

Forstliche Versuchsflächen im schweizerischen Nationalpark

Von Hans Burger

Sonderabdruck aus den
-Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen-
XXVI. Band, 2. Heft

Zürich 1950

Inhaltsverzeichnis

Forstliche Versuchsflächen im schweizerischen Nationalpark

Von Hans Burger

	Seite
Einleitung	583
A. Beschreibung der Versuchsflächen	585
B. Veränderungen in den Versuchsflächen von 1926—1946	587
C. Baumzahlen, mittlere Durchmesser und Höhen und Bestandesvorräte 1946	589
D. Holz, Blattmenge und Zuwachs	591
I. Das Grundlagenmaterial	591
II. Einige Eigenschaften des im Nationalpark erwachsenen Holzes	593
III. Der Zuwachs an Einzelbäumen	609
IV. Kronengewicht, Nadelgewicht und Zuwachs	618
Zusammenfassung	626
Résumé	630
Literaturverzeichnis	634

Forstliche Versuchsflächen im schweizerischen Nationalpark

Von Hans Burger

Einleitung

Die Kommission zur wissenschaftlichen Erforschung des Nationalparks fragte 1925, angeregt durch Dr. Barbey, die forstliche Versuchsanstalt an, ob sie geneigt wäre, an der Anlage von Versuchsflächen zu exakten waldsoziologischen, allgemein forstlichen und entomologischen **Untersuchungen** im Nationalpark im Unterengadin mitzuwirken.

Um sich über den Zweck solcher Versuchsflächen, besonders aber auch über die unserer **Versuchsanstalt** dabei zufallenden Aufgaben etwas näher zu orientieren, wurde zwischen Prof. Dr. Schröter, Dr. Barbey, Dr. Braun-Blanquet und Prof. Badoux, dem damaligen Leiter der forstlichen Versuchsanstalt, Ende 1925 eine Besprechung abgehalten. Die **beiden** Botaniker schlugen Flächen von je 100 m² vor. Die **beiden** Forstleute machten **darauf** aufmerksam, daß 100 m² von der Krone eines einzigen großen Baumes bedeckt werden können. Man einigte sich auf 400 m² pro Versuchsfläche.

An der Sitzung der Aufsichtskommission der Versuchsanstalt anfangs Juli 1926 legte Prof. Badoux das Gesuch in zustimmendem Sinne vor, dem besonders auf Empfehlung von **Oberforstinspektor** Petitmermet entsprochen wurde. Die Forstinspektoren Dr. Biolley und Muret wiesen aber **darauf** hin, daß Flächen von nur 400 m² für forstliche Beobachtungen viel zu klein seien. Man müsse größere Flächen anlegen, in denen zum Studium der Veränderung der Bodenflora kleinere Teilflächen abgegrenzt werden könnten. Bei einer weiteren Beratung zwischen **Oberforstinspektor** Petitmermet, Prof. Badoux, Dr. Barbey und dem damaligen Oberförster der Gemeinde Zerneß, E. Campell, wurde **endgültig** beschlossen, Flächen von 25 a Größe auszuwählen.

Die Auswahl und Vermessung der 5 vorgesehenen **Versuchsflächen** besorgten am 24. und 25. Juli 1926 Prof. Badoux, Dr. Barbey und der Berichterstatter, H. Burger. Die Flächen sind später durch **Oberförster** Campell durch Grenzsteine gesichert worden. Folgende Bestände sind ausgewählt worden:

- Nr. 1, Praspöl: Plenterartiger Bestand von Fichten, Lärchen und Föhren;
 Nr. 2, God **dal** Fuorn: Aufrechte **Bergföhren** mit Arven, Lärchen und Fichten;
 Nr. 3, God **dal** Fuorn: Gemischter Bestand, Fichten, Arven, Lärchen und Bergföhren;
 Nr. 4, **Stabel** Chod: Reiner, **mittelalter** Bergföhrenbestand;
 Nr. 5, **Stabel** Chod: Noch nicht ganz geschlossener Bergföhrenanflug.

.G-

Soviel bekannt geworden ist, sind nur in der Fläche Nr. 5 von Dr. **Braun-Blanquet** zwei Dauerquadrate zur Beobachtung der Bodenflora angelegt worden.

Auf Wunsch der **damaligen** eidgenössischen **Parkkommission** sollten nur gewissermaßen unsichtbare Versuchsflächen angelegt werden. Die Bäume durften z. B. nicht numeriert werden, weshalb auf eine **Einzelstammessung** im Jahre 1926 **verzichtet** wurde. Die Arbeiten der Versuchsanstalt beschränkten sich deshalb in der **Hauptsache** 1926 auf folgendes:

1. Beschreibung der Bestände,
2. Photographische Aufnahmen.

In meinem Bericht von 1926 habe ich schon **darauf** hingewiesen, daß diese Beschreibungen und die Photos nicht genügen, um die Entwicklung der Bestände zu verfolgen. Dr. **Nägeli** hat 1934 die Flächen neu beschrieben und photographiert, er hat aber 1934 die Bäume aller Flächen auch kluppiert und die nötige Anzahl Höhen gemessen. Als endlich **1946** durch Vermittlung von Dir. Dr. **Lüdi** die Bäume der Versuchsflächen numeriert werden konnten und durch Dr. **E. Badoux** und **Unterförster E. Zehnder** aufgenommen wurden, zeigte es sich, daß die beiden Inventare auf Ende 1933 und **1946** berechnet nicht miteinander **vergleichbar** waren, weil man den ausscheidenden Nebenbestand nicht kannte. So haben wir leider hinsichtlich der Feststellung des Zuwachses 20 Jahre verloren.

A. Beschreibung der Versuchsflächen

Die nachfolgende Bestandesbeschreibung stützt sich auf *eigene Notizen* von 1926, auf die Feststellungen von Dr. Nägeli von 1934 und auf die von Dr. Badoux von 1946.

Nr. 1, Praspöl

Die Fläche *liegt* auf 1690 m ü. M., an einem etwa mit 14° geneigten NNE-Hang, auf Schuttboden.

Der aus Fichten, Lärchen und Föhren zusammengesetzte Bestand trägt den Charakter des gruppenweise aufgelösten, plenterartigen Weidewaldes. Gruppen der verschiedenen Holzarten *leben* gewissermaßen als Familien zusammen, zwischen denen Flächen mit Weiderasen liegen. Die Lärchen und die wenigen Engadinerföhren sind fast alle herrschend. Die Fichten sind teilweise herrschend, bilden, aber besonders den Zwischen- und Unterstand.

Natürliche Verjüngung ist besonders von Fichte vorhanden, und zwar meistens vereinzelt, abgesehen von einer größeren Gruppe am oberen Rand der Fläche.

Die Bodenflora besteht in den Lücken vorwiegend aus Gräsern, Kräutern und Moosen. Ziemlich häufig ist die Preiselbeere, seltener Ononis und Heidelbeere, und vereinzelt kommt Juniperus vor.

Nach verdankenswerten Angaben von Oberförster E. Campbell bildet der Bestand ein *Uebergangsstadium* vom Weidewald zum Piceetum *subalpinum*.

Nr. 2, God dal Fuorn

Dieser Bestand liegt auf 1850 m ü. M., an einem mit etwa 20° geneigten Nordhang. Der Untergrund ist Verrucano, *darauf* liegt lockerer Trümmerboden mit geringem Tongehalt. 10–15 cm Rohhumus liegen auf ca. 50 cm Bleichsand, unter dem der rostbraune Boden anschließt.

In der Bodenflora herrschen Heidelbeeren und Preiselbeeren vor, *darin* stehen vereinzelte Alpenrosengebüsche, leichter Graswuchs von Deschampsia und Luzula, Melampyrum, vereinzelte Bärlapp, Stellaria, Erica und Juniperus, Moosdecke aus Hylocomiumarten usw.

Hauptholzart ist die aufrechte Bergföhre, etwa 160- bis 170jährig, der ziemlich viele etwa 140jährige Arven, *sodann* vereinzelte Fichten und Lärchen beigemischt sind. Die Bergföhren besitzen ausgesprochen schöne, gerade Schaftformen *und* schmale, verhältnismäßig kurze Kronen. Die Arven sind dagegen fast alle zwieselig und stark astig. Der Bestand ist wahrscheinlich als Naturverjüngung nach Kahlschlag oder nach einer Naturkatastrophe entstanden.

Verjüngung von Bergföhren und Arven ist sowohl gruppenweise als auch **einzel**n vorhanden. Sie ist durch Rohhumusfilz erschwert und kommt oft auf alten Stöcken vor.

Nach Angaben von Oberförster E. Campell gehört der Bestand zum *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*.

Nr. 3, God dal Fuorn

Die Versuchsfläche liegt auf 1870 m ü. M., an einem ziemlich **steilen** Nordhang. Der Untergrund ist Verrucano, der Oberboden ist sandig, vermischt mit **Dolomit**-brocken. Etwa 15 cm Rohhumus liegen auf etwa **50** cm Bleichsand, dann folgt eine rotbraune Schicht.

Der Boden ist vorwiegend bestockt mit Heidelbeeren, durchsetzt von Preiselbeeren, etwas **Oxalis**, Pyrola, stellenweise Deschampsia und Luzula, vereinzelt **Sambucus**, Alpenrosen, **Vogelbeerbaum**, Alpenerle, Lonicera, Hylocomiumarten usw.

Der Beständ setzt sich zusammen aus Fichten, Arven, **Lärchen** und lBergföhren. Das Alter betrug **1926** bei den Lärchen und **Bergföhren** etwa 175 Jahre, bei den Fichten und Arven etwa **145** Jahre. Der Bestand trägt **etwas** plenterartigen Charakter und sieht **trotz** herumliegender Baum-Leichen gesund und wuchsfreudig aus. Die Lärchen und ein Teil der Fichten bilden den Oberstand, die andern Fichten, Arven und **Bergföhren** den Zwischen- und Unterstand.

Oberförster Campell sagt, daß auch dieser Standort zum *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* gehöre. Die zufällige Holzartenzusammensetzung und der Bestandesaufbau lasse sich erklären durch den teilweise **quelligen** Boden und die Jahrhunderte dauernde Behandlung dieses **Waldteiles** als Bannwald für das **Ofen**-berggut.

Nr. 4, Stabel Chod

Die reine Bergföhrenfläche liegt auf **1915** m ü. M. und ist sanft gegen **SSW** geneigt. Unter etwa 5 cm noch wenig zersetztem **Erica**- und **Föhrennadelmaterial** liegen zirka 10 cm neutraler Humus, darunter folgt hellgraue **Feinerde** mit Kalksteinen, die bei etwa **40—50** cm Tiefe in den **Kalkschutt** übergeht. **Man** vergleiche auch P a l l m a n n.

In der Bodenflora herrscht Erica carnea vor, durchsetzt von Preiselbeeren, **Calama**-grostis, Carexarten, Sesleria, Polygala, Daphne, Galium, Campanula, **Hieracium**, Hylocomium- und Hypnumarten, Dicraium, Isländisch Moos-usw.

Der etwa 125 Jahre alte reine Bergföhrenbestand ist dicht und recht **gleichmäßig** geschlossen. Die Bäume stehen meistens in Gruppen beisammen, wie wenn sie **gruppen**-weise dem Weidevieh entwachsen, oder aus Legföhrenbüschen herausgewachsen **wären**. Viele Bäume sind in den letzten Jahren zusammengebrochen.

Abgesehen vom **untersten** Teil, sind die Baumstämme meistens **gerade**; die Kronen sind **zierlich** schmal; die dünnen **Aeste** zersetzen sich sehr langsam. Natürliche Ver-

jüngung stellt sich in Lücken gruppenweise besonders Nord- und Ostrand. Vereinzelt stellten sich auch junge Arven ein.

Nach Oberförster Campbell handelt es sich hier um eine Waldgesellschaft, die sich im Übergangsstadium befindet vom *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* zum *Mugeto-Ericetum Hylocomietosum*.

Nr. 5, Stabel Chod

Diese Versuchsfläche mit Bergföhrenanflug nach Kahlschlag liegt auf 1915 m ü. M., auf einem sanft nach SSW geneigten Hang, auf einem breiten Schuttkegel des Stabel-Chod-Baches.

Der auf alten Weidelücken noch humusarme, hellgraue, basische Feinerdeboden mit Kalkbrocken geht etwa zwischen 40—50 cm Tiefe in den Kalkschutt über.

Die Bodenflora der Weidelücken wurde für 2 Dauerquadrate (S_7 und S_8), wovon eines auf einem alten Kohlenmeilerboden liegt, beschrieben in der Veröffentlichung von J. Braun-Blanquet und Mitarbeiter: «Vegetationsentwicklung im Schweizerischen Nationalpark». Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens, 1930/31.

Die noch lückige, früher beweidete Bergföhrenverjüngung hatte 1926 ein mittleres Alter von etwa 25 Jahren, Wohl infolge der Weide hat sich die Verjüngung in Gruppen entwickelt, die teils schon geschlossen sind, teils noch größere Lücken aufweisen.

Die Stammformen sind meistens gut und die Kronen schlank. Dieser Bestand zeigt in den letzten 20 Jahren wirklich eine augenfällige Entwicklung. Nach verdankenswerten Angaben von E. Campbell strebt die Weiderasengesellschaft des *Seslerieto-Semperviretum* gegen die Waldgesellschaft *Mugeto-Ericetum* hin.

B. Veränderungen in den Versuchsflächen von 1926 bis 1946

Die Bestandesbeschreibung von 1926 durch H. Burger, 1934 durch W. Nägeli und 1946 durch E. Badoix sind nicht nach so einheitlichen Regeln erfolgt, daß daraus eine Veränderung der Bodenflora und der Waldbestände nachgewiesen werden könnte.

Die photographischen Aufnahmen vom gleichen Standort aus zeigen, daß sich das Bestandesbild in älteren Beständen außerordentlich langsam entwickelt. In den drei Bildern der Fläche Praspöl läßt sich gar keine Veränderung

erkennen, sogar ein Ameisenhaufen im Vordergrund sieht nach 20 Jahren noch genau gleich aus.

Vergleicht man die drei Aufnahmen der Versuchsfläche Nr. 2, God **dal** Fuorn (Bild 1), so bemerkt man höchstens, daß von 1934—1946 der Graswuchs im Vordergrund rechts etwas zugenommen hat.

Die drei Bilder der Fichten-Arven-Lärchen-Bergföhrenfläche Nr. 3, am God **dal** Fuorn (Bild 2) lassen nur erkennen, daß der 1926 im Vordergrund schon gefallene, aber noch nach links aufstehende Stamm bis 1934 **und** 1946 immer mehr zu Boden sank und daß er 1926 noch ganz **berindet**, 1946 völlig entrindet war. **Sodann** sind im **Innern** des Bestandes, wahrscheinlich **infolge** **Schneedruckes**, **noch** einige Bäume gefallen.

In der etwa 125 Jahre alten **Bergföhrenfläche** Nr. 4 ereigneten sich in den letzten 20 Jahren nur geringe Veränderungen (Bild 3). Im Vordergrund befinden sich die gleichen gebogenen Stämmchen nach 20 Jahren noch in der gleichen Lage. Die dürreren Äeste des Stammes links im Vordergrund sind etwas kürzer geworden und im **Innern** des Bestandes sind einige Stangen zusammengebrochen.

Wirklich augenfällige **Bestandesveränderungen** kommen zum Ausdruck durch die drei Aufnahmen der Versuchsfläche Nr. 5, mit jungen Bergföhren (Bild 4). Die Aufnahme von 1926 zeigt noch eine größere Lücke, umgeben von wüchsigen jungen Bergföhren. Schon im Jahr 1934 war die Lücke kleiner und die Bergföhren hatten sich so gestreckt, daß der Apparat etwas aufwärts gerichtet werden mußte. Bis 1946 ist die Lücke noch kleiner geworden. Die Bergföhren sind so stark gewachsen, daß die Berge im Hintergrund nicht mehr sichtbar sind.

Die **Photographie** ist ein unvollkommenes Hilfsmittel, um Bestandesveränderungen zu erfassen. Einmal kann meistens nur ein kleiner Bestandesausschnitt durch ein Bild festgehalten werden **und** wenn sich wirklich Veränderungen einstellen, wenn sich z. B. Jungwuchs entwickelt oder ein größerer Baum fällt usw., ist es oft schon nach 5—10 Jahren nicht mehr möglich, **vom** gleichen Standort **aus** zu photographieren.

n noch genau

d dal Fuorn
achs im Vor-

am God dal
on gefallene,
ehr zu Boden
dann sind im
ge Bäume ge-

n den letzten
den sich die
age. Die dür-
rden und im

ck durch die
Bild 4). Die
sigen jungen
öhren hatten
Bte. Bis 1946
wachsen, daß

veränderun-
mitt durch ein
stellen, wenn
es oft schon
ographieren.

Bild 1



Phot.: E. Badoux

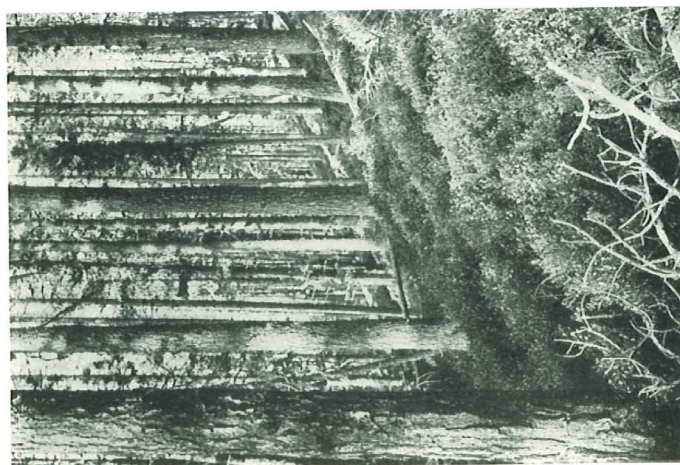
Aufnahme 1947

Bergföhrenversuchsfläche Nr. 2, God dal Fuorn



Phot.: W. Niggeli

Aufnahme 1934



Phot.: H. Burger

Aufnahme 1926

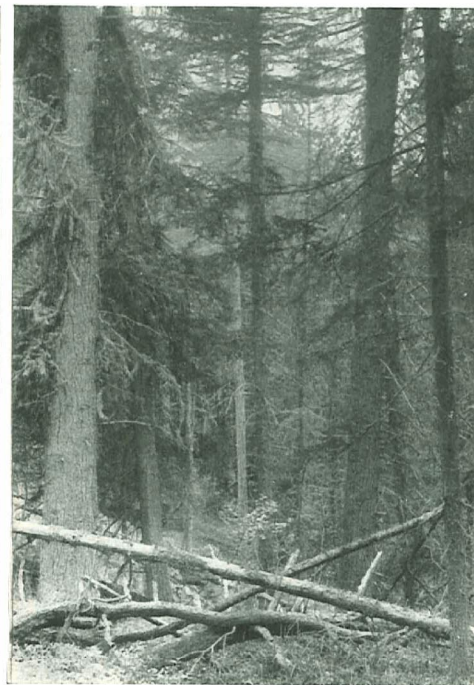
*Plenterartige aus Fichten, Arven, Lärchen und Bergföhren gemischte Versuchsfläche Nr. 3,
am God dal Fuorn*

Bild 2



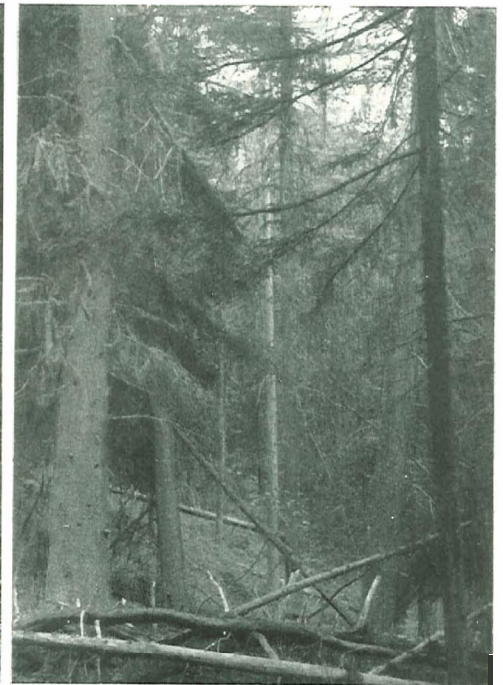
Phot.: H. Burger

Aufnahme 1926



Phot.: W. Nägeli

Aufnahme 1934



Phot.: E. Badoux

Aufnahme 1947

Phot.: H. Burger

Aufnahme 1926

Phot.: W. Nägeli

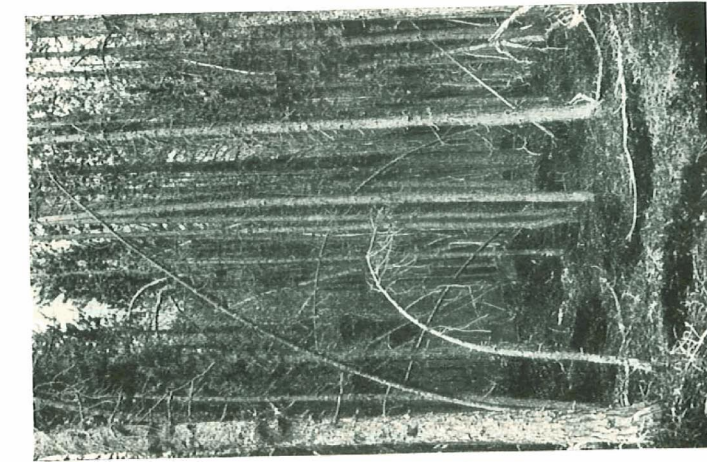
Aufnahme 1934

Phot.: E. Badoux

Aufnahme 1947

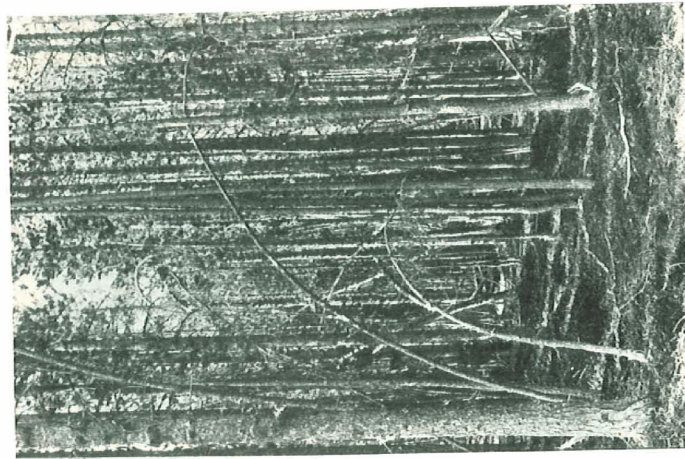
Bild 3

Reiner Bergföhrenbestand Nr. 4, Stabel Chod



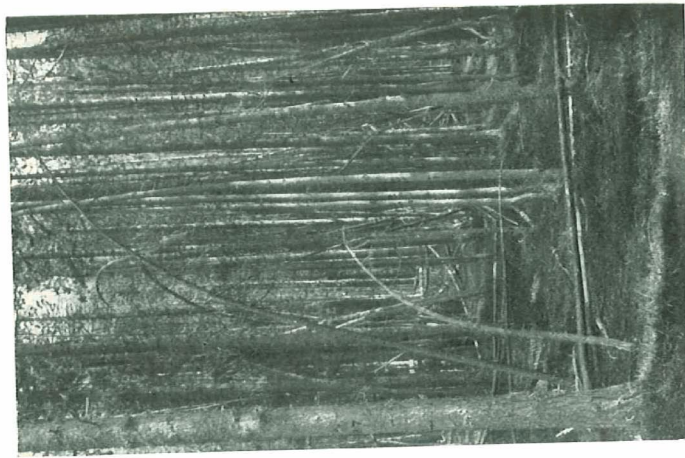
Phot.: H. Burger

Aufnahme 1926



Phot.: W. Nägeli

Aufnahme 1934



Phot.: E. Badoux

Aufnahme 1947

Keiner Bergföhrenbestand Nr. 5, Stabel Chod

Bild 4



Aufnahme 1926

Phot.: H. Burger



Aufnahme 1934

Phot.: W. Nägeli



Aufnahme 1947

Phot.: E. Badoux

C. Baumzahlen, mittlere Durchmesser und Höhen und Bestandesvorräte der Versuchsflächen im Jahre 1946

Die Aufnahme des lebenden Bestandes bis zu 1 cm Durchmesser in Bruthöhe herunter hat nach den Berechnungen von Dr. E. B a d o u x pro ha folgendes ergeben:

