Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 85 (1934)

Heft: 3

Artikel: Zuwachsschwankungen bei einheimischen Nadelhölzern

Autor: Jaccard, P.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-768374

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 14.07.2025

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

« Weniger gut hingegen haben die Entwässerungen auf die Dauer (nach zehn Jahren) gewirkt: Sie wurden in Form von Sickerdolen und Sickergräben erstellt. Das Wasser in diesem Gebiet neigt aber zu starkem mineralischen Absatz; es verstopft sehr intensiv, und diesem misslichen Umstande ist es zuzuschreiben, dass die Sickerdolen nach wenigen Jahren verstopft waren, so dass das Gebiet heute so sumpfig oder noch sumpfiger ist als vorher. Darunter haben natürlich auch die im Entwässerungsgebiete ausgeführten Aufforstungen stark gelitten. »

Was hier vorgekommen ist, treffen wir ebenfalls im *Lielibachgebiet, Waseneggli* usf. an. Ueberall ist man genötigt, die Sickergräben aufzureissen und durch offene Gräben zu ersetzen; eine kostspielige und schwierige Arbeit.

Zuletzt spielt die Sicherstellung des Hanges vor Beginn der Entwässerungsarbeiten eine grosse Rolle. Ohne Verbaue, die den Fuss des gleitenden Gebietes dauernd sichern, dürfen keine Entwässerungen in Angriff genommen werden.

Zuwachsschwankungen bei einheimischen Nadelhölzern.

Von P. Jaccard, Zürich.

In seinem kürzlich in dieser Zeitschrift erschienenen Artikel « Ueber Zuwachsschwankungen »[1] kommt *H. Knuchel* zu folgender Schlussfolgerung: « Es ist notwendig, die Zusammenhänge zwischen Klima und Wachstum, vor allem die Wirkung der jahreszeitlichen Verteilung der Niederschläge, sowie auch die Wirkung anderer Klimafaktoren noch genauer zu untersuchen, um alle Eigentümlichkeiten der Zuwachsschwankungen erklären zu können. »

Trotz des unverkennbaren Zusammenhanges zwischen Witterung und Wachstum der Bäume ist es nicht immer leicht, direkte Beziehungen zwischen gewissen Klimafaktoren und der jährlichen Zuwachsgrösse nachzuweisen. In einer wichtigen 1926 erschienenen Abhandlung[2] teilt *H. Burger* mit, dass bei seinem Untersuchungsmaterial « ein direkter Einfluss der Witterung des Vegetationsjahres auf die Grösse des *Höhenwachstums* des gleichen Jahres nicht nachzuweisen » gewesen sei. Dagegen machte sich oft ein Einfluss des Vorjahres bemerkbar.

Hinsichtlich des *Dickenwachstums* stellt *H. Knuchel* in der erwähnten Arbeit fest, dass jährliche, sowie langperiodische Zuwachsschwankungen zurzeit nicht befriedigend durch den Einfluss äusserer Faktoren zu verstehen sind. Ein direkter unmittelbarer Zusammenhang zwischen bestimmten Witterungsfaktoren und Zuwachsgrösse ist namentlich in der Schweiz schon deshalb schwer festzustellen, weil die Standortsbedingungen so ungemein verschieden sind.

---

[1] Nrn. 9 und 12 (1933).

[2] Mitteil. d. Schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswesen XIV. Bd. 1, S. 29—158, Zürich, 1926.

Die günstige oder nachteilige Wirkung der Witterung macht sich in den verschiedenen Jahreszeiten, bezw. Vegetationsstadien, nicht in gleicher Weise geltend. Ferner spielen Tiefe, Natur und Bonität des Waldbodens, sowie die Höhe über Meer des Standortes und seine Exposition oft eine massgebende Rolle. Den Einfluss der jahreszeitlichen Verteilung der wichtigsten klimatischen Faktoren auf die Grösse des Dickenwachstums habe ich bereits vor Jahren unter Berücksichtigung der örtlichen Wachstumsbedingungen (Boden, Höhe ü. M., Exposition) untersucht. Die Ergebnisse jener Arbeit [1] möchte ich hier erwähnen und zum Teil ergänzen.

