	1,00			
4,2	1,68	5,5	23,1	5,6	410	2,30	750	1,37			
3,2	1,28	5,7	18,2	4,1	390	1,60	780	1,25			
8,2	3,27	5,1	42,2	8,8	400	3,52	930	1,08	Norwegen	16	
8,0	3,20	5,6	44,8	7,5	430	3,22	1070	1,01			
4,2	1,68	6,0	25,2	4,8	390	1,87	880	1,11			
3,0	1,20	5,7	17,1	2,8	420	1,18	1070	0,98			
1,3	0,52	6,2	8,1	1,5	380	0,57	870	1,10			
4,1	1,65	5,8	23,8	4,2	410	1,71	980	1,04			

Herkunft des Samens				Baum- klasse	Probebäume		Bena- delte Jahres- triebe	Ast- reisig pro Baum kg	Bena- delungs- %
Nr.	Ort	Geogra- phische Breite	Meeres- höhe m		Dm. in 1,3 m cm	Scheitel- höhe m			
Kulturort Magglingen,									
42	Cantal Südfrankreich	—	—	d p	17,5	10,2	3	67,8	24
				d s	14,7	10,6	3	20,6	44
				m s	13,2	10,1	2	25,7	31
				b s	9,4	9,2	3	8,9	39
				Mittel	14,0	10,0	3	30,8	30
17a	Eglisau Kt. Zürich schöne Bäume	47° 36'	410	d p	21,1	12,8	2	46,9	35
				d s	18,2	12,9	3	30,6	33
				m s	14,7	12,6	3	18,6	35
				b s	11,8	10,5	2	11,2	37
				Mittel	16,8	12,2	2—3	26,8	35
31	Königsbrück Elsaß langschaftig, gerade	48° 50'	130	d s	23,6	13,3	3	81,5	28
				d s	20,5	13,5	2	58,8	29
				d p	18,4	12,6	2	53,7	31
				m s	13,5	10,8	3	18,5	32
				Mittel	19,3	12,6	2—3	53,1	29
48	Guszianka Ostproußen sehr schön, gerade	53° 40'	130	d p	19,6	13,2	3	48,3	36
				d o	17,2	13,1	2	29,6	36
				m p	14,0	12,3	3	16,2	43
				b o	9,6	10,8	3	9,1	41
				Mittel	15,6	12,3	3	25,8	38
50a	Otschersk Gouv. Perm schmalkronig, gerade	57° 55'	80	d p	16,3	10,6	3	26,1	34
				m p	12,7	10,4	2	12,5	31
				m p	11,0	10,0	3	9,7	41
				b p	8,7	8,4	2	6,6	36
				Mittel	12,6	9,8	2—3	13,7	35
27	Kloten Schweden schmalkronig, gerade	60° 00'	—	d o	15,7	10,5	3	21,3	41
				d o	12,8	9,6	3	16,0	34
				m o	9,9	9,3	3	8,7	46
				b o	8,3	8,8	2	5,8	38
				Mittel	12,0	9,6	3	13,0	39

Age	Ast-reisig pro Baum kg	Bena-delungs-%
	67,8	24
	20,6	44
	25,7	31
	8,9	39
	30,8	30
	46,9	35
	30,6	33
	18,6	35
	11,2	37
3	26,8	35
	81,5	28
	58,8	29
	53,7	31
	18,5	32
3	53,1	29
	48,3	36
	29,6	36
	16,2	43
	9,1	41
	25,8	38
	26,1	34
	12,5	31
	9,7	41
	6,6	36
	13,7	35
	21,3	41
	16,0	34
	8,7	46
	5,8	38
	13,0	39

Nadelmenge		Oberfläche der Nadeln		Schaftzuwachs pro Baum und Jahr			Pro m ³ Schaftzuwachs braucht es frische Nadeln kg	1 kg trock. Nadeln erzeugen Schaft-trocken-zuwachs kg	Herkunft des Samens	
frisch kg	trocken kg	pro kg m ²	pro Baum m ²	Frisch-volumen l = dm ³	Raum-dichte-zahl	Trocken-gewicht kg			Ort	Nr.
Studmatten, 1070 m										
16,6	6,64	4,9	81,3	10,4	390	4,06	1600	0,61	Cantal	42
9,0	3,60	4,6	41,4	5,4	400	2,16	1670	0,60		
8,0	3,20	5,1	40,8	5,5	400	2,20	1450	0,66		
3,5	1,40	7,0	24,5	2,0	380	0,76	1750	0,54		
9,3	3,71	5,1	47,0	5,8	390	2,29	1600	0,62		
16,5	6,60	5,3	87,4	13,4	350	4,69	1230	0,71	Eglisau	17a
10,0	4,00	5,9	59,0	10,0	340	3,40	1000	0,85		
6,6	2,64	5,5	36,3	6,6	360	2,38	1000	0,90		
4,2	1,68	5,9	24,8	2,6	360	0,94	1620	0,56		
9,3	3,73	5,6	51,9	8,1	350	2,85	1150	0,76		
22,5	9,00	5,2	117,0	17,5	360	6,30	1290	0,70	Königs-brück	31
17,2	6,88	5,7	98,0	14,8	360	5,33	1160	0,77		
16,5	6,60	5,8	95,7	14,7	380	5,59	1120	0,85		
5,9	2,36	5,9	34,8	6,7	360	2,41	880	1,02		
15,5	6,21	5,6	86,4	13,4	370	4,91	1160	0,79		
17,2	6,88	5,5	94,6	17,2	350	6,02	1000	0,88	Ostpreußen	48
10,8	4,32	5,5	59,4	11,0	350	3,85	980	0,89		
7,0	2,81	5,8	40,6	7,3	350	2,56	960	0,91		
3,7	1,48	5,4	20,0	3,6	360	1,30	1030	0,88		
9,7	3,87	5,5	53,6	9,8	350	3,43	990	0,89		
8,9	3,56	5,5	49,0	5,4	340	1,84	1650	0,52	Ural	50a
3,9	1,56	7,0	27,3	3,6	350	1,26	1080	0,81		
4,0	1,60	5,8	23,2	3,3	380	1,25	1210	0,78		
2,4	0,96	6,3	15,1	1,7	350	0,60	1410	0,62		
4,8	1,92	6,0	28,6	3,5	350	1,24	1370	0,65		
8,8	3,52	5,3	46,6	7,5	370	2,78	1170	0,79	Schweden	27
5,4	2,16	5,3	28,6	4,5	350	1,58	1200	0,73		
4,0	1,60	5,6	22,4	3,5	380	1,33	1140	0,83		
2,2	0,88	6,3	13,9	1,3	380	0,49	1690	0,56		
5,1	2,04	5,5	27,9	4,2	370	1,55	1210	0,76		

Herkunft des Samens				Baum- klasse	Probebäume		Bena- delte Jahres- triebe	Ast- reisig pro Baum kg	Bena- delungs- %
Nr.	Ort	Geogra- phische Breite	Meeres- höhe m		Dm. in 1,3 m cm	Scheitel- höhe m			
16	Solver Norwegen schmalkronig, gerade	60° 26'	130	d p	14,2	6,4	4	Kulturort Samaden, 93,5	29
				d s	11,8	5,7	3		35
				m p	10,3	5,6	3		34
				m s	7,5	5,3	4		37
				Mittel	11,2	5,8	3—4		32
26	Smaland Schweden gerade, schöne Bäume	57° 00'	—	d s	13,6	6,6	4	29,5	38
				d p	11,2	6,0	3		28
				m s	9,8	5,2	3		42
				b s	7,6	4,7	5		38
				Mittel	10,8	5,6	4		36
51b	Bilimbejew Gouv. Perm schmalkronig, gerade	56° 50'	300	d p	10,6	5,4	4	11,1	37
				d p	9,4	5,1	3		34
				m p	8,4	4,9	4		45
				b s	6,3	4,7	4		34
				Mittel	8,8	5,0	4		38
43	Samaden Engadin schmalkronig, schlank	46° 30'	1750	d p	13,2	6,2	4	17,5	49
				d p	11,4	6,1	4		42
				m p	10,3	5,6	4		40
				m p	9,1	5,0	4		40
				Mittel	11,1	5,7	4		44

Ast- reisig pro Baum kg	Bena- delungs- %
33,5	29
13,2	35
10,3	34
3,8	37
15,2	32
29,5	38
18,7	28
12,3	42
7,4	38
17,0	36
11,1	37
13,7	34
7,8	45
5,8	34
9,6	38
17,5	49
12,4	42
9,5	40
7,5	40
11,7	44

Nadelmenge		Oberfläche der Nadeln		Schaftzuwachs pro Baum und Jahr			Pro m ² Schaftzuwachs braucht es frische Nadeln kg	1 kg trock. Nadeln erzeugen Schaft-trocken-zuwachs kg	Herkunft des Samens	
frisch kg	trocken kg	pro kg m ²	pro Baum m ²	Frish-volumen l = dm ³	Raum-dichte-zahl	Trocken-gewicht kg			Ort	Nr.
God Munt, 1920 m										
9,7	3,88	4,7	45,6	3,4	330	1,12	2850	0,29	Norwegen	16
4,6	1,84	4,8	22,1	1,5	320	0,48	3070	0,26		
3,5	1,40	6,1	21,4	1,3	340	0,44	2690	0,31		
1,4	0,56	4,8	6,7	0,5	350	0,18	2800	0,32		
4,8	1,92	5,0	24,0	1,7	330	0,56	2820	0,29		
11,2	4,48	5,2	58,2	3,3	310	1,02	3390	0,23	Schweden	26
5,3	2,12	6,3	33,4	1,8	340	0,61	2940	0,29		
5,2	2,08	5,5	28,6	1,4	350	0,49	3710	0,24		
2,8	1,12	6,4	17,9	0,8	360	0,29	3500	0,26		
6,1	2,45	5,7	34,5	1,8	330	0,60	3390	0,24		
4,1	1,64	5,3	21,7	1,4	370	0,52	2930	0,32	Ural	51b
4,6	1,84	5,3	24,4	1,6	330	0,53	2880	0,29		
3,5	1,40	5,2	18,2	0,8	350	0,28	4380	0,20		
2,2	0,88	6,1	13,4	0,5	400	0,20	4400	0,23		
3,6	1,44	5,4	19,4	1,1	350	0,38	3270	0,26		
8,5	3,40	4,2	35,7	4,1	340	1,39	2070	0,41	Samaden	43
5,2	2,08	4,4	22,9	1,9	370	0,70	2740	0,34		
3,8	1,52	4,7	17,9	1,6	310	0,50	2380	0,33		
3,0	1,20	5,4	16,2	1,3	330	0,43	2310	0,36		
5,1	2,05	4,5	23,2	2,2	340	0,75	2320	0,37		

3. Das Astreisig je Baum.

Bei ungestörten Verhältnissen müßte das mittlere Frischgewicht des Astreisigs je Baum bei der gleichen Herkunftsrasse 32-jähriger Föhren in Eglisau am größten, in Samaden am kleinsten sein. Da aber die Föhren in Eglisau dichter geschlossen stehen als in Magglingen und Samaden, so stimmt diese Annahme keineswegs. So beträgt z. B. das Kronenreisiggewicht der in Eglisau gut geschlossenen Föhren von Königsbrück nur 27 kg, auf den Studmatten bei Magglingen aber, bei fast Einzelbaumstellung 53 kg. Bei den Föhren von Norwegen beträgt das mittlere Astreisiggewicht je Baum in Eglisau nur 11 kg, in Samaden aber 15 kg, wobei allerdings zu beachten ist, daß in Eglisau nur 2, in Samaden aber 4 Jahrestriebe benadelt sind.

