

1265



# MITTEILUNGEN

DER

SCHWEIZERISCHEN ANSTALT FÜR  
DAS FORSTLICHE VERSUCHSWESEN

ANNALES DE  
L'INSTITUT FÉDÉRAL DE RECHERCHES FORESTIÈRES

HERAUSGEGEBEN  
VON DIREKTOR H. BERGER

XX. BAND, 1. HEFT

ZÜRICH 1937  
KOMMISSIONSVERLAG VON BEER & C., BUCHHANDLUNG

# Holz, Blattmenge und Zuwachs.

## III. MITTEILUNG.

### Nadelmenge und Zuwachs bei Föhren und Fichten verschiedener Herkunft.

Von Hans Burger.

#### Einleitung.

In der schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen, 1936, hat der Verfasser für 23—27jährige Föhren verschiedener Herkunft, die auf dem gleichen Standort in Eglisau bei Zürich erwachsen sind, nachgewiesen, daß die zuwachsschaffende Kraft der Nadeln der Mutterrasse auf die Nachkommen nachwirkt, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

#### I. Nadelmenge und Zuwachs bei Föhren verschiedener Herkunft.

Tabelle 1

23—27jährige Föhren in Eglisau bei Zürich	Vor Durchforstung 1929/30		Nach Durchforstung 1933/34	
	Königsbrück 48° 50'	Norwegen 60° 26'	Königsbrück 48° 50'	Norwegen 60° 26'
Mittlerer Schaftzuwachs pro Jahr: Liter	4,7	2,6	5,9	2,0
Frische Nadeln pro Baum kg . . . .	3,77	3,29	4,21	2,11
Frische Nadeln pro 1 m <sup>3</sup> } jährlicher Schaftzuwachs } kg . . . .	802	1265	714	1055
Darr-Raumgewicht des Schaftholzes .	0,42	0,44	0,44	0,47
Zuwachstrockengewicht pro Jahr kg	1,97	1,14	2,60	0,94
Nadelrockengewicht kg . . . . .	1,43	1,33	1,57	0,76
1 kg trockener Nadeln erzeugt } Trockenzuwachs pro Jahr } kg	1,38	0,86	1,66	1,24

Es geht daraus hervor, daß süddeutsche Föhren im Alter von 23 bis 27 Jahren auf dem Standort Eglisau, am Rhein, etwa 700—800 kg frische Nadeln brauchen, um im Jahr einen Festmeter Schaftholz zu erzeugen, die Föhren von Norwegen aber 1100—1300 kg. Bei den süd-

deutschen Föhren erzeugt 1 kg Nadelrockengewicht 1,4—1,7 kg Schaftrockenzuwachs, bei den Föhren aus Norwegen aber nur 0,9—1,2 kg.

Es konnte auch festgestellt werden, daß nach einer Durchforstung der Föhrenbestände die Nadeln intensiver arbeiteten als vorher, wohl zufolge besserer Belichtung namentlich der unteren Kronenteile.

Aehnliche Untersuchungen sind vom Verfasser auch ausgeführt worden an zwei Kulturversuchen mit Fichten verschiedener Herkunft im Versuchsgarten Adlisberg in den Jahren 1922 und 1932.

Ueber die neuere Literatur, die sich mit dem Provenienzproblem und insbesondere mit der Frage von Blattmenge und Zuwachs befaßt, vergleiche man das Verzeichnis am Schluß dieser Arbeit.

## **II. Nadelmenge und Zuwachs an Fichten verschiedener Herkunft.**

### **1. Untersuchung vom Jahre 1922.**

Die hier in Frage kommenden Fichten von Winterthur, 550 m ü. M., Adlisberg 670 m ü. M., Pilatus 1000 m ü. M., Lenzerheide 1600 m ü. M. und Engadin 1900 m ü. M. sind im Jahr 1899 im Versuchsgarten Adlisberg gesät worden. Sie wurden als 2-jährig verschult und als 5-jährige Pflanzen im Frühjahr 1904 im Verband 80/80 cm zur Anlage des Fichtenprovenienzversuches verpflanzt.

Ende 1922, als die Fichten ein Alter von 24 Jahren erreicht hatten, mußten sie wegen Platzmangel entfernt werden. Dabei bot sich Gelegenheit, an ausgewählten Probebäumen der Fichten verschiedener Herkünfte das Nadelgewicht, die Nadeloberfläche und den Schaftzuwachs durch genaue Stammanalysen zu ermitteln.

Selbstverständlich sind in den Jahren 1904 bis 1922 genaue Erhebungen gemacht worden über den Höhenzuwachs dieser Fichten verschiedener Herkunft, sowie über den Wachstumsbeginn und seinen Abschluß. Um aber nicht zu weit vom vorliegenden Thema abzukommen, werde ich nur für die Untersuchung von 1932 einige diesbezügliche Angaben beifügen.

Die Ergebnisse der Untersuchung vom Jahr 1922 über Nadelmenge und Zuwachs bei Fichten verschiedener Herkunft finden sich zusammengestellt in Tabelle 2, die zunächst die Angaben enthält über Brusthöhendurchmesser, Baumhöhen und Kronenlängen der Probebäumchen, die zu keinen Bemerkungen Anlaß geben.

*Das Nadelfrischgewicht* bei 24-jährigen Tieflandsfichten ist doppelt bis dreimal so groß wie bei gleichalten Hochgebirgsfichten, die auf dem gleichen Standort erwachsen sind.

Nadelmenge und Zuwachs bei 24jährigen Fichten verschiedener Herkunft, im Garten Adlisberg.