Die Untersuchungen beziehen sich auf Grösse und Qualität der Zuwachsringe in den Jahren 1911 und 1912, die sich durch sehr verschiedene Sommer auszeichneten: der erste war ausserordentlich trocken, lichtreich und warm, der zweite dagegen besonders kühl und regnerisch. 15 Stammscheiben von Fichte, Tanne, Lärche und Föhre von vier Standorten (Chur, Arosa, Ste. Croix und Winterthur, Höhenlagen zwischen 450 und 1800 m) wurden mikroskopisch untersucht.

Betrachten wir zunächst die aus dem Forstgebiete Chur untersuchten Stämme von den 13 folgenden Bäumen.

I. Pradalast, 700 m ü. M.

Exposition: Nord; tiefer Boden; Schutt aus Bündnerschiefer.

Nr. 1.	Weisstanne	h = 22,0 m;	Kronenlänge	11,0 m;	$d_{1,3\,m}$ = 44 cm;	150 Jahre
„ 2.	Lärche . .	h = 24,0 m;	„	9,0 m;	$d_{1,3\,m}$ = 50 cm;	140 „
„ 3.	Fichte . .	h = 31,0 m;	„	20,0 m;	$d_{1,3\,m}$ = 44 cm;	130 „
„ 4.	Gem. Föhre	h = 23,0 m;	„	12,5 m;	$d_{1,3\,m}$ = 54 cm;	135 „
„ 5.	Fichte . .	h = 9,5 m;	„	6,0 m;	$d_{1,3\,m}$ = 12 cm	
„ 6.	Weisstanne	h = 11,2 m;	„	7,0 m;	$d_{1,3\,m}$ = 15 cm	

II. Langdohle, 1200 m ü. M.

Exposition: Nord; tiefer Boden; Schutt aus Bündnerschiefer.

Nr. 7.	Weisstanne	h = 24,0 m;	Kronenlänge	9,2 m;	$d_{1,3\,m}$ = 36 cm;	150 Jahre
„ 8.	Lärche . .	h = 32,0 m;	„	7,0 m;	$d_{1,3\,m}$ = 44 cm;	90 „
„ 9.	Fichte . .	h = 24,3 m;	„	10,0 m;	$d_{1,3\,m}$ = 38 cm;	180 „
„ 10.	Gem. Föhre	h = 21,3 m;	„	6,0 m;	$d_{1,3\,m}$ = 38 cm;	175 „
„ 11.	Fichte . .	h = 9,5 m;	„	6,5 m;	$d_{1,3\,m}$ = 15 cm	
„ 12.	Weisstanne	h = 13,5 m;	„	9,0 m;	$d_{1,3\,m}$ = 13 cm	

III. Arosa, 1800 m ü. M.

Tiefer Boden; kalkreiche Schutt und Moräne.

Nr 13.	Fichte . .	h = 22,0 m;	Kronenlänge	9,6 m;	$d_{1,3\,m}$ = 36 cm;	170 Jahre

Die nachfolgende Tabelle gibt 1. die Breite der Jahrringe, 2. diejenige des Früh- und des Spätholzes, 3. die entsprechende Zahl der Tracheidenreihen in den Jahren 1911 und 1912 für die 13 oben bezeichneten Bäume an.

---

[1] ... Accroissement en épaisseur de quelques conifères en 1911 et 1912. « Journal forestier suisse », 1913, p. 123 à 135.