4. Das Nadelprozent und das Nadelgewicht.

Bedingt durch den schon mehrmals erwähnten lichtereren Stand der Föhren in Magglingen und in Samaden und die dadurch verursachte breitere Kronenausbildung, sowie durch die mit der Meereshöhe zunehmende Anzahl der benadelten Jahrestriebe, besitzen nicht etwa die Föhren gleicher Herkunft in Eglisau je Mittelstamm das größte Nadelgewicht, die von Samaden das kleinste, wie man vermuten würde. Da sodann die breiteren Kronen auch verhältnismäßig dickere und schwerere Aeste besitzen, so nimmt auch das Benadelungsprozent, d. h. der Gewichtsanteil der Nadeln am Reisiggewicht von Eglisau über Magglingen nach Samaden nicht so regelmäßig zu, wie man es wegen der zunehmenden Anzahl der benadelten Jahrestriebe erwarten würde. Die untersuchten Föhren zeigen in Eglisau und Magglingen eine fast gleich hohe prozentuale Anteilnahme der Nadeln am Reisigfrischgewicht; in Samaden ist das Benadelungsprozent allerdings deutlich höher, wobei man sich daran erinnern möge, daß in Eglisau im Mittel nur 2, in Magglingen 3, in Samaden aber 4 Jahrestriebe benadelt sind.

5. Die Oberfläche frischer Föhrennadeln.

Es fällt auf, daß sich kein gesetzmäßiger Zusammenhang feststellen läßt zwischen der Herkunft der Föhrenrasse und der Nadeloberfläche je Gewichtseinheit. Auf den Standorten Eglisau und Magglingen beträgt die Oberfläche je kg frischer Nadeln rund 5,5 m², in Samaden aber nur 5,0 m². Es werden also auf dem ungünstigen Gebirgsstandort Samaden deutlich etwas derbere Nadeln ausgebildet.

Auch bei der Föhre kommt ein gewisser Unterschied zwischen Sonnen- und Schattennadeln in dem Sinn noch zum Ausdruck, daß die Nadeln der vorherrschenden Bäume je Gewichtseinheit fast immer eine kleinere Oberfläche besitzen als die Nadeln der beherrschten Bäume. Man ver-

gleiche z. B. in Tabelle 11 auf dem Kulturort Eglisau die vorherrschenden und beherrschten Bäume der Herkünfte Cantal, Eglisau, Ostpreußen und Norwegen; in Magglingen die Föhren von Cantal, Eglisau, Königsbrück und Schweden; endlich in Samaden die Herkünfte Schweden, Rußland und Samaden.

6. Frischvolumenzuwachs und Trockengewichtszuwachs je Jahr und Baum.

Würden auf allen 3 Kulturorten voll geschlossene Bestände stehen, so müßte der mittlere Zuwachs je Baum der gleichen Herkunftsrasse am größten sein in Eglisau, etwas geringer in Magglingen und wesentlich kleiner in Samaden. Je nach dem Grad der Lichtstellung ist der Zuwachs im Mittel je Baum bald etwas größer in Eglisau, bald in Magglingen, immer aber weitaus am kleinsten in Samaden. So beträgt der Schaftzuwachs bei den Föhren von Norwegen im Mittel je Baum in Eglisau 4,2 Liter, in Samaden aber nur 1,7 Liter im Jahr. Der Schaftzuwachs der vorherrschenden Föhren ist auf allen 3 Kulturorten meistens 3—5 mal größer als bei den beherrschten Föhren.

Mit Hilfe der Raumdichtezahl des Splintes läßt sich der Schaftvolumenzuwachs der letzten Jahre in Trockengewichtszuwachs umrechnen. Es zeigt sich wenig Zusammenhang zwischen der Raumdichtezahl des Splintholzes und dem Herkunftsort. Nur beim Holz der Föhren von Cantal ist sie deutlich höher. Im Mittel aller Splintproben beträgt die Raumdichtezahl im Holz von Eglisau 0,41, in dem von Magglingen 0,36 und endlich im Holz von Samaden nur noch 0,34. Wir werden beim Raumgewicht nochmals auf diese Verhältnisse zurückkommen.

7. Verhältnis zwischen Blattgewicht und Zuwachs.

Um im Jahr einen Festmeter Schaftzuwachs zu erzeugen, braucht es auf dem Standort Eglisau (410 m ü. M.) rund 1000 kg frische Nadeln, in Magglingen (1070 m ü. M.) schon rund 1250 kg, in Samaden (1920 m ü. M.) aber rund 3000 kg. D. h. also, es braucht in Samaden rund 3 mal mehr Nadeln, um einen Festmeter Holz im Jahr zu erzeugen als in Eglisau, wobei allerdings zu beachten ist, daß in Samaden teilweise ältere Nadeln noch mitarbeiten müssen als in Eglisau.

Es zeigt sich ferner hier wieder, daß auf dem gleichen Kulturort nicht alle Herkunftsrasse gleich intensiv arbeiten. So schaffen z. B. in Eglisau die Föhren von Königsbrück, von Eglisau und Ostpreußen schon mit rund 900 kg frischen Nadeln einen Festmeter Zuwachs im Jahr, die Föhren von Norwegen aber erst mit rund 1000 kg und die von Cantal gar erst mit 1200 kg. Auf dem Kulturort Magglingen erzeugen die Föhren von Ostpreußen schon mit 1000 kg Nadeln einen Festmeter Schaftzuwachs, die von Eglisau, Königsbrück und Mittelschweden aber erst mit rund 1200 kg und die von Cantal gar erst mit 1600 kg frischen Nadeln.

Die Verhältnisse auf dem Kulturort Samaden sind besonders beachtenswert. Die Föhren milder Herkunftsorte konnten für diese Untersuchung nicht berücksichtigt werden, weil sie durch die Standortsfaktoren auf 1920 m entweder zerstört oder mindestens zu Gebüsch deformiert worden sind. Von den Rassen, die noch einigermaßen normale Stämmchen ausgebildet haben, brauchen die Föhren aus Südschweden rund 3400 kg frische Nadeln, die Föhren von Perm 3300 kg, die Mittelnorweger nur 2800 kg und endlich die Engadiner 2300 kg frische Nadeln, um einen Festmeter Schaftzuwachs zu erzeugen. Die Föhren der Heimat arbeiten also hier auf dem sehr ungünstigen Standort verhältnismäßig am besten.

Da die Raumdichtezahl des Holzes mit der Höhe über Meer in unserem Fall kleiner wird, so gelangen die eben geschilderten Verhältnisse noch schärfer zum Ausdruck beim Vergleich zwischen dem arbeitenden Nadelrockengewicht und dem jährlichen Schaftrockenzuwachs. In Eglisau erzeugt 1 kg trockener Nadeln rund 1 kg Schaftrockenzuwachs, 1,1 kg bei den Föhren von Eglisau, Königsbrück und Ostpreußen, aber nur 0,9 kg bei den Föhren von Cantal. Auf dem Kulturort Magglingen schafft 1 kg Nadelrockengewicht im Mittel rund 0,75 kg Schaftrockenzuwachs, 0,9 kg bei den Föhren von Ostpreußen, nur 0,60—0,65 kg bei den Föhren von Perm und von Cantal. In Samaden erzeugt 1 kg Nadelrockengewicht im Jahr im Mittel rund 0,3 kg Schaftrockenzuwachs, nur 0,25 kg bei den Föhren aus Südschweden und Perm, aber 0,37 kg bei den standortsgemäßen Engadinerföhren.

Ein kg Nadelrockengewicht schafft also in Eglisau ungefähr gleiches Gewicht an Schaftrockenzuwachs, in Magglingen nur rund $\frac{3}{4}$ und in Samaden gar nur $\frac{1}{3}$, wobei man sich aber immer wieder vergegenwärtigen muß, daß in Eglisau nur 2, in Magglingen 3, in Samaden aber 4 Nadeljahrgänge arbeiten.

III. Die Uebertragung der Ergebnisse auf ganze Bestände.

Wie bei den Fichtenkulturen erlaubt auch hier bei den Föhren die Kleinheit der Einzelsortenflächen keine Umrechnung der Ergebnisse auf je 1 ha. Die Zuhilfenahme der Ertragstafel wird erschwert, weil die Kulturen in Magglingen und Samaden lichter stehen als Ertragstafelbestände.

Auf dem Kulturort Eglisau entsprechen die 32jährigen Föhren von Eglisau, Königsbrück und Ostpreußen nach Durchmesser und Höhe ungefähr einem 40jährigen Bestand der Föhrenertragstafel I. Bonität nach Schwappach, mit 1500—1600 Bäumen je ha. Da nach Tabelle 11 in Eglisau bei den betreffenden Herkünften im Mittel je Baum rund 8 kg frische Nadeln vorhanden sind, so ergibt sich je ha ein Frischnadelgewicht von

12 000—13 000 kg Nadeln mit einer Oberfläche von 66 000—73 000 m². Die Ueberschlagsrechnung zeigt uns, daß in einem Föhrenbestand ein 3—4 mal kleineres Nadelgewicht je ha vorhanden ist als in einem Fichtenbestand.

Nach von Höhnel transpiriert die Föhre im Jahr je 1 kg Nadelrockengewicht 107 kg Wasser. Unsere Bestände in Eglisau weisen je ha rund 5000 kg Nadelrockengewicht auf. Die Transpiration kann also zu rund 500 000 kg je ha eingeschätzt werden. Der Größenordnung nach entspricht diese Transpiration sehr gut den Angaben, die ich schon 1925 in der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen veröffentlicht habe. Da die von Höhnelsche Transpirationszahl für Föhre mit 107 wesentlich kleiner ist als die für Fichte mit 165, und da ferner das Nadelgewicht je ha in Föhrenbeständen 3—4 mal kleiner ist als in Fichtenbeständen, so ist die Jahrestranspiration je ha bei der Föhre 5—6 mal kleiner als bei der Fichte.

