

JAHRRINGSTUDIEN AN BÄUMEN AUS DREI KONTINENTEN

Friedrich LAUSCHER, Wien*

INHALT

1.	Zur Frühgeschichte der Baumringforschung	73
2.	Das verwendete Beobachtungsmaterial	74
3.	Die 26 längsten Reihen	74
4.	Weitere Ergebnisse und Rätsel der längsten Reihen	78
5.	Korrelation des Wachstums mit langfristigen Temperaturschwankungen	82
6.	Weitere Ergebnisse, auch der kurzen Reihen	85
7.	Zusammenfassung	88
8.	Literaturverzeichnis	88
9.	Summary - Résumé	90

1. ZUR FRÜHGESCHICHTE DER BAUMRINGFORSCHUNG

Die Baumringe waren nach A. DELORME (1972) schon Naturkundigen des Altertums bekannt. LEONARDI DA VINCI (1452-1519) erkannte in einem Wald bei Ravenna, daß in trockenen Sommern nur enge Ringe zustandekamen. H.C. FRITTS (1976) nennt als frühe Baumringforscher DUHAMEL und BUFFON (1737), A.C. TWINING (Connecticut 1827), CH. BABBAGE (England 1838) und J. KUECHLER (Texas 1879). Seine Liste ist für Europa zu ergänzen durch K.v. LINNÉ (1707-1778), der zeigte, daß in Nordschweden kalte Sommer schwaches Wachstum ergaben, ferner - ohne Gewähr auf Vollständigkeit -: M. PRESSLER (1865; Methodik, Zuwachsbohrer), A. POKORNY (1867; Jahrringe entsprechen der Witterung), R. HARTIG (1869; Jahrringe können fehlen), A.v. SECKENDORFF (1881; Charakteristik der Jahrringe), K. BÖHMERLE (1882; Mitteilung einer Reihe von 1727 bis 1874), E. EBERMAYER (1882; Umfassende Darlegung der Wachstumsbedingungen), J. FRIEDRICH (1897; Witterungseinflüsse).

Im allgemeinen wird erst A.E. DOUGLAS (1904) als Begründer der Baumringforschung bezeichnet. Tatsächlich hat er sie populär gemacht. Die einschlägige Literatur ist in unserem Jahrhundert unüberschaubar angewachsen. Wir können im folgenden fast nur jene Ar-

* Univ.-Prof. Dr. Friedrich Lauscher, A-1190 Wien, Zehenthofgasse 25/5

beiten zitieren, die uns zugänglich waren und denen wir Material entnommen haben. Auch ließen wir die am intensivsten untersuchten Gebiete, wie die Schweiz oder die Trockenzone der USA außer Betracht. Bekanntlich gibt es aus Azteken-Ruinen in Neu-Mexiko bereits eine 8200 Jahre umfassende Reihe der Baumringe von Borstenkiefer (*Pinus Longlaeva*).

2. DAS VERWENDETE BEOBACHTUNGSMATERIAL

Vorerst sammelten wir Baumringreihen aus Österreich, da diese in unseren Fachkreisen kaum bekannt sind, und zwar erstens lange Reihen, zweitens neuere Reihen von nicht geschädigten Bäumen aus der Umgebung von Schadstoffgebieten. Weiters verwendeten wir lange Reihen aus Europa, Nordamerika, Japan und China und schließlich neueste Reihen von der Iberischen Halbinsel und aus Südamerika.

Bei Beschaffung des Materials waren folgende Institutionen bzw. Kollegen behilflich:

- Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen Birmensdorf, insbesondere Doz. Dr. F.H. SCHWEINGRUBER,
- Forstliche Bundesversuchsanstalt (FBVA) Wien-Schönbrunn, insbesondere Prof. Dr. J. POLLANSCHÜTZ,
- Dr. V. SIEBENLIST-KERNER, D-8345 Bimbach, Bayern,
- Prof. Dr. H.E. LANDSBERG, College Park, Maryland, USA.

Tabelle 1 enthält die Meßgebiete mit den oft nur geschätzten geographischen Lagedaten, die Baumarten, soweit sie angegeben waren, die Meßperioden und die Zahl der Jahre. Zum Teil sind diese Zahlen auch in Klammern gesetzt, wenn nämlich anfangs weniger als fünf Bäume (mit je 2 Radien) ausgemessen worden waren. Nur ein Baum wurde in Wien untersucht, sonst meist sehr viele, zum Beispiel bei Eichen östlich des Rheins bis zu 150. Die Literaturquellen sind vermerkt.

3. DIE 26 LÄNGSTEN REIHEN

Tabelle 2 bringt Durchschnittswerte für je ein halbes Jahrhundert für Eichen westlich des Rheins (ab 822 beginnend), über Taiwan (ab 851) und die Eichen östlich des Rheins (ab 960) usw. herauf bis zur Gegenwart (1979). Die Zahlen sind eingeklammert, wenn weniger als 50 Jahre vorlagen. Leider wurden nur selten absolute Maße publiziert, wie etwa Angaben in Hunderstel Millimeter in den Meßgebieten 1 bis 3, oder in Zehntelmillimeter in den Gebieten 4, 15, 16, 49 und wahrscheinlich auch 50. Unter "i" sind "indizierte" Werte zu verstehen, wahrscheinlich auf einen Mittelwert = 100 bezogen. Mit "n" haben wir die von uns "normierten" Werte bezeichnet, bei denen die Extremwerte der Originalwerte gleich 100% bzw. 0% gerechnet wurden. Eine einheitliche Art der Veröffentlichung wäre wünschenswert, wobei für den regional vergleichenden Klimatologen neben genauen Ortsangaben auch Angaben über die Baumringe in 1/100 mm und eine präzise Angabe der Baumarten notwendig wären. Viele Veröffentlichungen sind zahlenmäßig kaum brauchbar, da oft nur Schaubilder in winzigen Größen gebracht werden. Mitunter fehlt eine Angabe über den Ordinatenmaßstab überhaupt.