Tabelle 2

Untersuchung vom Jahre 1922	Winterthur von 550 m ü. M.	Adlisberg von 670 m ü. M.		Pilatus von 1000 m ü. M.		Lenzerheide von 1600 m ü. M.	Engadin von 1900 m ü. M.	
	herrschend	herrschend	be-herrscht	be-herrscht	herrschend	herrschend	herrschend	
Baumdurchmesser in 1,3 m . . . . cm	8,3	9,2	6,2	6,2	7,7	7,5	5,2	5,4
Baumhöhe . . . . m	8,4	8,2	7,6	6,4	7,0	6,8	4,8	5,2
Länge der Krone . . m	6,4	6,6	6,6	6,2	5,2	6,7	3,2	3,4
Nadelgewicht p. Baum kg	7,8	10,6	4,6	4,5	4,9	5,4	3,2	3,6
Schaftholz-zuwachs pro Jahr . . . Liter	2,9	3,7	1,2	1,1	1,4	1,5	0,8	0,7
Nadeloberfläche pro 1 kg . . . m <sup>2</sup>	6,6	6,2	6,1	6,2	6,6	6,3	6,9	6,5
Nadeloberfläche pro Baum . . . m <sup>2</sup>	51	66	28	28	32	34	22	23
Nadelzahl pro 1 kg: Stück	162000	208000	210000	206000	200000	175000	266000	225000
Nadelzahl p. Baum: Stück	1260000	2200000	966000	927000	980000	945000	851000	810000
Nadelgewicht pro 1 m <sup>3</sup> Schaftholz kg	2700	2900	3800	4100	3500	3600	4000	5100
Nadeloberfläche pro 1 m <sup>3</sup> Schaftholz m <sup>2</sup>	17900	18000	23200	25400	23100	22700	27600	33100
Spez. Gewicht des Schaftholzes . . . . .	0,44	0,41	0,46	0,48	0,45	0,48	0,44	0,45
Zuwachstrockengewicht pro kg Nadel-trocken-gewicht . . . . .	0,38	0,34	0,28	0,28	0,31	0,31	0,25	0,21

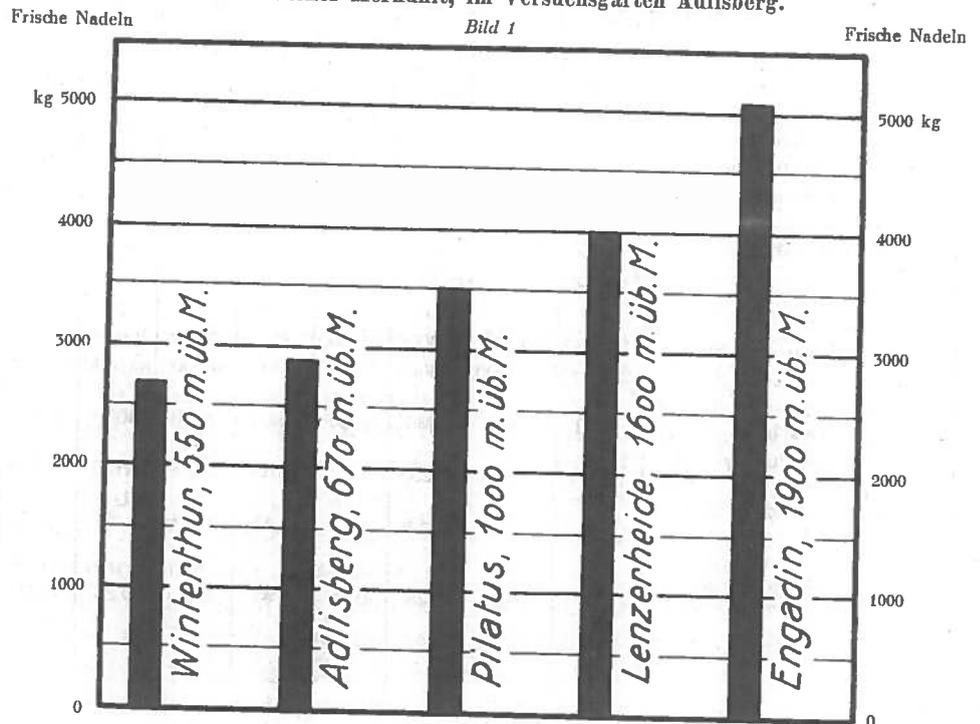
Der Schaftholz-zuwachs der Tieflandsfichten von Winterthur und vom Adlisberg ist aber 4—5 mal größer als bei den Hochgebirgsfichten aus dem Engadin.

Die Oberfläche eines kg frischer Nadeln schwankt zwischen 6,1 bis 6,9 m<sup>2</sup>. Die Streuung ist also gering. Es zeigen sich keine klaren Zusammenhänge zwischen der Oberfläche frischer Nadeln und der Herkunft der Mutterbäume. Die Nadeloberflächen je Baum dieser 24jährigen Fichten messen bereits 22—66 m<sup>2</sup>.

Die Anzahl Nadeln im kg Frischgewicht bewegt sich zwischen 162,000—266,000 Stück. Wohl sind die Nadeln der Nachkommen von Hochgebirgsfichten etwas kleiner als die der Tieflagen, die Nadelgröße ist aber nicht nur durch erbliche innere Gründe bestimmt, sondern auch durch äußere Faktoren, z. B. Stellung des Baumes im Bestand, so daß sich keine eindeutige Beziehung zwischen Nadelgröße und Herkunft der Fichten feststellen läßt, auf Grund nur weniger Probebaumanalysen.

Die Anzahl Nadeln je Baum beträgt bei den 24jährigen Fichten aus Hochlagen 800,000—850,000 Stück, erreicht dagegen bei der Fichte vom Adlisberg von 9 cm Durchmesser, 8,2 m Höhe und 6,6 m Kronenlänge bereits über 2 Millionen Stück.

Nadelgewicht, das im Jahre einen Festmeter Schaftholz erzeugt, bei Fichten verschiedener Herkunft, im Versuchsgarten Adlisberg.