Alter, Baumzahlen, Durchmesser, Höhen und Vorräte der Bestände-
im Jahre 1946

Tab. 1

Fläche Nr.	Standort	Holzart	Alter Jahre	Baum- zahl Stück	Stamm- grund- fläche m ²	Mittl. Stamm- stärke cm	Mittl. Bestan- des- höhe m	Derb- holz m ³	Reisig m ³	Ge- sam- masse m ³
1	Praspöl 1690 m, NNE 14°	Fichte	—	640	22,0	20,9	22,7	227	64	291
		Lärche	—	152	18,2	39,0	27,7	231	22	253
		Bergföhre	—	24	0,7	19,0	15,4	6	1	7
		Zusammen	—	816	40,9	25,3	24,8	464	87	551
2	God dal Fuorn 1850 m, N 20°	Bergföhre	185	964	29,6	19,8	17,5	284	42	326
		Arve	160	132	7,9	27,5	17,8	74	8	82
		Lä. u. Fi.	—	28	1,2	23,3	21,4	12	3	15
		Zusammen	—	1124	38,7	20,9	17,7	370	53	423
3	God dal Fuorn 1870 m, N 22°	Fichte	165	460	21,2	24,2	23,7	212	66	278
		Lärche	195	68	8,9	40,9	25,1	98	12	110
		Arve	165	168	16,0	34,8	19,8	149	16	165
		Bergföhre	—	68	2,0	19,2	17,6	19	3	22
		Zusammen	—	764	48,1	28,3	22,4	478	97	575
4	Stabel Chod 1915 m, SW 6°	Bergföhre	135	2980	42,6	13,5	13,3	307	64	371
5	Stabel Chod 1915 m, SW 6°	Bergföhre	45	5180	13,3	5,7	5,6	28	45	73

1. Praspöl

Wie aus Tab. 1 hervorgeht, setzt sich dieser Bestand zusammen aus 640 Stück = 78% Fichten, 152 = 19% Lärchen und 24 = 3% Bergföhren. Am gesamten Derbholzvorrat von 464 m³ beteiligen sich die Fichten mit 49%, die Lärchen mit 50% und die Bergföhren mit 1%. Die Fichten nehmen also mit 78% an der Baumzahl, aber nur mit 49% am Derbholzvorrat teil. Die Lärchen aber beteiligen sich zwar nur mit 19% an der Stammzahl, aber liefern 50% des Derbholzes. Der Lärchenmittelsamm hat einen Durchmesser von 39 cm und eine Höhe von 28 m; der Fichtenmittelsamm besitzt dagegen nur einen Durchmesser von 21 cm und eine Höhe von 23 m; die Bergföhren sind noch schwächer und kürzer, die Lärchen bilden also ausgesprochen den vorherrschenden Oberstand;

Der Gesamtbestand mit 816 Bäumen von 1 bis 59 cm Stärke und 41 m² Stammgrundfläche besitzt mit 464 m³ Derbholz einen recht hohen Vorrat, wenn man bedenkt, daß die Fläche nicht völlig bestockt ist und auf 1700 m ü. M. liegt.

2. God dal Fuorn

Der Bestand mit total 1124 Bäumen setzt sich zusammen aus 85% Bergföhren, 12% Arven und 3% Lärchen und Fichten. Am Derbholzvorrat von 370 m³ beteiligen sich die Bergföhren aber nur mit 77%, die Arven aber mit 20%. Trotzdem die Bergföhren vor 185 Jahren die Fläche als erste besiedelten, sind die etwa 25 Jahre später vielleicht durch Vogelsaat entstandenen Arven zwar im Mittel nicht höher, aber wesentlich stärker geworden.

Im 160- bis 185jährigen Bestand ist die Baumzahl mit 1124 Stück noch sehr hoch, auch die Stammgrundfläche mit 39 m² und der Derbholzvorrat mit 370 m³ sind für einen Bergföhrenbestand auf 1850 m ü. M. bemerkenswert hoch. Nimmt man ein mittleres Alter von etwa 180 Jahren an, so ergibt sich ein Durchschnittszuwachs von rund 2 Festmetern Derbholz.

3. God dal Fuorn

Dieser Bannwald (nach Campell) setzt sich zusammen aus 460 oder 60% Fichten, 168 oder 22% Arven und je 68 oder zusammen 18% Lärchen und Bergföhren. Die nach Baumzahl 60% Fichten beteiligen sich am Derbholzvorrat nur mit 45%, die 9% Lärchen liefern dagegen 20% des Derbholzvorrates und die 22% Arven 31% des Derbholzvorrates. Die Lärchen bilden auch in diesem Bestand die hervorragenden Oberholzbäume mit 41 cm mittlerem Durchmesser und 25 m mittlerer Höhe, gegen nur 35 cm Durchmesser und 20 m Höhe bei den Arven und 24 m Höhe und 24 cm Durchmesser bei den Fichten.

Bedenkt man, daß es sich um einen etwas plenterartigen Bestand handelt, so ist die Gesamtbaumzahl mit 764 Bäumen von 2 bis 70 cm Durchmesser nicht besonders hoch. Ueberlegt man andererseits, daß der Bestand auf fast 1900 m ü. M. steht, so ist die Stammgrundfläche mit 48 m² und der Derbholzvorrat mit 480 m³ beachtenswert hoch. Der Durchschnittszuwachs mag hier etwa 3 Festmeter betragen.

P. Stabel Chod

Der 135jährige reine Bergföhrenbestand weist mit 2980 Bergföhren je ha eine sehr hohe Baumzahl und mit 43 m² eine auffallend hohe Stammgrundfläche auf. Der sehr dichte Bestandesschluß bewirkt aber, daß der mittlere Durchmesser mit 14 cm und die mittlere Höhe mit 13 m eher bescheiden sind, so daß der Derbholzvorrat mit 307 m³ ziemlich normal erscheint. Der Durchschnittszuwachs beträgt etwas über zwei Festmeter.

5. Stabel Chod

5180 etwas verschieden alte Bergföhren pro ha bilden in einem im Mittel 45jährigen Bestand eine hohe Baumzahl, besonders, wenn man bedenkt, daß zwischen den Bergföhrengruppen immer noch Rasenlücken vorhanden sind. Der mittlere Durchmesser mit 6 cm und die mittlere Höhe mit 6 m sind für einen 45jährigen Bestand klein.

In allen Versuchsflächen werden die mittleren Durchmesser und Höhen herabgedrückt, weil auch alle noch lebenden Unterhölzer in die Mittelbildung einbezogen worden sind. So schwankte z. B. im 135jährigen Bergföhrenbestand der Durchmesser von 1 bis 28 cm und im im Mittel 45jährigen Bestand von 1 bis 15 cm.

Li. Holz, Blattmenge und Zuwachs

Der Verfasser hatte in früheren Veröffentlichungen Gelegenheit, die Zusammenhänge zwischen dem Kronenaufbau, der Blattmenge und der Größe und Güte des Zuwachses für gleichalterige Bestände von Stroben, Douglasien, Fichten, Föhren, Lärchen, Eichen, Buchen und für einen Tannen-Fichten-Buchenplenterwald darzustellen.

Aus dem Nationalpark kommen neu hinzu Arven und Bergföhren, und die verhältnismäßig wenig zahlreichen Untersuchungen an Fichten und Lärchen können durch frühere Ergebnisse von ähnlichen Standorten teilweise gestützt und mit dem Ergebnis von ganz anderen Standorten verglichen werden.

I. Das Grundlagenmaterial

Da es sich um den Nationalpark handelt, so mußte das Fällen von Probebäumen auf ein Minimum beschränkt werden, und andererseits mußten die einmal gefällten Bäume möglichst weitgehend ausgewertet werden.

Tab. 2 zeigt eine Uebersicht über das Alter, die Baum- und Formklassen, die Durchmesser und die Höhen der einzelnen Probebäume. Man erkennt, daß das Alter von Baum zu Baum bei der gleichen Holzart im gleichen Bestand stark schwankt. Am einheitlichsten sind die Alter der Bäume in den Bergföhrenbeständen, was gewisse Schlüsse erlaubt auf die Art der Ansiedelung der einzelnen Holzarten. Es kommt ferner zum Ausdruck, daß bei der ausgesprochenen Lichtholzart Lärche, bei der Arve und den älteren Bergföhren die Aeste bis weit hinauf abgestorben sind, während die Schäfte der Halbschattenholzart Fichte noch fast bis an den Stammfuß grüne Aeste tragen.

**Alter, Baumklassen, Schaftformklassen, Durchmesser und Höhen
der gefällten Probebäume**

Tab. 2

Standort	Holzart	Probebäume							
		Probe- baum Nr.	Alter Jahre	Baum- klasse und Schaft- formen	Durch- messer in 1,3 m cm	Höhe		Kronen- durch- messer m	
						Bis Gipfel m	Bis grüne Krone m		
3, God dal Fuorn 1870 m, N 22°	Lärche	1	212	d o	53,7	27,0	12,5	7,5	
		2	204	d p	36,3	23,4	15,0	5,7	
		3	180	d s	20,3	18,2	11,2	3,6	
	Fichte	1	189	d o	40,0	24,2	2,6	5,2	
		2	158	d p	31,2	22,6	6,0	4,0	
		3	190	m p	22,1	17,4	2,0	4,0	
		4	177	b p	15,0	13,4	1,4	3,3	
		5	110	u p	8,2	8,6	1,6	2,3	
		6	127	u p	5,4	4,4	1,2	2,1	
	Arve	1	220	d p	49,8	22,8	6,2	4,7	
		2	164	m p	34,9	21,6	16,0	4,2	
		3	159	m p	28,0	18,6	12,6	3,2	
		4	97	b p	23,0	15,6	9,6	2,2	
	2, God dal Fuorn 1850 m, N 20°	Bergföhre	1	182	d p	31,3	20,6	13,6	3,3
			2	191	d o	24,2	18,2	10,4	2,7
			3	189	d o	20,5	16,4	11,2	2,4
4			203	m p	19,8	17,4	11,4	2,2	
5			188	b p	16,1	15,8	9,6	1,5	
6			206	u p	8,8	8,6	5,6	1,3	
1, Stabel Chod 1915 m, SW 6°	Bergföhre	1	150	d p	21,5	15,4	8,0	2,5	
		2	140	d o	17,7	14,6	9,0	2,3	
		3	156	m p	14,2	13,2	5,8	1,7	
		4	152	b o	10,5	10,8	4,8	1,4	
		5	150	b p	8,1	10,6	6,8	0,9	
		6	148	u s	4,4	3,6	1,8	1,0	
5, Stabel Chod 1915 m, SW 6°	Bergföhre	1	47	d p	10,7	7,4	0,8	1,4	
		2	52	d o	8,3	5,8	1,6	1,4	
		3	45	m p	6,3	5,0	0,6	1,2	
		4	42	b p	4,1	3,6	0,7	0,7	
		5	48	b p	3,4	3,4	1,0	0,7	
		6	37	u p	1,1	1,8	0,2	0,5	

Baumklassen: d = vorherrschend; m = mitherrschend; b = beherrscht; u = unterdrückt
Schaftformen: o = schön; p = mittel; s = schlecht

An 3 Lärchen, 4 Arven, 6 Fichten und 18 Bergföhren ist das Gewicht der lebenden Aeste und der daran tätigen Nadeln bestimmt worden. Die Stämme wurden sektionsweise zerlegt, um ihre Entwicklung und ihren Zuwachs darstellen zu können. Zur Bestimmung einiger physikalischer Eigenschaften des erzeugten Holzes wurde folgende

Anzahl Holzproben entnommen: 149 Stück von den Lärchen, 158 Proben von den Fichten, 168 Proben von den Arven und 352 Proben von den Bergföhren, also zusammen 827 Holzproben.

II. Einige Eigenschaften des im Nationalpark erwachsenen Holzes

An den 827 Lärchen-, Arven-, Fichten- und Bergföhrenholzproben sind folgende Eigenschaften festgestellt worden:

- das Frischraumgewicht und das Trockenraumgewicht;
- der Wassergehalt bezogen auf Frisch- und Trockengewicht;
- Holzstoff, Wasser und Luft des lebenden Holzes bezogen auf Frischraum und
- die Raumschwindung bezogen auf Frischraum.

a) Das Raumgewicht

Geht man von fehlerfreiem Holz aus, so ist das Trockenraumgewicht diejenige Eigenschaft, die am meisten über die Güte des Holzes zu verschiedenen Verwendungszwecken aussagt. Die Festigkeiten nehmen bei der gleichen Holzart mit dem Raumgewicht zu, leichtes Holz arbeitet dafür weniger als schweres usw. Aus dem Trocken-
gewicht geteilt durch den Frischraum wird die sogenannte Raumdichtezahl berechnet, die besonders dazu dient, den Frischraumzuwachs in Trockengewicht umzurechnen.

Das Frischraumgewicht beträgt nach den Tabellen 3 und 4 im Splint meistens von 0,9 bis über 1,0 und sinkt beim Uebergang zum Kern auf 0,8 bis 0,5. Das Frischraumgewicht nimmt nach Tab. 3 vom Stammfuß gegen den Gipfel hin zu, weil mit der Stammhöhe der Anteil des saftreicheren Splintes am Gesamtquerschnitt höher wird. Aus der Anteilnahme von Splint und Kern läßt sich auch erklären, warum z. B. junge Bergföhren ein höheres Frischraumgewicht aufweisen als ältere.

Aus der Zusammenstellung der Trockenraumgewichte in Tab. 4 läßt sich erkennen, daß die Lärchen im Mittel mit 0,53 das schwerste Holz erzeugen, dann folgen die Bergföhren mit 0,48, die Fichten mit 0,43 und endlich die Arven mit 0,39. Das Arvenholz ist fast so leicht wie das Holz der Strobe, die der Arve als «Fünf-
nadlerin» nahe verwandt ist. Bei den einzelnen Holzarten zeigen sich aber von Baum zu Baum ganz erhebliche Schwankungen des Trockenraumgewichtes.

Die Schwankungen der Größe des Trockenraumgewichtes der Einzelholzproben zeigt am besten Bild 5. Man erkennt daraus, daß die Streuung beim Arvenholz am kleinsten ist; die Arve bildet also das gleichmäßigste Holz. Die Streuung ist schon etwas größer beim Fichtenholz, besonders groß aber beim Bergföhren- und Lärchenholz, bei dem auf dem gleichen Standort, aber an verschiedenen Bäumen und Baumteilen, einerseits Holz erzeugt werden kann mit nur 0,35 Trockenraumgewicht, aber auch solches mit über 0,7 Trockenraumgewicht.

Tab. 3

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

Probestamm Nr.	Holzart und Stammteil	Ganzer Quer- schnitt	Frischraumgewicht des Holzes von außen nach innen				
			Splint				Kern
			1	2	3	4	5
2	Lärche, God dal Fuorn						
	1,0 m über Boden	0,87	1,09	0,81	0,82	0,81	0,81
	4,0 m über Boden	0,81	1,08	0,75	0,75	0,75	0,70
	7,0 m über Boden	0,78	1,06	0,71	0,70	0,65	—
	10,0 m über Boden	0,78	1,04	0,69	0,69	0,62	—
	13,0 m über Boden	0,78	1,00	0,68	0,66	—	—
	16,0 m über Boden	0,82	1,02	0,70	0,68	—	—
	19,0 m über Boden	0,90	1,04	0,73	—	—	—
2	Lärche, Mittel	0,81	1,05	0,73	0,73	0,73	0,75
1	Fichte, God dal Fuorn						
	1,0 m über Boden	0,73	1,00	0,72	0,53	0,55	0,58
	4,0 m über Boden	0,72	1,01	0,78	0,51	0,51	0,53
	7,0 m über Boden	0,73	1,01	0,82	0,53	0,49	0,51
	10,0 m über Boden	0,75	1,02	0,83	0,53	0,51	—
	13,0 m über Boden	0,80	1,04	0,81	0,53	0,53	—
	16,0 m über Boden	0,84	1,03	0,84	0,57	—	—
	19,0 m über Boden	0,91	1,04	0,88	0,62	—	—
	22,0 m über Boden	0,99	0,99	—	—	—	—
1	Fichte, Mittel	0,77	1,02	0,80	0,53	0,52	0,54
2	Arve, God dal Fuorn						
	1,0 m über Boden	0,62	1,00	0,49	0,47	0,49	0,60
	4,0 m über Boden	0,64	0,98	0,49	0,51	0,55	—
	7,0 m über Boden	0,65	0,99	0,50	0,52	0,57	—
	10,0 m über Boden	0,67	1,02	0,53	0,52	0,62	—
	13,0 m über Boden	0,72	1,04	0,54	0,56	—	—
	16,0 m über Boden	0,79	1,04	0,61	0,58	—	—
	19,0 m über Boden	0,93	0,93	—	—	—	—
2	Arve, Mittel	0,68	1,00	0,52	0,52	0,55	0,60
1	Bergföhre, God d. Fuorn						
	1,0 m über Boden	0,73	1,02	0,75	0,55	0,58	0,65
	4,0 m über Boden	0,70	0,99	0,58	0,56	0,61	—
	7,0 m über Boden	0,69	0,99	0,60	0,52	0,60	—
	10,0 m über Boden	0,72	0,98	0,56	0,54	0,59	—
	13,0 m über Boden	0,78	0,99	0,63	0,58	—	—
	16,0 m über Boden	0,88	1,03	0,85	0,60	—	—
1	Bergföhre, Mittel	0,74	1,00	0,65	0,55	0,60	0,65

Frisch- und Trockenraumgewichte

Tab. 4

Standort	Holzart	Probe- baum Nr.	Alter Jahre	Durch- messer in 1,3 m cm	Anzahl Holz- proben	Frischraum- gewicht			Trockenraum- gewicht			
						Ganzer Stamm	Rein Splint	Rein Kern	Ganzer Stamm	Rein Splint	Rein Kern	
God dal Fuorn 1870 m, N 22°	Lärche	1	212	54	75	0,76	0,99	0,69	0,49	0,38	0,52	
		2	204	36	53	0,81	1,05	0,73	0,56	0,50	0,59	
		3	180	20	21	0,91	1,04	0,76	0,56	0,53	0,59	
		Mittel	—	—	149	0,80	1,02	0,71	0,53	0,46	0,55	
	Fichte	1	189	40	61	0,77	1,02	0,53	0,44	0,45	0,44	
		2	158	31	45	0,82	1,01	0,49	0,39	0,38	0,40	
		3	190	22	24	0,79	0,93	0,52	0,41	0,41	0,42	
		4	177	15	15	0,97	1,04	—	0,46	0,45	—	
		5	110	8	9	1,02	—	—	0,44	—	—	
		6	127	5	4	0,91	—	—	0,53	—	—	
		Mittel	—	—	158	0,79	1,01	0,52	0,43	0,43	0,43	
	Arve	1	220	50	53	0,71	1,04	0,56	0,38	0,36	0,39	
		2	164	35	49	0,68	1,01	0,53	0,39	0,38	0,39	
		3	159	28	38	0,72	1,05	0,56	0,40	0,38	0,41	
		4	97	23	28	0,74	1,02	0,55	0,36	0,34	0,37	
		Mittel	—	—	168	0,72	1,03	0,56	0,39	0,36	0,40	
	God dal Fuorn 1850 m, N 20°	Bergföhre	1	182	31	48	0,74	1,00	0,57	0,43	0,40	0,45
			2	191	24	42	0,72	0,87	0,60	0,44	0,40	0,46
			3	189	21	30	0,78	0,95	0,62	0,51	0,49	0,52
4			203	20	28	0,81	0,91	0,71	0,53	0,50	0,57	
5			188	16	22	0,74	0,88	0,57	0,44	0,43	0,46	
6			206	9	8	0,88	0,91	0,77	0,56	0,54	0,64	
Mittel			—	—	178	0,75	0,94	0,63	0,47	0,45	0,50	
Stabel Chod 1915 m, SW 6°	Bergföhre	1	150	22	41	0,88	1,01	0,67	0,49	0,45	0,55	
		2	140	18	32	0,76	0,90	0,58	0,42	0,41	0,45	
		3	156	14	24	0,80	0,92	0,58	0,43	0,41	0,45	
		4	152	11	16	0,85	0,93	—	0,45	0,44	—	
		5	150	8	11	0,90	—	—	0,51	—	—	
		6	148	4	3	0,89	—	—	0,53	—	—	
		Mittel	—	—	127	0,81	0,94	0,63	0,47	0,44	0,50	
Stabel Chod 1915 m, SW 6°	Bergföhre	1	47	11	17	0,90	0,92	0,74	0,48	0,48	0,59	
		2	52	8	11	0,93	—	—	0,49	—	—	
		3	45	6	8	0,94	—	—	0,48	—	—	
		4	42	4	5	0,92	—	—	0,43	—	—	
		5	48	3	4	0,89	—	—	0,53	—	—	
		6	37	1	2	0,90	—	—	0,56	—	—	
		Mittel	—	—	47	0,90	0,92	0,74	0,49	0,48	0,59	