Nr.	Land	Breite	Länge	Höhe(m)	Baumart	Periode	Jahre	Literatur
Europa								
Österreich								
1	Tirol	47,1 N	10,9 E	1850	Fichte	1276-1974	699	Siebenlist-Kerner, 1984
2	Ötztal	47,0 N	11,0 E	1900	Lärche	1333-1974	642	
3	Ötztal	46,8 N	11,1 E	2000	Zirbe	1466-1970		
4	Wen	48,2 N	16,4 E	200	Siberpappel	1872-1971	100	
5	Tirol, Stubaital	47,2 N	11,4 E	1200	Fichte	(1745-1975)	231)	
6	Steiermark, Mariszell	47,7 N	15,4 E	800	Fichte	1784-1975 (1832-1975)	192 144)	
7	Salzburg, Höttau	47,5 N	13,4 E	600	Fichte	1914-1961	48	Pollanschütz, 1962
8	Salzburg, Höttau					1914-1961	48	
9	Kärnten, Gallitz	46,5 N	13,7 E	600	Fichte	1921-1978	58	Pollanschütz, 1960
10	Kärnten, Gallitz					1934-1978	45	
11	Kärnten, Gallitz					1922-1978	57	Neumann und Pollanschütz, 1962
12	Kärnten, Gallitz-Arnoldstein	46,5 N	13,7 E	600	Fichte	1922-1978	57	
13	Kärnten, Gallitz-Arnoldstein					1931-1978	48	
14	Tirol, Hochfilzen	47,5 N	12,6 E	1000	Fichte	1924-1973	50	Pollanschütz, 1975
Deutschland								
15	Deutschland, westl.d.Rheins	50,0 N	7,0 E	300	Eiche	822-1964	1143	Holstein, 1965
16	Deutschland, ostl.d.Rheins	49,0 N	10,0 E	500	Eiche	960-1960	1001	Huber und Gierz-Siebenlist, 1969
Skandinavien								
17	Nord-Finnland	69,0 N	26,5 E	148	?	1181-1960	780	Sirén, 1961
18	Nord-Schweden	68,0 N	20,0 E	700	Fichte	1461-1940	480	Schowe, 1954
19	Nord-Norwegen	68,0 N	15,0 E	100	Fichte	1461-1938	478	
20	Norwegen, Trøndelag	63,0 N	12,0 E	400	Kiefer	1461-1938	478	
21	Norwegen, Trøndelag	63,0 N	12,0 E	400	Fichte	1461-1938	478	
Iberische Halbinsel								
22	Alca	40,4 N	0,7 W	1960	Pinus mugo	1820-1977	158	Bräker und Schweingruber, 1984
23	Arie	43,0 N	0,7 W	1750	Pinus mugo	1657-1977	319	
24	Aret	43,0 N	0,8 W	1700	Fagus sylvatica	1743-1977	235	
25	Aubas	42,8 N	0,6 E	1800	Abies alba	1784-1977	194	
26	Formi	42,6 N	2,1 E	1700	Abies alba	1742-1977	236	
27	Jaca	42,7 N	0,6 W	1780	Pinus mugo	1808-1977	170	
28	Lipo	42,4 N	2,4 E	1950	Pinus mugo	1839-1977	139	
29	Mirau	42,5 N	2,4 E	1720	Abies alba	1831-1977	147	
30	Nava	40,8 N	4,0 W	2050	Pinus silvestris	1663-1977	315	
31	Ordos	42,7 N	0,1 W	1870	Pinus mugo	1609-1977	368	
32	Perch	42,6 N	2,0 E	2100	Pinus mugo	1769-1977	209	
33	Quint	42,0 N	2,7 W	1900	Pinus silvestris	1842-1977	136	
34	Ribas	42,5 N	1,5 E	2100	Pinus mugo	1793-1977	185	
Amerika								
35	Alaska, Kenai Pt.	60,0 N	150,0 W	300	?	1579-1954	376	Karstöm, 1961
36	NE-Canada, FLChimo	58,1 N	68,4 W	37	?	1641-1974	334	Fritts, 1977
37	Alaska, Herring Alpine	60,4 N	174,6 W	290	Tsuga heterophylla	(1422-1972)	551)	Crooper und Fritts, 1981
						1600-1972	373	
38	Canada, Spruce Creek, Yukon Terr.	68,6 N	138,6 W	381	Picea glauca	1570-1977	408	
39	NE-Canada, FL Chimo	58,4 N	68,4 W	46	Larix laricina	1650-1974	325	
40	E-Canada, Nain, Labrador	56,6 N	62,0 W	46	Picea glauca	(1769-1973)	205)	
						1792-1973	182	
41	E-Canada, Border Beacon, Labrador	55,3 N	63,2 W	457	Picea glauca	(1660-1976)	317)	
						1759-1976	218	
42	Brasilien, Campos de Jordao	22,7 S	45,5 W	1500	Podocarpus lamberti	1921-1979	59	Lambrecht, 1964
43	Chile, Piedra del Aguilá	37,8 S	73,1 W	1370	Araucaria araucana	1901-1979	79	
44	Chile, Lonquimay	38,4 S	71,5 W	1770	Nothofagus pumilio	1921-1979	59	
45	Chile, Parque Los Alercales, Schlucht	40,2 S	73,5 W	900	Fitzroya cupressoides	1862-1922	61	
46	wie 45, aber eben			950		1921-1979	59	
47	wie 46				Podocarpus nubigenus	1919-1979	61	
48	wie 46				Saxegothaea conspicua	1919-1979	61	
Asien								
49	Central-Japan	36,0 N	138,0 E	700	Chamaecyparis obtusa	1119-1920	802	Yamazawa, 1936
50	Taiwan	23,0 N	121,0 E	?	Cupressus	851-1900	1050	Shida, 1935