IV. Die Eigenschaften des Holzes.

Die Eigenschaften des 32jährigen Föhrenholzes von Rassen verschiedener Herkunft, erwachsen auf den Kulturorten Eglisau (410 m ü. M.), Magglingen (1070 m ü. M.) und Samaden (1920 m ü. M.), wurden festgestellt durch Stammanalysen an 60 Probebäumen.

1. Das Frischraumgewicht.

Das Frischraumgewicht des Schaftholzes der Föhren beträgt im Mittel in Eglisau 0,97, in Magglingen 0,92, in Samaden nur 0,87. Diese Abnahme des Frischraumgewichtes mit der Meereshöhe erfolgt entsprechend der gleichsinnigen Abnahme des Trockenraumgewichtes, trotz Zunahme des Wassergehaltes mit der Meereshöhe. Da auch auf dem gleichen Kulturort und sogar bei den Baumklassen der gleichen Rasse die Frischraumgewichte stark schwanken, ist es kaum möglich, gesetzmäßige Erscheinungen zu erkennen. Tabelle 12.

2. Das Trockenraumgewicht.

Aus Tabelle 12 geht deutlich hervor, daß das Trockenraumgewicht des Föhrenholzes im Mittel mit 0,45 am größten ist in Eglisau, auf 0,40 sinkt in Magglingen und in Samaden nur noch 0,38 beträgt. Das Trockenraumgewicht des 32jährigen Föhrenholzes sinkt mit ungünstiger werdendem Standort und also von Standort zu Standort auch mit abnehmender Jahrringbreite. Wir werden später das gegenteilige Verhalten feststellen für Holzproben, die vom gleichen Standort stammen.

Eigenschaften des auf verschiedenen Kulturorten erwachsenen 32jährigen Schaftholzes
 Tab. 12 von Föhren verschiedener Herkunft.

Kulturort und Herkunft	Probebäume				Raumgewicht		Raumdichte-zahl	Raumschwindung %	Schwindzahl	Wassergehalt in % des Trockengewichts
	Baumklasse	Baumform	Durchmesser cm	Höhe m	frisch	absolut trocken				
Eglisau Cantal	h	s	14,6	12,8	0,99	0,46	408	11,2	27	142
	m	s	12,6	12,8	1,05	0,51	443	13,0	29	137
	m	s	10,2	12,4	0,97	0,45	400	12,0	30	143
	b	s	7,8	10,8	0,98	0,47	418	11,6	28	134
	Mittel	—	11,6	12,2	1,00	0,47	418	11,9	28	140
Eglisau	h	s	19,0	16,6	0,95	0,41	364	10,6	29	161
	h	p	16,0	16,8	0,96	0,46	402	11,8	29	138
	m	p	14,2	16,0	0,99	0,47	413	12,0	29	141
	b	p	10,9	15,0	0,95	0,42	371	11,8	32	156
	Mittel	—	15,3	16,1	0,96	0,44	388	11,5	30	148
Königsbrück	h	s	20,7	18,0	0,95	0,43	381	11,6	30	149
	h	p	17,2	18,0	0,99	0,44	387	11,1	29	156
	m	p	14,6	15,8	0,99	0,48	421	12,1	29	135
	b	s	12,8	14,6	1,01	0,49	426	12,8	30	137
	Mittel	—	16,6	16,6	0,98	0,45	399	11,8	30	146
Ostpreußen	h	s	19,4	17,8	0,97	0,42	371	11,3	30	160
	h	p	15,2	16,0	1,00	0,46	412	11,2	27	144
	m	p	13,6	15,8	0,85	0,42	367	11,6	32	131
	b	p	11,2	14,6	1,00	0,45	393	12,8	33	155
	Mittel	—	15,2	16,0	0,95	0,43	384	11,6	30	148
Norwegen	h	p	14,0	14,6	1,02	0,51	445	12,9	29	129
	h	o	11,9	13,0	0,97	0,44	386	11,4	30	150
	m	p	9,6	11,8	1,00	0,49	423	13,3	31	137
	b	o	7,6	11,0	0,93	0,43	383	11,8	31	144
	Mittel	—	11,0	12,6	0,99	0,48	416	12,4	30	138
Gesamt-Mittel	—	—	—	—	0,97	0,45	398	11,8	30	144

Baumformen: o = schön, p = mittel, s = schlecht

aftholzes

Wasser-
gehalt
in %
des
Trocken-
gewichts

Kulturort und Herkunft	Probebäume				Raumgewicht		Raum- dichte- zahl	Raum- schwin- dung %	Schwind- zahl	Wasser- gehalt in % des Trocken- gewichts
	Baum- klasse	Form- klasse	Durch- messer cm	Höhe m	frisch	absolut trocken				
Maggingen										
Cantal	h	p	17,5	10,2	1,00	0,44	387	12,4	32	157
	h	s	14,7	10,6	0,87	0,45	398	12,1	30	120
	m	s	13,2	10,1	1,00	0,46	399	12,3	31	151
	b	s	9,4	9,2	0,90	0,43	376	11,9	32	138
	Mittel	—	14,0	10,0	0,95	0,45	392	11,9	30	142
Eglisau	h	p	21,1	12,8	0,93	0,39	343	11,4	33	171
	h	s	18,2	12,9	0,91	0,38	337	11,6	34	170
	m	s	14,7	12,6	0,91	0,40	354	11,0	31	157
	b	s	11,8	10,5	0,91	0,41	361	11,2	31	152
	Mittel	—	16,8	12,2	0,92	0,39	347	11,3	33	164
Königsbrück	h	s	23,6	13,3	0,95	0,41	364	11,0	30	160
	h	s	20,5	13,5	0,89	0,39	354	10,0	28	153
	h	p	18,4	12,6	0,96	0,42	370	10,9	29	158
	m	s	13,5	10,8	0,84	0,39	357	11,5	32	135
	Mittel	—	19,3	12,6	0,92	0,41	361	10,8	30	154
Ostpreußen	h	p	19,6	13,2	0,97	0,38	337	10,8	32	189
	h	o	17,2	13,1	0,92	0,39	347	10,7	31	166
	m	p	14,0	12,3	0,84	0,38	342	11,0	32	145
	b	o	9,6	10,8	0,88	0,41	363	12,0	33	142
	Mittel	—	15,6	12,3	0,91	0,39	345	11,0	32	165
Perm	h	p	16,3	10,6	0,87	0,38	337	10,5	31	158
	m	p	12,7	10,4	0,80	0,39	348	11,7	34	129
	m	p	11,0	10,0	0,94	0,43	377	11,5	31	149
	b	p	8,7	8,4	0,90	0,41	355	12,5	35	152
	Mittel	—	12,6	9,8	0,87	0,40	352	11,3	32	147
Kloten	h	o	15,7	10,5	0,96	0,41	361	11,9	33	166
	h	o	12,8	9,6	0,94	0,39	344	11,1	32	172
	m	o	9,9	9,3	0,99	0,43	379	12,7	34	161
	b	o	8,3	8,8	0,91	0,43	382	12,1	32	138
	Mittel	—	12,0	9,6	0,95	0,41	362	11,8	33	163
Gesamt-Mittel	—	—	—	—	0,92	0,40	359	11,3	31	156

142

137

143

134

140

161

138

141

156

148

149

156

135

137

146

160

144

131

155

148

129

150

137

144

138

144

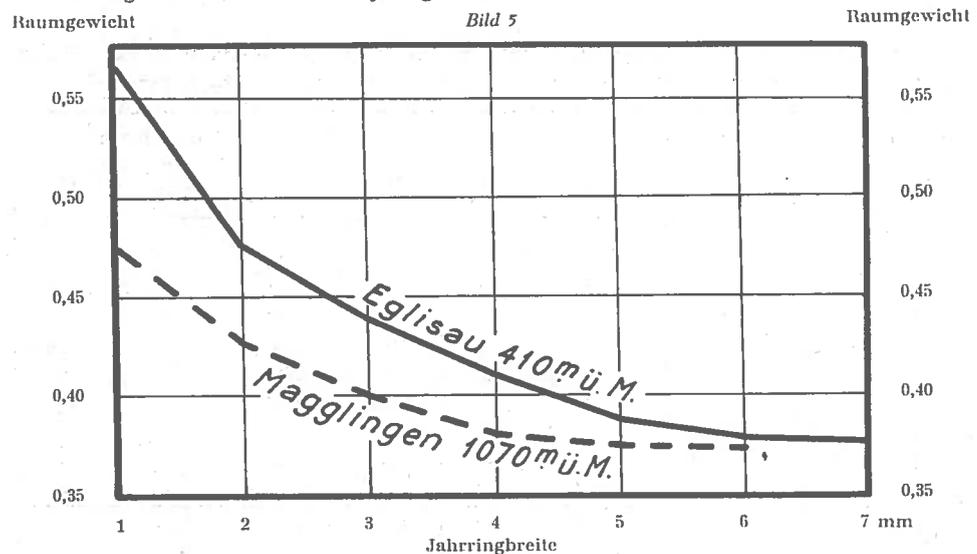
Kulturort und Herkunft	Probeebäume				Raumgewicht		Raum- dichte- zahl	Raum- schwin- dung %	Schwin- dzahl	Wasser- gehalt in % des Trocken- gewichts
	Baum- klasse	Form- klasse	Durch- messer cm	Höhe m	frisch	absolut trocken				
Samaden										
Norwegen	h	p	14,2	6,4	0,95	0,37	337	9,0	27	188
	h	s	11,8	5,7	0,93	0,37	330	10,6	32	183
	m	p	10,3	5,6	0,95	0,39	344	10,8	31	177
	m	s	7,5	5,3	0,74	0,39	350	9,8	28	111
	Mittel	—	11,2	5,8	0,92	0,38	338	9,9	29	172
Südschweden	h	s	13,6	6,6	0,84	0,35	312	10,1	32	169
	h	p	11,2	6,0	0,76	0,37	336	9,5	28	125
	m	s	9,8	5,2	0,79	0,39	349	10,0	29	126
	b	s	7,6	4,7	0,72	0,40	354	10,5	30	103
	Mittel	—	10,8	5,6	0,79	0,37	331	10,0	30	139
Perm	h	p	10,6	5,4	0,88	0,41	366	11,4	31	139
	h	p	9,4	5,1	0,87	0,36	326	10,7	33	167
	m	p	8,4	4,9	0,88	0,38	348	9,7	28	153
	b	s	6,3	4,7	0,95	0,46	404	11,4	28	134
	Mittel	—	8,8	5,0	0,88	0,40	355	10,8	30	149
Engadin	h	p	13,2	6,2	0,94	0,38	340	10,5	31	177
	h	p	11,4	6,1	0,90	0,42	370	11,1	30	142
	m	p	10,3	5,6	0,87	0,35	311	10,5	33	178
	m	p	9,1	5,0	0,88	0,37	331	9,6	29	165
	Mittel	—	11,1	5,7	0,90	0,38	341	10,5	31	164
Gesamt-Mittel	—	—	—	—	0,87	0,38	340	10,2	30	158