Das Nadelfrischgewicht, das nötig ist, um im Jahr einen Festmeter Schaftholz zu erzeugen, beträgt bei den Fichten aus Tieflagen 2700—2900 kg, bei den Nachkommen von Hochgebirgsfichten dagegen 4000—5000 kg. Man vergl. Bild 1. Das gleiche Gewicht frischer Nadeln der Nachkommen der Fichten von Winterthur schafft also auf dem Standort Adlisberg fast doppelt so viel Schaftzuwachs als die Nadeln der Fichten aus dem Hochgebirge.

1 kg Nadel Trockengewicht erzeugt auf dem Standort Adlisberg folgende Schaftzuwachstrockengewichte: 0,3—0,4 kg bei Fichten aus tiefer Lage, aber nur 0,20—0,25 kg bei Nachkommen von Fichten hoher Lage.

Vergleicht man die Verhältniszahlen zwischen Nadelmenge und Zuwachs verschiedener Fichtenrassen mit denen verschiedener Föhrenrassen, so fällt auf, daß die Nadelmenge, die nötig ist, um die gleiche

Menge Zuwachs zu schaffen, bei der Föhre 3—4mal kleiner ist als bei der Fichte ungefähr gleichen Alters. Dabei ist aber zu beachten, daß bei den Föhren auf dem Standort Eglisau nur 2—3 Jahrestriebe benadelt sind, bei den Fichten auf dem Adlisberg aber 6—7 Jahrestriebe, und daß die einzelnen Nadeln im lichten Kronendach eines Föhrenbestandes besser belichtet sind als in einem Fichtenbestand.

In der schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen, 1927, konnte ich nachweisen, daß die Lebensdauer der Fichtennadeln in Meereshöhen von 300—600 m am Schaft etwa 5—6 Jahre, an den Seitenästen 7 bis 8 Jahre beträgt, auf Meereshöhen von 1600—2000 m dagegen am Schaft im Mittel 9—10 Jahre, an den Seitenästen 11—12 Jahre. Die Lebensdauer der Fichtennadeln ist fast vollkommen beherrscht durch den Standort und die Stellung des Baumes im Bestand. Der Einfluß der Herkunft des Samens auf die Anzahl der benadelten Jahrestriebe ist bei der Fichte gering.

Wir wissen heute noch nicht, ob bei der Fichte in der Hauptsache nur die einjährigen Nadeln den Zuwachs schaffen und in welchem Verhältnis sich vielleicht die älteren Nadeln an der Zuwachsfabrikation beteiligen. Wären aber die älteren Nadeln nicht mehr in der Lage, in Notfällen als Reserveassimilationsapparat zu dienen, so würde sie die Pflanze als Ballast abwerfen, und es hätte keinen Sinn, daß an der oberen Waldgrenze ausnahmsweise bis 25 Jahrestriebe benadelt bleiben.

*Die Nadeloberfläche, die im Jahr einen Festmeter Holz erzeugen kann, beträgt für den Standort Adlisberg bei 24jährigen Fichten von Winterthur nur 18,000 m<sup>2</sup>, bei denen aus dem Engadin aber rund 33,000 m<sup>2</sup>.*

Bei den Beziehungen zwischen Nadelmenge, Nadeloberfläche und Schaftzuwachs ist zu beachten, daß die Fichten noch verhältnismäßig jung sind und infolgedessen noch einen beträchtlichen Anteil der Assimilate und Nährstoffe zur Vergrößerung der Kronen verwenden müssen.

Bei der Herkunft Adlisberg sind im Jahre 1922 eine herrschende und zwei beherrschte Fichten analysiert worden. *Die Untersuchung zeigt deutlich, daß die Nadeln der schlecht beleuchteten beherrschten Kronen viel weniger intensiv arbeiten als die Nadeln herrschender Kronen, sofern die Krone eine gewisse Größe nicht überschreitet.* Während der herrschende Baum von Adlisberg mit 2900 kg frischer Nadeln einen Festmeter Schaftholz erzeugen konnte, brauchten die beherrschten Fichten der gleichen Herkunft 3800—4000 kg. Es zeigte sich dabei allerdings, daß die beherrschten Fichten ein dichteres Holz erzeugten als die herrschenden, so daß das Verhältnis zwischen Nadel-trockengewicht und Zuwachstrockengewicht zwischen herrschenden und

Fichten  
Fichte  
ronen-

en

he Nadeln

5000 kg

4000

3000

2000

1000

0

Fest-  
flagen  
agegen  
Nadeln  
f dem  
Nadelnlisberg  
n aus  
Fichtene und  
öhren-  
gleiche

beherrschten Fichten etwas kleinere Unterschiede aufweist als beim Verhältnis Nadelfrischgewicht: Frischvolumenzuwachs.

Um die vorliegenden Ergebnisse bezüglich des Einflusses der Herkunft des Samens und der Stellung der Bäume im Bestand auf das Verhältnis von Nadelmenge und Zuwachs noch sicherer zu unterbauen, habe ich im Jahre 1932 die Untersuchung an einer andern Fichtenprovenienzkultur wiederholt.

## 2. Untersuchung vom Jahre 1932.

Die Fichten vom sehr günstigen Standort Winterthur, 550 m ü. M., vom ungünstigeren Standort Malans, 600 m ü. M. und die von Ponte, 1900 m ü. M. wurden im Jahre 1907 im Versuchsgarten Adlisberg gesät, dann als 2jährig verschult und im Frühjahr 1912 als 5jährig im Verband 80/80 cm verpflanzt.

Um die 1932 zur Untersuchung verwendeten Fichten noch etwas näher zu beschreiben, seien hier einige Daten über das Höhenwachstum beigelegt.