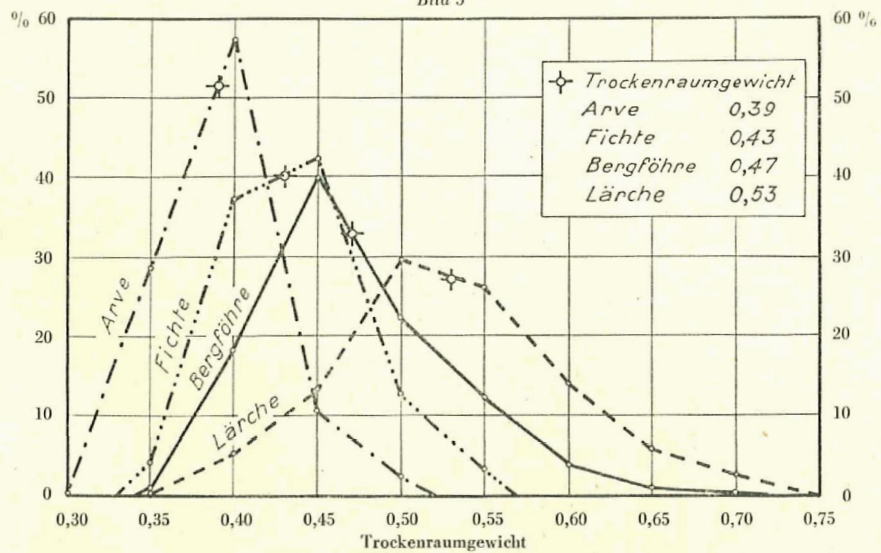
Tab. 5

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

Probestamm Nr.	Holzart und Stammteil	Ganzer Quer- schnitt	Trockenraumgewicht des Holzes von außen nach innen				
			Splint				Kern
			1	2	3	4	5
2	Lärche, God dal Fuorn						
	1,0 m über Boden	0,63	0,57	0,65	0,66	0,65	0,60
	4,0 m über Boden	0,57	0,51	0,58	0,61	0,61	0,56
	7,0 m über Boden	0,55	0,49	0,57	0,57	0,53	—
	10,0 m über Boden	0,53	0,48	0,55	0,57	0,50	—
	13,0 m über Boden	0,52	0,48	0,55	0,54	—	—
	16,0 m über Boden	0,52	0,46	0,57	0,55	—	—
	19,0 m über Boden	0,56	0,54	0,58	—	—	—
2	Lärche, Mittel	0,56	0,50	0,58	0,60	0,59	0,58
1	Fichte, God dal Fuorn						
	1,0 m über Boden	0,44	0,43	0,43	0,43	0,45	0,47
	4,0 m über Boden	0,43	0,43	0,44	0,42	0,44	0,44
	7,0 m über Boden	0,43	0,44	0,44	0,42	0,42	0,43
	10,0 m über Boden	0,44	0,44	0,44	0,43	0,44	—
	13,0 m über Boden	0,45	0,44	0,45	0,45	0,45	—
	16,0 m über Boden	0,46	0,46	0,47	0,48	—	—
	19,0 m über Boden	0,49	0,48	0,49	0,52	—	—
	22,0 m über Boden	0,52	0,52	—	—	—	—
1	Fichte, Mittel	0,44	0,45	0,45	0,44	0,44	0,45
2	Arve, God dal Fuorn						
	1,0 m über Boden	0,38	0,38	0,39	0,37	0,36	0,41
	4,0 m über Boden	0,38	0,38	0,39	0,38	0,38	—
	7,0 m über Boden	0,39	0,37	0,39	0,39	0,40	—
	10,0 m über Boden	0,39	0,38	0,39	0,39	0,43	—
	13,0 m über Boden	0,39	0,38	0,39	0,42	—	—
	16,0 m über Boden	0,40	0,38	0,41	0,43	—	—
	19,0 m über Boden	0,46	0,46	—	—	—	—
2	Arve, Mittel	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,41
1	Bergföhre, God d. Fuorn						
	1,0 m über Boden	0,45	0,43	0,47	0,45	0,45	0,48
	4,0 m über Boden	0,44	0,41	0,45	0,43	0,46	—
	7,0 m über Boden	0,42	0,40	0,42	0,42	0,46	—
	10,0 m über Boden	0,43	0,39	0,45	0,44	0,47	—
	13,0 m über Boden	0,42	0,38	0,43	0,47	—	—
	16,0 m über Boden	0,43	0,39	0,43	0,50	—	—
1	Bergföhre, Mittel	0,43	0,40	0,44	0,45	0,46	0,48

Häufigkeitslinien der Trockenraumgewichtsverteilung bei Arven-, Fichten-, Bergföhren- und Lärchenholz

Bild 5



Wie die Tabellen 4 und 5 nachweisen, wird das Holz bei den Holzarten mit **Farbkern**, also hier bei Lärche, Arve und Bergföhre, durch die **Einlagerungen**, die erfolgen beim Uebergang vom Splint zum Kern, schwerer. Bei den Farbkernhölzern ist deshalb bei annähernd gleicher Jahrringbreite das Trockenraumgewicht des Kernholzes ausgesprochen höher als das des Splintes. Bei Fichte, die keinen Farbkern bildet, besteht-diesbezüglich kein Unterschied.

Es sei **darin** erinnert, daß bei den ringporigen Holzarten, z. B. Eiche und Esche, daß Trockenraumgewicht mit zunehmender Jahrringbreite höher wird, weil bei schmalen Jahrringen der **Porenring** verhältnismäßig stärker ins Gewicht fällt als bei breiten. Bei den zerstreutporigen Nadelhölzern nimmt umgekehrt das Raumgewicht mit abnehmender Jahrringbreite zu bis zu einer optimalen Grenze, die bei verschiedenen Holzarten etwa zwischen 1,5 bis 0,5 mm liegt, um dann rasch zu sinken. Die vorliegenden Holzuntersuchungen im Nationalpark sind zu wenig zahlreich und besitzen zu gleichmäßige **Jahrringbreiten**, um diese Grundgesetze darstellen zu können.

Aus Tab. 6 ersieht man, daß Holz ungefähr gleicher Jahrringbreite bei verschiedenen Holzarten wesentlich verschiedenes Raumgewicht aufweist. So besitzt **Lärchen-splint** mit 0,9 mm mittlerer Jahrringbreite ein Trockenraumgewicht von **0,51**, der Arvensplint bei gleicher Jahrringbreite dagegen nur ein solches von **0,39**. Bei gleicher Jahrringbreite besitzt Farbkernholz ein höheres Trockenraumgewicht als Splintholz der gleichen **Holzart**.

An steilen Hängen sind oft die Kronen der **Bäume** hangabwärts stärker ausgebildet als hangaufwärts, was bei Nadelhölzern häufig auf der hangabwärtigen **Stammseite** einen stärkeren Zuwachs und die Ausbildung von Druckholz bedingt. Bei unseren vier

Verhältnis zwischen Jahrringbreite und Trockenraumgewicht

Probebaum Nr.	Holzart und Stammteil	Ganzer Querschnitt		Holzproben rein Splint				Holzproben rein Kern			
		Jahr- ring- breite mm	Trocken- raum- gewicht	Oben		Unten		Oben		Unten	
				Jahr- ring- breite mm	Trocken- raum- gewicht	Jahr- ring- breite mm	Trocken- raum- gewicht	Jahr- ring- breite mm	Trocken- raum- gewicht	Jahr- ring- breite mm	Trocken- raum- gewicht
2	Lärche, God dal Fuorn										
	1,0 m über Boden	0,9	0,63	1,0	0,57	0,5	0,58	1,1	0,62	0,7	0,68
	4,0 m über Boden	0,9	0,57	0,8	0,51	0,6	0,49	0,9	0,60	0,9	0,58
	7,0 m über Boden	1,0	0,55	1,0	0,50	0,5	0,47	1,3	0,56	0,9	0,55
	10,0 m über Boden	0,9	0,53	0,8	0,49	0,6	0,46	1,1	0,55	0,9	0,53
	13,0 m über Boden	0,9	0,52	0,8	0,48	0,6	0,47	1,1	0,56	1,0	0,53
	16,0 m über Boden	0,9	0,52	0,9	0,49	0,7	0,44	1,0	0,57	0,9	0,55
	19,0 m über Boden	1,0	0,56	0,9	0,54	0,8	0,52	1,1	0,58	1,0	0,59
2	Lärche: Mittel	0,9	0,56	0,9	0,51	0,6	0,49	1,1	0,59	0,8	0,58
1	Fichte, God dal Fuorn										
	1,0 m über Boden	1,2	0,44	1,3	0,43	0,9	0,43	1,3	0,45	1,2	0,45
	4,0 m über Boden	1,3	0,43	1,1	0,42	0,9		1,4	0,42	1,4	0,44
	7,0 m über Boden	1,3	0,43	1,0	0,43	0,9	0,44	1,5	0,43	1,5	0,42
	10,0 m über Boden	1,4	0,44	1,0	0,43	1,0	0,44	1,6	0,43	1,6	0,43
	13,0 m über Boden?	1,3	0,45	1,1	0,43	0,9	0,45	1,8	0,45	1,7	0,45
	16,0 m über Boden	1,3	0,46	1,0	0,46	1,0	0,45	1,6	0,48	1,7	0,47
	19,0 m über Boden	1,3	0,49	0,9	0,47	1,0	0,49	1,9	0,51	2,0	0,53
	22,0 m über Boden	1,5	0,52	1,6	0,52	1,5	0,52	—	—	—	
1	Fichte, Mittel	1,3	0,44	1,1	0,45	1,0	0,46	1,5	0,44	1,4	0,44
2	Arve, God dal Fuorn										
	1,0 m über Boden	1,1	0,38	0,8	0,38	0,7	0,39	1,3	0,37	1,4	0,41
	4,0 m über Boden	1,1	0,38	0,7	0,37	0,5	0,38	1,5	0,38	1,4	0,39
	7,0 m über Boden	1,1	0,39	0,7	0,37	0,5	0,37	1,5	0,40	1,4	0,39
	10,0 m über Boden	1,2	0,39	0,7	0,38	0,6	0,37	1,5	0,41	1,6	0,40
	13,0 m über Boden	1,0	0,39	0,7	0,38	0,6	0,38	1,4	0,41	1,1	0,41
	16,0 m über Boden	1,1	0,40	0,9	0,38	0,8	0,38	1,3	0,42	1,2	0,43
	19,0 m über Boden	1,1	0,46	1,2	0,47	1,0	0,46	—	—	—	
2	Arve, Mittel	1,1	0,39	0,7	0,38	0,6	0,38	1,4	0,39	1,3	0,40
1	Bergföhre, God dal Fuorn										
	1,0 m über Boden	0,8	0,45	0,6	0,45	0,5	0,42	1,0	0,47	1,1	0,45
	4,0 m über Boden	0,8	0,44	0,4	0,42	0,4	0,40	1,0	0,44	0,9	0,45
	7,0 m über Boden	0,8	0,42	0,4	0,39	0,5	0,40	1,2	0,45	1,1	0,44
	10,0 m über Boden	0,9	0,43	0,4	0,39	0,7	0,40	1,2	0,44	1,1	0,46
	13,0 m über Boden	1,0	0,42	0,4	0,37	1,0	0,39	1,3	0,47	1,2	0,46
	16,0 m über Boden	0,9	0,43	0,8	0,39	0,9	0,38	1,1	0,48	1,2	0,52
1	Bergföhre, Mittel	0,9	0,43	0,5	0,40	0,6	0,40	1,1	0,45	1,1	0,45

Wassergehalt des Holzes in Prozenten des Frisch- und Trockengewichtes
Mittel aus allen Proben je eines Stammes

Tab. 7

en rein Kern			Wassergehalt des Holzes in Prozenten des										
Unten			Standort	Holzart	Probe- baum Nr.	Alter Jahre	Durch- messer in 1,3 m cm	Frischgewichtes			Trockengewichtes		
Jahr- ring- breite mm	Trocken- raum- gewicht	Ganzer Stamm %						Rein Splint %	Rein Kern %	Ganzer Stamm %	Rein Splint %	Rein Kern %	
0,7 0,9 0,9 0,9 1,0 0,9 1,0	0,68 0,58 0,55 0,53 0,53 0,55 0,59	God dal Fuorn 1870 m, N 22°	Lärche	1	212	54	43	66	32	75	192	48	
				2	204	36	39	58	29	64	139	41	
				3	180	20	46	56	31	86	128	44	
			Fichte	Mittel	—	—	42	61	31	73	155	45	
				1	189	40	49	62	26	96	161	36	
				2	158	31	59	68	29	141	211	40	
				3	190	22	54	62	28	116	160	40	
				4	177	15	59	62	—	142	165	—	
				5	110	8	62	—	—	165	—	—	
			Arve	6	127	5	49	—	—	97	—	—	
Mittel	—	—		54	64	27	119	175	38				
1	220	50		51	69	36	103	225	56				
2	164	35		48	66	32	92	198	47				
1,5 1,6 1,7 1,7 2,0 —	0,42 0,43 0,45 0,47 0,53 —	God dal Fuorn 1850 m, N 20°	Bergföhre	3	159	28	50	68	34	99	210	51	
				4	97	23	55	70	37	123	234	60	
				Mittel	—	—	50	68	35	102	215	53	
			Bergföhre	1	182	31	48	64	30	92	178	42	
				2	191	24	46	58	32	85	140	46	
				3	189	21	42	55	25	72	120	33	
				4	203	20	41	51	27	71	105	38	
				5	188	16	47	57	28	88	131	38	
				6	206	9	45	49	28	82	94	38	
			Bergföhre	Mittel	—	—	45	57	28	82	133	40	
1	150	22		50	60	26	100	148	35				
2	140	18		50	59	31	99	147	45				
3	156	14		53	60	30	110	151	43				
1,1 0,9 1,1 1,1 1,2 1,2 1,1	0,41 0,39 0,39 0,40 0,41 0,43 0,40	Stabel Chod 1915 m, SW 6°	Bergföhre	4	152	11	52	58	—	110	135	—	
				5	150	8	50	—	—	100	—	—	
				6	148	4	47	—	—	89	—	—	
			Bergföhre	Mittel	—	—	51	60	28	103	147	40	
				1	47	11	52	55	31	110	120	44	
				2	52	8	54	—	—	117	—	—	
				3	45	6	54	—	—	119	—	—	
				4	42	4	58	—	—	138	—	—	
				5	48	3	48	—	—	94	—	—	
			Bergföhre	6	37	1	47	—	—	88	—	—	
Mittel	—	—		53	55	31	113	120	44				

Bäumen (Tab. 6) aus dem Nationalpark zeigt sich diese Erscheinung nicht, wahrscheinlich, weil sie sich als herrschende Bäume ziemlich frei entwickeln konnten.

b) Der Wassergehalt des lebenden Holzes

Der Wassergehalt in Prozenten des Frischgewichtes, dessen Kenntnis für Fragen der Wärmetechnik von Bedeutung ist, schwankt im Splint der Einzelstämme der verschiedenen Holzarten zwischen 55—70%, im Kern zwischen 25—37%. Speziell leichtes Holz (Arve) besitzt rechnerisch höheren Wassergehalt in Prozenten des Frischgewichtes als Holz mit hohem Trockenraumgewicht (Lärche). Der Wassergehalt eines ganzen Stammes ist wesentlich beeinflusst durch die zufällige Beteiligung von Splint und Kern am Stammraum. Aus diesem Grund sind ganze Stämme jüngerer Bergföhren wasserhaltiger als alte, und höher am Stamm liegende Querschnitte wasserhaltiger als die unteren Teile der Stämme.

Der Wassergehalt in Prozenten des Trockengewichtes beträgt im Mittel nach Tab. 7 bei den Lärchen 73%, 155% im Splint und 45% im Kern; bei den Fichten im Mittel 119%, 175% im Splint und 38% im Kern; bei den Arven im Mittel 102%, 215% im Splint und 53% im Kern; bei alten Bergföhren im Mittel 82%, 133% im Splint und 40% im Kern.

Der Wassergehalt schwankt bei den verschiedenen Holzarten im Kern weniger als im Splint. Die leichteren Hölzer Arve und Fichte weisen im Splint einen wesentlich höheren Wassergehalt auf als die schwere Lärche und Bergföhre. Junge Bergföhrenstämme enthalten verhältnismäßig mehr Wasser als alte, weil bei jungen Bäumen der Splintanteil größer ist.

Tab. 8 zeigt, daß bei den Farbkernhölzern Lärche, Arve und Bergföhre ein äußerster schmaler Splintring sehr wasserhaltig ist, daß dann der Wassergehalt zum Kernholz auf ein Drittel bis ein Fünftel fällt, Bei der Fichte findet der Uebergang vom Splint zum Kern nicht so unvermittelt statt.

Der Wassergehalt der Baumschäfte nimmt von der Stammbasis nach oben stets zu, weil die prozentuale Anteilnahme des Splintes am Stammquerschnitt mit der Höhe über Boden zunimmt.

c) Holzstoff, Wasser und Luft im lebenden HOK

Die Darstellung der Anteilnahme von Holzstoff, Wasser und Luft am Frischraum des Holzes verschafft einen leichtfaßlichen Eindruck vom Aufbau des lebenden Holzes verschiedener Arten.

Die Anteilnahme des Holzstoffes am Frischraum schwankt nach Tab. 9 von Baum zu Baum und von Holzart zu Holzart ganz ähnlich wie das Trockenraumgewicht, weil sie aus dem Trockengewicht geteilt durch 1,5 gerechnet worden ist.