Tabelle 1. **Vergleich des Zuwachses 1911 und 1912**

Nr.	Holzart	S %[4]	Jahr	Jahreszeit	Breite der Jahrringe[2]	Zahl der Tracheidenreihen[3]
			Pradalast (700 m ü. M.)			
1	**Weisstanne** . . .	**34**	**1912**	F[1]	23[2]	16
				S[1]	12	18
				G[1]	**35**	34
		24	**1911**	F	26	20
				S	8	13
				G	34	33
2	**Lärche**	**35**	**1912**	F	15	8
				S	8	5
				G	23	13
		26	**1911**	F	28	12
				S	10	5
				G	**38**	17
3	**Fichte**	**14**	**1912**	F	49	33
				S	8	9
				G	57	42
		13	**1911**	F	55	36
				S	14	15
				G	**69**	41
4	**Gemeine Föhre** . .	32	**1912**	F	43	33
				S	20	26
				G	**63**	59
		34	**1911**	F	33	27
				S	17	24
				G	50	51
5	**Fichte**	13,5	**1912**	F	32	42—47
				S	5	
				G	**37**	
		13,3	**1911**	F	27	37—41
				S	4	
				G	30	
6	**Weisstanne** . . .	**26**	**1912**	F	23	28—30
				S	8	
				G	**31**	
		23	**1911**	F	20	28—31
				S	6	
				G	26	

[1] F = Frühholz bezw. Wasserleitungsgewebe; S = Spätholz (Festigungsgewebe); G = Ganze Jahrringbreite.

[2] Breite der jahrzeitlichen und der jährlichen Zuwachsschichten, gemessen in mm auf Mikrophotog. 30fach vergrössert. Mittelwerte aus mikroskopischen Bestimmungen in mindestens zwei verschiedenen Radialrichtungen gemessen.

[3] Ein vollwertiger Vergleich der Anzahl Tracheidenzellreihen von Stämmen verschiedener Bäume ist nur dann möglich, wenn die betreffenden Stämme einen grossen Durchmesser erreicht haben, so dass aufeinanderfolgende Jahrringe ähnliche Breite und annähernd die gleiche Querschnittfläche besitzen.

[4] S % = Prozentsatz des Spätholzes jedes Jahrringes.

Nr.	Holzart	S %	Jahr	Jahreszeit	Breite der Jahrringe	Zahl der Tracheidenreihen
			Langdohle (1200 m ü. M.)			
7	**Weisstanne** . . .	**24**	**1912**	F	19	15
				S	6	6
				G	25	21
		17	**1911**	F	30	19
				S	6	7
				G	**36**	26
8	**Lärche**	50	**1912**	F	2	2
				S	2	2
				G	**4**	4
		50	**1911**	F	1,5	1
				S	1,5	2
				G	3	3
9	**Fichte**	**37**	**1912**	F	31	21
				S	18	18
				G	**49**	39
		30	**1911**	F	32	23
				S	14	15
				G	46	38
10	**Gemeine Föhre** . .	**26**	**1912**	F	20	13
				S	7	10
				G	**27**	23
		25	**1911**	F	15	10
				S	5	6
				G	20	16
11	**Fichte**	**15,3**	**1912**	F	50	70
				S	9	
				G	**59**	
		9,1	**1911**	F	50	58
				S	5	
				G	55	
12	**Weisstanne** . . .	12	**1912**	F	30	40
				S	4	
				G	**34**	
		12,5	**1911**	F	28	38—40
				S	4	
				G	32	
			Arosa (1800 m ü. M.)			
13	**Fichte**	10	**1912**	F	38	26
				S	4	8
				G	42	34
		10	**1911**	F	49	34
				S	5	8
				G	**54**	42

Zur Deutung der erwähnten Zuwachsunterschiede auf den untersuchten Stammscheiben greifen wir auf die meteorologischen Daten der in Frage kommenden Vegetationsperioden (1911 und 1912) zurück. In der unten wiedergegebenen Tabelle (3) sind nach den Berichten der meteorologischen Zentralanstalt Zürich die Durchschnittszahlen der *täglichen* Temperaturen, Niederschlagsmengen und Sonnenscheindauer für die vier folgenden Vegetationsperioden zusammengestellt:

1. Periode: April—Mai. Beginn der Vegetationstätigkeit (in der Ebene), Entfaltung der Knospen und jungen Triebe, noch kein merkliches oder nur schwaches Dickenwachstum.

2. Periode: Juni (event. von Mitte Mai an). Maximale Frühholzbildung.[1]

3. Periode: Juli. Meistens maximale Bildung des Sommerholzes, neue Nadeln in ausgewachsenem Zustande, Beginn der Stoffspeicherung.