Auch die Rasse der Föhren wirkt sich auf gleichem Kulturort bis zu einem gewissen Grad auf das Trockenraumgewicht aus. In Eglisau erzeugen die langsam wachsenden Föhren von Cantal mit 0,47 und die von Norwegen mit 0,48 deutlich ein etwas schwereres Schaftholz als die rasch wachsenden Föhren von Eglisau, Königsbrück und Ostpreußen mit 0,43—0,45. In Magglingen ist das Schaftholz der Föhren von Cantal mit 0,45 ausgesprochen schwerer als das der Föhren von Eglisau, Königsbrück, Rußland und Schweden mit 0,39—0,41. In Samaden erzeugen die langsam wachsenden russischen Föhren mit 0,40 das schwerste Holz, während die Föhren von Norwegen, Südschweden und die einheimischen Engadiner ein Holz schaffen, das mit 0,37—0,38 nur wenig schwerer ist als Strobenholz.

Da bei der ausgesprochenen Lichtholzart Föhre die Ausscheidung von Baumklassen nicht so scharf in Erscheinung tritt, wie bei der Halbschattenholzart Fichte, so läßt sich für diese Föhren auch nicht zeigen, ob das Trockenraumgewicht sich gesetzmäßig verändere von den herrschenden zu den beherrschten Bäumen.

In den Bildern 5 und 6 ist der Einfluß der Jahrringbreite und des Herbstholzanteiles auf das Trockenraumgewicht des auf den Kulturorten Eglisau (410 m ü. M.) und Magglingen (1070 m ü. M.) erwachsenen Föhrenholzes dargestellt. Die Holzproben von Samaden reichten nicht hin zu einer ähnlichen Darstellung. Nach Bild 5 ergibt sich, daß das Trockenraumgewicht mit zunehmender Jahrringbreite zuerst rasch und dann langsamer sinkt und daß bei gleicher Jahrringbreite das Trockenraumgewicht des Holzes von Eglisau größer ist als bei dem von Magglingen.

Raumgewicht des Holzes 32jähriger Föhren bei verschiedener Jahrringbreite.



Wasser-
gehalt
in %
des
Trocken-
gewichts

183

183

177

111

172

169

125

126

103

139

139

167

153

134

149

177

142

178

165

164

158

Raumgewicht des Holzes 32-jähriger Föhren bei verschiedenem Herbstholzanteil.

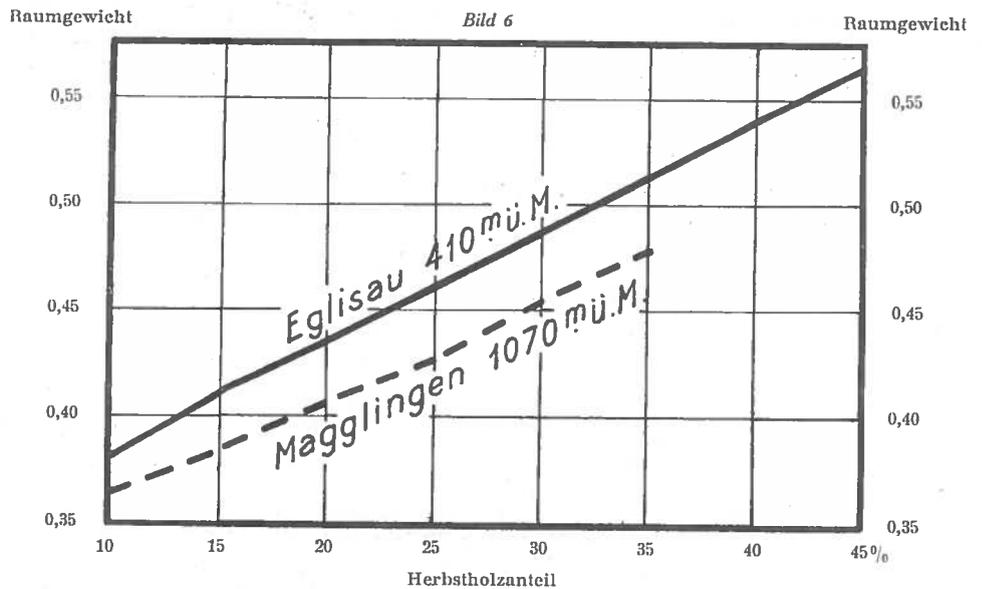


Bild 6 zeigt, daß das Trockenraumgewicht mit zunehmendem Herbstholzanteil stark zunimmt. Bei gleichem Herbstholzanteil ist das Raumgewicht des in Eglisau erwachsenen Holzes größer als das des auf dem Kulturort Magglingen erzeugten. Das in Magglingen erwachsene Föhrenholz ist also abgesehen von Jahrringbreite und Herbstholzanteil leichter gebaut als das von Eglisau.

Trockenraumgewicht in verschiedener Höhe je des größten Probebaumes von Föhren
Tab. 13 verschiedener Herkunft auf den Kulturorten Eglisau und Magglingen.

Stammhöhe m	Kulturort Eglisau, 410 m				Kulturort Magglingen, 1070 m			
	Königsbrück	Ostpreußen	Cantal	Norwegen	Königsbrück	Ostpreußen	Cantal	Schweden
1	0,49	0,45	0,50	0,54	0,45	0,39	0,47	0,43
3	0,47	0,43	0,47	0,53	0,41	0,37	0,45	0,42
5	0,43	0,41	0,44	0,51	0,37	0,37	0,43	0,40
7	0,43	0,41	0,44	0,49	0,35	0,38	0,41	0,38
9	0,40	0,41	0,42	0,48	0,37	0,38	0,39	0,39
11	0,40	0,40	0,43	0,45	0,35	0,37	—	—
13	0,38	0,41	—	0,43	0,32	0,35	—	—
15	0,38	0,37	—	—	—	—	—	—
17	0,34	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0,43	0,42	0,46	0,51	0,39	0,38	0,44	0,41

Aus Tabelle 13 geht hervor, daß sowohl in Eglisau als auch in Magglingen das Raumtrockengewicht je des gleichen Stammes mit der Höhe über Boden abnimmt. So beträgt das Trockenraumgewicht des größten Probestammes der Föhren von Königsbrück auf dem Kulturort Eglisau in 1 m Schafthöhe 0,49, in 17 m Höhe aber nur 0,34. Die entsprechenden Werte für den Kulturort Magglingen betragen 0,45 bei 1 m Höhe, 0,32 bei 13 m Höhe. Eine ähnliche Abnahme des Raumgewichtes mit der Schafthöhe weisen auch die Föhren der andern Herkünfte auf.

3. Die Raumschwindung.

Die Raumschwindung des Holzes vom frischen zum trockenen Zustand, ausgedrückt in Prozenten des Frischraumes, steht bekanntlich im allgemeinen in nahen Beziehungen zum Trockenraumgewicht oder auch der Raumdichtezahl (Trockengewicht geteilt durch Frischvolumen). So weisen z. B. auf dem Standort Eglisau der mitherrschende Stamm der Föhren von Cantal und ebenso der herrschende Stamm der Föhren von Norwegen mit je 0,51 Trockenraumgewicht 13% Raumschwindung auf, der herrschende Stamm der Föhren von Eglisau mit 0,41 Trockenraumgewicht aber nur 10,6% Raumschwindung. Aber schon da zeigt es sich, daß die Beziehungen zwischen Trockenraumgewicht und Raumschwindung nicht stets ganz eindeutig sind, sondern je nach dem besonderen Bau des Holzes von Stamm zu Stamm schwanken können.

Das zeigt insbesondere die Schwindzahl, die im Mittel aller Holzproben von Eglisau 30 beträgt, bei den einzelnen Bäumen der verschiedenen Herkunftsorte aber von 27—32 schwanken kann. Die Schwindzahl, mit der man die Raumdichtezahl multiplizieren muß, um die Raumschwindung zu erhalten, schwankt auf dem Kulturort Magglingen von Stamm zu Stamm von 28—34, in Samaden von 27—33. Die mittlere Schwindzahl für das Föhrenholz von Eglisau beträgt 30, für das von Magglingen 31 und für das von Samaden 30. Auffallend sind sowohl die Höhe der Mittelwerte als auch die Schwankungen von Baum zu Baum.

Raumgewicht und Raumdichtezahl sind im Föhrenholz von Eglisau am höchsten und nehmen über Magglingen nach Samaden ab. Dementsprechend beträgt die Raumschwindung des Föhrenholzes von Eglisau 11,8%, für das von Magglingen 11,3% und für das von Samaden 10,2%.