Wassergehalt in Prozenten des Trockengewichtes in einzelnen Bäumen
von unten nach oben und vom Splint zum Kern

Tab. 8

Probestamm Nr.	Holzart und Stammteil	Ganzer Quer- schnitt	Wassergehalt der Holzproben von außen nach innen				
			Splint		Kern		
			1	2	3	4	5
2	Lärche, God dal Fuorn						
	1,0 m über Boden	57	122	42	40	43	51
	4,0 m über Boden	61	143	46	39	42	45
	7,0 m über Boden	61	144	40	40	42	—
	10,0 m über Boden	67	150	42	39	41	—
	13,0 m über Boden	69	143	40	40	—	—
	16,0 m über Boden	76	146	39	39	—	—
	19,0 m über Boden	81	120	39	—	—	—
2	Lärche, Mittel	W	138	41	40	42	48
1	Fichte, God dal Fuorn						
	1,0 m über Boden	87	161	86	36	36	40
	4,0 m über Boden	89	170	101	36	33	35
	7,0 m über Boden	92	169	113	42	32	33
	10,0 m über Boden	96	172	116	39	32	—
	13,0 m über Boden	104	173	106	34	33	—
	16,0 m über Boden	107	163	106	35	—	—
	19,0 m über Boden	113	147	105	33	—	—
	22,0 m über Boden	119	118	—	—	—	—
1	Fichte, Mittel	96	162	104	37	33	36
2	Arve, God dal Fuorn						
	1,0 m über Boden	79	191	39	37	45	61
	4,0 m über Boden	84	190	38	45	60	—
	7,0 m über Boden	86	196	41	46	60	—
	10,0 m über Boden	91	203	50	45	61	—
	13,0 m über Boden	102	203	50	46	—	—
	16,0 m über Boden	116	201	61	47	—	—
	19,0 m über Boden	121	121	—	—	—	—
2	Arve, Mittel	92	185	46	44	56	61
1	Bergföhre, God dal Fuorn						
	1,0 m über Boden	80	166	82	34	46	54
	4,0 m über Boden	81	172	45	43	51	—
	7,0 m über Boden	82	182	59	38	46	—
	10,0 m über Boden	87	180	39	37	42	—
	13,0 m über Boden	106	188	61	38	—	—
	16,0 m über Boden	129	195	118	35	—	—
1	Bergföhre, Mittel	92	180	65	37	47	54

Organischer Stoff und Wassergehalt in Prozenten des Frischraumes

Tab. 9

Mittel aus allen Proben je eines Stammes

Standort	Holzart	Probe- baum, Nr.	Alter Jahre	Durch- messer in 1,3 m cm	Organischer Stoff in % des Frischraumes			Wassergehalt in % des Frischraumes		
					Ganzer Stamm %	Rein Splint %	Rein Kern %	Ganzer Stamm %	Rein Splint %	Rein Kern %
<i>God dal Fuorn</i> 1870 m, N 220	Lärche	1	212	54	28	22	30	33	65	22
		2	204	36	32	28	33	32	61	21
		3	180	20	31	29	34	42	59	23
		Mittel	—	—	30	26	31	34	62	22
	Fichte	1	189	40	25	25	25	38	63	14
		2	158	31	22	21	22	48	69	14
		3	190	22	23	23	24	42	57	15
		4	177	15	26	25	—	57	65	—
		5	110	8	25	—	—	64	—	—
		6	127	5	30	—	—	45	—	—
		Mittel	—	—	24	23	24	44	63	14
	Arve	1	220	50	22	21	23	36	72	20
		2	164	35	23	22	23	33	67	17
		3	159	28	23	22	24	36	71	19
		4	97	23	21	20	22	41	71	21
		Mittel	—	—	23	21	23	36	70	19
<i>G o dal Fuorn</i> 1850 m, N 20°	Bergföhre	1	182	31	25	23	26	35	64	17
		2	191	24	25	23	27	33	51	19
		3	189	21	29	28	30	32	52	15
		4	203	20	31	28	33	34	46	19
		5	188	16	25	24	26	35	50	16
		6	206	9	31	30	36	40	44	21
		Mittel	—	—	27	25	28	34	53	17
	Bergföhre	1	150	22	28	26	32	44	60	17
		2	140	18	24	24	26	38	54	18
		3	156	14	24	24	26	42	55	18
		4	152	11	26	25	—	45	54	—
<i>Stabel Chod</i> 1915 m, SW 6°	Bergföhre	5	150	8	29	—	—	45	—	—
		6	148	4	30	—	—	42	—	—
		Mittel	—	—	26	25	28	42	57	18
	Bergföhre	1	47	11	28	27	34	47	50	23
		2	52	8	28	—	—	50	—	—
		3	45	6	28	—	—	51	—	—
		4	42	4	25	—	—	53	—	—
	Bergföhre	5	48	3	30	—	—	43	—	—
		6	37	1	31	—	—	42	—	—
		Mittel	—	—	28	27	34	49	50	23

Der Wassergehalt in Prozenten des Frischraumes schwankt von Holzart zu Holzart und von Baum zu Baum im Splint und Kern viel weniger als der Wassergehalt im Verhältnis zum Trockengewicht.

gehalt in % des ischraumes	
Rein Splint %	Bein Kern %
65	22
61	21
59	23
62	22
63	14
69	14
57	15
65	—
—	—
—	—
63	14
72	20
67	17
71	19
71	21
70	19
64	17
51	19
52	15
46	19
50	16
44	21
53	17
60	17
54	18
55	18
54	—
—	—
—	—
57	18
50	23
—	—
—	—
—	—
50	23

Anteil des Holzstoffes, des Wassers und der Luft am Frischraum des Hokes

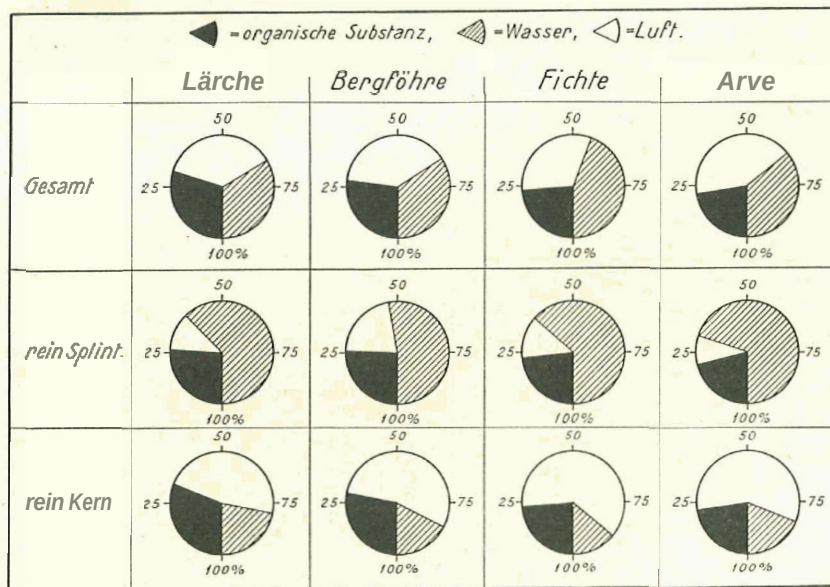
Tob. 10

Holzart	Holzstoff			Wasser			Luft		
	Mittel %	Splint %	Kern %	Mittel %	Splint %	Kern %	Mittel %	Splint %	Kern %
Lärche	30	26	31	34	62	22	36	12	47
Fichte	24	23	24	44	63	14	32	14	62
Arve.	23	21	23	36	70	19	41	9	58
Bergföhre (alt) . . .	27	25	28	34	53	18	39	22	54
Eiche (Vergleich). . .	36	33	37	45	46	45	19	21	18

Beim Lärchenholz nimmt der feste organische Stoff also 30% des Raumes des lebenden Holzes ein, 70% sind Hohlräume, die zu 34% mit Wasser und zu 36% mit Luft erfüllt sind. Der Lärchensplint enthält im Mittel nur 12 Raumprocente Luft, der Kern aber 47%; Deshalb vermögen die Pilze den lebenden Kern leichter anzugreifen als den sehr luftarmen Splint. Aehnlich liegen die Verhältnisse auch bei den andern Nadelholzern, wie Bild 6 veranschaulicht.

Prozentuale Anteilnahme der organischen Substanz, des Wassers und der Luft am Raum des frischen Holzes

Bild 6



Tab. 11

Schwindung in Prozenten des Frischraumes
Mittelwerte aus allen Proben je eines Stammes

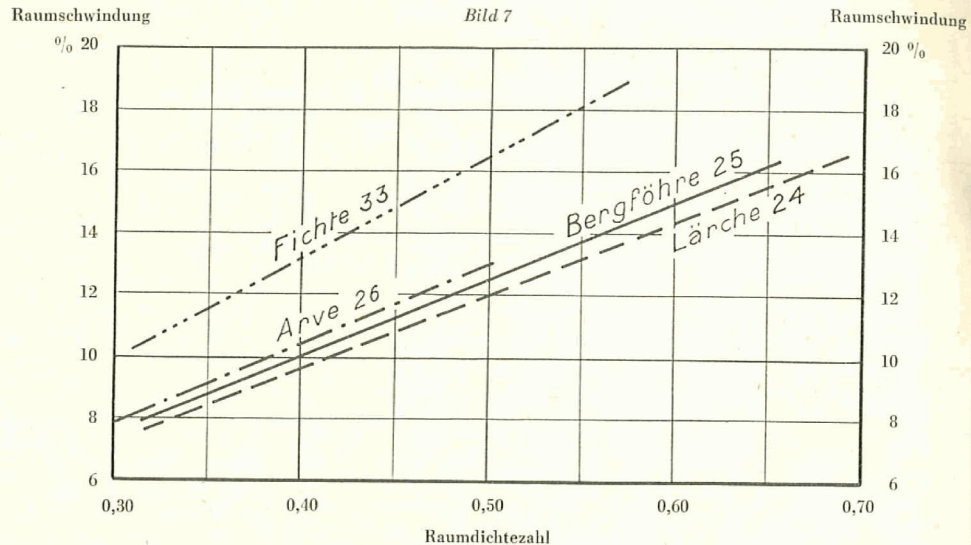
Standort	Holzart	Probe- baum Nr.	Alter Jahre	Durch- messer in 1,3 m cm	Schwindung in Prozenten des Frischraumes					
					von frisch bis luft- trocken			von frisch bis absolut trocken		
					Ganzer Stamm %	Rein Splint %	Rein Kern %	Ganzer Stamm %	Rein Splint %	Rein Kern %
<i>God dal Fuorn</i> 1870 m, N 22°	Lärche	1	212	54	6,9	7,1	6,8	10,4	10,9	10,2
		2	204	36	7,4	8,1	7,1	12,0	12,5	11,8
		3	180	20	8,2	9,4	6,8	12,9	14,3	11,5
		Mittel	—	—	7,2	8,0	6,9	11,3	12,3	10,9
	Fichte	1	189	40	7,1	8,1	6,2	12,0	13,0	11,3
		2	158	31	8,0	8,1	7,8	12,8	13,3	12,0
		3	190	22	7,4	8,0	6,3	12,3	12,9	11,4
		4	177	15	8,1	8,3	—	12,9	13,0	—
		5	110	8	7,7	—	—	12,0	—	—
		6	127	5	7,9	—	—	12,8	—	—
		Mittel	—	—	7,5	8,1	6,6	12,4	13,1	11,5
	Arve	1	220	50	5,5	7,0	4,9	8,7	10,7	7,8
		2	164	35	5,7	6,4	5,4	9,1	10,2	8,6
		3	159	28	5,9	6,5	5,6	9,4	10,2	9,0
		4	97	23	5,6	6,4	5,2	8,7	9,6	8,1
		Mittel	—	—	5,7	6,6	5,2	9,0	10,3	8,3
<i>God dal Fuorn</i> 1850 m, N 20°	Bergföhre	1	182	31	6,8	7,4	6,5	10,5	10,8	10,4
		2	191	24	6,4	6,3	6,5	10,2	9,8	10,6
		3	189	21	6,6	7,3	5,9	10,6	11,5	9,8
		4	203	20	6,4	6,8	6,0	10,6	11,1	10,2
		5	188	16	7,4	7,4	7,4	11,2	11,3	11,2
		6	206	9	8,6	8,7	8,3	12,7	12,8	12,6
		Mittel	—	—	6,7	7,1	6,4	10,6	10,9	10,4
<i>Stabel Chod</i> 1915 m, SW 6°	Bergföhre	1	150	22	6,6	6,8	6,1	10,0	10,4	9,2
		2	140	18	6,5	6,6	6,5	10,3	10,4	10,3
		3	156	14	7,1	7,3	6,7	10,8	11,2	10,4
		4	152	11	5,9	5,7	—	9,5	9,3	—
		5	150	8	7,8	—	—	11,7	—	—
		6	148	4	7,8	—	—	11,7	—	—
		Mittel	—	—	6,7	6,8	6,4	10,3	10,4	9,9
<i>Stabel Chod</i> 1915 m, SW 6°	Bergföhre	1	47	11	6,7	6,6	7,7	10,2	10,1	11,9
		2	52	8	8,2	—	—	11,7	—	—
		3	45	6	4,8	—	—	9,8	—	—
		4	42	4	7,7	—	—	11,0	—	—
		5	48	3	8,7	—	—	12,5	—	—
		6	37	1	8,9	—	—	14,5	—	—
		Mittel	—	—	7,1	6,6	7,7	10,7	10,1	11,9

Schwindraum in Prozenten des Frischraumes bei einzelnen Bäumen

von unten nach oben und vom Splint zum Kern

Tab. 12

Frischraumes		Probestamm Nr.	Holzart und Stammteil	Ganzer Quer- schnitt ‰	Raumschwindung der Holzproben von außen nach innen					
bis absolut trocken					Splint				Kern	
Rein Splint ‰	Rein Kern ‰				1	2	3	4	5	
10,9	10,2	2	Lärche, God dal Fuorn	12,4	14,7	11,4	12,0	12,4	10,9	
12,5	11,8		1,0 m über Boden	12,3	12,4	10,6	12,2	14,0	13,8	
14,3	11,5		4,0 m über Boden	11,3	11,3	10,3	12,9	12,4	—	
			7,0 m über Boden	12,5	12,4	12,1	13,3	11,6	—	
12,3	10,9		10,0 m über Boden	12,3	13,3	11,6	12,4	—	—	
			13,0 m über Boden	11,0	10,6	11,3	11,1	—	—	
			16,0 m über Boden	11,3	11,6	10,6	—	—	—	
13,0	11,3	2	Lärche, Mittel	12,0	12,5	11,2	12,4	12,7	12,3	
13,3	12,0		Trockenraumgewicht	0,56	0,50	0,58	0,60	0,59	0,58	
12,9	11,4									
13,0	—									
—	—	1	Fichte, God dal Fuorn	10,7	11,2	10,5	9,9	11,0	11,6	
—	—		1,0 m über Boden	11,8	12,7	11,3	11,7	11,7	10,8	
13,1	11,5		4,0 m über Boden	12,4	13,8	12,5	11,6	12,1	10,8	
			7,0 m über Boden	12,7	14,2	12,5	11,9	11,7	—	
10,7	7,8		10,0 m über Boden	12,6	14,0	12,7	11,2	10,8	—	
10,2	8,6		13,0 m über Boden	12,6	13,5	12,4	11,7	—	—	
10,2	9,0		16,0 m über Boden	12,5	13,1	12,4	10,3	—	—	
9,6	8,1		19,0 m über Boden	12,2	12,0	—	—	—	—	
10,3	8,3									
			1	Fichte, Mittel	12,0	13,0	11,9	11,2	11,5	11,0
10,8	10,4			Trockenraumgewicht	0,44	0,45	0,45	0,44	0,44	0,45
9,8	10,6									
11,5	9,8									
11,1	10,2	2	Arve, God dal Fuorn	8,4	9,9	8,2	7,3	7,6	8,7	
11,3	11,2		1,0 m über Boden	8,9	10,2	8,0	8,0	9,8	—	
12,8	12,6		4,0 m über Boden	9,7	10,7	9,3	8,9	10,0	—	
			7,0 m über Boden	9,5	10,8	8,6	8,7	10,3	—	
10,9	10,4		10,0 m über Boden	9,2	9,5	8,6	9,5	—	—	
			13,0 m über Boden	9,3	9,7	8,5	9,4	—	—	
10,4	9,2		16,0 m über Boden	9,3	9,3	—	—	—	—	
10,4	10,3									
11,2	10,4	2	Arve, Mittel	9,1	10,0	8,5	8,4	9,2	8,7	
9,3	—		Trockenraumgewicht	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,41	
—	—									
—	—									
10,4	9,9	1	Bergföhre, God d. Fuorn	11,1	11,7	11,0	9,5	11,2	12,8	
			1,0 m über Boden	10,7	11,4	10,3	10,1	10,7	—	
10,1	11,9		4,0 m über Boden	10,8	11,8	10,4	9,5	11,4	—	
—	—		7,0 m über Boden	10,3	10,3	9,2	10,5	12,0	—	
—	—		10,0 m über Boden	9,9	9,9	9,6	10,2	—	—	
—	—		13,0 m über Boden	9,9	9,8	9,9	10,0	—	—	
—	—		16,0 m über Boden							
10,1	11,9	1	Bergföhre, Mittel	10,5	10,8	10,1	9,9	11,2	12,8	
			Trockenraumgewicht	0,43	0,40	0,44	0,45	0,46	0,48	



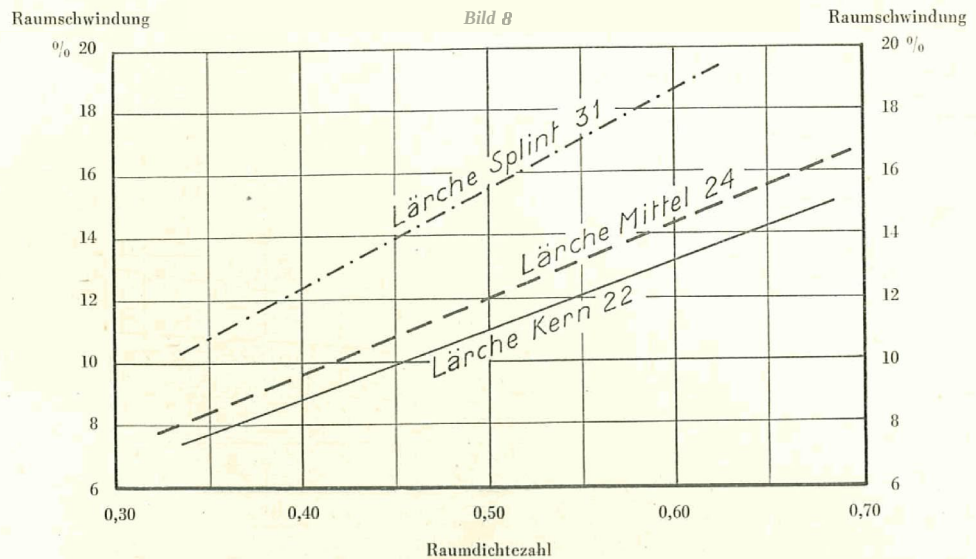
Bei der Eiche ist dagegen vergleichsweise der Wassergehalt in Splint und Kern ungefähr gleich groß, der Luftgehalt klein, so daß lebendes Eichenholz weitgehend gegen Pilzangriffe gesichert ist.

d) Die Raumschwindung des Holzes

Wird **Holz** längere Zeit in geschlossenen, im Winter auf 18—20° geheizten Räumen aufbewahrt, so erreicht es eine gewisse Lufttrockenheit und schwindet bis zu diesem Zustand bei der Lärche um 7,2%, bei Fichte um 7,5%, bei Arve um 5,7% und bei alten Bergföhren um 6,7%. Wird das Holz künstlich getrocknet, so schwindet es vom **Fasersättigungspunkt** bis zum völlig trockenen Zustand im Mittel um 11,3% bei Lärche, 12,4% bei Fichte, nur 9,0% bei der Arve und 10,6% bei alten Bergföhren. Vergleicht man die Tab. 4 und 11 miteinander, so fällt auf, daß das Lärchenholz mit 0,53 Trockenraumgewicht weniger schwindet als Fichtenholz mit 0,43 Trockenraumgewicht. Am wenigsten schwindet das **Arvenholz**, das mit 0,39 auch das kleinste Trockenraumgewicht aufweist.

Beim **Vergleich** der Tabellen 4, 11 und 12 zeigt sich eindeutig, daß das Kernholz bei der gleichen **Holzart** bei annähernd gleichem **Trockenraumgewicht** weniger schwindet als das Splintholz. Im ganzen verläuft die Schwindung besonders innerhalb der gleichen **Holzart** proportional zum Raumgewicht oder der Raumdichte, wobei Raumdichte das Verhältnis des **Trockengewichtes** zum Frischraum bedeutet.

*Einfluß von Raumdichte und Raumschwindzahl auf die Raumschwindung
bei Splint- und Kernholz der Lärche*



Man kann die **Raumschwindung** berechnen, indem man das Fasersättigungsprozent — 1% mit der Raumdichte multipliziert. Man vergleiche die Bilder 7 und 8, die die diesbezüglichen Zusammenhänge darstellen. Die Bilder lassen erkennen, daß die Raumschwindzahl, mit der man die Raumdichte multiplizieren muß, um die Raumschwindung zu bekommen, bei der **Lärche** im Mittel aller Proben 24 beträgt, bei der Bergföhre 25, bei der Arve 26 und bei der Fichte 33. Das heißt also, daß bei einer Raumdichte von 0,5 das Lärchenholz nur 12% schwindet, gleich schweres Fichtenholz aber 16½%.

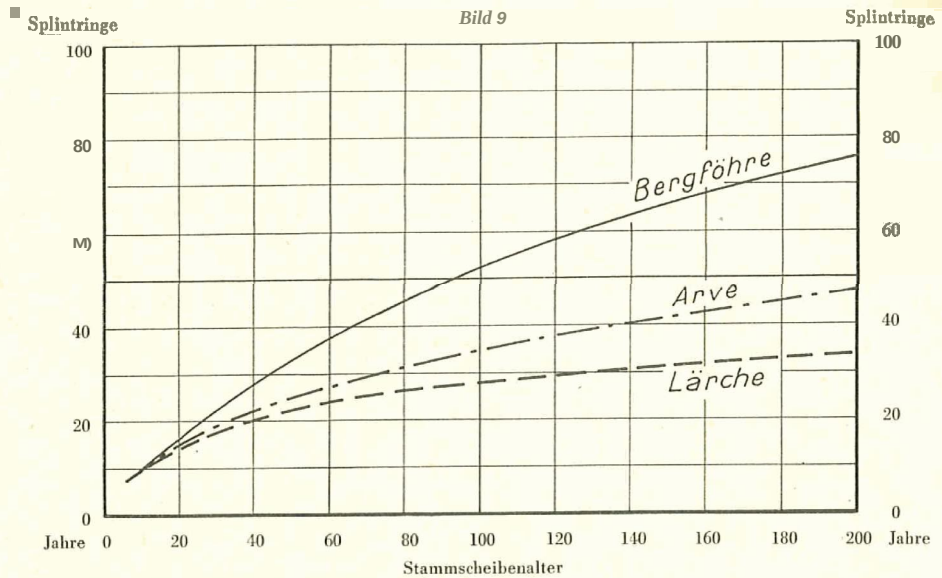
Die Raumschwindzahl kann aber bei Farbkernholz im Splint und im Kern wesentlich verschieden sein. Unser Lärchenkern besitzt im Mittel eine **Raumschwindzahl** von nur 22, der Lärchensplint aber eine solche von 31. Das heißt, daß z. B. **Lärchenkernholz** mit einer Raumdichte von 0,6 nur rund 13% schwindet, gleich dichtes **Splintholz** aber fast 19%.

e) Die Verkernung des Holzes

Den **genauen** Vorgang, der sich abspielt beim Übergang vom Splint zum Kern und namentlich bei der Bildung des Farbkerns, hat die Wissenschaft noch nicht ergründet. Man erklärt sich die Kernfarbbildung durch die Einlagerung von Harzen, Gummi usw. in die nicht mehr wasserleitenden Zellen.

Die Verkernung **folgt keineswegs** einem bestimmten Jahrring, weder in horizontaler, noch in vertikaler Richtung. So sind z. B. nach unseren Untersuchungen im **unteren**

Anzahl unverkerner Splintjahrringe bei verschiedenem Alter der Stammscheiben
bei Bergföhre, Arve und Lärche

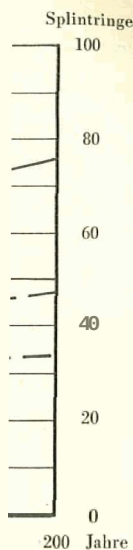


Teil eines Stammes oft noch bis dappelt so viele unverkernte Splintringe vorhanden als im oberen Schaftteil, und bei exzentrischem Dickenwachstum findet man meist auf der rascher wachsenden Druckseite weniger Splintjahrringe als auf der engstehenden Zugseite, was durch die Wasserführung erklärt werden kann.