4. Periode: August—September. Spätholzbildung.

Aus der Tabelle 1 geht hervor: 1. dass neun der untersuchten Stämme im Jahre 1912 in ihrem Dickenwachstum begünstigt wurden, hingegen nur vier im Vorjahr, und zwar 4 bezw. 2 in der unteren Station Pradalast und 5 bezw. 1 in der mittleren (Langdohle). In der hohen Station Arosa ist dagegen die Fichte 1911 mehr gewachsen als 1912.

Die Vermehrung des Zuwachses der vier Stämme Lärche (Nr. 2), Fichte (Nr. 3), Tanne (Nr. 7) und Fichte (Nr. 13) 1911 war bei allen auffallend gross, dagegen von den neun Stämmen, die 1912 stärker gewachsen sind als im Vorjahr, zeigen nur fünf einen starken und vier einen schwachen Unterschied. Es ist ferner zu bemerken, dass die vier jüngeren Bäume (Nrn, 5, 6, 10 und 11) alle 1912 stärker gewachsen sind als 1911.

Wenn wir nun nicht den Gesamtzuwachs allein, sondern auch die relative Breite des Spätholzes (S %) ins Auge fassen, so zeigt sich, dass im Jahre 1912 dreimal mehr Spätholz gebildet worden ist als im Vorjahr, nämlich 35,4 % gegen 10,5 %. In dieser Hinsicht merkt man von Baum zu Baum noch grössere Ungleichheiten als bei der Gesamt-Jahrringbreite, wie aus der Tabelle 2 hervorgeht. Hingegen macht sich in der Ausbildung des Frühholzes, d. h. der Wasserleitungsbahnen, nur eine unbedeutende Differenz geltend: Die Vermehrung der Tracheidenreihen beträgt insgesamt 28—29 im Jahre 1912 gegen 25 im Vorjahr.

Die an den Stämmen von Ste. Croix und Winterthur durchgeführten Messungen haben zu ähnlichen Ergebnissen geführt wie beim Material von Chur und Umgebung; sie werden deshalb hier nicht ausführlich wiedergegeben.

Es soll nun versucht werden, aus der Tabelle 3 die für den Zuwachs unserer Bäume wichtigsten Daten herauszulesen.

---

[1] In der Ebene findet die stärkste Frühholzbildung (Wasserleitungsgewebe) meistens im Juni, diejenige des Spätholzes (mechanisches Gewebe) Ende Juli bis August statt.

Tabelle 2.

	Vergleich in Spätholzprozenten		Zahl der Frühlingstracheidenreihen	
	Mehr im Jahre 1911	Mehr im Jahre 1912	Mehr im Jahre 1911	Mehr im Jahre 1912
		S %	F	F
Nr. 1. Tanne . .	—	10 %	4	—
„ 2. Lärche . .	9 %	—	4	—
„ 3. Fichte . .	1 %	—	3	—
„ 4. Föhre . .	—	2 %	—	6
„ 5. Fichte . .	—	0,2%	—	5 bis 6
„ 6. Tanne . .	—	3 %	0	0
„ 7. Tanne . .	—	7 %	4	—
„ 8. Lärche . .	0 %	0 %	—	1
„ 9. Fichte . .	—	7 %	2	—
„ 10. Föhre . .	—	1 %	—	3
„ 11. Fichte . .	—	5,2%	—	12
„ 12. Tanne . .	0,5%	—	—	1
„ 13. Fichte . .	0 %	0 %	8	—
Summe	10,5%	35,4%	25	28 bis 29

Hinsichtlich der Temperatur bemerkt man, dass in Chur die Mittelwerte der monatlichen Temperaturen von April bis Juni 1911 und 1912 beinahe gleich gewesen sind, nämlich 36,6 ° C. 1912 gegen 36,1 ° C. 1911. Es zeigt sich auch, dass die Niederschlagsmengen während der Frühlingsperioden wenig voneinander differieren; 220 mm 1912 gegen 205 mm 1911.

Der beinahe gleich starke Zuwachs des Frühholzes 1911 und 1912 bei den Bäumen im Churergebiet steht also ziemlich gut im Einklang mit den meteorologischen Daten.