Tab. 1: Verzeichnis der Jahringmeßreihen

FRIEDRICH LAUSCHER

Jahre	1	2	3	4	5	6	15	16	17	18	19	20	21	35	36	37	38	39	40	41	49	50		
822-850							(17,0)																41,4	
851-900							14,2																58,6	
901-950							11,4																31,0	
951-1000							11,4 (10,3)																44,8	
1001-1050							10,6	14,1															37,9	
1051-1100							14,0	18,2															27,6	
1101-1150							18,4	16,0															31,0	
1151-1200							13,2	14,5 (48,2)															9,1	
1201-1250							12,2	12,9 49,6															17,2	
1251-1300							10,4	12,3 60,5															20,7	
1301-1350							9,8	14,1 58,6															17,2	
1351-1400							11,8	17,5 84,8															20,7	
1401-1450							12,2	14,4 53,3															20,7	
1451-1500							13,2	12,0 43,8 (43,3)	(40,1) (38,1) (39,7)													20,7		
1501-1550							11,0	14,3 56,7 44,1	29,8 42,2 43,3													24,1		
1551-1600							11,0	12,4 82,1 47,9	49,6 40,2 46,8 (29,1)													31,0		
1601-1650							10,2	9,5 39,3 41,0	32,7 30,6 37,1 22,0 (36,1)	52,5 43,1 (59,0)												51,7		
1651-1700							10,6	11,6 64,5 51,5	45,1 37,3 53,6 16,5 44,1 45,4 42,3 41,0	(19,4) 11,6 41,4												41,4		
1701-1750							11,51	14,2,7 97,9	(80,5)														34,5	
1751-1800							84,8	94,3 94,5	102,3 (98,5)	12,6	12,9 63,0 49,7	52,8 41,3 47,3	49,6 46,3 53,8	47,7 47,1 (51,9)	(28,1)	9,8	31,0						31,0	
1801-1850							103,3	70,7 70,4	103,7 (98,5)	11,0	15,7 44,9 42,8	51,0 38,0 46,0	60,8 24,8 60,4	38,8 31,7 53,1 46,5	8,1	27,6							27,6	
1851-1900							158,2	72,3 62,3 (61)	99,0 101,3 10,8 17,8	54,2 47,1	35,7 35,9 53,2	50,8 42,9 46,4	41,9 44,4 45,5 37,1	8,1	34,5								34,5	
1901-1950							152,8	77,2 65,2	4,3 98,2 98,6 10,6	16,4 52,5 (45,8)	(42,7) (32,4)	(37,2)	55,1 50,2 57,7 40,2	42,4 59,5 37,6	(9,4)									
1951-1979							(130,5)	(64,6)	(62,6)	(50)	(102,2)	(100,0)	(10,0)	(16,6)	(70,9)									
Einheit	1/100	1/100	1/100	1/10	i	i	1/10	1/10	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	1/10	n
Mittel	114,6	86,0	85,1	50,0	100,4	99,8	11,8	14,1	55,3	45,9	41,4	37,3	45,5	40,4	42,1	55,5	40,1	41,8	54,2	35,9	10,4	31,7		
Maximum	203	252	181	101	152	127	29	25	590	11	12	19	13	0,98	216	172	201	210	140	173	21	32		
Jahr	1921	1343	1479	1878	1921	1967	1117	1386	1760	1592	1496	1465	1487	1807	1954	1892	1692	1878	1932	1880	1403	11. Jh.		
							1867														1432			
																					1522			
Minimum	39	6	35	14	71	59	6	5	-733	-11	-9	-10	-10	0,04	14	15	31	21	49	51	2	3		
Jahr	1277	1602	1821	1946	1821	1849	1856	1911	1591	1549	1490	1472	1616	1642	1679	1892	1837	1804	1767	1125	12. Jh.			
					1933					1550	1821	1473	1622								1311	14. Jh.		
										1620		1928									15. Jh.			

Tab. 2: 50-jährige Mittelwerte der Baumringindizes in den im Text erörterten Einheiten in verschiedenen, aus Tabelle I ersichtlichen Gebieten der Erde, sowie Mittel- und Extremwerte

Von den bereits im Mittelalter beginnenden Reihen haben die meisten die Maximalwerte auch schon im Mittelalter, so Taiwan von 901-950, die Eichen in Deutschland um 1100, Nord-Finnland und Japan von 1351-1400. Die Nadelbäume des Ötztals (Österreich) erbrachten die größten Wuchsleistungen erst später und zwar Zirben zwischen 1501-1550, Lärchen zwischen 1701-1750 und Fichten erst zwischen 1851-1900. Die meisten Minima des Wachstums weist das halbe Jahrhundert 1601-1650 auf. Die Extreme der Einzeljahre sind verwirrend breit gestreut. Immerhin gab es Maximaljahre vorwiegend im 15. und im 19. Jahrhundert, Minimaljahre im 17., aber auch wiederum im 19. Jahrhundert. Ein einheitlicher säkularer Gang des Wachstums der Wälder der Erde kann aus den vorliegenden Unterlagen nicht abgeleitet werden! Zu groß ist auch die Fülle von Faktoren, welche das Wachstum von Bäumen und Wäldern entscheidend beeinflussen können, wie etwa: Sturmschäden; Blitzschläge, daraus entstehende Waldbrände, Schnee- und Eislast, Hagel, Frost, Dürre, ferner menschliche Einwirkungen, wie Schlägerungen verschiedenen Grades, gewollte oder leichtfertig herbeigeführte Brände, und schließlich Epidemien, Schädlinge, Rindenfraß und Schadstoffe.

Manchmal können relativ kleine, unbemerkt bleibende Anomalien des Witterungsablaufes zu Massengradationen von Schädlingen führen. Die Nonnen (*Lysmantia monacha*) haben in den Jahren 1946 bis 1948 große Schäden in den Wäldern der Obersteiermark (Österreich) angerichtet. 1953 wurde gezeigt, daß eine ungewöhnliche Folge sonniger Frühlingstage die Wärme der Baumstämme gegenüber dem Waldboden besonders erhöhte. Dadurch schlüpften die Raupen der Nonnen verfrüht und die sie bekämpfenden Parasiten aus dem Erdreich kamen zu spät. Das abnormale Schönwetter hätte eine Signalfunktion für drohende Waldschäden besessen!