Bild 9 zeigt, daß die verschiedenen Kernholzarten des Nationalparks ihre Splintjahrringe teils früher, teils später aus der Wassertransportdienstpflicht in den Kern entlassen. Bei einer Stammscheibe mit z. B. 140 Jahrringen sind im Mittel bei der Lärche nur noch 30 Jahrringe unverkernt, bei der Arve rund 40 Jahrringe und bei der Bergföhre sind sogar noch über 60 Jahrringe nicht verkernt. Die Zahl der unverkernten Splintringe nimmt mit dem Alter zu, verhältnismäßig wenig bei der Lärche, stark bei der Bergföhre. Bei einer Stammscheibe mit 40 Jahrringen sind bei der Lärche noch 20, bei der Bergföhre etwa 28 Jahrringe noch unverkernt. Bis zu Stammscheiben mit 200 Jahrringen steigt bei der Lärche die Zahl der unverkernten Ringe nur auf rund 35, bei der Bergföhre aber auf 75 Splintjahrringe.

Bild 10 stellt für je eine ungefähr gleich starke Lärche, Arve und Bergföhre die prozentuale Zusammensetzung des Holzes nach Splint und Kern dar. In 1,0 m Höhe über Boden beteiligt sich am Querschnitt des entrindeten Lärchenstammes der Kern mit 76 %, bei der Arve mit 74 %, aber bei der Bergföhre nur mit 65 %. In 10 m über Boden beträgt der Kernholzanteil am Querschnitt bei der Lärche immer noch 72 %, bei der Arve 66 %, aber bei der Bergföhre nur noch 59 %. Bei 16 m Höhe beläuft sich der Kernholzanteil am Lärchenquerschnitt noch auf 65 %, bei der Arve auf 49 % und bei der Bergföhre nur noch auf 30 %.

eiben

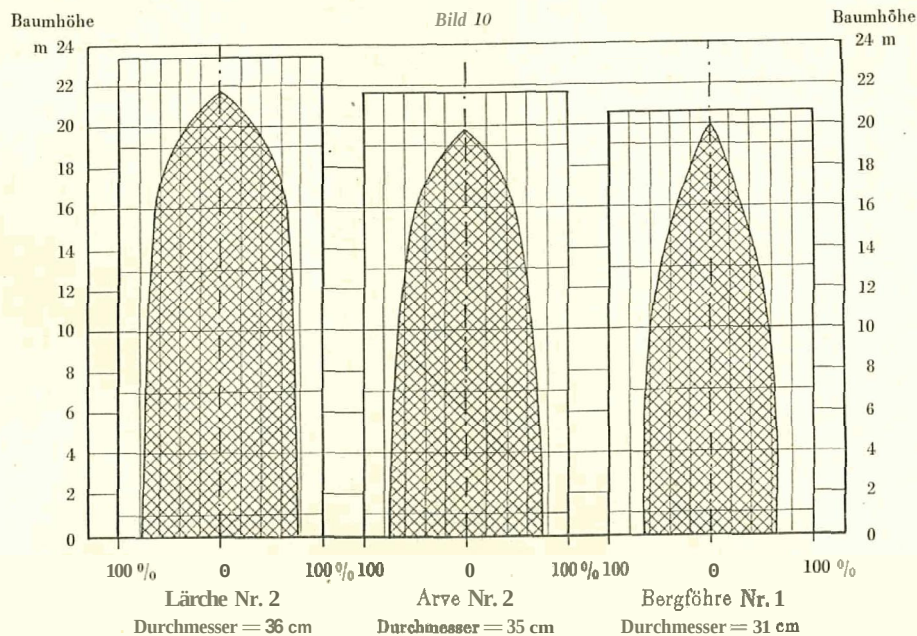


ge vorhanden
nan meist auf
r **engringigen**

s ihre **Splint-**
in den Kern
Aittel bei der
e und bei der
er **unverkern-**
Lärche, stark
si der Lärche
ammscheiben
nur auf rund

Bergföhre die
n **1,0 m** Höhe
nes der Kern
In 10 m über
r noch 72 %,
e beläuft sich
ve auf 49 %

Prozentuale Anteilnahme von Splint- und Kernholz am Querschnitt
von Lärchen-, Arven- und Bergföhrenstämmen

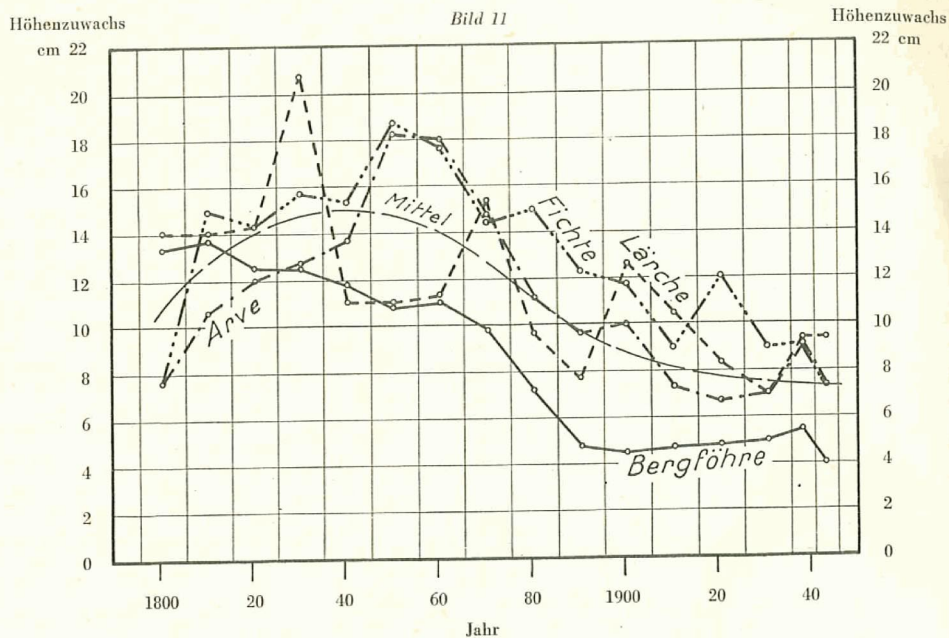


Ganz in Uebereinstimmung mit der Darstellung in Bild 9, die die Anzahl der unverkerten Splintringe nachweist, zeigt sich unzweifelhaft, daß bei ungefähr gleich starken und gleich alten Stämmen bei der Lärche ein wesentlich **größerer** Holzanteil **verkernt** ist als bei der Bergföhre.

III. Der Zuwachs an Einzelbäumen

Die in Tab. 2 zusammengestellten, gefällten Probestämme sind sektionsweise zersägt worden, so daß die **Entwicklung** jedes einzelnen Baumes dargestellt werden konnte. Die **Berechnungen** hat vorwiegend J. Steinemann durchgeführt.

Bild 11 stellt für die Mittel der Probestämme der 4 Holzarten der **Versuchsfläche** Nr.3, Goddal Fuornden laufenden Höhenzuwachs von 10 zu 10 Jahren dar und zugleich das Mittel aus allen Holzarten. Die Gesamtmittelkurve deutet das allgemeine Gesetz an, daß der Höhenzuwachs in der Jugend verhältnismäßig rasch ansteigt, ein Maximum erreicht, um dann zuerst rasch und später langsam zu sinken. Verglichen mit dem Zuwachs der Dürsrütannen (Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 1949) ist der Höhenzuwachs im God dal Fuorn sehr klein; Während das mittlere

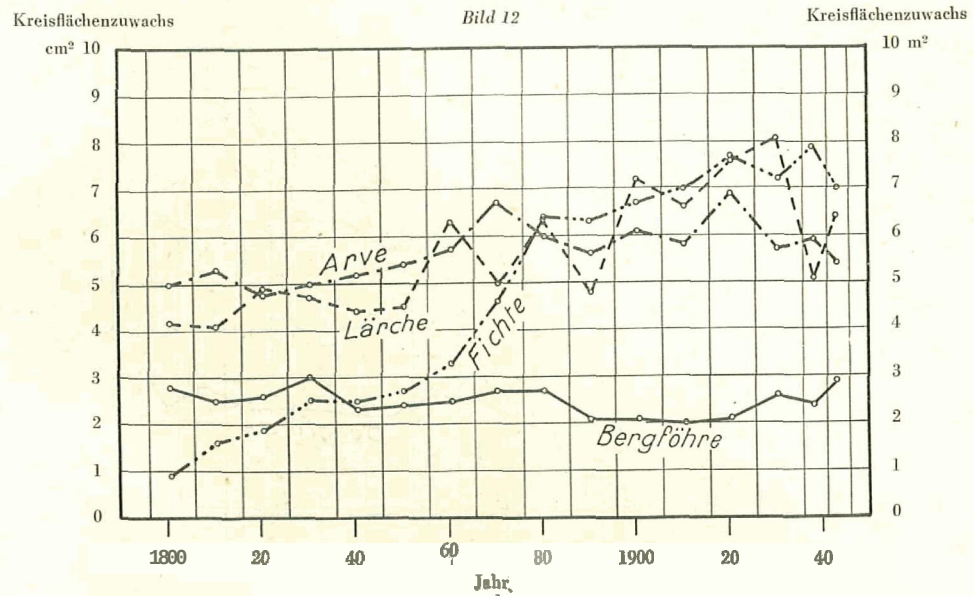


Maximum im God dal Fuorn nur 15 cm erreicht, leistete die Dürsrütanne im Alter von etwa 120 Jahren einen Höhenzuwachs von 50 cm jährlich. Noch im Alter von 220 Jahren wuchs die Dürsrütanne jedes Jahr um 10 cm in die Höhe, während schon die im Mittel etwa 170jährigen herrschenden Bäume im God dal Fuorn nur noch 7 cm Höhenzuwachs aufweisen.

Der etwas ungleichalterige gemischte Bestand ist wahrscheinlich in der Hauptsache zwischen 1760—1780 entstanden. Zuerst siedelten sich die Bergföhren und Lärchen an und erst nachher Fichte und Arve. Die Bergföhren und Lärchen hatten deshalb ums Jahr 1800 herum schon beinahe das Maximum des laufenden Zuwachses erreicht, während sich Fichten und Arven erst im Aufstieg befanden und erst etwa um 1850 herum den höchsten Zuwachs leisteten.

Der mittlere Höhenzuwachs des Oberstandes ist ausgesprochen am kleinsten bei der Bergföhre und weist bei ihr im Lauf der Zeit auch die geringsten Schwankungen auf. Am größten ist der Höhenzuwachs bei der Lärche und der Fichte und diese beiden Arten zeigen auch die auffallendsten Schwankungen von Jahrzehnt zu Jahrzehnt. Die Mittelkurven des Höhenzuwachses der verschiedenen Holzarten laufen sehr wenig parallel. So zeigen z. B. die Höhenzuwachskurven von Arve und Fichte zwischen 1850—1870 ein ausgesprochenes Hoch, die der Lärche zu gleicher Zeit ein ebenso eindeutiges Tief. Es ist naheliegend, bei den auffallend starken Zuwachsschwankungen bei der Lärche an Lärchenwicklerschäden zu denken, die aber nicht eindeutig zum Ausdruck kommen, weil sich in den zehnjährigen Mitteln viele Einzelheiten verwischen.

10jährige Mittel des Kreisflächenzuwachses der Probestämme des Oberstandes
im 1,0 m über Boden



Man muß bei allen diesen Zuwacherscheinungen beachten, daß sie das Ergebnis sind des **Zusammenwirkens** der erblichen Eigenschaften der Holzarten, des Bodens, des Klimas mit seinen **Extremen** von Niederschlag und Temperatur, des Kampfes um **Raum und Licht zwischen den Arten** und den einzelnen Bäumen und zufälligen Einflüssen, z. B. von **Lichtungen**, von tierischen Schädigungen, Bodenfeuern, Frösten usw. Das ist der Grund, warum die Schwankungen des Zuwachses von 10 zu 10 Jahren nicht etwa aus dem Temperaturverlauf und den mittleren Niederschlägen gedeutet werden können. Die mühevollen Zusammenstellungen der meteorologischen Daten durch Sekretär E. Casparis sind deshalb hier nicht **mitgeteilt** worden.

Bild 12 zeigt den mittleren **Kreisflächenzuwachs** des Oberstandes von **Versuchsfläche Nr. 3** von Arve, Bergföhre, Fichte und Lärche in 1 m Höhe über Boden im Mittel von je 10 Jahren während der letzten 150 Jahre. Ausgesprochen den kleinsten und während der ganzen Periode fast gleichbleibenden Kreisflächenzuwachs weist die **Bergföhre** auf. Der Kreisflächenzuwachs der anfänglich **unterständigen** Fichten war zuerst klein, nahm aber **rasch** zu, sobald sich **vereinzelte** Fichten in den Oberstand herauf **kämpften**. Auch **beim** Verlauf des **Kreisflächenzuwachses** fällt auf, daß die Schwankungen bei der Lärche am größten sind und daß die **Mittelkurven** der verschiedenen **Holzarten** im Fallen und Steigen wenig gemeinsame Züge aufweisen.

Bild 13, das den **mittleren Schaftmassenzuwachs** darstellt, zeigt zwischen den einzelnen **Holzarten** ähnliche Beziehungen wie Bild 12 für den **Kreisflächenzuwachs**. Der mittlere Massenzuwachs des Oberstandes weist bei allen 4 Holzarten noch steigende Tendenz auf, weil alle Bäume noch **Höhenzuwachs** besitzen.

10jährige Mittel des Schaftmassenzuwachses der Probabäume des Oberstandes
in 1,0 m über Boden

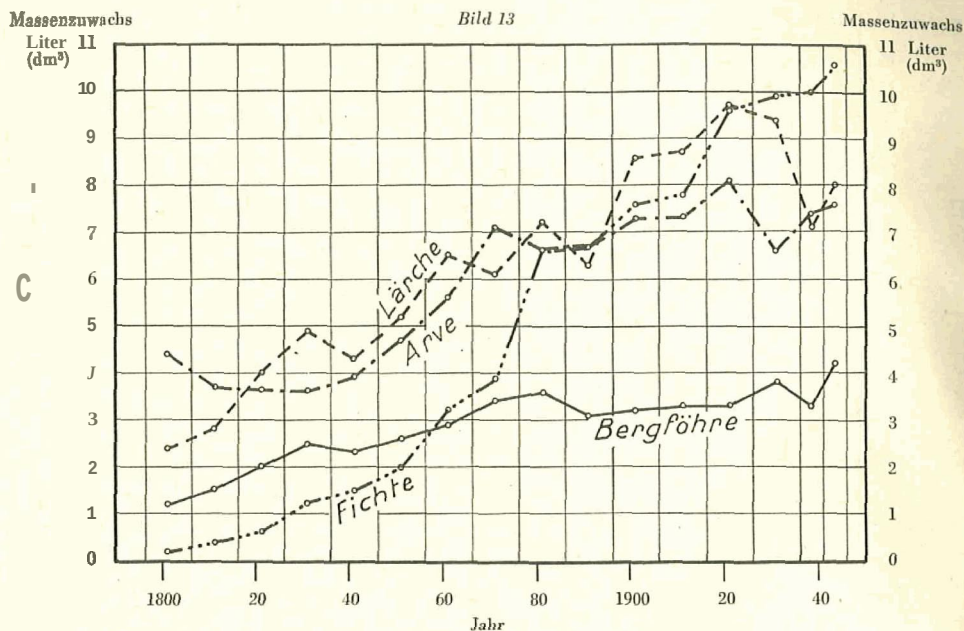


Bild 14 zeigt den Verlauf des Kreisflächenzuwachses der 3 Lärchenprobabäume des Oberstandes in 1,0 m über Boden in den letzten 150 Jahren. Es fällt auf, daß der vorherrschende, fast freistehende Probebaum Nr. 1, bei mit zunehmendem Alter eher fallender Tendenz, einen fünf- bis zehnmal größeren Kreisflächenzuwachs erzeugte als die früher eher eingeeengte Lärche Nr. 3. Der Verlauf der Einzelstammkurven weist gewisse gemeinsame Züge auf, so z. B. ein Zuwachstief zwischen 1840—1850, ein ebensolches um 1870, dann 1890 und 1936. Sicher spielen da Lärchenwicklerschäden eine Rolle, auf die wir später noch zurückkommen. Der Schaftmassenzuwachs der Oberstandslärchen weist in Bild 15 einen ähnlichen Verlauf auf wie der **Kreisflächen-**zuwachs.

Die Bilder 16 und 17 stellen den Verlauf des Kreisflächenzuwachses der Probabäume des Oberstandes der Bergföhren im God dal Fuorn und in Fläche Nr. 4, Stabel Chod, dar. Die Bergföhren im God dal Fuorn waren um 1800 herum bereits 40 bis 50 Jahre alt, während der reine Föhrenbestand bei Stabel Chod etwa um 1800 herum entstand. Es dauerte verhältnismäßig lang, bis diese Föhren unter dem Zahn des Weideviehs eine mittlere Höhe von 1,0 m erreichten, so daß man erst von etwa 1825 an den Zuwachsgang einigermaßen zuverlässig verfolgen kann.

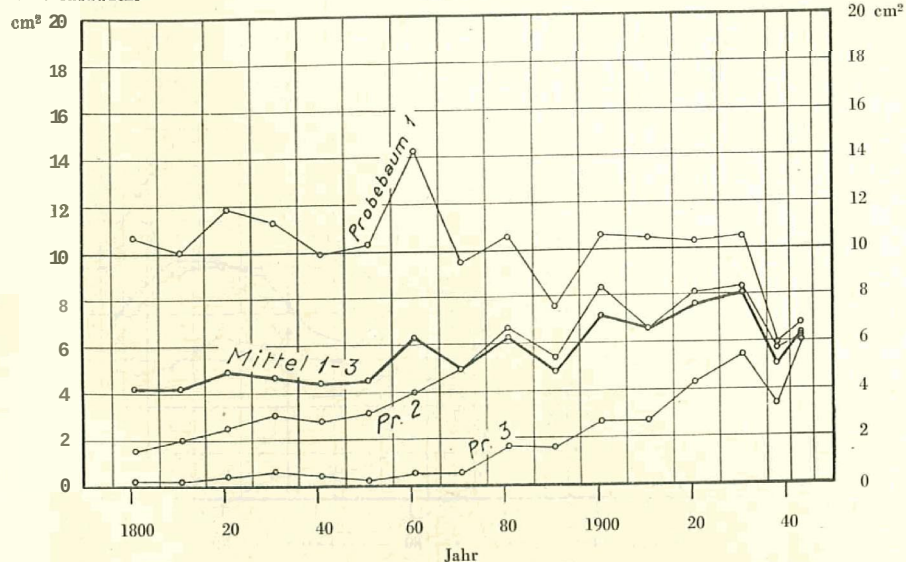
Vergleicht man den **Kreisflächenzuwachs** der **beiden** Bestände miteinander, so zeigen sich unzweifelhaft gewisse gemeinsame Züge. So erfolgte um 1840 herum ein **Zuwachsrückschlag**, von dem sich die vorherrschenden Bäume in **beiden** Beständen rasch er-