Wenn wir aber die Durchschnittstemperaturen und die Niederschlagsmengen für die Sommerzeit Juli bis September ins Auge fassen, so sehen wir, dass in Chur die Summe der monatlichen Temperaturen 1911 55,5° C. gegen 40,3° C. 1912 beträgt, und die Summe der Niederschlagsmengen 289 mm (davon nur 12 mm im September) 1912 gegen 201 mm (davon 115 mm im September !) 1911. Es stellt sich nun die Frage, ist der bedeutende Spätholzzuwachs 1912 bei der Mehrzahl unserer Bäume der grösseren Feuchtigkeit im Sommer 1912 zuzuschreiben ? Oder wurde umgekehrt der Spätholzzuwachs 1911 durch die relative Trockenheit Juli—September gehemmt ? Die Tatsache, dass einzig und allein die Lärche — ein ausgesprochener Lichtbaum — die stärkere Spätholzbildung (10 %) 1911 aufweist, während am selben Standort (Pradalast) die feuchtigkeitliebende Tanne sich durch eine fast ebenso starke Spätholzbildung (9 %) 1912 auszeichnet, zeigt, dass die verschiedenen Holzarten durch die Witterungsverhältnisse verschieden beeinflusst werden.

In bezug auf die jahreszeitliche Verteilung der Temperatur und

Tabelle 3. **Meteorologische Daten der Jahre 1911 und 1912 von 4 verschiedenen Stationen der Alpen, des Mittellandes und des Jura während der Vegetationsperiode.**

Stationen	Jahre	Temperaturen (Monatsmittel)						Summe	Niederschläge[1]				Total	Sonnenscheindauer in Stunden				Total
		1		2	3	4		5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX	IV-V	VI	VII	VIII-IX	IV-IX	IV-V	VI	VII	VIII-IX	IV-IX
Chur (610 m)	1912	7,4	13,2	16,0	16,9	14,1	9,3	76,9	138	82	104	185 (12)	509	—	—	—	—	—
	1911	7,5	13,3	15,3	20,3	19,8	15,4	91,6	82	123	14	187 (115)	406	—	—	—	—	—
Zürich (493 m)	1912	7,8	13,7	16,1	17,0	14,2	9,1	79,9	174	178	92	247 (51)	691	387	203	199	213	1002
	1911	7,9	13,3	15,6	20,8	20,9	16,2	94,7	112	116	40	157 (100)	425	388	219	370	519	1496
Chaumont (1127 m)	1912	3,6	10,0	11,7	13,5	10,0	5,5	54,3	108	105	137	223 (38)	556	—	—	—	—	—
	1911	3,5	9,3	11,7	17,4	17,7	13,8	73,4	102	153	18	267 (93)	505	—	—	—	—	—
Arosa (1854 m)	1912	—	6,2	9,5	10,6	8,1	—	34,6	160	128	157	257	702	153	175	167	113	608
	1911	—	5,8	8,8	13,4	13,2	—	41,2	62	203	47	114	472	130	167	271	252	820

[1] IV-V = April-Mai, VI = Juni, VII = Juli, VIII = August, IX = September. Die Zahlen ( ) zwischen Klammern beziehen sich auf die Niederschlagsmengen im September allein.

Niederschläge findet allerdings zwischen Chur und Arosa ein nicht unbedeutender Unterschied statt. Die Summe der mittleren Temperaturen in Arosa von Mai und Juni beträgt 1912 15,7 ° C. gegen 14,6 ° 1911. Von Juli und August 1912 18,7 ° C. gegen 26,6 ° (!) 1911. In der ersten Vegetationsperiode war also die mittlere Temperatur in den beiden Jahren wenig verschieden, wohl aber in der zweiten (Juli—August), in welcher ein starker Wärmeüberschuss zugunsten 1911 stattfand.

Was die Niederschläge anbelangt, so bekommt man auf Grund der Tabelle 3 für April bis Juni 1912 288 mm gegen 265 mm für dieselbe Periode 1911, dagegen für Juli bis September 1912 414 mm (!) gegen nur 161 mm 1911.