Aber nicht nur lokale Zufälligkeiten, sondern auch großräumig unterschiedliche Klimaabläufe verhindern einen einheitlichen Gang des Wachstums der Wälder auf der Erde. In Tabelle 3 findet man die Korrelationskoeffizienten zwischen den 50-Jahr-Mitteln verschiedener Gebiete. Als Einheit ist 100 r verwendet. Nur Gebiete mit mindestens 6 lückenlosen 50-Jahr-Mitteln wurden durchgerechnet. Im Durchschnitt waren es 11 solcher Zeitabschnitte, was eine Fehlergröße von höchstens 20 in der gewählten Einheit entspricht. Die beiden Reihen von Ft. Chimo, Kanada (36, 39) umfassen zwar nur 6 Vergleichsabschnitte, da jedoch der Korrelationskoeffizient mit $r = 0,84$ sehr hoch ist, beträgt der wahrscheinliche Fehler nur 0,08, also 8 in der gewählten Einheit der Tabelle 3.

Der engste Gleichlauf besteht zwischen den Reihen 18 (Nord-Schweden) und 36 (Ft. Chimo, NE-Kanada) mit $r = 0,86$. Die ausgeprägteste Gegenläufigkeit ($r = -0,88$) weisen zwei Vergleichsgebiete auf: Einerseits die Reihen 20 und 50, also die Kiefern in Tröndelag und Zypressen in Taiwan, andererseits die Reihen 35 und 49, also die relativ benachbarten Gebiete Kenai-Halbinsel bei Anchorage (Alaska) und Zentral-Japan.

Im rohen Mittel beträgt der Korrelationskoeffizient nur $r = 0,10$. Im Mittel negativ korreliert mit der Gesamtheit der Gebiete sind Taiwan ($r = -0,12$) und die Alaska-Reihen, Kenai und Herring Alpine mit je $r = -0,08$, sowie Spruce Creek am Polarmeer mit $r = -0,01$. Den besten Zusammenhang mit dem Wachstum in aller Welt (r um 0,22) zeigen die nordeuropäischen Reihen.

Gebiete	1	2	3	15	16	17	18	19	20	21	35	36	37	38	39	49	50
1	100	14	-67	-15	46	2	23	-38	-29	66	6	40	-39	-20	10	1	14
2	14	100	3	6	-2	77	42	8	-27	44	-65	13	2	-44	19	11	32
3	-67	3	100	49	-60	45	2	-17	52	-16	-45	3	30	-14	33	77	-30
15	-15	6	49	100	30	-12	27	25	44	19	28	-3	48	-20	39	9	-8
16	46	-2	-60	30	100	21	2	-1	32	52	81	-11	14	-19	-17	9	-16
17	2	77	45	-12	21	100	85	27	64	66	-13	56	-13	-8	71	27	-14
18	23	42	2	27	2	85	100	49	45	78	-15	86	-51	35	63	7	-12
19	-38	8	-17	25	-1	27	49	100	38	31	46	-21	10	44	-22	-46	-25
20	-29	-27	52	44	32	64	45	38	100	29	52	18	21	14	26	31	-88
21	66	44	-16	19	52	66	78	31	29	100	13	57	-39	-8	31	-21	-25
35	6	-65	-45	28	81	-13	-15	46	52	13	100	-26	41	5	-61	-88	-84
36	40	13	3	-3	-11	56	86	-21	18	57	-26	100	-40	38	84	50	62
37	-39	2	30	48	14	-13	-51	10	21	-39	41	-40	100	-60	-35	-13	-40
38	-20	-44	-14	-20	-19	-8	35	44	14	-8	5	38	-60	100	38	-10	15
39	10	19	33	39	-17	71	63	-22	26	31	-61	84	-35	38	100	32	33
49	1	11	77	9	9	27	7	-46	31	-21	-88	50	-13	-10	32	100	-23
50	14	32	-30	-8	-16	-14	-12	-25	-88	-25	-84	62	-40	15	33	-23	100
Mittel	1	8	3	17	10	24	29	12	20	24	-8	28	-8	-1	22	3	-12

Tab. 3: Korrelationskoeffizient (Einheit 100r) zwischen 50-Jahr-Mitteln (Tabelle 2) für ausgewählte Gebiete (bezeichnet nach den Nummern der Tabelle 1)

4. WEITERE ERGEBNISSE UND RÄTSEL DER LÄNGSTEN REIHEN

4.1. Österreich (Ötztal)

Von einem Gleichlauf des Wachstums der Baumarten im Ötztal, Tirol (1. Fichte, 2. Lärche, 3. Zirbe) kann keine Rede sein (siehe Abb. 1). Das Wachstum der Fichten hat bei beträchtlichen Schwankungen (Streuung der 50-Jahr-Mittel in Hunderstel Millimetern 23,1) vom 13. bis zum 20. Jahrhundert zugenommen, im Mittel um 5,2 Hunderstel Millimeter pro Jahrhundert. Gegenläufig war die Entwicklung bei den Zirben seit dem 15. Jahrhundert: Streuung der 50-Jahr-Mittel in Hunderstel Millimeter 16,0, Trend pro 100 Jahre 9,4 Hunderstel Millimeter. Völlig abnorm ist der Wachstumsablauf bei den Lärchen: Vom 14. bis zum 16. Jahrhundert erfolgte ein außerordentlich starker Abfall, dann ein Anstieg - trotz "kleiner Eiszeit" - bis zum Anfang des 18. Jahrhunderts, dann wieder ein starker Abfall bis zur ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, hernach wenig Änderung. Die Streuung der 50-Jahr-Mittel beträgt bei Lärchen 32,8 Hunderstel Millimeter, der Trend pro Jahrhundert ist trotz aller Schwankungen insgesamt geringfügig steigend (1,5 Hunderstel Millimeter pro Jahrhundert). Auf Klimaschwankungen kann man aus den Ötztaler Beobachtungen wohl nicht schließen. Zu groß ist der nachhaltige Einfluß anderer Faktoren, zum Beispiel des Lärchenwicklers.

4.2. Deutschland

Vom frühen Mittelalter bis etwa 1800 gediehen die Eichen westlich und östlich des Rheins etwa gleichlaufend (siehe Abb. 1). Der Korrelationskoeffizient der 50-Jahr-Mittel war allerdings nur 0,49. Der Anstieg des Wachstums erfolgte östlich des Rheins mehrfach rund ein halbes Jahrhundert früher als westlich des Rheins. Unerklärlicherweise verlief das Wachstum westlich und östlich des Rheins nach 1800 völlig gegenläufig ($r = -0,32$). Die Mittelwerte waren vor 1800 westlich des Rheins $12,1 \pm 2,08$, östlich des Rheins $13,8 \pm 2,18$, nach 1800 $10,8 \pm 0,20$ bzw. $16,6 \pm 1,07$. Ein Schriftwechsel mit Fachkollegen brachte keine Lösung dieses Rätsels.