Bild 7 bestätigt nochmals, daß allgemein das Raumgewicht steigt mit zunehmendem Herbstholzanteil. Es zeigt uns aber auch, daß ein Raumgewicht z. B. von 0,35—0,50 möglich ist bei gleichem Herbstholzanteil von 20%. Das Bild beleuchtet ferner die Tatsache, daß die Raumschwindung steigt mit zunehmendem Raumgewicht, daß aber auch bei gleichem Raumgewicht, aber verschiedenem Herbstholzanteil die Raumschwindung recht

anteil.
umgewicht

0,55

0,50

0,45

0,40

0,35
%

Herbst-
Raum-
auf dem
Föhren-
leichter

Föhren

Schwe-
den

0,43

0,42

0,40

0,38

0,39

—

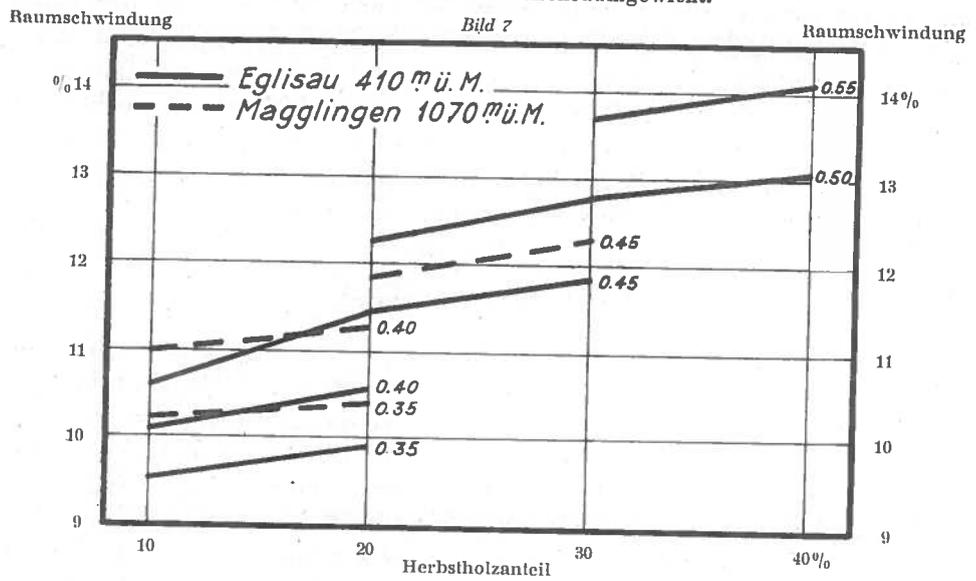
—

—

—

0,41

Raumschwindung bei 32jährigen Föhren bei verschiedenem Herbstholzanteil
und verschiedenem Trockenraumgewicht.



verschieden groß sein kann, wie ich es schon für die Fichte gezeigt habe. Endlich zeigt Bild 7, daß bei gleichem Raumgewicht und gleichem Herbstholzanteil das Holz von Magglingen mehr Raumschwindung aufweist als das von Eglisau, was allerdings schon die höhere Schwindzahl zum Ausdruck brachte.

Tabelle 14 läßt erkennen, daß sowohl auf dem Standort Eglisau als in Magglingen die Raumschwindung des Föhrenholzes entsprechend dem

Raumschwindung in verschiedener Höhe je des größten Probebaumes von Föhren verschiedener Herkunft auf den Kulturorten Eglisau und Magglingen.

Tab. 14

Stamm- höhe m	Kulturort Eglisau, 410 m				Kulturort Magglingen, 1070 m			
	Königs- brück	Ost- preußen	Cantal	Nor- wegen	Königs- brück	Ost- preußen	Cantal	Schwe- den
1	13,2	12,8	12,0	13,5	10,2	11,5	13,1	12,4
3	12,6	11,9	11,9	13,7	10,1	11,0	12,9	12,4
5	12,3	11,4	11,0	13,2	10,0	10,2	12,0	11,6
7	11,5	11,4	10,3	12,5	10,1	10,5	11,1	10,8
9	10,3	10,5	9,7	11,7	9,8	10,5	8,9	9,5
11	10,9	10,8	10,5	11,2	8,8	9,8	—	—
13	10,1	9,6	—	10,9	9,0	10,0	—	—
15	9,3	9,6	—	—	—	—	—	—
17	10,6	11,3	—	—	—	—	—	—
Mittel	11,6	11,3	11,2	12,9	10,0	10,8	12,4	11,9

Raumgewicht am größten ist im untersten Teil der Stämme, dann etwa bis zur größten Kronenbreite ab- und nachher wieder zunimmt, trotz weiter fallenden Raumgewichtes. Man vergleiche Tabelle 13.

4. Der Wassergehalt des Föhrenholzes.

Der Wassergehalt des Holzes in Prozenten des Trockengewichtes ist im Mittel am kleinsten in Eglisau, etwas höher in Magglingen und Samaden, was hauptsächlich durch das mit der Meereshöhe abnehmende Trockenraumgewicht verursacht sein mag. Es ist zu beachten, daß diese Verhältnisse umgekehrt liegen wie bei den Fichten, die am tieferen Kulturort einen wesentlich höheren Wassergehalt aufweisen.

In Eglisau zeigen die Föhren von Cantal und von Norwegen den kleinsten Wassergehalt, aber auch das höchste Raumgewicht; die Föhren von Eglisau und Ostpreußen den größten Wassergehalt, aber auch das kleinste Raumgewicht. Auf dem Standort Magglingen zeigen wiederum die Föhren von Cantal bei 0,45 Trockenraumgewicht den geringsten mittleren Wassergehalt mit 142%, die Föhren von Eglisau und Ostpreußen bei 0,59 Raumgewicht mit 165% den größten mittleren Wassergehalt. In Samaden weisen die Föhren von Südschweden den kleinsten Wassergehalt auf, was umso auffallender ist, als sie zugleich auch das kleinste Trockenraumgewicht besitzen und als die Föhren von Norwegen bei nur wenig höherem Trockenraumgewicht den größten Wassergehalt aufweisen.

Meistens besitzt das Holz der 52jährigen herrschenden und mitherrschenden Bäume einen größeren Wassergehalt als das der beherrschten, wobei aber immerhin zahlreiche Ausnahmen vorkommen.

Wassergehalt in Prozenten des Trockengewichtes je des größten Probebaumes von 32jährigen Föhren verschiedener Herkunft auf den Kulturorten Eglisau und Magglingen. Tab. 15

Stammhöhe m	Kulturort Eglisau, 410 m ü. M.				Kulturort Magglingen, 1070 m ü. M.			
	Königsbrück	Ostpreußen	Cantal	Norwegen	Königsbrück	Ostpreußen	Cantal	Schweden
1	126	141	120	114	149	181	144	151
3	125	145	138	121	158	189	154	157
5	133	155	148	130	169	189	166	177
7	146	164	155	140	172	194	176	187
9	160	168	170	144	169	195	173	188
11	181	181	164	155	181	200	—	—
13	197	189	—	160	201	237	—	—
15	195	184	—	—	—	—	—	—
17	198	185	—	—	—	—	—	—
Mittel	149	160	142	129	160	189	157	166

Aus Zusammenstellung 15 geht hervor, daß der Wassergehalt im untersten Teil der 32jährigen Föhren am kleinsten ist und mit der Höhe über Boden stark zunimmt, teilweise verursacht durch das abnehmende Trockenraumgewicht, teilweise auch durch das naturgemäße Austrocknen des Holzes im unteren, inneren Schaftteil.

Eigenschaften des Holzes der westlichen und der östlichen Stammseite des größten
Tab. 16 Probebaumes der Herkunft Königsbrück in Magglingen.

Proben aus einer Stammhöhe von m	Mittlere Jahrringbreite		Herbstholz-Anteil		Raumtrockengewicht		Raumschwindung		Wassergehalt in % des Trockengewichts	
	Westseite mm	Ostseite mm	Westseite %	Ostseite %	Westseite	Ostseite	Westseite %	Ostseite %	Westseite %	Ostseite %
1	3,31	4,80	15,9	18,2	0,41	0,44	11,4	10,3	169	136
3	3,28	5,03	16,1	14,0	0,40	0,42	11,8	10,9	162	155
5	3,64	5,32	12,6	14,9	0,38	0,40	11,7	11,1	177	164
7	3,96	4,82	11,7	13,4	0,39	0,39	11,6	11,1	177	168
9	4,17	4,94	15,5	15,5	0,40	0,40	11,2	9,6	178	163
Mittel	3,67	4,98	14,4	15,2	0,40	0,41	11,5	10,6	172	157

Tabelle 16 endlich zeigt, daß das Holz des gleichen Stammhorizontes in verschiedenen Himmelsrichtungen verschiedene Eigenschaften haben kann. Es ist bekannt, daß auf Standorten, die vorherrschend von Winden aus einer bestimmten Himmelsrichtung bestrichen werden, die Stämme excentrisches Wachstum aufweisen. In Magglingen macht sich der vorherrschende Westwind besonders geltend auf die stark verlichteten Föhren von Königsbrück. Wie aus Tabelle 16 hervorgeht, bewirkt der vorherrschende Westwind ein wesentlich stärkeres Dickenwachstum auf der Ostseite. Der Unterschied des Zuwachses auf der West- und der Ostseite ist am größten im unteren Teil des Stammes und nimmt mit der Höhe über Boden ab. Der Stamm verstärkt aber seine Winddruck- oder Windleeseite nicht nur durch größeren Dickenzuwachs, sondern auch durch einen höheren Herbstholzanteil. Das stärkere Wachstum, also die Ausbildung breiterer Jahrringe auf der Ostseite der Bäume, müßte erniedrigend auf das Raumtrockengewicht einwirken, der höhere Herbstholzanteil allerdings erhöhend. Als Endergebnis erhält man besonders im unteren Schaftteil ein deutlich größeres Trockenraumgewicht des Druckholzes als des Zugholzes.

Sonderbarerweise ist trotz des größeren Herbstholzanteiles und trotz des höheren Trockenraumgewichtes die Raumschwindung des Druckholzes kleiner als die des Zugholzes. Endlich zeigt sich sehr deutlich, daß der Wassergehalt des Druckholzes wesentlich kleiner ist als der des Zugholzes.

Während die Bilder 5—7 als Ergebnis der Mittelwerte zahlreicher Einzelproben klar allgemeine Gesetze beleuchten, so zeigt Tabelle 16, wie kompliziert die Dinge im Einzelnen sich auswirken können.

Zusammenfassung.

A. 40jährige Fichten.

An 40jährigen Kulturen mit Fichten von Winterthur, 500 m ü. M., und solchen aus dem Engadin, 1850 m ü. M., die teilweise in Solothurn, 470 m ü. M., teilweise in Bergün, 1600 m ü. M. ausgeführt worden sind, wurden die Beziehungen zwischen Nadelmenge und Zuwachs, sowie die Eigenschaften des erzeugten Holzes möglichst eingehend untersucht, um Einflüsse des Standortes und der Standortsrasse beleuchten zu können, wobei sich folgendes ergeben hat.