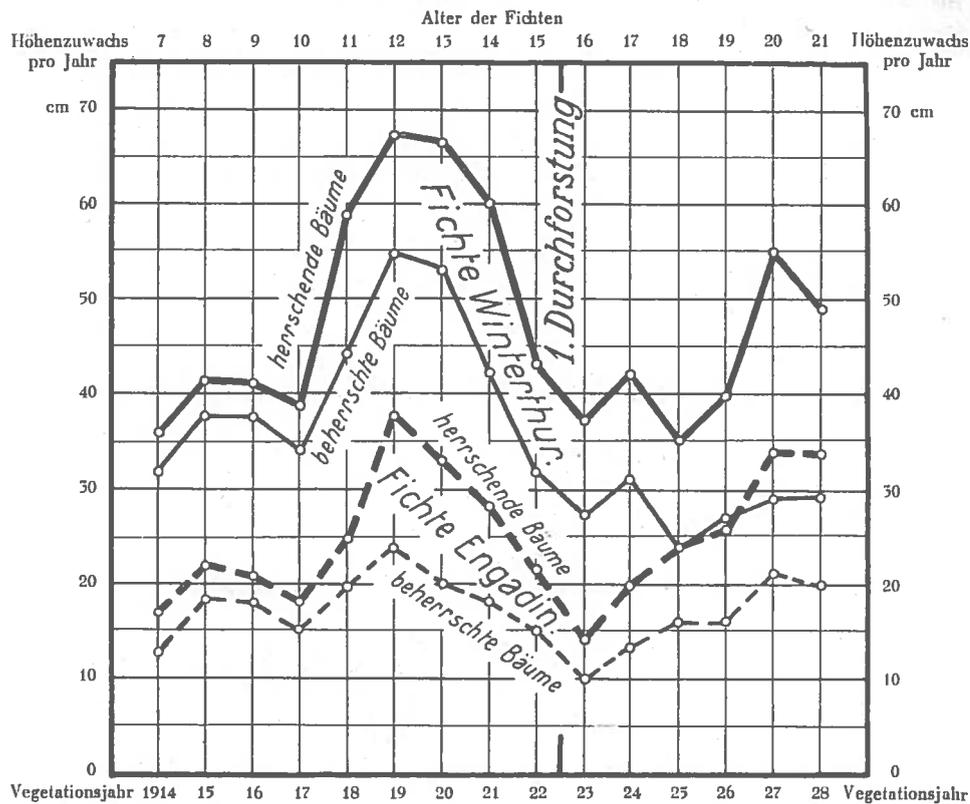
	Winterthur 550 m	Malans 600 m	Ponte 1900 m
Mittlere Höhe im Jahr 1917, 11jährig	200 cm	168 cm	99 cm
Mittlere Höhe im Jahr 1932, 25jährig	1120 cm	930 cm	640 cm

Im Alter von 11 Jahren waren also die Fichten der Herkunft Winterthur reichlich doppelt so hoch als die von Ponte. Im Alter von 25 Jahren war der Unterschied etwas geringer; aber die Fichten von Ponte erreichten doch nur 57% der Höhe der Fichten von Winterthur. Das verhältnismäßig schlechte Wachstum der Nachkommen von Malans kann nicht nur durch die Meereshöhe bedingt sein, sondern muß auch durch andere ungünstige Eigenschaften des Herkunftsstandortes verursacht worden sein.

Den Zuwachsgang der Jahre 1914—1928 herrschender und beherrschter Fichten von Winterthur und Ponte zeigt Bild 2, aus dem man erkennt, daß die Bäumchen, die im Jahre 1928 beherrscht waren, schon im Jahre 1914 geringeren Höhenzuwachs aufwiesen als die herrschenden. Der Unterschied im Höhenzuwachs pro Jahr zwischen den beherrschten und den herrschenden Fichten bleibt ziemlich gleich bis zum Eintritt des Bestandesschlusses, vergrößert sich dann bis zur ersten Durchforstung Ende 1922, bleibt dann 2—3 Jahre stabil und vergrößert sich in den letzten Jahren sehr rasch, als die im Jahre 1928 beherrschten Bäume in bedrängte Lage gerieten. Die im Jahre 1928 als beherrscht angesprochenen Fichten sind wahrscheinlich bei der Durchforstung von 1922 noch mitherrschend gewesen.

Höhenzuwachs herrschender und beherrschter Fichten verschiedener Herkunft,  
im Alter von 7—21 Jahren im Versuchsgarten Adlisberg.

Bild 2

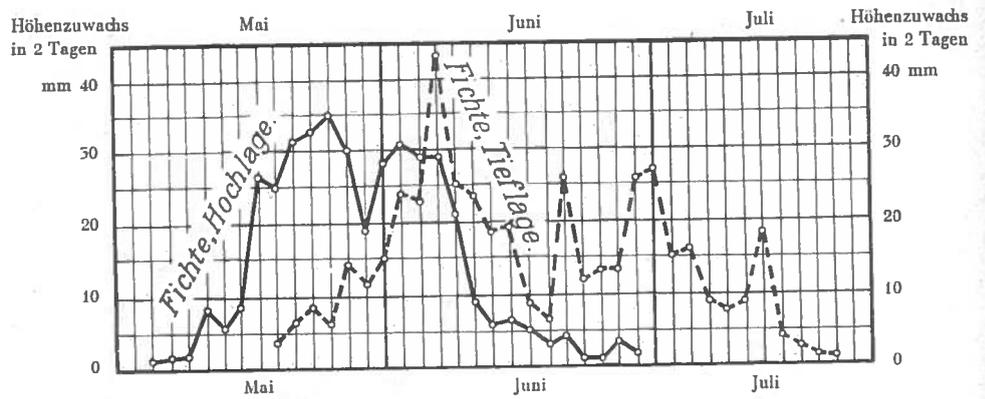


Der jährliche Höhenzuwachs blieb nach der Verpflanzung der Fichten im Jahre 1912 zuerst gering bis zum Jahre 1917, d. h. bis zum Eintritt des Schlusses; dann erfolgte ein rascher Anstieg des Höhenzuwachses bis 1919 oder 1920. Zu dichter Schluß und Wurzelkonkurrenz verursachten ein Sinken des Höhenzuwachses bis zur ersten Durchforstung vom Dezember 1922. Der Höhenzuwachs sank noch ein Jahr weiter, weil er zum größten Teil abhängig ist von den im Herbst des Vorjahres gesammelten Reservestoffen. Dann stieg der Höhenzuwachs wieder bis 1927, und 1928 ist angedeutet, daß eine neue Durchforstung nötig geworden wäre, die wir aber schon 1927 ausgeführt hatten.