4.3. Nordeuropa

Über die längste Reihe (1181-1960) aus Nordfinnland publizierte SIRÉN (1961), über die nordschwedische Reihe (No. 18) ERLANSON (1936), über die Reihe an der nordnorwegischen Küste (Br. 19) ORDING (1941), über die beiden Reihen aus der Landschaft Trøndelag östlich des Trondheim-Fjords (EIDEM, 1953 (Nr. 20 Kiefer, Nr. 21 Fichte). D.J. SCHOVE (1954) hat alle norwegischen Reihen zu einer einzigen Reihe "Nordnorwegen" gemittelt. Wir haben die zum Teil sehr unterschiedlichen Reihen wieder getrennt.

Die Korrelation der 50-Jahr-Mittel zwischen Nordfinnland und Nordschweden ist mit $r = 0,85$ recht groß. Selbst bei einem Vergleich mit den Wäldern in der Breite von Trondheim ist r noch 0,65. Recht klein ist jedoch der Zusammenhang mit dem Wachstumsverlauf der Bäume nahe der nordnorwegischen Küste ($r = 0,27$). Schlecht gediehen die Bäume nahe der Küste insbesondere in den ersten Hälften des 16. und des 18. Jahrhunderts, sowie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Relativ am gleichmäßigsten war das Wachstum in Nordschweden. Die Reihen Kiefer und Fichte im Raum Trøndelag liefen keineswegs parallel (r nur 0,29). Der Trend bei den Kiefern war insbesondere in jüngerer Zeit fallend, der der Fichten teils gleichbleibend, teils leicht steigend. Die erste Hälfte des 17. Jahrhunderts war in ganz Nordeuropa für den Baumwuchs ungünstig, und zwar noch ausgeprägter als in Mitteleuropa.

4.4. Nordkanada

Die beiden Reihen von Ft. Chimo nordöstlich der Hudson Bay (Nr. 36, 39) stimmen gut überein ($r = 0,84$), hingegen die beiden Reihen nahe der atlantischen Küste von Labrador (40, 41) unerklärlich schlecht ($r = 0,12$). Spruce Creek westlich im Yukon Territory am Rande des Polarmeeres korreliert mit Ft. Chimo nur mäßig ($r = 0,38$), weil dort das Wachstum seit 1800 etwa gleich blieb, an der Hudson Bay sich jedoch merklich verbesserte. Bemerkenswert groß ist die Korrelation zwischen Ft. Chimo und den kontinentalen Lagen Nordeuropas ($r = 0,69$).

4.5. Nord-Pazifik

Die beiden Reihen nahe Anchorage (35, 37) zeigen keine gute Übereinstimmung ($r = 0,41$). Bis 1750 war das Wachstum auf der Kenai Halbinsel (35) gegenüber dem von Her

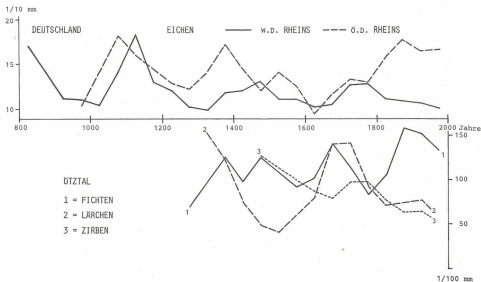


Abb. 1: Säkuläre Gänge der 50-Jahr-Mittel der Jahringbreiten von Fichten, Lärchen und Zirben im Ötztal, Ostalpen und von Eichen in Deutschland westlich bzw. östlich des Rheins.

ring Alpine (37) um ein Drittel unternormal. Für Abbildung 2 haben wir die beiden Reihen gemittelt. In dieser Abbildung findet man auch die beiden langen Reihen von Taiwan und Japan dargestellt. Die Maßstäbe aller Reihen wurden normiert (extreme Einzeljahre = 100, bzw. 0 %).

Die Kurven für Alaska und Japan verlaufen vorwiegend entgegengesetzt, der Korrelationskoeffizient ist daher negativ, etwa $r = -0,50$. Negativ ist aber auch die Korrelation zwischen den beiden relativ benachbarten Inseln Taiwan und Zentral-Japan ($r = -0,23$). Abbildung 2 zeigt die rätselhaften, stark gegensätzlichen Abläufe: Für Taiwan lagen anfangs gute Wachstumswerte vor, dann erfolgte ein Absinken auf Tiefstwerte im 13. bis 15. Jahrhundert, während das Wachstum in Japan im 14. bis 16. Jahrhundert maximal war, um hernach - mit Schwankungen - wieder abzusinken. In Taiwan war das 17. Jahrhundert wieder günstig. Bis zum Ende der Reihen war dann der Verlauf in Taiwan wie in Japan erstaunlicherweise recht ähnlich.



Abb. 2: Säkulare Gänge der 50-Jahr-Mittel der Jahringbreiten im pazifischen Raum, bei Anchorage, in Japan und in Taiwan. Der Ordinatenmaßstab ist hier normiert (Höchster Jahreswert = 100 %, kleinster Jahreswert = 0 %).

Die Reihe auf der japanischen Hauptinsel stammt von einem Wald, der nur 80 km vom Lake Suwa entfernt ist. Die Daten des Zufrierens dieses Sees - als Maß für die Winterkälte - kennen wir aus einer Veröffentlichung durch H. ARAKAWA (1955); das früheste Datum war der 8. Dezember 1620. Im Folgejahr betrug die Baumringbreite 13 Zehntelmillimeter. Das späteste Datum war der 4. März 1594. In diesem Jahr war die Ringbreite nur 7 Zehntelmillimeter. Eine Analyse von 38 milden Wintern ergab im anschließenden Jahr ein Wachstum von 10,1 statt im Gesamtmittel 10,4. Eine Analyse von 13 strengen Wintern 11,2 statt 10,4. Nach strengen Wintern ist also das Wachstum eher übernormal. Ähnliches gilt für das Datum des Kirschblütenfestes in Kyoto. In 117 auswertbaren Jahresangaben ergab sich ein Korrelationskoeffizient zwischen dem Blütedatum (x) und der Jahringbreite (y) $r = 0,22$. Späte Blüte deutet also besseres Baumwachstum an ($x = 91 = 1. April$, $y = 9,6$; $x = 121 = 1. Mai$, $y = 12,9$ Zehntelmillimeter).