10jährige Mittel des Kreisflächenzuwachses der Lärchenoberholzprobebäume

Kreisflächenzuwachs

Bild 14

Kreisflächenzuwachs

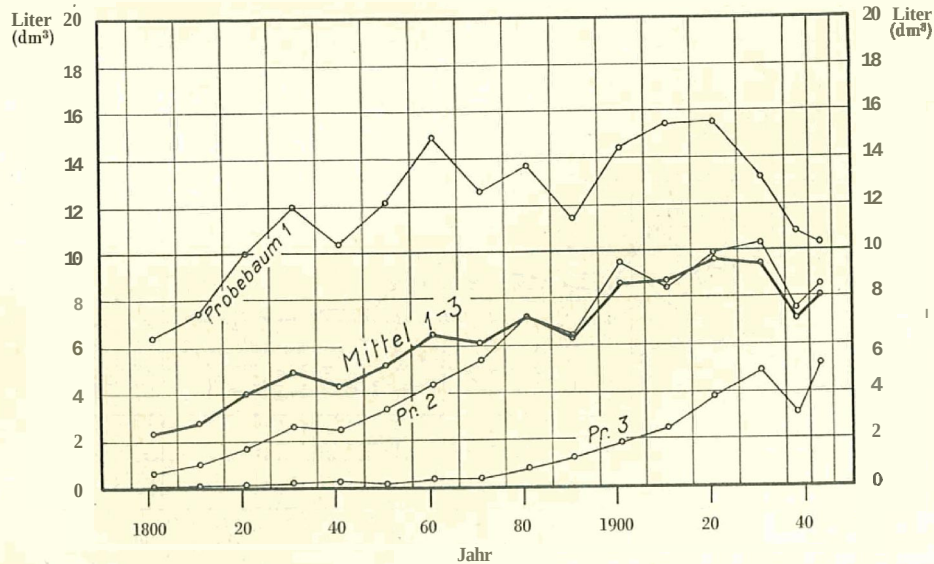


10jährige Mittel des Schaftbaumzuwachses der Lärchenoberholzprobebäume

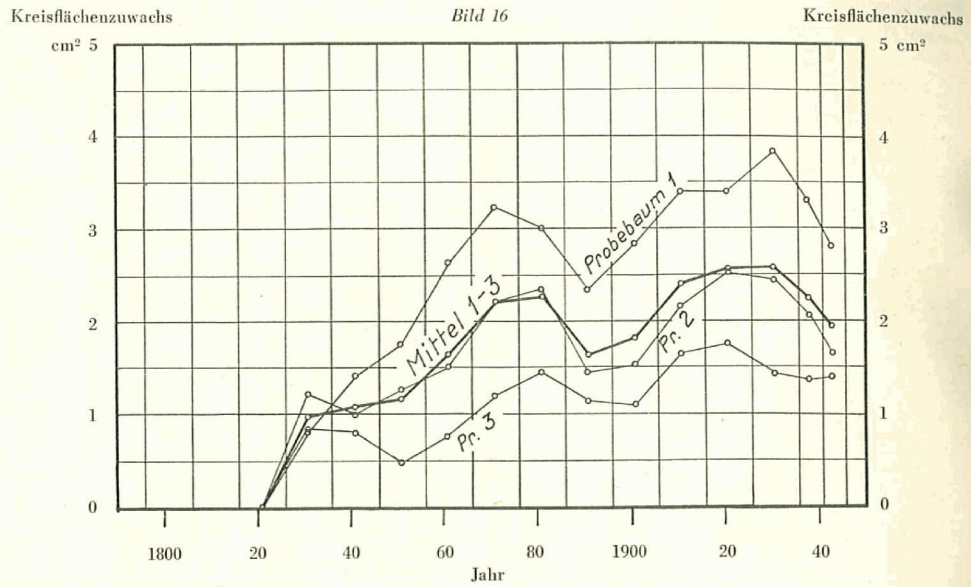
Massenzuwachs

Bild 15

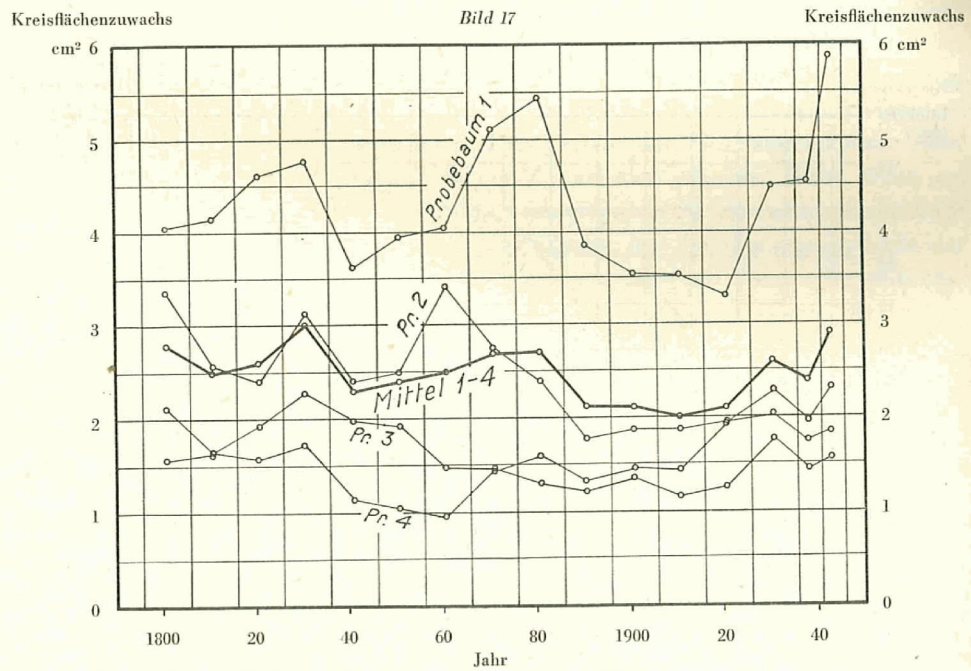
Massenzuwachs



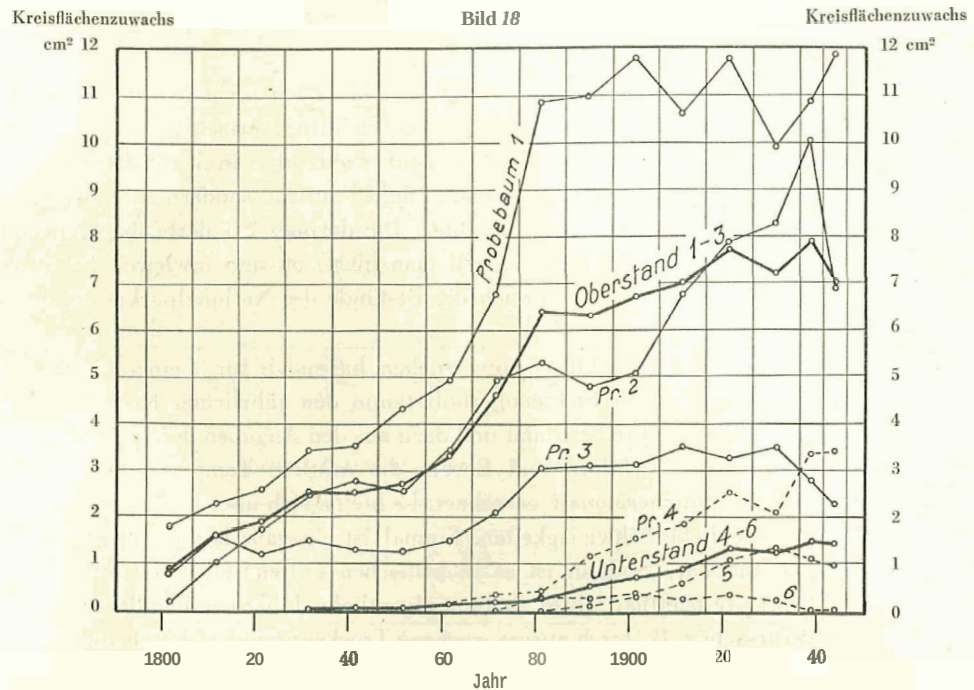
10jährige Mittel des Kreisflächenzuwachses der Bergföhrenoberstandprobebäume
von Stabel Chod



10jährige Mittel des Kreisflächenzuwachses der Bergföhrenoberstandprobebäume
vom God dal Fuorn



10jährige Mittel des Kreisflächenzuwachses der Fichtenprobabäume
vom G d dal Fuorn



holten, die schwach mitherrschenden Bäume aber nur langsam. Der Zuwachs nahm dann in erfreulicher Weise zu bis um 1880 herum, dann folgte ein auffallender Rückschlag des Zuwachses, den der jüngere Bestand im **Stabel** Chod leicht überwand, die älteren Bergföhren im Bestand im God **dal** Fuorn aber erst nach drei Jahrzehnten.

Bild 18 stellt den Verlauf des Kreisflächenzuwachses aller Fichtenprobabäume des gemischten Bestandes im God **dal** Fuorn dar. Man erkennt einmal den eindrucklichen Zuwachsunterschied zwischen der vorherrschenden Fichte Nr. 1 und der unterdrückten Fichte Nr. 6. Die Mittelkurve des Kreisflächenzuwachses des Oberstandes verläuft fünf- bis **zehnmal** höher als die **Mittelkurve** des Unterstandes. Das Bild 18 vermittelt auch den Eindruck, daß sich in dem plenterartigen, gemischten Bestand Nr. 3, im God **dal** Fuorn, die heutigen Unterstandsfichten teilweise viel später **eingestellt haben** als die Fichten des Oberstandes.

Bei den Oberstandsfichten erfolgte ebenfalls ein Rückschlag des Zuwachses um 1840 herum und um 1890, **wie** bei den Lärchen, Bergföhren und Arven. Es müssen also um 1840 und um 1890 herum **wuchshemmende** Verhältnisse geherrscht haben, die bei Arven, Bergföhren, Fichten und Lärchen den Zuwachs stark herabsetzten. Die Ursachen, die zu diesen Zuwachsrückschlägen **führten**, sind nicht mehr sicher feststellbar.

Nach einer Zusammenstellung von Dr. N ä g e l i sind folgende **Lärchenwicklerfraßperioden** festgestellt worden:

1855/57	1886/88	1927/28
1863/65	1911/14	1936/38
1878/80	1919/21	1945/47

Dazu ist aber zu bemerken, daß der Lärchenwickler sich nicht bei jeder Fraßperiode im ganzen Lärchengebiet zu einem Massenschädling vermehrte. Oft trat der Lärchenwickler nur im Oberengadin schädigend auf, während er in den Fraßperioden 1936/38 und 1945/47 nicht nur im Unterengadin heftig auftrat, sondern auch bis weit in die Täler der Zuflüsse zum Rhein hinunter. Da darüber Sonderbeobachtungen aus früheren Jahren nicht vorliegen, so weiß man nicht, ob und inwieweit bei den einzelnen Lärchenwicklerfraßperioden auch die Bestände des Nationalparkes gelitten haben.

Um diese Frage noch etwas zu klären zu versuchen, haben wir für je einen Lärchen-, Arven-, Bergföhren- und einen Fichtenoberholzstamm den jährlichen Kreisflächenzuwachs für die letzten 80 Jahre bestimmt und dazu aus den Angaben der Meteorologischen Zentralanstalt für Buffalora und Bevers die mittlere Temperatur und den Niederschlag der drei Sommermonate gerechnet. Es bieten sich aber bei diesen Untersuchungen ganz erhebliche Schwierigkeiten. Einmal ist ein ganz kleiner, einjähriger Zuwachs schwer meßbar. Sodann ist es in kritischen Fällen selbst mit Hilfe des Mikroskopes schwer feststellbar, ob es sich um eigentliche Jahrringe handle oder um Doppelringe, verursacht z. B. durch ausgesprochene Trockenperioden, Lärchenwicklerfraß usw. Endlich besteht bekanntlich auch die Möglichkeit, daß in extremen Hungerjahren die Jahrringe nicht alle bis zum Stammfuß herunter ausgebildet werden, so daß es auf Standorten mit geringem Zuwachs sehr schwer fällt, jeden Jahrring in 1,0 m Höhe der Stämme unzweifelhaft zu datieren. Endlich sind wir auch nicht ganz sicher, ob eine eindeutige Beziehung zwischen den Witterungsverhältnissen der Vegetationszeit und dem Durchmesserzuwachs besteht. Beim Höhenzuwachs wirkt bekanntlich vorwiegend die Witterung des Nachsommers des Vorjahres nach, wobei nicht alle Holzarten gleich reagieren.

Das Ergebnis dieser Sonderuntersuchung ist in Bild 19 dargestellt, wobei sofort auffällt, daß der Verlauf der Kreisflächenzuwachskurven der verschiedenen Holzarten nicht sehr ähnlich ist. Es besteht sodann bei keiner Holzart eine klare Beziehung zwischen Temperatur und Niederschlag während der Hauptvegetationszeit (Juni bis August) und dem jährlichen Kreisflächenzuwachs. Einige Zusammenhänge lassen sich aber doch erkennen. So zeigen z. B. die Jahre 1872 bis 1875 bei mittleren Niederschlägen hohe Hochsommertemperaturen verbunden mit gutem Zuwachs bei allen 4 Holzarten. In den Jahren 1890 und 1891 ist bei sehr hohem Niederschlag und ausgesprochen tiefer Temperatur der Zuwachs wenigstens bei Lärche und Bergföhre tief, bei Fichte und Arve aber hoch. Den hohen Hochsommertemperaturen von 1904 und 1905 entspricht bei allen Holzarten ein hoher Zuwachs, während bei der sehr hohen Temperatur von 1928 der Zuwachs keine Besonderheit aufweist.

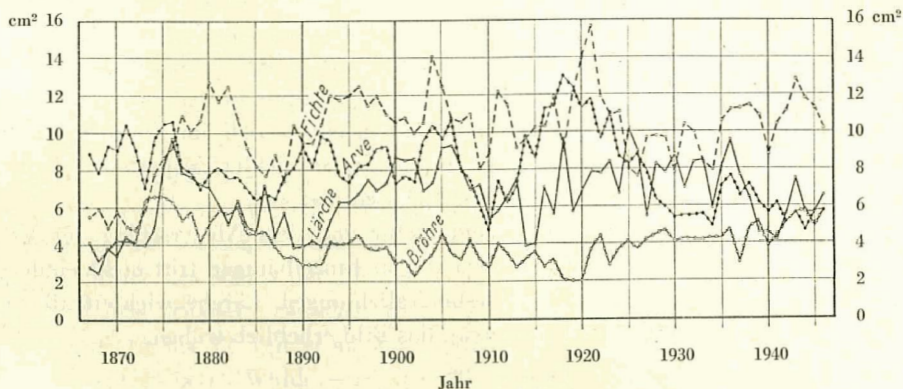
Es scheint also, daß äußere Ursachen vorhanden sein können, die gegebenenfalls den Zuwachs der Bäume stärker beeinflussen als Niederschlag und Temperatur während

Kreisflächenzuwachs je einer Fichte, Arve, Lärche und Bergföhre des Oberstandes
in den letzten 80 Jahren am God dal Fuorn

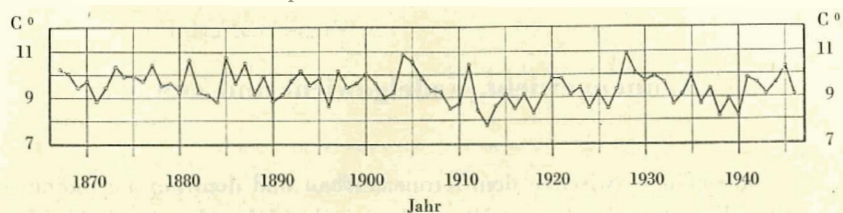
Kreisflächenzuwachs

Bild 19

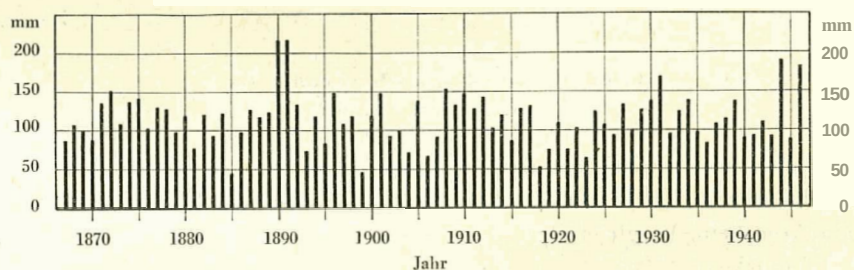
Kreisflächenzuwachs



Mittlere Temperatur in den drei Hochsommermonaten



Niederschlagssummen in den drei Hochsommermonaten



der Wachstumszeit. Es fällt z. B. auf, daß etwa von 1872 an der Zuwachs bei allen Holzarten auffallend ansteigt und dann von 1881 wieder fällt bis Ende der achtziger Jahre. Nach 1890 folgt ein **neuer** Aufstieg und ebenso nach 1909/10. 1871/72 wurde die **Ofenbergstraße** gebaut. Es besteht eine große Wahrscheinlichkeit, daß damals im God dal Fuorn ein Plenterschlag ausgeführt worden ist. Die verbleibenden **Einzel-**bäume bekamen mehr Licht und Wuchsraum und der Zuwachs stieg, bis nach einigen Jahren der Bestand neuerdings geschlossen war, so daß der Zuwachs allgemein wieder sank, bis um 1890 herum eine neue Lichtung den Zuwachs der verbleibenden Bäume wieder anregte. Höchst wahrscheinlich ist 1909 bis 1910 hier der letzte Schlag aus-

geführt worden, denn nach 1910 erfolgte ein allgemeiner Zuwachsanstieg, obwohl von 1912 bis 1918 die Temperatur der Vegetationszeit unter dem Mittel lag.

Verfolgt man endlich die Zuwachskurve der Lärche für sich allein, so bekommt man den Eindruck, daß zufolge des Lärchenwicklerfraßes von 1887 und 1888 der Kreisflächenzuwachs in den Jahren 1889 bis 1892 tief gewesen sei. Der Wicklerfraß von 1912 bis 1914 senkte den laufenden Zuwachs besonders in den Jahren 1914 und 1915. Die Fraßperioden 1919/21 und 1927/29 zeichnen sich im Zuwachs unserer Lärche nicht deutlich ab, während zufolge der Lärchenwicklerfraßperiode von 1936 bis 1939 der Zuwachs in den Jahren 1939 bis 1941 sehr tief war.

Der Zusammenhang zwischen der Temperatur und dem Niederschlag der Vegetationsperiode und dem Kreisflächenzuwachs von Einzelbäumen tritt nicht eindeutig in Erscheinung, weil Störungen, wie Bestandeslichtungen, Lärchenwicklerfraß, vielleicht auch gelegentliche Frostschäden usw., das Bild erheblich trüben.

IV. Kronengewicht, Nadelgewicht und Zuwachs

Die Zusammenhänge zwischen dem Kronenaufbau und dem Zuwachs können vorläufig nur für Einzelbäume dargestellt werden, weil zufolge der vor 1946 fehlenden Baumnummerierung der Bestandeszuwachs pro ha nicht sicher genug bestimmt werden konnte.

1. Kronen- und Zuwachsverhältnisse bei Einzelbäumen

Wenn auch das Grundlagenmaterial besonders bezüglich der Lärche, der Fichte und Arve nicht sehr reichlich ist, so ergeben sich aus den mühevollen Messungen und Berechnungen beim Vergleich der verschiedenen Holzarten untereinander doch interessante Einblicke.

a) Das Kronengewicht

Einmal weisen die Werte der Tab. 13 darauf hin, daß verschieden starke Bäume der gleichen Holzart im gleichen Bestand sehr verschiedene Gesamtreisiggewichte aufweisen können. So wiegt z. B. die Krone der vorherrschenden Fichte mit 40 cm Stammdurchmesser 375 kg, während die der unterdrückten Fichte mit 5 cm Durchmesser nur 11 kg schwer ist.

Sodann fällt auf, daß ungefähr gleich starke Bäume der Halbschattenholzart Fichte viel schwerere Kronen besitzen als solche der Lichtholzart Bergföhre.

b) Die Nadelprozentage

Tab. 13 zeigt, daß der Anteil der Nadeln am Gesamtreisiggewicht weitaus am größten ist bei der Fichte mit 36 %, etwas kleiner bei Bergföhre und Arve mit etwa 30 % und sehr viel kleiner mit etwa 11 % bei der Lärche.

Man muß sich daran erinnern, daß bei den winterkahlen Laubhölzern und der Lärche während der Vegetationszeit immer nur ein Blattjahrgang vorhanden ist. Bei den wintergrünen Nadelhölzern sind die Verhältnisse anders; bei ihnen können die Nadeln mehrere Jahre alt werden. Schon 1927 konnte ich in der Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen zeigen, daß z. B. bei den Fichten die Anzahl der benadelten Jahrestriebe mit steigender Meereshöhe des Standortes zunimmt. Unter 400 m ü. M. sind im Mittel am Schaft der Fichten 4 bis 5 Jahrestriebe und an den Seitenästen 5 bis 7 Triebe benadelt; zwischen 1600 bis 2000 m ü. M. tragen 9 bis 10 Triebe am Schaft und 11 bis 12 Triebe an den Ästen noch lebende Nadeln. Ausnahmsweise können an der oberen Waldgrenze über 20 Fichtenjahrestriebe noch lebende Nadeln tragen.

In unseren Versuchsflächen im Nationalpark ist folgende Anzahl Jahrestriebe bei den verschiedenen Holzarten benadelt:

Holzart	Mittlere Anzahl der benadelten Jahrestriebe am Schaft	an den Ästen
Lärche	1	1
Arve	7	8
Bergföhre	7	9
Fichte	15	19

Bei Arve und Bergföhre werden die Nadeln am Schaft im Mittel etwa 7 Jahre alt, bei der Fichte aber 15 Jahre. Daraus erklärt sich teilweise die von Holzart zu Holzart verschiedene Anteilnahme der Nadeln am Kronengewicht und der mittlere Wassergehalt der Nadeln, der bei den Lärchen fast 200 % beträgt, bei den Fichten aber nur 95 Prozent.

c) Die Anzahl und die Oberfläche der Nadeln

Die Lärchennadeln sind im Mittel am leichtesten, es gehen 460 000 Stück auf 1 kg frische Nadeln. Bei der Fichte sind es pro kg nur rund 90 000 Nadeln, im alten Bergföhrenbestand im God dal Fuorn sind es 48 000 Nadeln, im jüngsten Bergföhrenbestand Nr. 5 pro kg 34 000 Nadeln und bei den Arven 31 000 Nadeln je kg Frischgewicht. Die vorherrschende Lärche mit 54 cm Brusthöhendurchmesser schafft also Zuwachs mit rund 12 000 000 Nadeln.

Die Lärchennadeln weisen pro Stück mit im Mittel 0,22 cm² auch die kleinste Oberfläche auf. Dann folgen die Fichten mit 0,51 cm² pro Nadel. Die Nadeln der alten Bergföhren im God dal Fuorn besitzen eine mittlere Oberfläche von 1,28 cm² und die der jungen Bergföhren im Stabel Chod und die der Arven eine solche von 2,11 cm².