I. Zuwachs und Nadelmenge.

1. Angaben über die mittleren Jahres- oder Sommertemperaturen und Niederschläge sagen verhältnismäßig wenig darüber aus, ob sich auf einem gegebenen Standort eine Rasse oder auch eine exotische Holzart noch bewähre. Meistens sind hier Extreme entscheidend.
2. Auf dem Standort Solothurn, 470 m ü. M., bleibt die Fichtenrasse vom Engadin, 1850 m, im Höhen- und Durchmesserzuwachs deutlich hinter der von Winterthur, 500 m ü. M., zurück. In Bergün auf 1600 m ü. M. leisten die Fichten vom Engadin und die von Winterthur den gleichen Zuwachs.
3. Auf dem Talstandort Solothurn sind bei den Fichten von Winterthur 6, bei denen vom Engadin $6\frac{1}{2}$ Jahrestriebe benadelt. In Bergün, 1600 m, werden die Nadeln der Fichten von Winterthur 10 Jahre, die der Engadiner 11 Jahre alt.
4. Der Anteil der Nadeln am Astfrischgewicht ist in Bergün im Mittel etwa 5% größer als in Solothurn, weil das Reisig in Bergün noch feiner ist und weil mehr Jahrestriebe benadelt sind.
5. Die Oberfläche eines kg frischer Nadeln ist in Solothurn mit $6\frac{1}{2}$ m² deutlich größer als mit $5\frac{1}{2}$ in Bergün. Die Nadeln in Bergün besitzen also mehr Sonnennadelcharakter als die von Solothurn und die der herrschenden Bäume mehr als die der beherrschten.

t im un-
ler Höhe
ehmende
strocknen

größten

Wasser- gehalt % des Trocken- gewichts	Ost- seite %
	136
	155
	164
	168
	163
	157

horizontes
n haben
t Winden
Stämme
der vor-
n Föhren
vorherr-
der Ost-
tseite ist
öhe über
dleeeseite
höheren
breiterer
is Raum-
rhöhend.
deutlich
s.
ind trotz
ickholzes
daß der
ugholzes.

6. In Solothurn erzeugen die Fichten von Winterthur im Mittel im Jahr je Baum 15 l Schaftzuwachs, die Engadiner nur 8 l. In Bergün schaffen beide Herkünfte gleich viel, nicht ganz 3 l.
7. In Solothurn brauchen die Fichten von Winterthur 1640 kg frische Nadeln, um jährlich einen Festmeter Schaftholz zu erzeugen, die vom Engadin aber 1890 kg. In Bergün sind zur gleichen Leistung 2500 kg Nadeln erforderlich.
8. 1 kg Blattrockengewicht schafft in Solothurn bei den Fichten von Winterthur 0,44 kg Schaftrockenzuwachs, bei denen vom Engadin 0,39 kg und auf dem Standort Bergün bei beiden Herkünften 0,50 kg.
9. In Solothurn arbeiten im Bestand der 40jährigen Fichten von Winterthur rund 44 000 kg Nadeln mit 280 000 m² Oberfläche, in dem der Fichten vom Engadin 36 000 kg mit 240 000 m² und in beiden Beständen in Bergün rund 35 000 kg mit 170 000 m² je ha.
10. Mit von Höhnels Transpirationszahl läßt sich die Transpiration der Bestände je ha einschätzen: In Solothurn zu 330 mm für die Fichten von Winterthur, zu 260 mm für die aus dem Engadin und zu rund 250 mm für beide Fichtenrassen in Bergün.

II. Eigenschaften des Holzes.

1. Das Frischraumgewicht des in Solothurn gewachsenen Holzes ist höher als das des Fichtenholzes von Bergün. Es ist aber an beiden Orten höher beim Holz der Hochgebirgsrasse als bei dem der Tieflandsrasse.
2. Das Trockenraumgewicht des Holzes zeigt im Mittel weder nach Standort noch nach Fichtenrasse ausgesprochene Unterschiede. Im in Bergün erwachsenen Holz besteht ein weniger scharfer Unterschied zwischen Früh- und Herbstholz als bei dem von Solothurn. Das Raumgewicht verändert sich bei wechselnder Jahrringbreite und wechselndem Herbstholzanteil beim Holz von Solothurn mehr als bei dem von Bergün. Das Holz der beherrschten Fichten besitzt höheres Raumgewicht als das der herrschenden Fichten.
3. Ein Einfluß der Rasse auf die Raumschwindung des Fichtenholzes ist nicht nachweisbar. Das in Bergün erwachsene Holz schwindet aber bei gleichem Raumgewicht weniger als das von Solothurn, weil beim Holz von Solothurn die ausgesprochenere Herbstholzbildung die Raumschwindung stark beeinflusst.
4. In Solothurn und in Bergün ist der Wassergehalt des Holzes der Fichten vom Engadin größer als beim Holz der Fichten von Winterthur. Zugleich ist aber das in Bergün erwachsene Holz beider Fichtenrassen wesentlich wasserärmer als das von Solothurn.

B. 32jährige Föhren.

An 60 32jährigen Föhren verschiedener Herkunft der Kulturorte Eglisau (410 m ü. M.), Magglingen (1070 m ü. M.) und Samaden (1920 m ü. M.) wurden die Beziehungen zwischen Nadelmenge und Zuwachs festgestellt und die Eigenschaften des Holzes untersucht. Die Ergebnisse vom Standort Samaden sind insofern nicht ganz vollgültig vergleichbar, als die Herkünfte aus milden Lagen keine normalen Schaftformen ausbildeten und infolgedessen nicht in diese Untersuchung einbezogen werden konnten.

I. Nadelmenge und Zuwachs.

1. Die Angaben nach der Klimaformel von Kalela beschreiben zwar die Eigenschaften eines Standortes verhältnismäßig gut, aber sie genügen doch nicht, um das Verhalten von Föhren einer bestimmten Herkunft auf einem gegebenen Kulturort einschätzen zu können.
2. Trotzdem das Klima von Magglingen schon bedeutend ungünstiger ist als das von Eglisau, so sind doch die mittleren Durchmesser in Magglingen größer, weil hier die Kulturen teilweise sehr licht stehen. Die mittleren Höhen der 32jährigen Föhren sind allerdings in Eglisau am größten, in Samaden 2—3mal kleiner. Der Schlankheitsgrad der Föhren in Eglisau liegt meist über 100, in Magglingen zwischen 65—80 und in Samaden zwischen 50—60.
3. Auf dem Talstandort Eglisau sind im Mittel 2, in Magglingen 3 und in Samaden 4 Jahrestriebe benadelt.
4. Die prozentuale Anteilnahme der Nadeln am Reisigfrischgewicht, also das Benadelungsprozent, ist in Eglisau und Magglingen fast gleich, in Samaden allerdings wesentlich höher, wobei man sich einerseits an den lichterem Stand der Bäume, andererseits an die größere Anzahl der benadelten Jahrestriebe in Magglingen und Samaden erinnern möge.
5. Auf den Standorten Eglisau und Magglingen beträgt die Oberfläche je kg frischer Föhrennadeln im Mittel 5,5 m², in Samaden aber nur 5,0 m². Die Nadeln in Samaden sind also derber. Die Oberfläche der Gewichtseinheit Nadeln ist bei den vorherrschenden Bäumen meistens etwas kleiner (Sonnennadeln) als bei den beherrschten Bäumen (Schattennadeln).
6. In Eglisau braucht es im Mittel 1000 kg frische Nadeln, um im Jahr einen Festmeter Schaftzuwachs zu erzeugen, in Magglingen schon rund 1250 kg und in Samaden rund 3000 kg. Auf dem gleichen Kulturort erzeugen gleiche Nadelgewichte bei Föhren verschiedener Herkunft ungleichen Zuwachs.
7. 1 kg Blatt-Trockengewicht schafft in Eglisau im Mittel rund 1 kg, in Magglingen rund 0,75 kg und in Samaden rund 0,3 kg Schafttrockenzuwachs.

8. In Eglisau arbeiten je ha in 32jährigen Beständen mitteleuropäischer Föhren etwa 12 000—13 000 kg frischer Nadeln mit einer Oberfläche von 66 000—73 000 m². Für die nicht genügend geschlossenen Bestände in Magglingen und Samaden lassen sich keine Vergleichsschätzungen ausführen.
9. Multipliziert man die Transpirationszahl von Höhnels für die Föhre (107) mit dem mittleren Nadelrockengewicht von rund 5 000 kg, so läßt sich die mittlere Transpiration der 32jährigen Föhrenbestände von Eglisau je ha zu rund 500 000—550 000 kg einschätzen. Sie ist etwa 5—6 mal kleiner als bei der Fichte.

II. Eigenschaften des Holzes.

1. Das Frischraumgewicht des Schaftholzes der 32jährigen Föhren beträgt im Mittel in Eglisau 0,97, in Magglingen 0,92 und in Samaden 0,87.
2. Das Trockenraumgewicht beträgt im Mittel beim Föhrenholz von Eglisau 0,45, bei dem von Magglingen 0,40 und bei dem von Samaden 0,38. Das Trockenraumgewicht des Holzes verschiedener Herkunftsrassen ist auf gleichem Kulturort verschieden. Das Trockenraumgewicht ist im untersten Teil der Stämme am größten und nimmt mit der Höhe über Boden ab.
3. Die Raumschwindung des 32jährigen Föhrenholzes von Eglisau beträgt 11,8%, desjenigen von Magglingen 11,3% und desjenigen von Samaden 10,2%, entsprechend des mit der Höhe über Meer abnehmenden Trockenraumgewichtes. Bei gleichem Trockenraumgewicht ist die Raumschwindung beim Holz von Magglingen größer als bei dem von Eglisau. Dem Trockenraumgewicht entsprechend ist die Raumschwindung am größten beim Holz an der Stammbasis und wird kleiner mit der Höhe über Boden. Der Einfluß der Herkunftsrasse auf die Raumschwindung wirkt sich ebenfalls über das Raumtrockengewicht aus.
4. Der Wassergehalt des Holzes in Prozenten des Trockengewichtes ist im Mittel am kleinsten beim Holz von Eglisau, etwas höher bei dem von Magglingen und Samaden, entsprechend des mit der Höhe über Meer abnehmenden Trockenraumgewichtes. Der Wassergehalt ist im untersten Teil des Schaftes am kleinsten und nimmt mit der Höhe über Boden zu.
5. Bei vorherrschend einseitiger Windwirkung, z. B. Westwind in Magglingen, bildet der Baum besonders im unteren Teil des Stammes auf der Windlee- oder Druckholzseite breitere Jahrringe mit einem etwas höheren Herbstholzanteil, einem etwas größeren Raumtrockengewicht und einem kleineren Wassergehalt als auf der Windlufseite. Das

Zugholz der Westseite besitzt aber eine größere Raumschwindung als das Druckholz der Ostseite.

Man erkennt aus dieser Untersuchung an Fichten und Föhren einmal mehr, daß die Beziehungen zwischen dem Kulturort der Holzart und ihrer Herkunftsrasse zum Zuwachs und den Eigenschaften des erzeugten Holzes recht verwickelt sind. Es ist recht schwierig, die Einflüsse des Kulturortes und der Herkunftsrasse scharf voneinander zu trennen. Auf verschiedenen Kulturorten kann ein Holz erwachsen, das bei gleichem Raumgewicht recht verschiedene Schwindung und wohl auch verschiedene andere technische Eigenschaften aufweisen kann.

Résumé.