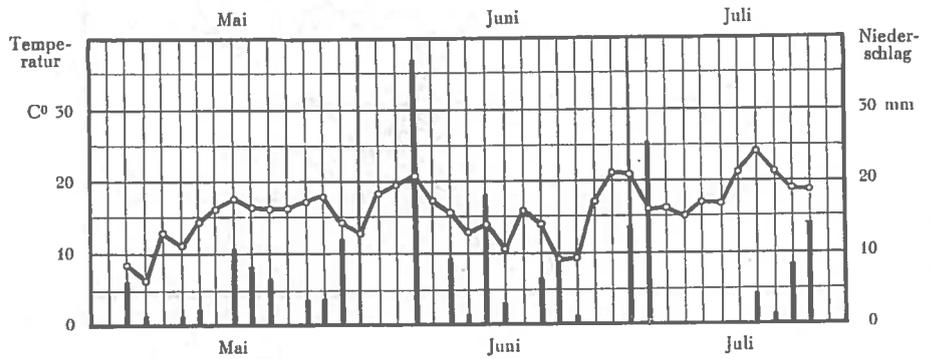
Die Darstellung zeigt ferner, daß bis zum Jahre 1928, also bis zum Alter von 21 Jahren, der Höhenzuwachs der Fichten von Winterthur immer ausgesprochen höher war als bei den Fichten von Ponte. Eine schwache Tendenz zur Verkleinerung des Unterschiedes mag darin begründet liegen, daß das Maximum des Höhenzuwachses bei den Fichten aus tiefer Lage etwas früher eintrat als bei den Fichten aus dem Hochgebirge.

Verlauf des Höhenzuwachses von zwei zu zwei Tagen bei Fichten verschiedener Herkunft im Jahre 1921 im Versuchsgarten Adlisberg.

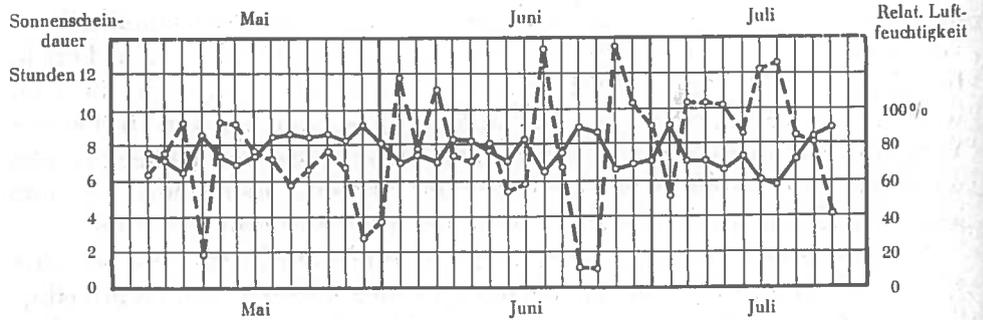
Bild 5



Mittlere Temperatur und Niederschlagssumme von je 2 Tagen.



Relative Luftfeuchtigkeit — und Sonnenscheindauer — — — im Mittel von je 2 Tagen.



Vom Jahr 1912 an, bis 1923, sind von einer Anzahl Fichten der verschiedenen Herkunft die Höhentriebe vom Beginn des Höhenwachstums an, jede zweite Tag gemessen worden bis zum Wachstumsabschluß. Aus dem reichen Beobachtungsmaterial sei hier das Jahr 1921

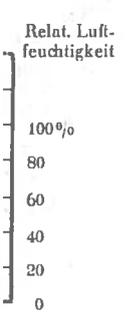
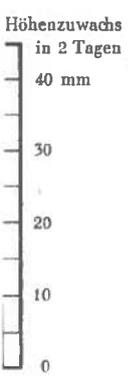
herausgegriffen und in Bild 3 dargestellt. Wie schon in den „Untersuchungen über das Höhenwachstum verschiedener Holzarten“, im XVI. Band, 1926, unserer „Mitteilungen“ vom Verfasser gezeigt werden konnte, beginnen die Hochgebirgsfichten im Versuchsgarten Adlisberg 8—14 Tage früher mit dem Höhenwachstum und schließen es 14 Tage bis 3 Wochen früher ab als die Tieflandsfichten. Die Hochgebirgsfichten erreichen schon fast das Maximum des täglichen Höhenzuwachses, wenn die Tieflandsfichten erst mit dem Wachstum beginnen.

Man erkennt aus der Darstellung auch, daß im Versuchsgarten Adlisberg bei reichlichen und gut verteilten Niederschlägen die Temperatur den Gang des Höhenwachstums von Tag zu Tag beherrscht, und daß bei der Fichte nach Erschöpfung der Reservestoffe das Höhenwachstum aufhört, ganz gleichgültig, wie die Witterung sich weiter gestalten möge.