Die Lärchennadeln sind aber dünn, sie besitzen pro 1 kg frische Nadeln mit 10,1 m² von den 4 Hauptholzarten des Nationalparks die größte Oberfläche, dann folgen die

**Reisiggewicht, Anteil der Nadeln und Wassergehalt
von Reisig und Nadeln**

Tab. 13

Holzart und Standort	Probe- baum Nr.	Alter Jahre	Durch- messer mit Rinde in 1,3 m cm	Baum- höhe m	Baum- klasse und Schaft- form	Reisig mit Blättern		Anteil der Blätter		Wasser in % des Trocken- gewichtes	
						Ast- ral@ kg	Gesamt- reisig kg	am Ast- reisig %	am Gesamt- reisig %	beim Gesamt- reisig %	bei den frischen Blättern %
<i>Lärche</i> 3, God dal Fuorn	1.	212	54	27	d p	275,6	278,8	9	9	96	195
	2	204	36	23	d p	142,0	145,6	12	12	103	197
	3	180	20	18	d s	34,8	39,1	29	26	121	203
Mittel		199	39	23	—	150,8	154,5	11	11	100	196
<i>Fichte</i> 3, God dal Fuorn	1	189	40	24	d o	369,7	375,0	35	35	87	96
	2	158	31	23	d p	153,8	159,3	45	43	93	94
	3	190	22	17	m p	95,5	101,5	35	33	96	96
	4	177	15	13	b p	56,0	63,3	44	39	93	90
	5	110	8	9	u p	11,7	18,0	50	33	123	111
	6	127	5	4	u p	3,4	10,5	35	11	98	100
Mittel		159	24	15	—	115,0	121,3	38	36	91	95
<i>Arve</i> 3, God dal Fuorn	1	220	50	23	d p	159,8	163,7	27	26	120	147
	2	164	35	22	m p	72,8	76,4	37	35	112	141
	3	159	28	19	m p	63,3	66,8	29	27	106	138
	4	97	23	16	b p	29,0	33,8	42	36	133	160
Mittel		160	35	20	—	81,2	85,2	31	29	116	145
<i>Bergföhre</i> 2, God dal Fuorn	1	182	31	21	d p	101,5	105,0	28	27	97	97
	2	191	24	18	d o	43,6	47,0	42	39	89	93
	3	189	21	16	d o	37,7	41,4	48	44	96	106
	4	203	20	17	m p	30,1	33,8	38	34	92	105
	5	188	16	16	b p	14,2	17,9	45	36	92	106
	6	206	9	9	u p	5,1	12,4	53	22	94	108
Mittel		193	21	16	—	38,7	42,9	37	33	94	100
<i>Bergföhre</i> 4, Stabel Chod	1	150	22	15	d p	48,8	52,4	32	30	95	97
	2	140	18	15	d p	22,8	27,2	44	37	103	106
	3	156	14	13	m p	18,9	24,2	42	33	116	105
	4	152	11	11	b o	10,3	16,4	49	30	113	108
	5	150	8	11	b p	3,8	16,4	50	12	113	111
	6	148	4	4	u s	1,0	5,2	40	8	93	100
Mittel		149	14	11	—	17,6	23,6	39	29	104	100
<i>Bergföhre</i> 5, Stabel Chod	1	47	11	7	d p	17,5	22,0	49	39	110	102
	2	52	8	6	d o	8,0	13,3	51	31	118	105
	3	45	6	5	m p	5,0	10,9	54	25	137	108
	4	42	4	4	b p	1,4	4,6	64	20	130	125
	5	48	3	3	b p	0,8	3,3	75	18	136	100
	6	37	1	2	u p	0,1	0,4	60	15	100	100
Mittel		45	7	6	—	5,5	9,1	51	31	120	100

m amt- isig /o	Wasser in % des Trocken- gewichtes	
	beim Gesamt- reisig %o	bei den frischen Blättern %o
9	96	195
12	103	197
26	121	203
11	100	196
35	87	96
43	93	94
33	96	96
39	93	90
33	123	111
11	98	100
36	91	95
26	120	147
35	112	141
27	106	138
36	133	160
29	116	145
27	97	97
39	89	93
44	96	106
34	92	105
36	92	106
22	94	108
33	94	100
30	95	97
37	103	106
33	116	105
30	113	108
12	113	111
8	93	100
29	104	100
39	110	102
31	118	105
25	137	108
20	130	125
18	136	100
15	100	100
31	120	100

Probe- baum Nr.	Frische Blätter					Schaftzuwachs			Trok- keue Blätter je Baum kg	Zuwachs braucht es frische Blätter kg	Trok- ken- zuwachs 1 je kg trockene kg
	Ge- wicht je Baum kg	Anzahl Blätter je kg Stück	Oberfläche			Liter Holz im Jahr dm³	Raum- dichte- zahl 0,	Trok- ken- ge- wicht kg			
			Je Blatt cm²	Je kg m²	Je Baum m²						
1	25,4	460 000	0,22	10,1	257	10,5	340	3,6	8,6	2 420	0,42
2	17,5				177	9,5	439	4,2	5,9	1840	0,71
3	10,0				101	5,3	456	2,4	3,3	1890	0,73
Mittel	17,6	460 000	0,22	10,1	178	8,4	405	3,4	5,9	2 100	0,58
1	130,5	84 600	0,53	4,5	587	16,8	390	6,6	66,6	7 900	0,10
2	68,5	83 400	0,54	4,5	308	11,9	326	3,9	35,3	5 800	0,11
3	33,0	111 200	0,41	4,6	152	3,0	358	1,1	16,8	11 000	0,07
4	24,5	125 400	0,42	5,3	130	2,7	390	1,1	12,9	9 100	0,09
5	5,9	113 400	0,47	5,3	31	0,7	386	0,3	2,8	8 400	0,11
6	1,2	144 700	0,40	5,8	7	0,1	461	—	0,6	12 000	—
Mittel	43,9	90 200	0,51	4,6	202	5,9	373	2,2	22,5	7 400	0,10
1	42,8	29 900	2,16	6,5	278	9,8	320	3,1	17,3	4 350	0,18
2	27,0	36 700	1,88	6,9	186	7,8	339	2,6	11,2	3 460	0,23
3	18,1	27 400	2,27	6,2	112	5,1	363	1,9	7,6	3 550	0,25
4	12,2	29 600	2,15	6,4	78	3,8	305	1,2	4,7	3 200	0,26
Mittel	25,0	30 800	2,11	6,5	163	6,6	333	2,2	10,2	3 790	0,22
1	28,1	45 800	1,23	5,6	157	8,0	359	2,9	14,3	3 510	0,20
2	18,3	58 300	1,10	6,4	117	2,9	362	1,0	9,5	6 310	0,11
3	18,1	41 000	1,60	6,6	119	2,5	432	1,1	8,8	7 240	0,12
4	11,5	54 700	1,19	6,5	75	2,2	442	1,0	5,6	5 230	0,13
5	6,4	51 800	1,12	5,8	37	1,0	379	0,4	3,1	6 400	0,13
6	2,7	34 100	1,82	6,2	17	0,3	469	0,1	1,3	9 000	0,08
Mittel	14,2	47 700	1,28	6,1	87	2,8	393	1,1	7,1	5 070	0,15
1	15,6	38 200	1,59	6,1	95	3,3	406	1,3	7,9	4 730	0,16
2	10,1	36 100	1,65	6,0	61	2,4	366	0,9	4,9	4 210	0,18
3	8,0	30 900	2,10	6,5	52	1,5	366	0,5	3,9	5 330	0,13
4	5,0	34 700	1,78	6,2	31	1,1	396	0,4	2,4	4 550	0,17
5	1,9	36 300	1,64	6,0	11	0,4	450	0,2	0,9	4 750	0,22
6	0,4	57 700	1,04	6,0	2	0,1	468	0,0	0,2	4 000	0,00
Mittel	6,8	35 800	1,73	6,2	42	1,5	400	0,6	3,4	4 530	0,18
1	8,5	31 800	2,22	7,1	60	1,7	418	0,7	4,2	5 000	0,17
2	4,1	34 800	2,07	7,2	29	0,9	430	0,4	2,0	4 560	0,20
3	2,7	33 900	2,07	7,0	19	0,6	429	0,3	1,3	4 500	0,23
4	0,9	43 500	1,65	7,2	6	0,2	385	0,1	0,4	4 500	0,25
5	0,6	45 900	1,50	6,9	4	0,1	461	0,0	0,3	6 000	0,00
6	0,06	52 600	1,25	6,6	0	0,01	476	0,0	0,03	6 000	0,00
Mittel	2,8	33 600	2,11	7,1	20	0,6	417	0,3	1,4	4 670	0,18

Bergföhren- und Arvennadeln mit 6—7 m² und endlich die Fichtennadeln mit 4,6 m². Die Fichtennadeln sind im Nationalpark derber, sie besitzen mit 4,6 m² Oberfläche pro 1 kg Frischgewicht mehr Sonnennadelcharakter als die Fichtennadeln im Mittelland mit 5—6 m². Bei den Oberstandsfichten weisen die Nadeln vorherrschend Sonnennadeleigenschaften auf, sie sind derber und ihre Oberfläche pro 1 kg ist kleiner als bei den Nadeln des Unterstandes. Die Blattoberfläche beträgt bei der Eiche vergleichsweise im Mittel etwa 12 m², bei der Buche selbst bei Sonnenblättern rund 16 m² je 1 kg Blattgewicht.

Die vorherrschende Fichte mit 40 cm Durchmesser assimiliert und transpiriert mit einer Nadeloberfläche von 587 m².

d) Nadelmenge und Zuwachs

Bei der Lärche erfordert es nach Tab. 13 im God dal Fuorn 2100 kg frische Nadeln, um im Jahr einen Festmeter Schaftholz zu erzeugen, während im Mittelland schon 600 bis 900 kg Nadeln den gleichen Zuwachs schaffen. Die Fichte benötigt im Nationalpark im Mittel 7400 kg frische Nadeln zur jährlichen Erzeugung eines Festmeters Schaftholz, ~ & end im Mittelland 1000 bis 2000 kg genügen, wobei wiederum zu bedenken ist, daß im Hochgebirgsfichtenwald zum Teil sehr alte Nadeln noch eingerechnet sind. Bergföhre und Arve liegen diesbezüglich etwa in der Mitte.

Auf 1 kg Trockennadelgewicht ergibt sich bei der Lärche ein jährlicher Schaft-trockengewichtszuwachs von 600 g, bei der Arve von 220 g, bei der Bergföhre von 180 g und endlich bei der Fichte von nur 100 g im Mittel. Im Mittelland schaffen die Fichten pro 1 kg Nadel-trockengewicht 500 bis 700 g Schaft-trockenzuwachs, in Morissen und im Toppwald 200 bis 300 g.

2. Kronengewichte, Nadelgewichte und Nadeloberflächen ganzer Bestände

Man kann den Zuwachs der ganzen Bestände nicht, aber es bietet schon ein gewisses Interesse, zu erkennen, wie groß die assimilierenden und transpirierenden Nadelgewichte und Nadeloberflächen in reinen und gemischten Beständen des Nationalparks etwa sind.

a) Der gemischte Fichten-, Lärchen-, Arven-, Bergföhrenbestand Nr. 3

Die Einzelheiten enthält Tab. 14. Stellt man die Ergebnisse pro ha etwas übersichtlicher zusammen, so ergibt sich folgendes:

Bel —	Baumzahl		Reisiggewicht		Nadelgewicht		Nadeloberfläche	
	Stück	%	kg	%	kg	%	m ²	%
Fichte	460	M	60 388	69	21 744	78	100 022	69
Arve	168	22	14 268	16	4 248	15	27 612	19
Lärche	68	9	10 872	12	1 244	4	12 564	9
Bergföhre	68	9	2 568	3	784	3	5 096	3
1 ha Bestand	764	100	88 096	100	28 020	100	145 294	100

**Frischgewicht von Reisig und Nadeln der Fichten, Lärchen, Arven und Bergföhren
in der Versuchsfläche Nr. 3, God dal Fuorn**

Tab. 14

Durch- messer in 1,3 m cm	Fichten			Lärchen			Arven			Bergföhren		
	Baum- zahl	Reisig- gewicht	Nadel- gewicht	Baum- zahl	Reisig- gewicht	Nadel- gewicht	Baum- zahl	Reisig- gewicht	Nadel- gewicht	Baum- zahl	Reisig- gewicht	Nadel- gewicht
	Stück	kg	kg	Stück	kg	kg	Stück	kg	kg	Stück	kg	kg
2	3	9	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	7	45	12	1	5	1	1	1	0	—	—	—
6	11	154	33	—	—	—	—	—	—	2	18	3
8	7	119	34	—	—	—	—	—	—	1	14	2
10	7	126	50	—	—	—	—	—	—	1	13	3
12	7	182	77	1	20	4	3	51	13	1	15	4
14	9	342	146	—	—	—	—	—	—	1	18	6
16	9	450	198	—	—	—	—	—	—	1	22	8
18	6	390	168	—	—	—	1	25	8	1	28	10
20	6	492	207	1	37	7	2	58	18	2	72	25
22	5	500	208	2	88	17	1	34	11	3	135	45
24	4	476	196	1	52	10	2	80	26	1	56	18
26	2	280	114	—	—	—	2	92	31	1	68	21
28	1	162	66	—	—	—	4	216	71	1	83	24
30	3	558	224	—	—	—	4	248	81	1	100	27
32	7	1491	588	2	188	28	2	142	46	—	—	—
34	6	1464	564	—	—	—	4	320	102	—	—	—
36	4	1120	420	2	244	33	3	270	84	—	—	—
38	2	640	232	1	138	18	1	101	31	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	4	448	135	—	—	—
42	2	820	282	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44	—	—	—	—	—	—	1	136	40	—	—	—
46	1	505	168	—	—	—	1	149	42	—	—	—
50	2	1214	392	1	247	26	1	176	49	—	—	—
52	1	661	210	1	267	28	2	380	103	—	—	—
54	—	—	—	1	287	29	2	408	110	—	—	—
58	2	1672	504	—	—	—	1	232	61	—	—	—
60	—	—	—	1	349	34	—	—	—	—	—	—
64	—	—	—	2	796	76	—	—	—	—	—	—
70	1	1225	340	—	—	—	—	—	—	—	—	—
¼ ha	115	15097	5436	17	2718	311	42	3567	1062	17	642	196
1 ha	460	60388	21744	68	10872	1244	168	14268	4248	68	2568	784

Frischgewicht von Reisig und Nadeln der Bergföhren, Arven, Fichten und Lärchen
Tab. 15 in der Versuchsfläche Nr. 2, God dal Fuorn

Durchmesser in 1,3 m cm	Bergföhren			Arven			Fichten und Lärchen		
	Baum- zahl Stück	Reisig- gewicht kg	Nadel- gewicht kg	Baum- zahl Stück	Reisig- gewicht kg	Nadel- gewicht kg	Baum- zahl Stück	Reisig- gewicht kg	Nadel- gewicht kg
2	5	7	1,5	—	—	—	—	—	—
4	8	35	6,4	—	—	—	—	—	—
6	5	46	7,0	—	—	—	—	—	—
8	8	112	16,8	2	35	5	Lä. 1	17	2
10	12	152	37,2	—	—	—	Fi. 1	18	7
12	9	131	41	1	17	4	—	—	—
14	17	303	105	—	—	—	—	—	—
16	19	422	154	—	—	—	Lä. 1	28	6
18	36	1015	367	2	50	15	—	—	—
20	31	1116	388	—	—	—	—	—	—
22	28	1260	420	2	68	22	—	—	—
24	22	1232	389	3	120	39	Fi. 1	119	49
26	22	1496	453	5	230	77	—	—	—
28	8	664	190	4	216	71	Lä. 1	71	12
30	5	500	135	7	434	142	Fi. 1	186	75
32	4	476	122	2	142	46	Fi. 1	213	84
34	1	140	34	2	160	51	—	—	—
36	1	163	38	2	180	56	—	—	—
38	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	1	112	34	—	—	—
¼ ha	241	9270	2905	33	1764	562	Lä. 3 Fi. 4	116 536	20 215
1 ha	964	37080	11620	132	7056	2248	Lä. 12 Fi. 16	464 2144	80 860

An der Gesamtbaumzahl beteiligt sich die Fichte mit 60 %, am Gewicht der Nadeln aber mit 78 %. Da aber die Fichtennadeln pro Gewichtseinheit eine kleine Oberfläche besitzen, so beteiligt sich die Fichte nur mit 69 % an der Bestandesnadeloberfläche. Bei der Lärche ist es umgekehrt, 4 % des Bestandesnadelgewichtes ergeben 9 % der Bestandesnadeloberfläche.

Der gemischte, plenterartige Bestand Nr. 3. God dal Fuorn, besitzt pro ha 88 000 kg Kronen, die 28 000 kg Nadeln mit einer Oberfläche von 145 000 m² tragen. Dis Nadeloberfläche ist also rund fünfzehnmal größer als die Bodenfläche. Vergleichsweise sei beigefügt, daß in einem 100jährigen gut geschlossenen Fichtenbestand von Tablat bei St. Gallen das Reisiggewicht pm ha zu 7 000 kg und das Nadelgewicht zu 30 000 kg festgestellt wurde.

und Lärchen	
Reisig- gewicht kg	Nadel- gewicht kg
—	—
—	—
—	—
—	—
17	2
18	7
—	—
—	—
—	—
28	6
—	—
—	—
—	—
—	—
119	49
—	—
71	12
186	75
213	84
—	—
—	—
—	—
—	—
116	20
536	215
464	80
2144	860

Durchmesser in 1,3 m	Baumzahl Stück	Gesamtreisig		Nadelmenge		
		Je Baum kg	Total kg	Je Baum kg	Total kg	In Prozenten %
2	51	1,4	71	0,3	15	21
4	41	4,7	193	0,7	29	15
6	45	10,2	459	1,3	58	13
8	73	16,5	1 204	2,3	168	14
10	84	15,8	1 327	3,6	302	23
12	90	18	1 620	5,1	459	28
14	107	22	2 354	6,9	738	31
16	102	27	2 754	9,0	918	33
18	77	33	2 541	11,3	870	34
20	39	40	1 560	13,8	538	34
22	21	49	1 029	16,5	346	34
24	11	59	649	19,3	212	33
26	2	71	142	22,2	44	31
28	2	86	172	25,2	50	29
30						
¼ ha	745	22	16 075	6,4	4 747	30
1 ha	2980	22	64 300	6,4	18 988	30

b) Der Bergföhrenbestand Nr. 2, God dal Fuorn

Dieser Bestand ist von außen gesehen ein **Bergföhrenbestand**. Sieht man aber näher zu, so stellt man doch eine ansehnliche Beimischung von Arven und vereinzelt Fichten und Lärchen fest. Stellt man die Einzelwerte der Tab. 15 noch etwas übersichtlicher zusammen, so ergibt sich:

Holzart	Baumzahl		Reisiggewicht		Nadelgewicht		Nadeloberfläche	
	Stück	%	kg	%	kg	%	m ²	%
Bergföhre	964	86	37 080	79	11 620	78	70 882	79
Arve	132	12	7 056	15	2 248	15	14 612	16
Fichte	16	1	2 144	5	867	6	3 988	4
Lärche	12	1	462	1	78	1	788	1
1 ha Bestand	1124	100	46 742	100	14 813	100	90 270	100

Der vorwiegend aus aufrechten Bergföhren bestehende Bestand Nr. 2, im God dal Fuorn, weist pro ha ein Reisiggewicht von 47 000 kg auf, das mit 15 000 kg Nadeln ausgestattet ist, die eine Oberfläche von 90 000 m² besitzen. Diese Reisig- und Nadelgewichte und Nadeloberflächen sind nur ungefähr halb so groß wie die eines gut

geschlossenen Fichtenbestandes. In einem reinen 70jährigen Föhrenbestand von Gurmels stellten wir aber 49 000 kg Kronengewicht fest mit 12 700 kg Nadeln, mit einer Oberfläche von rund 73 000 m². Dieser Waldföhrenbestand im Kanton Freiburg ist also ungefähr mit einem gleich großen Assimilationsapparat ausgerüstet wie der allerdings viel ältere aufrechte Bergföhrenbestand im God dal Fuorn auf 1900 m ü. M.

c) Der reine Bergföhrenbestand Nr. 4, Stabel Chod

Wie aus Tab. 16 hervorgeht, sind die 2980 Bergföhren pro ha dieses 135jährigen Bestandes mit 64 000 kg Kronenreisig ausgestattet, an dem 19 000 kg Nadeln mit einer Oberfläche von 118 000 m² assimilieren und transpirieren. Dieser etwa 50 Jahre jüngere Bestand als der im God dal Fuorn besitzt eine etwa zweieinhalbmal so hohe Baumzahl und ein um etwa ein Drittel größeres Nadelgewicht und eine entsprechend größere Nadeloberfläche, die rund zwölfmal so groß ist wie die Bestandesgrundfläche.

Zusammenfassung

Die Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen hat im Jahre 1926 auf Anregung der Parkkommission hin im Nationalpark 5 Versuchsflächen angelegt. Erst 1946 aber durften die Bäume numeriert werden und wurde die Erlaubnis erteilt zum Fällen von 3 Lärchen, 4 Arven, 6 Fichten und 18 Bergföhren als Probebäume.

Diese Probebäume wurden sektionsweise zerschnitten und analysiert, so daß ihr Höhen- und Stärkenzuwachsverlauf dargestellt werden konnte. An 827 Holzproben wurden einige physikalische Eigenschaften des Holzes der verschiedenen Baumarten festgestellt. Es wurde ferner der Zusammenhang zwischen Nadelmenge und dem Zuwachs an den Probebäumen dargestellt und berechnet, wie gross die assimilierende und transpirierende Nadelmenge ganzer Bestände sei. Endlich wurde versucht, einen Zusammenhang zwischen der Temperatur und den Niederschlägen während der Vegetationszeit und dem Zuwachs der Bäume zu finden.

I. Veränderungen der Versuchsflächen von 1926 bis 1946

Durch allgemeine Beschreibungen der Bestände am Anfang und am Ende der Beobachtungsperiode konnten Veränderungen in den Versuchsflächen nur sehr unvollkommen erfaßt werden.

Photographische Aufnahmen (Bilder 1—4) erfassen nur einen schmalen Ausschnitt aus den Beständen. Sie zeigen, wie wenig sich im Laufe von 20 Jahren in älteren Beständen das Bild verändert, während sich in jüngeren Beständen

die Lage so verändern kann, daß nach 20 Jahren vom gleichen Standort aus nicht mehr photographiert werden kann.

II. Einige Eigenschaften des Holzes

Das **Frischraumgewicht** des Holzes alter Lärchen, Arven, Fichten und Bergföhren ist im Mittel wenig verschieden. Das Frischraumgewicht des Splintes unserer 4 Nadelhölzer liegt meistens zwischen 0,9—1,0 und sinkt beim Uebergang zum Kern unvermittelt auf 0,8—0,5. Deshalb ist bei jungen Baumstämmen das **Frischraumgewicht** höher als bei alten, weil junge Stämme **prozentual** mehr schweren Splint aufweisen.

Das **Trockenraumgewicht** ist im Mittel aller Holzproben mit 0,53 bei den Lärchen am größten, dann folgen mit 0,48 die Bergföhren, mit 0,43 die Fichten und endlich mit 0,39 die Arven. Das Arvenholz ist fast so leicht wie das der nahe verwandten **Strobe**. Die Streuung des **Trockenraumgewichtes** ist nach Bild 5 beim Arvenholz mit 0,3 bis 0,5 am kleinsten, bei der Lärche von 0,35 bis 0,75 am größten.

Der Wassergehalt in **Prozenten** des Frischgewichtes schwankt im Splint der verschiedenen 4 Nadelhölzer zwischen 55—70 %, im Kern zwischen 25—37 %.

Der Wassergehalt in **Prozenten** des Trockengewichtes beträgt im Mittel:

Bei Lärchenholz	155 % im Splint	45 % im Kern und	73 % im Mittel
Bei Fichtenholz	175 % im Splint	38 % im Kern und	119 % im Mittel
Bei Arvenholz	215 % im Splint	53 % im Kern und	102 % im Mittel
Bei alten Bergföhren	133 % im Splint	40 % im Kern und	82 % im Mittel

Die leichteren Hölzer der Arve und Fichte weisen im Splint also einen wesentlich höheren Wassergehalt auf als der Splint des schwereren Bergföhren- und Lärchenholzes.