A. *Epicéas de 40 ans.*

Nous avons examiné aussi exactement que possible quels sont, chez des épicéas de 40 ans provenant de Winterthour (500 m d'alt.) et de l'Engadine (1850 m) plantés en partie près de Soleure, à 470 m, en partie à Bergün, à 1600 m, les rapports entre la quantité des aiguilles, l'accroissement et les propriétés du bois produit, en vue de faire ressortir l'influence exercée par le lieu de culture et la provenance des graines. Voici les principaux résultats obtenus:

I. *Accroissement et quantité des aiguilles.*

1. *Les moyennes annuelles ou estivales de la température et des précipitations ne renseignent que très imparfaitement sur les possibilités de réussite d'une race ou d'une essence exotique dans un lieu donné. En général, les écarts extrêmes jouent, sur ce point, un rôle décisif.*
2. *A Soleure, à 470 m d'alt., l'épicéa d'origine engadinoise (1850 m) fait preuve d'une croissance sensiblement moindre que celle de l'épicéa provenant de Winterthour (500 m), soit en hauteur, soit en épaisseur. A Bergün, à 1600 m, les deux provenances ne diffèrent guère à ce sujet.*
3. *Dans la plaine soleuroise, les 6 dernières pousses annuelles portent des aiguilles vertes chez les épicéas de Winterthour; ce nombre s'élève à 6½ pour les épicéas d'Engadine. A l'altitude de 1600 m, à Bergün, les aiguilles des épicéas de Winterthour durent 10 ans, celles des Engadinois, 11 ans.*

4. A Bergün, la part du poids total des branches, à l'état frais que représentent les aiguilles est d'env. 5% supérieure à celle déterminée à Soleure, et ceci parce que les rameaux sont plus fins, et le nombre des pousses feuillées plus grand, dans le premier que dans le second cas.
5. La surface foliaire d'un kg d'aiguilles fraîches est nettement plus grande à Soleure, avec $6\frac{1}{2}$ m², qu'à Bergün, avec $5\frac{1}{2}$ m². Dans la station de montagne, les aiguilles sont donc plus charnues, moins plates (type bien éclairé) qu'à Soleure. Cette particularité est plus accusée chez les dominants que chez les dominés.
6. A Soleure, les épicéas de Winterthour fabriquent en moyenne 15 l de bois de tige par arbre et par an, alors que la production des Engadinois se limite à 8 l. Les arbres des deux provenances ont, à Bergün, un accroissement à peu près semblable, représentant un peu moins de 3 l de bois de tige par arbre et par an.
7. A Soleure, il faut aux épicéas de Winterthour 1640 kg d'aiguilles fraîches pour fabriquer 1 m³ de bois de tige par an, à ceux de l'Engadine, 1890 kg. A Bergün, les épicéas emploient au même effet 2500 kg d'aiguilles fraîches.
8. Chaque kg de substance foliaire sèche correspond, à Soleure, à la production annuelle de 0,44 kg de bois de tige à l'état sec pour les épicéas de Winterthour et de 0,39 kg pour ceux d'origine engadinoise. A Bergün, le rapport est moins favorable: l'indice y est, pour les deux provenances, de 0,30 kg.
9. A Soleure, la fabrique que constitue le peuplement de 40 ans d'épicéas de Winterthour occupe, à l'ha, 44000 kg d'aiguilles, représentant une surface foliaire de 280000 m²; chez les épicéas d'Engadine, la participation à l'ha est de 36000 kg, avec une surface foliaire de 240000 m². Ces chiffres sont sensiblement plus faibles à Bergün, où ils se rapprochent, pour les deux provenances, de 33000 kg et de 170000 m².
10. En se servant du facteur de v. Höhnel, on peut évaluer la transpiration totale à l'ha des peuplements; cette donnée serait, dans ce cas: à Soleure, 330 mm pour les épicéas de Winterthour,
à Soleure, 260 mm pour les épicéas d'Engadine,
à Bergün, 250 mm dans les deux cas.

II. Les propriétés du bois.

1. Le poids spécifique à l'état frais du bois qui a crû à Soleure est plus élevé que celui qui a été déterminé à Bergün. Par contre, le bois de provenance montagnarde est aux deux endroits plus lourd que celui d'épicéa de Winterthour.

2. Le poids spécifique absolu n'accuse, en moyenne, que de faibles différences pour les deux lieux de culture et provenances. Dans le bois fabriqué à Bergün, le bois de printemps et le bois d'automne sont moins nettement différenciés que dans celui qui a crû à Soleure. Aussi les variations de la largeur des cernes annuels et du dosage du bois d'automne exercent-elles une moindre influence sur le poids spécifique à Bergün qu'à Soleure. Le bois des dominés est plus lourd que celui des dominants.
3. Nous n'avons pas pu établir que la race exerce une action sur le retrait. A même poids spécifique, le retrait est plus faible pour le bois produit à Bergün que chez celui de Soleure, parceque, dans cette station de plaine, la production d'un bois d'automne plus différencié favorise ce phénomène.
4. A Soleure comme à Bergün, la teneur en eau du bois est plus forte pour les épicéas venant d'Engadine que pour ceux du bas pays. Cependant, le bois crû à Bergün, contient, quelle qu'en soit l'origine, sensiblement moins d'eau que celui des placettes de Soleure.

B. Pins sylvestres de 32 ans.

Nous nous sommes servis de 60 arbres d'essai, âgés de 32 ans, de différente provenance et prélevés dans nos plantations d'Eglisau (410 m d'alt.), Macolin s./Bienne (1070 m) et de Samaden (1920 m), pour déterminer quels sont, chez le pin sylvestre, suivant le lieu de culture et l'origine, les rapports entre la quantité des aiguilles et l'accroissement et pour examiner les propriétés du bois produit dans ces différentes conditions. Les résultats récoltés à Samaden ne sont pas entièrement comparables à ceux des deux autres séries en ce sens que les pins provenant de régions tempérées ne sont pas développés, du moins pas en arbres de forme normale, en ce point de la Haute-Engadine, et n'ont ainsi pas pu être pris en considération pour cette étude.

I. Quantité des aiguilles et accroissement.

1. Les données prévues pour l'établissement de la formule climatique de Kalela donnent une assez bonne définition des particularités d'un lieu, mais ne suffisent cependant pas pour établir si et comment des pins sylvestres d'une certaine provenance se développeront dans une station déterminée.

2. Bien que le climat soit déjà beaucoup plus rude à Macolin qu'à Eglisau, le diamètre moyen des plantations y est cependant plus élevé, car les cultures de Macolin sont en partie très claires. La hauteur moyenne de ces peuplements de 32 ans est, par contre, supérieure à Eglisau, où les pins sont 2 à 3 fois plus longs qu'à Samaden. Le rapport de la hauteur au diamètre est en général supérieur à 100 pour les pins d'Eglisau, varie entre 65 et 80 à Macolin, entre 50 et 60 à Samaden.
3. Dans la station de plaine d'Eglisau, 2 pousses annuelles portent des aiguilles vertes; à Macolin, le nombre des pousses feuillées est en moyenne de 3, de 4 à Samaden.
4. La part des aiguilles dans le poids total des ramilles fraîches est à peu près la même à Eglisau et à Macolin; le pourcent est sensiblement plus élevé à Samaden. Rappelons, à ce propos, que les plantations sont plus claires, que le nombre des pousses feuillées est plus élevé dans les stations élevées qu'en plaine.
5. A Eglisau et à Macolin, la surface foliaire d'un kg d'aiguilles fraîches est en moyenne de 5,5 m², alors qu'elle ne mesure que 5 m² à Samaden. Les aiguilles sont donc plus charnues en Haute-Engadine. La surface foliaire de l'unité de poids d'aiguilles est en général inférieure sur les arbres dominants à ce qu'elle est sur les sujets dominés (aiguilles plus charnues dans le premier que dans le second cas).
6. A Eglisau, il faut en moyenne 1000 kg d'aiguilles fraîches pour fabriquer 1 m³ de bois de tige par an; à Macolin, 1250 kg, à Samaden, env. 5000 kg. Dans ces trois champs d'essai, le rendement des aiguilles varie assez sensiblement avec la provenance.
7. Un kg de substance foliaire sèche correspond à la production annuel d'env. 1 kg de bois de tige à l'état sec à Eglisau, d'env. 0,75 kg à Macolin et d'env. 0,50 kg à Samaden.
8. A Eglisau, les peuplements de pin sylvestre, âgés de 32 ans, provenant de l'Europe centrale ont, à l'ha, env. 12000—13000 kg d'aiguilles fraîches, ce qui représente une surface foliaire de 66000 à 73000 m². Les plantations de Macolin et de Samaden sont trop claires pour qu'on les soumette à des évaluations de ce genre.
9. En multipliant le coefficient de transpiration que v. Höhnel a déterminé pour le pin sylvestre (107) avec 5000 kg — poids moyen, à l'état sec, des aiguilles d'un ha —, on peut évaluer la transpiration moyenne d'un ha de la pineraie de 32 ans d'Eglisau à 500000 à 550000 kg. C'est dire qu'elle est 5 à 6 fois plus faible que dans la pessière.

II. Les propriétés du bois.

1. Le poids spécifique à l'état frais du bois de tige de pins sylvestres de 52 ans est, en moyenne, 0,97 à Eglisau, 0,92 à Macolin et 0,87 à Samaden.
2. Le poids spécifique absolu du bois de pin prélevé dans les 5 champs d'essai est, en moyenne, le suivant: 0,45 à Eglisau, 0,40 à Macolin, 0,38 à Samaden. A un seul et même endroit, il varie avec la provenance des graines. C'est au bas de la tige qu'il est le plus élevé; il diminue à mesure qu'on s'éloigne du sol.
3. Le retrait du bois de pin sylvestre de 52 ans diminue avec l'altitude de la station, conformément à la loi de variation du poids spécifique absolu: 11,8% à Eglisau, 11,3% à Macolin, 10,2% à Samaden. A même poids spécifique absolu, le bois produit à Macolin a un plus fort retrait que celui qui a crû à Eglisau. Comme le poids spécifique, le retrait diminue du pied de la tige, où il est le plus fort, vers son sommet. L'origine des pins examinés exerce sur le retrait et le poids spécifique une influence semblable.
4. La teneur en eau du bois, exprimée en % du poids à l'état sec, est en moyenne plus faible à Eglisau qu'à Macolin et Samaden, conformément à la loi de variation du poids spécifique absolu avec l'altitude. C'est au pied de la tige que la teneur en eau est la plus faible; elle augmente avec l'éloignement du sol.
5. Là où l'action du vent est quasi unilatérale, p. e. à Macolin, qui est sous le régime du vent d'ouest, l'arbre forme du côté sous le vent, surtout dans le bas de la tige, des cernes plus larges que sur la face battue. Ce «bois rouge» ou bois de compression comprend un peu plus de bois d'automne que le «bois blanc» produit du côté ouest; le poids spécifique absolu du bois rouge est légèrement supérieur, la teneur en eau et le retrait y sont plus faibles.