In der derart beschriebenen Fichtenprovenienzkultur im Versuchsgarten Adlisberg habe ich im Jahre 1932 teils herrschende, teils beherrschte Probebäumchen der Herkunftsorte Winterthur 550 m, Malans 600 m und Ponte 1900 m ü. M. ausgelesen und analysiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Nadelmenge und Zuwachs bei 25 jährigen Fichten verschiedener Herkunft, erzogen im Garten Adlisberg. Tabelle 3

Untersuchung vom Jahre 1932	Winterthur von 550 m ü. M.		Malans von 600 m ü. M.		Ponte von 1900 m ü. M.	
	herrschend	beherrscht	herrschend	beherrscht	herrschend	beherrscht
Baumdurchmesser in 1,3 m cm	8,3	5,7	8,2	6,1	7,2	4,5
Baumhöhe . . . . . m	8,8	6,0	8,4	7,4	5,9	4,5
Länge der Krone . . . . . m	5,7	3,8	4,4	3,4	3,3	2,4
Nadelgewicht pro Baum . . . kg	7,8	3,7	7,9	5,0	6,6	2,5
Schaftholz-zuwachs in Litern pro Jahr . . . . .	3,1	1,2	2,7	1,5	1,9	0,6
Nadeloberfläche pro 1 kg . . m <sup>2</sup>	6,3	6,2	5,5	5,8	6,0	5,9
Nadeloberfläche pro Baum . . m <sup>2</sup>	49	23	43	29	42	15
Nadelzahl pro kg . . . . .	190000	269000	141000	180000	206000	237000
Nadelzahl pro Baum . . . . .	1482000	995000	1139000	900000	1360000	593000
Nadelgewicht pro 1 m <sup>3</sup> Schaftzu- wachs . . . . . kg	2500	3100	2900	3300	3500	4200
Nadeloberfläche pro 1 m <sup>3</sup> Schaft- zuwachs . . . . . m <sup>2</sup>	15700	19200	16000	19100	21000	24000
Spez. Trockengewicht des Holzes	0,44	0,47	0,42	0,45	0,39	0,41
Trockengewichtszuwachs in kg .	1,36	0,56	1,13	0,68	0,74	0,25
Trockene Nadeln pro Baum kg	3,7	1,6	3,8	2,4	3,1	1,2
Trockenzuwachs pro kg trockener Nadeln . . . . .	0,37	0,35	0,30	0,28	0,24	0,21

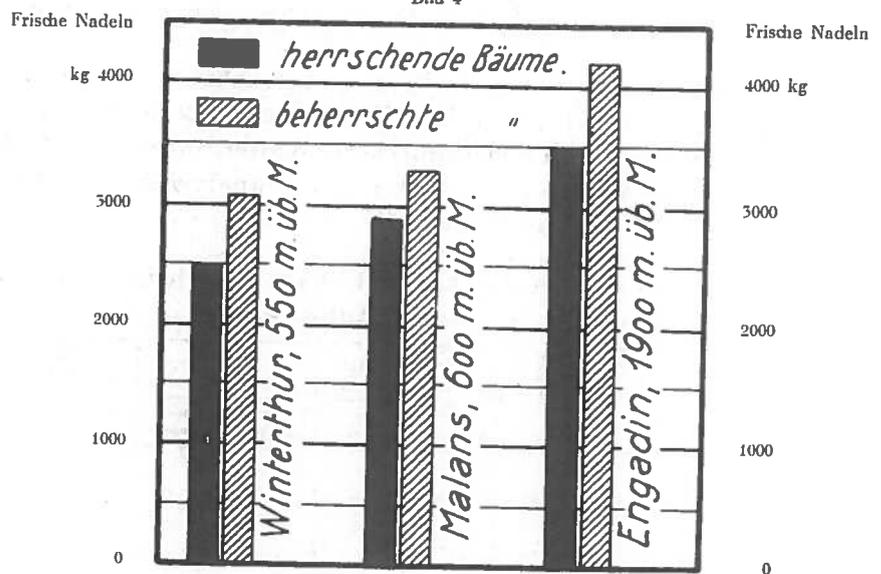


der ver-  
nwachs-  
stums-  
ahr 1921

Vergleicht man zunächst nur die Ergebnisse von herrschenden Bäumen der Untersuchung von 1932 mit denen von 1922, so zeigt sich eine recht gute Uebereinstimmung bezüglich Nadelzahl und Oberfläche eines Kilo frischer Nadeln, der Nadelgewichte und Nadeloberflächen, die erforderlich sind, um jährlich einen Festmeter Holz zu schaffen und auch bezüglich des Verhältnisses von Nadel Trockengewicht zum Zuwachstrockengewicht. Auch die Untersuchung von 1932 beweist also, daß die Nadeln von Fichten aus Hochlagen im Versuchsgarten Adlisberg weniger intensiv Zuwachs schaffen als die Nadeln von Fichten aus Tieflagen.

Nadelfrischgewicht, das im Jahre einen Festmeter Schaftholz erzeugt, bei herrschenden und beherrschten Fichten verschiedener Herkunft im Versuchsgarten Adlisberg.

Bild 4



Die herrschenden Bäume mit ihren besser belichteten Kronen brauchen bei den Fichten aller 3 untersuchten Herkunftsorte deutlich weniger Nadelmenge, um einen Festmeter Holz zu erzeugen als die beherrschten Fichten, deren Nadeln nur noch zum kleinsten Teil volles Licht erhalten. Immerhin ist dabei zu beachten, daß es bei den herrschenden Bäumen eine optimale Kronengröße gibt, von der an bei weiterer Vergrößerung der Krone die Nadeln relativ wieder ungünstiger arbeiten, wie ich es für die Strobe und die Douglasie nachgewiesen habe und Dengler kürzlich für die Föhre. Man vergleiche auch Busse.

Aus dem reichen Material, das ich über den Einfluß der Stellung der Fichten im Bestand auf das Verhältnis von Nadelmenge und Zuwachs besitze, sei hier nur ein Beispiel aus einem 53 jährigen Fichtenbestand, der auf 450 m ü. M. bei Olten erwachsen ist, angeführt.