5. KORRELATION DES WACHSTUMS MIT LANGFRISTIGEN TEMPERATURSCHWANKUNGEN

Zahlreiche Autoren haben versucht, die Einflüsse meteorologischer Faktoren auf das Wachstum der Bäume aufzuklären. Bei Elementarereignissen können Minuten oder Stunden entscheidend sein. Im allgemeinen sind jedoch die Wetterverhältnisse verschiedener Zeiten des Jahres und auch des Vorjahres wirksam. So wird nach D. ECKSTEIN und R. W. ANIOL (1981) das Gedeihen der Bäume im Ötztal (Österreich) durch Wärme des Oktober und November des Vorjahres, sowie des Sommers des Hauptjahres begünstigt, jedoch durch Kälte im März und April des Jahres beeinträchtigt. Viel Niederschlag des Vorsommers scheint für die Fichte gut zu sein, immer wieder Niederschlag für die Lärchen.

Unseres Erachtens wäre es aufschlußreich, die Wachstumsbedingungen auch an lebenden Bäumen verstärkt zu studieren. Man kann diese mit den besonderen Witterungserscheinungen auf das Engste beziehen und kann die Resultate eventuell auch physiologisch untermauern. Das Ziel wäre die Erfassung des gesamten Massenzuwachses, wozu vor allem auch Studien des Höhenzuwachses dienen könnten. Ergebnisse betreffend das Höhenwachstum und einschlägige Literatur haben wir jüngst zusammengestellt (LAUSCHER und ROLLER, 1987).

Im folgenden soll nun untersucht werden, ob zwischen dem Dickenwachstum der Bäume und den Mitteltemperaturen längerer Zeitabschnitte weltweite Beziehungen bestehen (vgl. LAUSCHER, 1984). In der genannten Arbeit wurde bereits gezeigt, daß auf der Nordhalbkugel schon ab 1781-1790 relativ viele Temperatur-Meßreihen zur Verfügung stehen, auf der Südhalbkugel jedoch frühestens ab 1851-1860.

Tabelle 4 bringt für alle Reihen, numeriert wie in Tabelle 1, die Zehnjahresmittel der Dickenzuwächse. Als Maßeinheit ist hier durchwegs das Prozentverhältnis zum Gesamt-mittel der betreffenden Reihe verwendet. Auch die Streuung und der Trend pro zehn Jahre sind in gleichem Maße angegeben.

Das Mittel der Streuungswerte aller mindestens 100-jährigen Reihen ist 19. Die Extreme schwanken zwischen 43 bei Reihe 36 aus Ft. Chimo, NE-Canada und nur 5 im ostalpinen Mariazell (Österreich). Das Mittel der Trendwerte aller mindestens 100-jährigen Reihen beläuft sich auf +0,53 % pro zehn Jahre. Das Wachstum der Bäume ist also in den Gebieten der Reihen 1-6, 15-21, 35-41, 45 und 49 in den letzten 200 Jahren im Mittel nicht kleiner, sondern um fast 11 % größer geworden. Wird dies durch den vermutlichen Betrag des Anstieges der Mitteltemperatur der Erdoberfläche in diesen zweihundert Jahren um 0,46°C erklärt? (LAUSCHER, 1984). Wir haben nicht genügend Material von allen Teilen der Erde und können Beweise nur für Teilregionen ableiten (siehe Tabelle 5).

5.1. Europa

(a) Gebiet 4, Nordfinland: Korrelationskoeffizient zwischen Dezennienwerten des Wachstums und der Temperatur $r = 0,46$, ähnlich dem Betrag von $r = 0,42$, den wir 1984 im Vergleich zu den Stationen Inari-Ivalo gefunden hatten.

Jahrzehnte	Reihen																					
	1	2	3	4	5	6	15	16	17	18	19	20	21	35	36	37	38	39	40	41	45	49
1791-90	68	137	143		89		107	83	97	105	92	102	69	107	109	95	95	110	112	81		106
91-1800	78	116	125	101	122	87	84	109	156	116	96	121	148	90	117	155	92	86				112
1801-10	80	104	109	117	102	92	82	128	100	96	148	91	108	99	107	78	110					120
11-20	66	90	86	92	100	99	68	86	144	142	133	72	39	114	86	62	122	136				94
21-30	63	83	103	104	106	102	122	117	108	112	101	90	62	147	93	84	118	156				89
31-40	77	109	107	96 (100)	97	93	90	91	81	87	105	117	59	100	111	76	80	59				80
41-50	103	118	110	110	97	92	90	66	95	110	86	75	114	35	88	88	49	86				100
51-60	120	104	83	94	100	90	104	110	113	84	85	84	82	45	75	104	50	96				83
61-70	127	115	102	95	108	98	133	108	102	63	94	74	102	74	87	120	78	68				77
71-80	122	96	92	94	96	99	108	105	106	94	119	122	117	136	53	96	155	77				111
81-90	115	93	92 (145)	111	99	93	94	114	89	77	114	168	63	127	90	102	133	86				107
91-1900	114	107	86	108	101	105	108	107	92	106	81	87	142	88	112	122	92	112				86
1901-10	122	129	104	88	91	91	95	107	37	86	48	94	104	102	103	103	78	102				86
11-20	118	102	87	103	96	102	109	118	79	112	126	81	83	75	78	108	85	66				120
21-30	119	110	96	105	111	102	100	99	119	114	116	78	58	107	115	104	106	93				111
31-40	105	96	98	97	92	103	97	93	141	89	(93)	(107)	(85)	100	141	92	103	119				88
41-50	110	94	85	87	85	101	97	84	87	138				106	142	123	122	124				118
51-60	107	81	93	70	100	95	94	102	139					(72)	197	99	119	155				145
61-70	95	91	90	101	102	110	(84)								98	110	101	86				130
71-80	(83)	(124)													(69)	(52)	(75)	(58)				(104)
Streuung	22	15	15	12	8	5	9	12	28	12	30	18	30	21	43	20	13	34				22
T _r /10 J.	2,4	-0,8	-1,6	-1,2	0,0	0,2	-0,8	0,6	2,2	0,1	-2,8	-2,0	0,6	-1,2	3,5	0,3	0,4	1,0				1,3