Kurz zusammengefasst: Ziemlich gleichmässige Verhältnisse in der Frühlingsperiode im Gegensatz zu einem starken Wärmeüberschuss im Sommer (Juli—September) 1911, verbunden mit einem bedeutenden Wasserdefizit. Da aber in Arosa, bei 1800 m, das Dickenwachstum erst spät beginnt, so erklärt sich die stärkere Frühholzbildung, die sich im Sommer 1911 länger fortgesetzt haben soll als in der Ebene. Da aber die Spätholzbildung früher abgeschlossen wurde, so versteht man, dass das Spätholzprozent (S %) in den beiden Jahren gleich gewesen ist (10 %).

Die meteorologischen Besonderheiten der beiden Jahre 1911 und 1912 haben somit die Zuwachsgrösse der untersuchten Bäume sehr ungleich beeinflusst, und zwar wirkte unerwarteterweise der feuchtkühle Sommer eher günstiger als der wärmere Sommer mit seiner Trockenheit. Man darf also annehmen, dass überdurchschnittliche Wärme- und Lichtmengen von unseren Nadelbäumen für ihre Assimilation und Dickenwachstum nicht entsprechend ausgenützt werden. Es sei hierzu bemerkt, dass eine allzu grosse Trockenheit eine Verlangsamung der Fäulnisprozesse und eine geringere CO^2-Abgabe in die Waldphytosphäre zur Folge hat, so dass trotz erhöhter Lichtintensität keine entsprechende Assimilationssteigerung zustande kommt. *A. Münz,* der gerade für die Jahre 1911 und 1912 die Beziehungen zwischen Lichtmenge und Chlorophyltätigkeit bei Kulturpflanzen untersucht hat (C. r. Ac. d. Sc. Paris, février 1913) kommt zum Schlusse, dass in unserem Klima die CO^2-Assimilation durch eine grössere Anzahl heller Tage (Zunahme der Lichtmenge) nicht wesentlich erhöht wird.

Als wichtiges Ergebnis geht aus unseren Messungen ferner hervor, dass ausgesprochene meteorologische Unterschiede aufeinanderfolgender Jahre keine so grossen Zuwachsschwankungen hervorrufen, wie die lokalen Standortsbedingungen.

Die Zuwachsschwankungen sind aber nicht nur durch Standortsfaktoren bedingt, sondern, wie aus den Untersuchungen *Friederichs* deutlich hervorgeht,[1] auch durch spezifische Eigenschaften der Bäume.

---

[1] Sowie durch das ungleiche Verhalten der Lärche und der Fichte in Pradalast.

In seiner Abhandlung « Ueber den Einfluss der Witterung auf den Baumwachs »[1] hat dieser Forscher in den Jahren 1891—1896 die Zuwachsgrössen von neun 40—70jährigen Bäumen untersucht, nämlich von 2 Fichten, 1 Schwarzkiefer, 1 Waldföhre, 1 grossblättrigen Linde, 2 Buchen, 1 Götterbaum und 1 Spitzahorn. Fünf von diesen Bäumen zeigten ihren Minimalzuwachs im Jahre 1894, nämlich die beiden Fichten, die Buche, der Götterbaum und der Ahorn; dagegen wuchs die Schwarzkiefer während dieses Jahres am stärksten. 1895 erreichten die Fichten und die Buchen ihre maximale Ringbreite, während die Kiefer in ihrem Zuwachs benachteiligt erschien. Die Gesamtdicke der von den neun untersuchten Bäumen gebildeten Jahrringe betrug 1894 37,20 mm, 1895 dagegen 42,63 mm, d. h. beinahe 15 % mehr. Da die in Frage kommenden Bäume alle nebeneinander gewachsen sind, können die beobachteten Unterschiede in der Zuwachsgrösse nicht auf Verschiedenheiten der Standortsfaktoren zurückgeführt werden. Es bleibt daher zu untersuchen, inwieweit meteorologische Ursachen dafür verantwortlich gemacht werden können.

Die beigegebene Tabelle zeigt :

Tabelle 4.