Frisches Holz setzt sich **raummäßig** im Mittel zusammen aus:

Bei Lärchenholz	30 % Holzstoff	34 % Wasser und	36 % Luft
Bei Fichtenholz	24 % Holzstoff	44 % Wasser und	32 % Luft
Bei Arvenholz	23 % Holzstoff	36 % Wasser und	41 % Luft
Bei alten Bergföhren	27 % Holzstoff	34 % Wasser und	39 % Luft

Das Splintholz enthält **demnach** in **Raumprozenten** drei- bis **viermal** mehr Wasser als das Kernholz. (Vgl. Bild 6.)

Die **Raumschwindung** des Holzes bis zum absolut trockenen Zustand beträgt im Mittel bei der Lärche 11,3 %, bei der Fichte 12,4 %, bei alten Bergföhren 10,6 % und endlich bei der Arve 9,0 %. Lärchenholz mit einem mittleren Trockenraumgewicht von 0,53 schwindet also weniger als Fichtenholz mit

einem Raumgewicht von 0,43. Farbkern schwindet bei gleichem Raumgewicht wesentlich weniger als der Splint.

Die Verkernung folgt bei den Farbkernhölzern nicht einem bestimmten Jahrring, weder in horizontaler noch in vertikaler Richtung. Die verschiedenen Kernholzarten des Nationalparks entlassen ihre Splintjahrringe teils früher, teils später aus der Wassertransportpflicht in den Kern. Bei einer Stammscheibe mit z. B. 140 Jahrringen sind im Mittel bei der Lärche nur noch etwa 30 Jahrringe unverkernt, bei der Arve sind 40 Splintringe und bei der Bergföhre sogar 60 Jahrringe noch unverkernt. Die prozentuale Raumanteilmahme des Kernholzes am Inhalt eines Lärchenstammes ist deshalb größer als bei einem ungefähr gleich starken Bergföhrenstamm.

III. Der Zuwachs an Einzelbäumen

Der mittlere Höhenzuwachs der Oberstandsbäume deutet in Bild 11 das allgemeine Gesetz an, daß er in der Jugend verhältnismäßig rasch ansteigt, ein Maximum erreicht, um dann zuerst rasch und später langsam zu sinken. Im einzelnen aber laufen die Kurven der zehnjährigen Mittel des Höhenzuwachses der verschiedenen Holzarten wenig gleichsinnig. Ein Zusammenhang zwischen den zehnjährigen Mitteln des Höhenzuwachses und den entsprechenden Mitteln der Temperatur und des Niederschlages während der Vegetationszeit läßt sich nicht nachweisen.

Die Kreisflächen- und Massenzuwachskurven verlaufen nach den Bildern 12 bis 18 selbst bei den Oberholzbäumen der gleichen Art wenig gleichsinnig. Bild 18 zeigt, daß die Mittelkurve des Kreisflächenzuwachses beim Fichtenoberstand fünf- bis zehnmal höher verläuft als die Mittelkurve des Unterstandes. Eine direkte Beziehung zwischen dem Verlauf der Zuwachskurven der zehnjährigen Mittel und den entsprechenden Temperatur- und Niederschlagsmitteln für die Hochsommermonate ließ sich nicht feststellen.

Wir versuchten diese Verhältnisse noch etwas klarer zu beleuchten, indem wir für je eine Lärche, eine Arve, eine Bergföhre und eine Fichte des Oberstandes in Bild 19 für die letzten 80 Jahre den jährlichen Kreisflächenzuwachs aufzeichneten und verglichen mit den entsprechenden Temperaturmitteln und den Niederschlagssummen der drei Hochsommermonate. Störungen des Zuwachsverlaufes durch Bestandeslichtungen, Lärchenwicklerschäden, Fröste usw. trübten aber auch hier die Zusammenhänge zwischen Klima und Zuwachs.

IV. Kronengewicht, Nadelgewicht und Zuwachs

Das Kronengewicht oder das Gesamtgewicht des grünen Reisis, zu dem auch der Assimilations- und Transpirationsapparat gehört, nimmt bei einzelnen Bäumen der gleichen Holzart mit größer werdendem Stammdurchmesser stark zu.

gewicht wesent-

em bestimmten
niederen Kern-
er, teils später
z. B. 140 Jahr-
rkern, bei der
sch unverkern.
Lärchenstammes
am.

äume deutet
ismäßig rasch
sam zu sinken.
zuwachses der
hen den zehn-
er Temperatur
hweisen.

en verlaufen
hen Art wenig
wachses beim
rve des Unter-
rven der zehn-
mitteln für die

en, indem wir
berstandes in
aufzeichneten
Niederschlags-
fes durch Be-
auch hier die

es grünen
pparat gehört,
ndem Stamm-

Der Anteil der Nadeln **am Kronengewicht** beträgt im Mittel bei unseren Fichten 36 %, bei Bergföhre und Arve rund 30 % und bei der Lärche nur 11 %, wobei zu bedenken ist, daß bei der Lärche immer nur 1 Jahrgang Nadeln vorhanden ist, **bei den** Bergföhren und Arven aber 7 bis 9 Jahrestriebe benadelt sind, bei der Fichte im **God dal** Fuorn sogar 15 bis 19 Jahrestriebe.

Die **Oberfläche** eines Kilogramms frischer Nadeln mißt bei der Lärche 10,1 m², bei Bergföhren und Arven 6,7 m² und endlich bei der Fichte im **God dal** Fuorn nur 4,6 m². Bei Buchen weisen selbst **Sonnenblätter** pro 1 kg eine Oberfläche von 16 m² auf. Die in Tab. 13 angeführte vorherrschende Fichte mit 40 cm Durchmesser in Brusthöhe assimiliert und transpiriert mit einer Nadeloberfläche von 587 m².

Die Anzahl Nadeln im Kilogramm **Frischgewicht** beträgt bei den untersuchten Lärchen 460 000 Stück, bei den Fichten 90 000 Stück, bei alten Bergföhren 48 000 Stück, bei jungen Bergföhren 34 000 Stück und bei Arven 31 000 Stück je kg **Frischgewicht**. Die vorherrschende Lärche der Tab. 13, mit 54 cm Brusthöhendurchmesser, schafft also «schwitzend» Zuwachs mit rund 12000000 Nadeln.

Das Frischnadelgewicht, das im **God dal** Fuorn im **Mittel** nötig ist, um im Jahr einen Festmeter Schaftzuwachs zu schaffen, beläuft sich bei der Lärche auf 2100 kg, während auf guten Standorten des Mittellandes 600 bis 900 kg genügen. Die Fichte benötigt im **God dal** Fuorn im Mittel 7400 kg frische Nadeln, um im Jahr einen Festmeter Schaftholz zu erzeugen, während im Mittelland 1000 bis 2000 kg ausreichen, wobei allerdings immer zu beachten ist, daß bei **Hochgebirgsfichten** zum Teil sehr alte Nadeln noch mitarbeiten müssen.

Der gemischte, **plenterartige** Bestand Nr. 3, **God dal** **Fuorn**, besitzt pro ha ein Kronengewicht von 88 000 kg, davon sind 28 000 kg Nadeln mit einer Oberfläche von 145 000 m². In einen 100jährigen Fichtenbestand bei St. Gallen ergab sich **vergleichsweise** eine Reismenge von 94 000 kg mit 30 000 kg frischen Nadeln.

Der vorwiegend aus **aufrechten** Bergföhren bestehende Bestand Nr. 2 im **God dal** Fuorn weist pro ha ein Kronengewicht von 47 000 kg auf, das mit rund 15 000 kg Nadeln ausgestattet ist, die eine Oberfläche von 90 000 m² besitzen. In einem reinen 70jährigen Waldföhrenbestand im Kanton Freiburg stellten wir vergleichsweise ein Kronengewicht von 49 000 kg, ein Nadelgewicht von 12 700 kg und eine **Nadeloberfläche** von 73 000 m² pro ha fest.

Der Zuwachs dieser Bestände kann erst durch eine spätere Kontrollaufnahme einigermaßen zuverlässig bestimmt werden. Ich hoffe aber, mit dem Vorstehenden doch einen willkommenen Einblick in die **Versuchsflächen** unserer Anstalt im Nationalpark geboten zu haben.

Résumé

A l'instigation de la commission du Parc national, l'institut fédéral de recherches forestières a installé en 1926 cinq placettes d'essai dans notre grande réserve forestière des Grisons. Mais la permission de numérotier les plantes et d'abattre quelques arbres-types — 3 mélèzes, 4 aroles, 6 épicéas et 18 pins de montagne — n'a été accordée qu'en 1946.

Ces arbres-types ont été débités et analysés, si bien qu'il a été possible de déterminer et de représenter le cours de leur croissance en hauteur et en épaisseur. 827 échantillons ont permis de définir quelques particularités physiques du bois des essences énumérées. En outre, la relation qui existe entre la masse foliaire et l'accroissement des arbres-types a été établie, et nous avons calculé quelle masse foliaire assimile et transpire dans des peuplements entiers. Enfin, il a été essayé de trouver un rapport entre la température et les précipitations durant la période de végétation et la croissance des arbres.

I. Changements intervenus dans les placettes d'essai entre 1926 et 1946

La description générale des peuplements au début et à la fin de la période d'observation ne renseigne que très incomplètement sur les modifications qui se sont produites dans les placettes.

Les images photographiques 1—4 ne présentent qu'un étroit spécimen de peuplement. Cependant, elles suffisent à montrer combien le facies de vieux peuplements change peu en 20 ans, alors que de jeunes peuplements se sont développés de manière telle que l'opérateur, au bout de 4 lustres, a dû changer de place pour en fixer l'image.

II. Quelques propriétés du bois

Le poids spécifique à l'état frais du bois de vieux mélèzes, aroles, épicéas et pins de montagne est en moyenne peu différent. Celui de l'aubier de nos quatre résineux oscille le plus souvent entre 0,9 et 1,0. Le passage au bois de cœur est marqué par une chute brusque à 0,8—0,5. C'est pourquoi le poids spécifique à l'état frais des jeunes arbres est plus élevé que celui des vieilles plantes: le lourd aubier y est relativement plus abondant.

Le poids spécifique à l'état sec est le plus élevé chez le mélèze, si l'on prend la moyenne de tous les échantillons, avec 0,53. Suivent le pin de montagne avec 0,48, l'épicéa avec 0,43 et l'arole avec 0,39. Le bois d'arole est presque aussi léger que celui du pin Weymouth, son proche parent. La dispersion des valeurs est,

comme le montre la fig. 5, la plus faible chez l'arole: 0,3—0,5, la plus forte chez le mélèze: 0,35—0,75.

La teneur en eau, exprimée en pourcents du poids à l'état frais, varie quant à l'aubier des 4 résineux entre 55 et 70 %, entre 25 et 37 % pour le bois de cœur

La teneur en eau, exprimée en pourcents du poids à l'état sec, est en moyenne de

bois de mélèze:	155 % dans l'aubier, 45 % dans le cœur, 73 % en moyenne
bois d'épicéa:	175 % dans l'aubier, 38 % dans le cœur, 119 % en moyenne
bois d'arole:	215 % dans l'aubier, 53 % dans le cœur, 102 % en moyenne
bois de vieux pins de montagne:	133 % dans l'aubier, 40 % dans le cœur, 82 % en moyenne.

Les bois plutôt légers de l'épicéa et de l'arole accusent donc une teneur en eau sensiblement plus élevée dans leur aubier que ceux, plus lourds, du mélèze et du pin de montagne.

Le bois frais est en moyenne, quant à son volume, composé de

30 % de substance ligneuse, 34 % d'eau et de 36 % d'air chez le mélèze

24 % de substance ligneuse, 44 % d'eau et de 32 % d'air chez l'épicéa

23 % de substance ligneuse, 36 % d'eau et de 41 % d'air chez l'arole

27 % de substance ligneuse, 34 % d'eau et de 39 % d'air chez de vieux pins de montagne.

L'aubier contient donc, en % du volume, 3 à 4 fois plus d'eau que le bois de cœur. Voir la fig. 6!

La rétractibilité volumétrique du bois, jusqu'à l'état de siccité absolue, est en moyenne de 11,3 % chez le mélèze, de 12,4 % chez l'épicéa, de 10,6 % chez de vieux pins de montagne et enfin de 9 % chez l'arole. Le bois de mélèze, dont le poids spécifique à l'état sec est 0,53, a donc un plus faible retrait que le bois d'épicéa accusant un poids spécifique de 0,43. Le cœur coloré se retire sensiblement moins que l'aubier, à même poids spécifique.

La formation de bois parfait ne suit pas les limites des cernes annuels chez les essences à cœur coloré, ni dans le sens horizontal, ni dans le sens vertical. L'âge auquel les cernes sont dispensés du transport de l'eau et passent de l'aubier au cœur varie sensiblement chez les essences à cœur coloré du Parc national. Sur une section en travers comprenant p. ex. 140 cernes annuels, env. 30 cernes seulement n'ont pas encore passé à l'état de cœur chez le mélèze, alors qu'on en trouve 40 chez l'arole et même 60 chez le pin de montagne. Donc le bois de cœur représente une part plus grande du volume chez le mélèze que chez le pin de montagne, à dimensions égales.

III. La croissance des arbres examinés

L'accroissement moyen en hauteur des arbres du haut peuplement, tel que le montre la fig. 11, suit la loi générale; il augmente relativement vite pendant la jeunesse, atteint son maximum, puis retombe, d'abord rapidement, puis lentement. Si on les examine dans leur détail, les courbes faites avec les moyennes décennales de l'accroissement en hauteur des diverses essences présentent peu de conformité. On ne peut donc pas établir une relation entre les moyennes décennales de l'accroissement en hauteur et les moyennes correspondantes de la température et des précipitations pendant la période de végétation.

Les courbes de l'accroissement de la surface terrière et du volume — fig. 12 à 18 — montrent également peu de conformité, même chez les arbres du peuplement principal d'une seule et même essence. Selon la fig. 18, la courbe de l'accroissement moyen de la surface terrière chez les épicéas dominants est située 5 à 10 fois plus haut que celle des épicéas du sous-étage. Il a été impossible de dégager un rapport direct entre l'allure des courbes d'accroissement faites avec les moyennes décennales et les moyennes correspondantes de la température et des précipitations durant le gros de l'été.

Afin de mieux élucider cette question, l'accroissement annuel de la surface terrière de quatre arbres du peuplement dominant — un mélèze, un arole, un pin de montagne et un épicéa — a été représenté graphiquement pour les 80 dernières années et confronté avec les données moyennes correspondantes concernant la température et les précipitations du gros de l'été. Voir la fig. 19! Là encore, les perturbations que l'éclaircissement des peuplements, les dégâts de la pyrale du mélèze, les gels, etc., ont fait subir au cours de l'accroissement empêchent de percevoir avec quelque netteté une relation entre le climat et la croissance.

IV. Poids des cimes, poids des aiguilles et accroissement

Le poids des cimes ou poids total des ramilles vertes, qui comprend aussi l'appareil assimilateur et de transpiration, augmente fortement avec le diamètre pour des arbres de la même essence.

La part que prennent les aiguilles au poids de la cime est en moyenne de 36 % pour nos épicéas, d'env. 30 % chez les pins de montagne et les aroles et de 11 % seulement chez les mélèzes. Mais il faut bien se souvenir que le mélèze ne porte que les aiguilles de l'année, alors que 7—9 pousses annuelles sont feuillées chez le pin de montagne et l'arole, voire même 15—19 pousses annuelles chez l'épicéa du God dal Fuorn.

La surface d'un kg d'aiguilles fraîches mesure 10,1 m² chez le mélèze, 6—7 m² chez le pin de montagne et l'arole et enfin 4,6 m² seulement chez l'épicéa de God dal Fuorn. Chez les hêtres, même les feuilles faites pour la vie au soleil accusent

16 m² au kg. L'épicéa prédominant de 40 cm de diamètre à h. de p. qui figure au tableau 13 assimile et transpire avec une surface foliaire de 587 m².

Le nombre d'aiguilles par kg, poids frais, s'élève à 460 000 chez les mélèzes examinés, 90 000 chez les épicéas, 48 000 chez les vieux pins de montagne, 34 000 chez les jeunes pins de montagne et 31 000 chez les aroles. Le mélèze prédominant du tableau 13, avec 54 cm de diamètre à h. de p., fabrique du bois et transpire avec quelque 12 000 000 aiguilles!

Le poids d'aiguilles fraîches qui, au God dal Fuorn, est en moyenne nécessaire pour produire 1 m³ de bois de tige par an peut être évalué à 2100 kg pour le mélèze, alors que 600—900 kg suffisent pour le même effet dans les meilleures stations du Plateau. L'épicéa emploie pour cette fabrication, au God dal Fuorn, en moyenne 7400 kg d'aiguilles fraîches, contre 1000 à 2000 kg dans le Plateau. Il faut cependant considérer que les épicéas de haute montagne travaillent en partie avec de très vieilles aiguilles.

Le peuplement mélangé et d'apparence jordinde du God dal Fuorn (3) a un poids total de cimes de 88 000 kg à l'ha, dont 28 000 kg d'aiguilles, avec une surface foliaire de 145 000 m². A titre de comparaison, rappelons qu'une pessière centenaire près de St Gall portait 94 000 kg de ramilles, dont 30 000 kg d'aiguilles fraîches.

Le peuplement du God dal Fuorn essentiellement constitué par le pin de montagne à crochets (2) a, à l'ha, un poids total de cimes de 47 000 kg, 15 000 kg d'aiguilles et une surface foliaire de 90 000 m². A titre de comparaison, nous'avons trouvé dans un peuplement de pin sylvestre fribourgeois, presque pur, âgé de 70 ans, 49 000 kg de cimes, 12 700 kg d'aiguilles et une surface foliaire de 73 000 m² à l'ha.

L'accroissement de ces peuplements ne pourra être déterminé avec quelque exactitude que lors du prochain inventaire. L'auteur espère cependant avoir, en attendant ce moment, donné un aperçu du développement de nos placettes d'essai du Parc national.

(Trad.: E. Badoux)

Literaturverzeichnis

Macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit

1. Badoux, E.: «Relations entre le développement de la cime et l'accroissement chez le pin sylvestre». Mitteil. d. schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, XXIV. Bd., 2. Heft 1946.
2. Braun-Blanquet, J.: «Ueber die Pflanzendecke der Gebirge zwischen Zernez und Reschenscheideck». Communication d. I. stat. int. d. Géobot. médit. et alp., No. 91, 1946.
3. Braun-Blanquet, J. und Jenny, H.: «Vegetations-Entwicklung und Bodenbildung im Schweizer Nationalpark». Denkschriften der schweizer. naturforschenden Gesellschaft 1926.
4. Braun-Blanquet, J., mit Brunies, St., Campell, Ed., Frey, Ed., Jenny, H., Meylan, Ch. und Pallmann, H.: «Vegetationsentwicklung im schweiz. Nationalpark». Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens 1931.
5. Brunies, S. E.: «Der Schweizerische Nationalpark». Ausgabe 1918.
6. Burger, H.: «Holz, Blattmenge und Zuwachs». 1. Die Weymouthsföhre, 1929; 2. Die Douglasie, 1936; 3. und 5. Föhren und Fichten verschiedener Herkunft, 1937 und 1941; 4. Ein 80jähriger Buchenbestand, 1940; 6. Ein Plenterwald mittlerer Standortsgüte, 1942; 7. Die Lärche, 1945; 8. Die Eiche, 1947; 9. Die Föhre, 1948. Mitteil. d. schweiz. Anst. f. d. forstliche Versuchswesen.
- Derselbe: «Der Dürsrütiwald». Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 1949.
7. Dolf, Th.: «Einfluß des Lärchenwicklers auf den Zuwachs der Lärche im Oberengadin». Aus dem Bündner Wald 1950.
8. Frei, E.: «Morphologische, chemische und kolloid-chemische Untersuchungen subalpiner Weide- und Waldböden der Rendzina- und der Podsolserie». Bericht d. schweiz. bot. Gesellschaft, Bd. 54, 1949.
9. Gäumann, E.: «Einfluß der Meeresliöhe auf die Dauerhaftigkeit des Lärchenholzes». Mitteil. d. schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, XXV. Bd., 2. Heft, 1948.
10. Huber, B.: «Die Jahresringe der Bäume als Hilfsmittel der Klimatologie». Die Naturwissenschaften 1948.
11. Huber, B., von Jagewitsch, W., John, A. und Wellenhofen, W.: «Jahrring-Chronologie der Spessarteichen». Forstwiss. Centralbl. 1949.
12. Knuchel, H.: «Untersuchungen über das Raumgewicht und das Schwindmaß schweizerischer Hölzer». Mitteil. d. schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, XXIII. Bd., 2. Heft 1944.
13. Leibundgut, H.: «Aufbau und waldbauliche Bedeutung der wichtigsten natürlichen Waldgesellschaften in der Schweiz». Bern 1948.
14. Nägeli, W.: «Die Eiablage des grauen Lärchenwicklers». Mitteil. d. schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, XV. Bd., 2. Heft 1929.
15. Pallmann, H., Richard, F. und Bach, R.: «Ueber die Zusammenarbeit von Bodenkunde und Pflanzensoziologie». Int. Verb. forstl. Forschungsanstalten, 10ième Congrès, Zürich 1948.
16. Pallmann, H. und Frei, E.: «Beitrag zur Kenntnis der Lokalklimata einiger kennzeichnender Waldgesellschaften des schweizerischen Nationalparks». Ergebnisse d. wissenschaftlichen Untersuch. d. schweiz. Nationalparks, Bd. 1 (Neue Folge), Heft 10 1943.
17. Richard, F.: «Der biologische Abbau von Zellulose- und Eiweiß-Testschnüren im Boden von Wald- und Rasengesellschaften». Mitteil. d. schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, XXIV. Bd., 1. H. 1945.
18. Trendelenburg, R.: «Das Holz als Rohstoff». München-Berlin 1939.