Reihen

Jahrzehnte	Reihen																		
	7	9	12	14	42	43a	43b	44	46	47	48								
1901-10																			
11-20	(115)																		
21-30	107	(119)	(193)	(89)	(136)						(78)	(81)							
31-40	101	(130)	115	108	119	105	105	97	99	101	110								
41-50	92	115	99	93	97	86	76	93	86	85	97								
51-60	91	94	99	112	78	162	115	103	101	90	95								
61-70	(89)	74	67	98	83	153	104	101	107	97	85								
71-80	(66)	(75)	(89)	(85)	(139)	(101)	(108)	(113)	(125)	(106)									
Streuung	8	20	20	9	25	48	17	4	8	9	11								
T _r /10 J.	-5,7	-20,5	-14,4	-1,1	-14,7	20,3	3,6	1,0	2,6	-3,5	-6,7								

Tab.4: Zehnjahresmittel in Prozenten der Gesamtmitel aus den zwischen 1781 und 1980 vorliegenden Beobachtungen für die in Tabelle 1 genannten Reihen samt Angabe der Streuung und des Trend pro 10 Jahre

- (b) Gebiet 3, Nordschweden, vor allem aber das atlantische Norwegen: Schlechter Zusammenhang, r nur 0,03.
- (c) Gebiet 6, Mitteleuropa einschließlich Ostalpen: Geringe Korrelation, $r = 0,11$.

5.2. Nord-Kanada

- (a) Gebiet 2, Polarmeerküste: Keine lange Temperaturreihe vorhanden, ein Vergleich mit dem westkanadischen Binnenland ergibt $r = -0,03$. Wie in Norwegen scheint im Küstenbereich der Temperatureinfluß nicht maßgebend zu sein.
- (b) Gebiet 5, Nordost-Kanada: 1984 fanden wir für die ältere Ft.Chimo-Reihe $r = 0,30$. Nunmehr bildeten wir Mittelwerte aus den Reihen für Grönland und für den Südosten Kanadas einschließlich dem Nordosten der USA und erhielten $r = 0,40$.

5.3. Pazifik

- (a) Gebiet 1, Alaska: Für die erste Reihe auf der Kenai-Halbinsel (Region 35) fanden wir 1984 im Vergleich zur Temperatur in Anchorage einen Korrelationskoeffizienten von nur $r = 0,27$. Das neu gebildete Mittel aus den Reihen der Regionen 35 und 37 erbringt im Vergleich zu den Temperaturen aus Sitka und Juneau den höheren Betrag $r = 0,46$.
- (b) Gebiet 7, Japan: Da die Temperaturreihe N 35, E 130, gemittelt aus Tokyo, Kyoto, Nagasaki und Shanghai in den letzten Jahrzehnten offenbar durch zunehmende Stadteinflüsse gestört ist (r wäre $-0,66$), haben wir mit Nemuro, Sapporo und Honkong verglichen und $r = 0,45$ errechnet.

5.4. Südamerika (nur relativ kurze Reihen)

- (a) Gebiet 8, Brasilien: Ein Vergleich mit der Temperaturreihe aus Rio de Janeiro, Sao Paulo und Curitiba scheidet wie in Zentral-Japan an zunehmend großen Stadteinflüssen ($r = -0,89?$).
- (b) Gebiet 9, Chile in etwa 38°S : $r = 0,55$.
- (c) Gebiet 10, Chile in etwa 40°S : $r = 0,20$.

Schlußfolgerung: Abgesehen von den Vergleichen mit durch wachsenden Stadteinfluß entwerteten Temperaturreihen resultieren fast überall positive Zusammenhänge zwischen Wachstum und langjährigem Mittel der Temperatur, wenn auch keineswegs allein dominierend: $r = 0$ im subpolaren und polaren Küstenbereich, nur $r = 0,11$ in Mitteleuropa, hingegen $r = 0,43$ in subpolaren kontinentalen Gebieten, aber auch - obwohl maritim beeinflusst - $r = 0,46$ im Pazifik und $r = 0,38$ in Chile. Als rohen Mittelwert erhält man $r = 0,28$. Baumringreihen abseits der großen Trockengebiete können also versuchsweise zur Abschätzung säkularer Temperaturgänge verwendet werden, doch darf man keine große Sicherheit der Resultate erwarten.

6. WEITERE ERGEBNISSE, AUCH DER KURZEN REIHEN

- (a) Wachstum von Bäumen in der Nähe von Schadstoffgebieten. Den Veröffentlichungen

der FBVA hatten wir die Baumringdaten für noch als ungestört angesehene Bäume in der Nähe von Industriezonen entnommen. Die zehnjährigen Mittel aus unserem Jahrhundert sind in Tabelle 4 in den Spalten 7 (mit 8), 9 (mit 10, 11), 12 (mit 13) und 14 enthalten. Es handelt sich um inneralpine Tal- und Beckenlagen in Österreich. In den von Industrie freien Regionen der Ostalpen hat sich im Mittel der Reihen 1-6 das Wachstum der Bäume in den letzten sechzig Jahren praktisch überhaupt nicht verändert (Trend -0,6 % pro 10 Jahre). In den zur Industrie nahen, wenngleich noch als ungestört angesehenen Lagen (Reihen 7 bis 14) gab es jedoch eine deutliche Abnahme der Wuchsleistung seit 1921 (Trend -9,9 % pro 10 Jahre).