**Nadelmenge und Zuwachs  
bei verschiedenen Baumklassen in einem 53jährigen Fichtenbestand.**

Tabelle 4

53jährige Fichten von Olten	Baumklassen				
	unterdrückt	beherrscht	mit-herrschend	mit-herrschend	herrschend
Durchmesser in 1,3 m . . . cm	11,0	13,4	19,4	20,4	27,8
Baumhöhe . . . . . m	16,4	19,2	21,4	21,8	23,4
Frische Nadeln pro Baum . kg	3,7	8,6	18,6	35,7	67,7
Zuwachs im Jahr . . . . Liter	1,6	4,3	12,7	21,4	39,7
Frische Nadeln pro 1 Festmeter Zuwachs . . . . .	2310	2000	1460	1670	1710

Die unterdrückte Fichte braucht also weitaus am meisten Nadeln, um einen Festmeter Holz im Jahr zu erzeugen. Die Nadeln des beherrschten Baumes arbeiten ebenfalls noch träge. Am intensivsten schaffen die Nadeln des schwach mitherrschenden Baumes Zuwachs. Das Verhältnis zwischen Nadelmenge und Zuwachs verschlechtert sich bei den stark mitherrschenden und herrschenden Bestandesgliedern des Fichtenbestandes. Von dieser allgemeinen Regel gibt es aber Ausnahmen, über die, sowie über die noch extremeren Verhältnisse bezüglich Baumklassen und relativen Zuwachs im Plenterwald ich später einmal berichten werde.

Kommen wir zu den Ergebnissen der Untersuchung von 1932 im Versuchsgarten Adlisberg zurück, die in Tabelle 3 enthalten sind, so erkennen wir, daß die beherrschten Fichten aller 3 Herkunftsorte, die auf dem gleichen Standort erwachsen sind, etwas dichteres Holz erzeugt haben als die herrschenden Fichten. Das Darr-Raumgewicht des Fichtenholzes nimmt also mit abnehmender Jahrringbreite zu, bis zu einer Grenze, die allerdings von unseren Fichten verschiedener Herkunft noch nicht erreicht worden ist.

Da das Darr-Raumgewicht des Holzes der beherrschten Fichten höher ist als das der herrschenden Fichten, so ist der Unterschied des Verhältnisses Trockennadelgewicht zu Trockengewichtszuwachs zwischen herrschenden und beherrschten Fichten weniger groß als beim Verhältnis Nadelfrischgewicht zu Volumenzuwachs.

Man erkennt auch hier wieder, daß es bei feineren Untersuchungen über Fragen des Zuwachses nur erlaubt ist, den Zuwachs in Trockengewicht auszudrücken.

schenden  
zeigt sich  
berfläche  
chen, die  
ind auch  
Zuwachs-  
daß die  
weniger

rrschenden  
isberg.

Nadeln

Kronen  
deutlich  
als die  
il volles  
bei den  
r an bei  
ünstiger  
gewiesen  
h Busse.  
Stellung  
ge und  
Fichten-  
t.

## Zusammenfassung.

Untersuchungen über das Verhältnis zwischen Nadelmenge und Zuwachs bei Föhren und Fichten ungefähr gleichen Alters, aber verschiedener Herkunft, die auf dem gleichen Standort erwachsen sind, haben folgendes ergeben:

1. Die Nadeln nordischer Föhren ( $60^{\circ} 26'$ ) arbeiten auf dem Standort Eglisau am Rhein weniger intensiv als die Nadeln süddeutscher Föhren ( $48^{\circ} 50'$ ).
  2. Das gleiche Gewicht Föhrennadeln erzeugt nach einer Durchforstung des Bestandes mehr Zuwachs als vorher.
  3. Fichten aus dem Engadin (1800—1900 m ü. M.) brauchen zur jährlichen Erzeugung eines Festmeters Schaftholz im Versuchsgarten Adlisberg im Alter von 24—25 Jahren 4000—5000 kg Nadeln, die aus Winterthur (550 m ü. M.) dagegen nur 2500—2700 kg.
  4. 1 kg Nadel Trockengewicht erzeugt jährlich bei herrschenden Fichten von Winterthur 0,35—0,40 kg Schafthrockengewicht, bei den Fichten aus dem Engadin aber auf dem gleichen Standort im Garten Adlisberg nur 0,20—0,25 kg.
  5. Das Verhältnis von Nadelmenge zum Zuwachs ist bei diesen jungen Bäumen noch etwas ungünstig, weil noch ein relativ großer Teil der Assimilate zur Vergrößerung der Krone verbraucht wird. Man vergleiche dagegen die Angaben über 53 jährige Fichten von Olten.
  6. Die Arbeitsintensität der Nadeln ist am ungünstigsten bei unterdrückten Fichten, wird etwas besser bei nur beherrschten Bäumen, ist meist am günstigsten bei mitherrschenden Bäumen und verschlechtert sich wieder bei weiterer Zunahme der Kronengröße über ein Optimum hinaus.
  7. Die beherrschten Fichten erzeugen auf günstigen Standorten meistens ein dichteres Holz als die herrschenden.
  8. Das Verhältnis von Nadelmenge zu Zuwachs ist bei der Föhre wesentlich günstiger als bei der Fichte, da bei der Föhre auf tiefen mitteleuropäischen Standorten die Nadeln nur 2—3 Jahre alt werden, bei der Fichte aber 6—7 Jahre.
-

## Résumé.

Nos recherches concernant les relations qui existent entre la quantité des aiguilles et l'accroissement de pins sylvestres et d'épicéas d'à peu près même âge, de provenance diverse, mais ayant crû côte à côte, ont donné les résultats suivants:

1. Les aiguilles de pins sylvestres du nord (60° 26') ont, sous le climat et dans le sol d'Eglisau s. le Rhin, une activité productive moindre que celles de pins de l'Allemagne du sud (48° 50').

2. Un poids donné d'aiguilles de pin sylvestre produit, après que le peuplement ait été éclairci, plus de bois qu'avant le desserrement.

3. Dans le jardin d'essai de l'Adlisberg, il faut à des épicéas d'origine engadinoise (1800—1900 m d'altitude), âgés de 24 à 25 ans, 4000 à 5000 kg d'aiguilles pour fabriquer un m<sup>3</sup> de bois de tige par an, alors que 2500—2700 kg d'aiguilles suffisent à des épicéas originaires de Winterthur (550 m d'altitude) pour obtenir le même effet.