	Temperaturen		Niederschläge		Relative Feuchtigkeit	
	1894	1895	1894	1895	1894	1895
Mai	84,0	74,4	44	**124,8**	476	467
Juni	89,4	**106,4**	**158,3**	83,7	487	458
Juli	112,5	**117,8**	66,6	**91,4**	479	448
August	100,5	101,5	59,5	78,6	501	460
September 1.—15. .	37,2	52,0	24,7	13,5	249	227
Summe	423,6	452,1	353,1	392,0	2192	2060

1. Dass die Summen der Temperaturen und Niederschläge von Mai bis September 1895 höher gewesen sind als im Vorjahre 1894, und zwar beträgt der Unterschied für die Temperatur 28½° und für die Niederschläge zirka 39 mm zugunsten von 1895. Infolge der niedrigeren Temperatur war allerdings die relative Feuchtigkeit 1894 höher als im folgenden Jahre. Zahl und Verteilung der Regentage waren jedoch in den beiden Jahren von Mai bis August beinahe gleich, nämlich 63 im Jahre 1894 und 62 1895. Was massgebend wirken konnte, war vor allem die höhere Temperatur, besonders im Juni und Juli (224,2° im Jahre 1895 gegenüber 201,9° 1894) und die grössere Niederschlagsmenge (378,5 mm von Mai bis August 1895 gegenüber 328,4 mm während der entsprechenden Zeitperiode 1894). Da nur die gemeine Waldföhre, die gerne trockene Böden besiedelt, 1895 einen

[1] *loc. cit.* Mitt. aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs, Wien, 1897.

geringeren Zuwachs aufwies, während alle anderen Bäume in ihrem Wachstum gefördert worden sind, darf man wohl annehmen, dass die beobachtete Zunahme des Dickenwachstums im Jahre 1895 mit dem meteorologischen Charakter dieses Jahres im Zusammenhange steht. Auf Grund der Ergebnisse der Untersuchung von *Friederich* war also von vornherein nicht zu erwarten, dass unsere Bäume von Chur und Umgebung im kühleren Jahre 1912 gegenüber dem so viel wärmeren Vorjahre bevorzugt würden.

Bei der Studie von *Friederich* muss jedoch noch ein weiteres Moment in Betracht gezogen werden, nämlich der Beginn der Kambiumtätigkeit, die in Mariabrunn bei 220 m ü. M. früher einsetzt als in unseren Bergen. Im Jahre 1894 hatte die Fichte am 15. Juli schon 59 % und am 31. Juli 70 % ihrer Gesamtringbreite erreicht; und im Jahre 1895 war beim selben Baume am 15. Juli sogar 68 % und am 31. Juli 84 % des Dickenwachstums erfolgt! Ebenso hatte die Schwarzkiefer am 15. Juli 1895 70 % und 1893 selbst 88,5 % ihres Jahrringes ausgebildet!

Es ist daher verständlich, dass summarische Daten über meteorologische Durchschnittswerte nicht ohne weiteres gestatten, die Beziehungen zwischen Klima und Zuwachs aufzuklären. Nur bei genauer Kenntnis der täglichen und wöchentlichen Verteilung der Licht-, Wärme- und Niederschlagsmengen, kombiniert mit vollständigen Daten über die Standortsbedingungen, wird es möglich sein, das so verwickelte Wachstumsproblem abzuklären.