Cet essai de déterminer les rapports qui existent, chez l'épicéa et le pin, entre le lieu de culture et la provenance, d'une part, l'accroissement et les propriétés du bois, d'autre part, montre une fois de plus combien ces relations sont complexes. Il est surtout très difficile de séparer nettement l'influence du lieu de culture de celle de l'origine des graines. Le bois produit dans des stations différentes peut, à même poids spécifique, présenter un retrait fort variable et sûrement aussi des qualités techniques dissemblables.

Literaturverzeichnis.

Macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

1. *B. Bavier*: «Von der Lärche und ihrer Verjüngung im Kt. Graubünden». Chur 1939.
2. *E. Badoux*: «De l'influence de divers modes et degrés d'éclaircie dans les hêtraies pures». Mitteil. d. schweiz. Anstalt für das forstl. Versuchswesen XXI. Bd., 1. Heft 1939.
3. *P. Boysen-Jensen*: «Die Stoffproduktion der Pflanzen». Fischer, Jena 1932.
4. *H. Burger*: «Die Lebensdauer der Fichtennadeln». Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 1927.
 Derselbe: «Einfluß der Herkunft des Samens usw.». «Die Föhre». Mitteil. d. eidgen. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen 1931.
 Derselbe: «Holz, Blattmenge und Zuwachs». Obige Mitteilungen: Die Weymouthsföhre 1929, Die Douglasie 1935, Föhren und Fichten verschiedener Herkunft 1937. Ein 80 jähriger Buchenbestand 1940.
 Derselbe: «Kronenaufbau gleichaltriger Nadelholzbestände». «Baumkrone und Zuwachs in zwei hiebsreifen Fichtenbeständen». Gleiche Mitteilungen XXI. Bd., 1. Heft 1939.
 Derselbe: «Blattmenge und Zuwachs an Fichten im Plenterwald». Schweiz. Zeitschrift f. Forstwesen 1938.
5. *J. Busse*: «Ein 14jähriges Züchtungsergebnis». Der deutsche Forstwirt 1937.
6. *G. Delévoy*: «Expérience internationale sur l'origine du pin sylvestre». Bull. d. l. Soc.-centr. forest. de Belgique 1937.
7. *A. Dengler*: «Ueber die Entwicklung künstlicher Kiefernkreuzungen». Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1939.
8. *F. E. Eidmann*: «Aufgabe der Forschung im Waldbau». Raumforschung und Raumordnung 1938.
9. *H. Ellenberg*: «Ueber Zusammensetzung, Standort und Stoffproduktion bodenfeuchter Eichen- und Buchenmischwaldgesellschaften Nordwestdeutschlands». Mitteil. d. floristisch-soziolog. Arbeitsgemeinschaft Niedersachsens, Heft 5, 1939.
10. *A. Engler*: «Einfluß der Herkunft des Samens auf die Eigenschaften der forstl. Holzgewächse». Mitteil. d. schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen, 1905: Die Fichte, 1915: Die Föhre.
11. *L. Fabricius*: «Erbgut oder Umwelt». Forstw. Zentralbl. 1938.
12. *A. Frey-Wyßling*: «Die Anisotropie des Schwindmaßes auf dem Holzquerschnitt». Holz als Roh- und Werkstoff 1940.
13. *E. Gäumann*: «Der Stoffhaushalt der Rotbuche». Berichte d. schweiz. botan. Gesellschaft 1935.
14. (—) *Götz*: «Zum Aufsatz Schlechtformigkeit und Schlechtrassigkeit von Prof. Schmidt». Allg. Forst- u. Jagd-Zeitg. 1939.
15. *Fr. Holm*: «Die Douglasie, Provenienz und Wachstum». Das forstl. Versuchswesen in Dänemark 1940.
16. *B. Huber*: «Aus dem Arbeitsgebiet der Holzanatomie». Holz als Roh- und Werkstoff 1940.
17. *M. Jalava*: «Strength properties of Finnish Pine». Comm. Inst. Forest. Fenniae, Helsinki 1935.

18. *D. Johannsen*: «Ueber Früh- und Spätholz in schwedischer Fichte und Kiefer». Holz als Roh- und Werkstoff 1940.
19. *A. Kalela*: «Zur Synthese der experimentellen Untersuchungen über Klimarassen der Holzarten». Mitteil. d. forstl. Forschungsanstalt in Finnland, 26, Helsinki 1937/38. Mit Zusammenstellung der Literatur.
20. *A. Kalnins*: «Die techn. Eigenschaften der Kiefer Lettlands». Lettlands forstw. Schriften Nr. 1, Riga 1950.
21. *B. Koljo*: «Untersuchungen über die beeinflussenden Faktoren des Wassergehaltes in den Bäumen». Estländisches forstwirtschaftliches Jahrbuch 1939.
22. *O. Langlet*: «Provenienzversuche mit verschiedenen Holzarten». Eine zusammenfassende Diskussion der bisherigen Ergebnisse. Stockholm 1958. Mit zahlreichen Literaturnachweisen.
Derselbe: «Ueber die Entwicklung von teils nach künstlicher Selbstbestäubung, teils nach freier Windbestäubung entstandener Fichten». Meddel. fr. Statens Skogsförsöksanstalt, Heft 52.
23. *B. Lindquist*: «Den Svenska Tallen». Eine Rassenstudie in Bildern. Svenska Skogsvårdsföreningens Förlag, Stockholm 1938.
Derselbe: «Holzqualität und Nettowert bei schmalkronigen und breitkronigen Kiefern». Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift 1939.
24. *J. S. Mathewson*: «The air seasoning of wood». Techn. Bull. No. 174, U. S. A., Dep. of Agr. Washington 1930.
25. *L. S. Minckler*: «Transpiration of trees and forests». Journal of Forestry 1939.
26. *W. Nägeli*: «Einfluß der Herkunft des Samens auf die Eigenschaften forstlicher Holzgewächse». Mitteil. d. eidgen. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen, 1931: Die Fichte.
27. *B. H. Paul*: «Shrinkage of white oak as affected by position in the trees». Journal of Forestry 1939.
28. *J. Oelkers*: «Verdunstung und Zuwachs unserer Hauptholzarten als Funktion der Standortsfaktoren». Mitteil. aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 1940.
29. *S. F. Poths*: «A method for determining the quantity of foliage per acre of woodland». Journal of Forestry 1939.
30. *K. Rubner*: «Verbreitung und Rassen der Hainbuche». Forstw. Zentralbl. 1938.
Derselbe: «Ergebnisse zweier Lärchenherkunftversuche im Tharandter Wald». Tharandt. forstl. Jahrbuch 1938.
Derselbe: «II. Beitrag zur Kenntnis der Fichtenformen und Fichtenrassen». Tharandt. forstl. Jahrbuch 1939, vergl. auch 1936.
31. *A. Schubert*: «Untersuchungen über den Transpirationsstrom der Nadelhölzer und den Wasserbedarf von Fichte und Lärche». Tharandt. forstl. Jahrbuch 1939.
32. *W. Schmidt*: «Erbforschungsfragen». Allg. Forst- u. Jagdztg. 1941.
33. *R. Schober*: «Standort, Form und Rinde der Lärche in Hessen». Mitteil. aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 1939.
34. *M. Schreiber*: «Beitrag zur Kenntnis der forstlichen und biologischen Eigenschaften einiger Klimarassen der europäischen Lärche». Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen 1940.
35. *F. E. Siimes*: «On the structural and physical properties of Finnish pine wood...» Helsinki 1938.
36. *M. G. Stalfelt*: «Der Einfluß der Durchforstung auf die Funktion der Nadeln und auf die Ausbildung der Baumkrone bei der Fichte». Zeitschr. d. schwedischen Forstvereins 1935.

hur 1959.
 s hêtraies
 XXI. Bd.,
 2.
 orstwesen
 d. eidgen.
 ymouths-
 ner Her-
 one und
 XXI. Bd.,
 eiz. Zeit-
 7.
 Bull. d. l.
 itschr. f.
 l Raum-
 boden-
 hlands».
 Heft 5,
 r forstl.
 a, 1905:
 schnitt.
 an. Ge-
 n Prof.
 iswesen
 l Werk-
 enniae,

37. *A. J. Stamm*: «Calculation of the void volume in wood». *Industr. Eng. Chem.* 1958.
38. *W. Stojanoff*: «Holztechnologische Untersuchungen der *Pinus peuce*». *Forstl. Rundschau* 1940.
39. *H. Tiebe*: «Raumgewicht und Druckfestigkeit des Holzes verschiedener Kiefernrasen». *Tharandt. forstl. Jahrbuch* 1940.
40. *A. Topcuoglu*: «Die Verteilung des Zuwachses auf die Schaftlänge der Bäume». *Tharandt. forstl. Jahrbuch* 1940.
41. *R. Trendelenburg*: «Das Holz als Rohstoff» München 1939. Mit zahlreichen Literaturangaben.
Derselbe: «Ueber Faserstaudungen im Holz und ihre Ueberwallung durch den Baum». *Holz als Roh- und Werkstoff* 1940.
42. *K. Vanselow*: «Ein Kiefernprovenienzversuch im Lehrwald Wildtal». *Allg. Forst- u. Jagdzeitung* 1938.
43. *E. Vintila*: «Untersuchungen über Raumgewicht und Schwindmaß von Früh- und Spätholz bei Nadelhölzern». *Holz als Roh- und Werkstoff* 1939.
44. *E. Volkert*: «Die mechanisch-technischen Holzeigenschaften vom Schneebruch betroffener und verschonter Fichten aus Hochlagen des Erzgebirges». *Tharandt. forstl. Jahrbuch* 1940.
45. *E. Wagenknecht*: «Untersuchungen über den Spiegelrindenanteil verschiedener Kiefernrasen im Zusammenhang mit der Aestigkeit». *Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw.* 1939.
46. *W. von Wettstein*: «Lichtbedürfnis und Dürrewiderstandsfähigkeit der Kiefer». *Forstw. Zentralbl.* 1938.
47. *H. Zimmerle*: «Zuwachsuntersuchungen bei der Fichte und Weißtanne im Gräfl. v. Pückler- und Limpurg'schen Forstbezirk Gaildorf». *Allg. Forst- u. Jagdzeitung* 1939.
Derselbe: «Ueber die Veränderungen der Baumklassen bei der Fichte». *Allg. Forst- und Jagdzeitung* 1940.