4. 1 kg d'aiguilles (poids à l'état sec) produit par an, sur des tiges dominantes d'épicéa provenant de Winterthur, 0,35 à 0,40 kg de substance sèche de bois de tige. Dans le même jardin de l'Adlisberg, la substance sèche fabriquée en un an par des épicéas de provenance engadinoise ne pèse, par contre, que 0,20 à 0,25 kg par kg d'aiguilles sèches.

5. Le rapport de la quantité d'aiguilles à l'accroissement est, pour ces jeunes arbres, assez défavorable, car une part relativement élevée des matériaux assimilés est employée à l'agrandissement de la cime. Qu'on compare, à ce sujet, ces résultats avec ceux obtenus dans une pessière âgée de 53 ans, près d'Olten.

6. C'est sur des épicéas surcimés que l'activité productive des aiguilles est la plus faible; elle est quelque peu plus intense sur des retardataires non surcimés de la même essence. En général, pour l'épicéa, c'est sur des tiges codominantes qu'elle atteint son maximum, dont elle s'éloigne au fur et à mesure que les cimes présentent plus d'ampleur.

7. Sur un terrain fertile, les épicéas retardataires produisent en général un bois plus dense que les dominants.

8. Le rapport de la quantité des aiguilles à l'accroissement est sensiblement plus favorable chez le pin que chez l'épicéa. La raison en est que, pour le pin provenant de basses altitudes de l'Europe centrale, les aiguilles tombent au bout de deux à trois ans, alors qu'elles persistent 6 à 7 ans sur l'épicéa.

## Literaturverzeichnis.

1. *Bornebusch C. H.*: „Untersuchungen über den Fichtennadelabfall“. Das forstliche Versuchswesen Dänemarks, 1937.
2. *Buchanan F. S.*: „An alinement chart for estimating number of needles on western white pine reproduction“. Journal of Forestry, 1936.
3. *Burger H.*: „Die Lebensdauer der Fichtennadeln“. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 1927.  
Derselbe: „Holz, Blattmenge und Zuwachs“. Die Weymouthsföhre und die Douglasie. Mitteilungen der eidgen. Anstalt f. d. forstliche Versuchswesen, 1929 und 1935.  
Derselbe: „Untersuchungen über das Höhenwachstum verschiedener Holzarten“. Gleiche Mitteilungen, 1926.  
Derselbe: „Zuwachs und Nadelmenge bei verschiedenen Föhrenrassen“. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen, 1936.
4. *Busse J.*: „Baumkrone und Schaftzuwachs“. Forstwissenschaftl. Zentralblatt, 1930.
5. *Champion H. G.*: „Seasonal progress of height growth in trees“. Forest Bulletin No. 88, 1934.
6. *Coile T. S.*: „The effect of rainfall and temperature on the annual radial growth of pine in the southern United States“. Ecological monographs, 1936.
7. *Coster J. C.*: „The transpiration of different types of vegetation on Java“. Tectona, 1937.
8. *Delévooy G.*: „Expérience internationale sur l'origine du pin sylvestre“. Bull. d. l. Soc. centr. Forestière de Belgique, 1937.
9. *Dengler A.*: „Kronengröße, Nadelmenge und Zuwachsleistung von Altkiefern“. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 1937.
10. *Kramer P. J.*: „Effect of variation in length of day on growth and dormancy of trees“. Plant Physiology, 1936.
11. *Langlet O.*: „Studien über die physiologische Variabilität der Kiefer“. Mitteil. d. schwed. forstl. Versuchsanstalt, 1936.
12. *Larsen P.*: „Regenerierende Kohlensäureassimilation bei Eschenästen“. Das forstl. Versuchswesen Dänemarks, 1936.
15. *Rubner K.*: „Höhentriebe der Lärche und Fichte im Jahre 1934“. Tharandter forstl. Jahrbuch, 1935.
14. *Stiny J.*: „Jahrringbreite und Niederschläge“. Wiener Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1936.

Bild 1



Phot. Dr. W. Nägeli, 1957

Gebiet des Chanet von Boudry mit Chassagne, Biolley und Chanellat  
(von La Sauge aus).

Bild 2



Phot. Dr. W. Nägeli, 1957

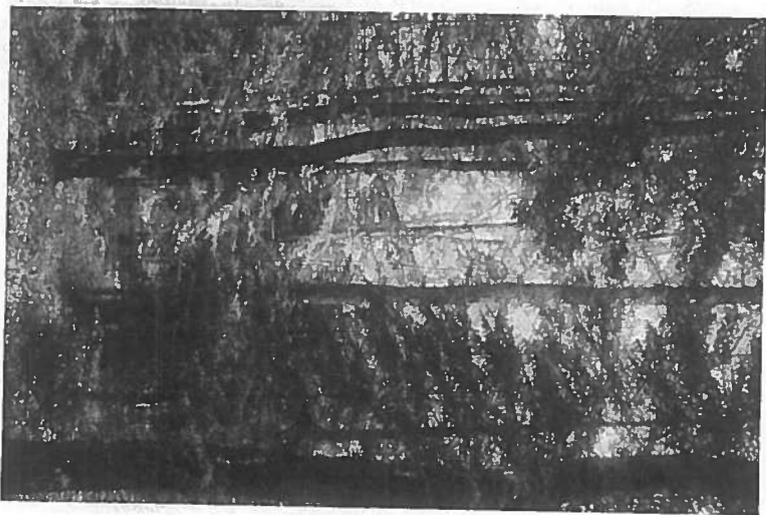
Gebiet des La Pullière-Typs und der Béroche-„Prises“.  
Im Hintergrund Schloß Gorgier.

Bild 5



Phot. Dr. W. Nägeli, 1957  
Chunmereux-Typ der trockenen, felsigen, flachgründigen  
Standorte des Juras zwischen Neuenburg und Biel.  
(Vergl. Bild 7).

Bild 4



Phot. Dr. W. Nägeli, 1957  
Versuchsfläche im Chanet de Boudry.  
Eiche in Mischung mit Buche und Tanne.