Die Schlussfolgerungen unserer Studie über den Einfluss der Witterungsbedingungen auf den Verlauf des Dickenwachstums der Bäume gestatten die Annahme, dass eine genauere Kenntnis der jahreszeitlichen Verteilung von Temperatur und Niederschlägen wahrscheinlich einen besseren Zusammenhang zwischen Klima- und Zuwachsschwankungen aufdecken würde. Der Holzkörper ist in Wirklichkeit ein sehr empfindlicher Registrierapparat der Aussenbedingungen, die auf ihn einwirken. Man kann dies vor allem bei mechanischen Einflüssen von Schwerkraft und Wind feststellen, die unverzüglich eine veränderte Wachstumsgeschwindigkeit der Kambiumzellen auslösen; aber auch die meteorologischen Faktoren sind in hohem Grade massgebend, obschon sich ihr Einfluss weniger unmittelbar und in komplizierterer Weise geltend macht. Eine gegebene Wärme- oder Feuchtigkeitsmenge kann ganz verschieden auf das Dickenwachstum der Bäume einwirken, je nach der Jahreszeit, oder besser gesagt der Vegetationsperiode, während welcher sie zur Verfügung steht. In dieser Hinsicht sind die klimatischen Daten, die dem Biologen in den meteorologischen Tabellen zur Verfügung stehen, gewöhnlich unzureichend. Denn es ist ja bekannt, dass Witterungsextreme oft einen grösseren Einfluss auf das Wachstum der Pflanzen ausüben als kleine Schwankungen des Monatsmittels in positivem oder negativem Sinne. Man würde wahrscheinlich deutlichere Zusammenhänge auffinden, wenn es gelänge, für jede Baumart die günstigsten Temperatur- und Feuchtig-

keitsverhältnisse *für jedes Stadium ihrer Entwicklung* festzustellen; ausserdem müssten diese Erhebungen an verschiedenen Standorten geschehen, deren Böden in ihren physikalischen, chemischen und bakteriologischen Eigenschaften, welche die Fruchtbarkeit bestimmen und über die Menge aufnehmbarer Nährstoffe Auskunft geben, bekannt wären.

Burger hat in seiner bereits angeführten Arbeit festgestellt, dass das Längenwachstum der Waldbäume bis zu einem gewissen Grad von den Witterungsverhältnissen des Vorjahres abhängt.[1] Jene beeinflussen die Menge Reservestoffe, die in den Parenchymen aufgespeichert werden und dann eine mehr oder weniger ausgiebige Entwicklung der Frühlingstriebe gestatten.

Anders verhält es sich beim Dickenwachstum, das im allgemeinen später beginnt und daher vor allem durch die Wachstumsbedingungen des betreffenden Jahres bedingt wird.

Eine genaue Untersuchung zwischen den Standorts- und Klimabedingungen einerseits und dem Dickenwachstum anderseits müsste eigentlich auch die Dichte des gebildeten Holzes berücksichtigen, um die Menge Holzstoff, die entstanden ist, beurteilen zu können. Diese braucht nämlich keineswegs der Jahrringbreite genau proportional zu sein. Eine starke Frühholzbildung, wie sie bei schnellwachsenden Bäumen vorkommt, bringt infolge der dünnnwandigen und grosslumigen Tracheiden eine kleinere Holzdichte mit sich, während eine Spätholzschicht von gleicher Dicke ein höheres spezifisches Gewicht des Holzes besitzt und einer merklich grösseren Assimilationsintensität des Baumes entspricht.

Die Messungen an lufttrockenen Stammscheiben müssten daher eigentlich eine kleine Korrektur erfahren, die das ungleiche Schwinden von Früh- und Spätholz berücksichtigen. Ferner sei daran erinnert, dass sich die täglichen Schwankungen von Transpiration, Luft- und Bodenfeuchtigkeit in kleinen Variationen des Stammdurchmessers äussern, die von den im Holzkörper enthaltenen Wassermengen abhängen (*Friedrich,* Einfluss der Witterung usw.[2]).

Die merkwürdigen, von *H. Knuchel* aufgedeckten Zuwachsschwankungen, die in periodischen Aenderungen der Wachstumsgeschwindigkeit bestehen, zeigen allerdings keine deutliche Uebereinstimmung mit den Witterungsverhältnissen. Trotzdem ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass eine vollständigere Kenntnis der Beziehungen zwischen der CO_2-Assimilation und der jahreszeitlichen Verteilung von Temperatur und Niederschlägen eine befriedigende Uebereinstimmung zwischen den Zuwachsschwankungen der untersuchten Waldbäume und den lokalen Klimabedingungen nachweisen lassen würde.

Zürich. *Pflanzenphysiologisches Institut der E. T. H.*

---

[1] Wie dies auch für den Fruchtansatz der Weinrebe und der meisten Obstbäume der Fall ist.

[2] Mitteil. aus den forstl. Versuchsanst. Oesterreichs. XXII, 1897.