- (b) Korrelationen zwischen den Jahrringbreiten und den sonstigen Kenngrößen des Dickenwachstums. Zur Vereinfachung des Textes benutzen wir die folgenden Abkürzungen: 1 = Minimale Dichte, 2 = Frühholzbreite, 3 = Maximale Dichte, 4 = Spätholzbreite, 5 = Jahrringbreite. Wir korrelieren diese fünf Größen, erstens räumlich aus den Mittelwerten der 13 Meßorte auf der Iberischen Halbinsel, also den Rohwerten der Regionen 22 und 34, zweitens zeitlich aus den säkularen Gängen der Regionen 5 (Stubai, 1745-1975) und 6 (Mariazell, 1832-1975). Die errechneten Korrelationswerte können, wie folgt angeordnet werden:

Iberische Halbinsel:

Positiv: 2/5:r = 0,99; 4/5:r = 0,90; 2/4:r = 0,83; 3/4:r = 0,19.

Null: 3/5, also maximale Dichte und Jahrringbreite r = 0,00.

Negativ: 1/3:r = -0,66; 1/2, 1/4, 1/5, alle r = -0,19; 2/3:r = -0,06.

Die vor allem gesuchte Jahrringbreite (Ziffer 5) geht also mit dem Frühholz und Spätholz parallel, zur maximalen Dichte zeigt sie überhaupt keinen Zusammenhang und zur minimalen Dichte ist sie schwach negativ korreliert.

Stubai (Österreich):

Positiv: 2/5:r = 0,96; 3/4:r = 0,81; 4/5:r = 0,51; 2/4:r = 0,28; 3/5:r = 0,25, 1/4:r = 0,17; 1/3:r = 0,16.

Null: 2/3:r = 0,00.

Negativ: 1/2:r = -0,34; 1/5:r = -0,27.

Im zeitlichen Verlauf gibt es mehr positive Zusammenhänge; auch die maximale Dichte ist mit der Jahrringbreite positiv korreliert, wenn auch nur schwach (r = 0,25).

Mariazell (Österreich):

Positiv: 2/5:r = 0,97; 4/5:r = 0,60; 3/4:r = 0,42; 1/3:r = 0,19; 1/4:r = 0,15.

Null: 3/5:r = 0,04.

Negativ: 1/2:r = -0,28; 1/5:r = -0,20; 2/3:r = -0,06.

Anders als bei der Stubai-Reihe besteht bei der Mariazeller Reihe, so wie im Stationsnetz auf der Iberischen Halbinsel, zwischen der maximalen Dichte und der Jahrringbreite überhaupt kein Zusammenhang.

Wer die Kenntnis des Massenzuwachses der Bäume anstrebt, darf sich für die Zwischenstufe seiner Forschungen, die Kenntnis des Dickenzuwachses von den mit imponierender Technik gewonnenen Reihen der maximalen Dichte nicht allzugroße Hilfe erwarten.

Sicherlich wird es jedoch gelingen, alle fünf Komponenten der Jahringbilder nutzbringend zu interpretieren und zu kombinieren. Schon jetzt ist bekannt, daß die maximale Dichte gute Aufschlüsse über die Spätsommertemperatur gibt.

(c) Starke Abfälle des Wachstums von Jahr zu Jahr. Zum Schluß sei noch ein Beispiel für die Nutzung der Kenntnis der Jahrringe gebracht. Wir suchten aus den langen Reihen alle Fälle mit Rückgang des Wachstums von Jahr zu Jahr im Ausmaß von mindestens 25 % des langjährigen Mittels heraus. Tabelle 6 enthält die durchschnittliche Dauer bis zur Wiederkehr eines solchen Ereignisses. Erstaunen macht die große Zahl von im Mittel 166 Jahren bei den Bäumen des Ötztals (Reihen 1 bis 3). Im Mittel der weiteren 17 durchgerechneten Reihen ist das Spatium nur 31 Jahre (Maximum 98 in Nordfinnland, Minimum 8 an der Küste von Labrador). Ferner enthält die Tabelle 6 die größten Ausmaße des Rückganges von Jahr zu Jahr. Die größten Ausmaße (45 bis 126 %) stehen bei den Ötztal-Reihen. Der hohe Betrag bei den Lärchen entspricht einem Rückgang von 168 % im Jahr 1638 auf 42 % im Folgejahr. Die weiteren 17 Reihen erbringen ein Mittel von 59 % (Maximum 88 % in Ft. Chimo 1432/33, Minimum Nord-Finnland 33 % von 1733 auf 1734).

Region	Durchschnittliche Dauer bis zur Wiederkehr des Ereignisses	Maximaler Abfall in %	Jahre
1	116,5	45	1912/13
2	214,0	126	1638/39
3	168,3	54	1484/85
5	25,7	42	1947/48
6	45,0	42	1947/48
15	15,9	66	1531/32
16	20,4	71	1037/38
17	97,5	33	1733/34
18	25,3	45	1466/67
19	25,3	61	1819/20
20	20,0	54	1581/82
21	30,0	52	1820/21
35	41,8	54	1598/99
36	10,1	59	1799/1800
37	13,8	88	1432/33
38	12,4	50	1735/36
39	9,8	62	1799/1800
40	7,9	84	1799/1800
41	11,3	64	1703/04
49	13,4	77	1504/05

Tab. 6: Fälle mit Abfall des Dickenwachstums um mehr als 25 % des Mittelwertes

Nur zwei Paare von Jahren kommen in Tabelle 6 mehr als einmal vor, 1799/1800 in Nordost-Kanada und 1947/48 in den Ostalpen nach dem einmaligen Dürresommer 1947. Dank der Reihen 5 = Stubai und 6 = Mariazell sind die folgenden überraschenden Feststellungen möglich: Im Jahre 1947 war das Wachstum trotz der Dürre noch gut, besonders im Spätsommer (Maximale Dichte + 12 %, Spätholz 128 %, Jahrringbreite 112 %). Im nächsten Jahr sanken jedoch alle Breitenmaße um rund 40 % ab, die minimale Dichte (unerwartet) um 2 %, die maximale Dichte um 10 %. Auch hier zeigt es sich, wie schwierig es ist, aus Baumringreihen unmittelbare Schlüsse auf die Witterung zu ziehen.

Gestützt auf 1001 Vergleichsjahre des Wachstums der Eichen westlich und östlich des Rheins konnten wir der Frage nachgehen, wann und wie oft der Abfall von Jahr zu Jahr gleichsinnig mehr als 25 % des Mittelwertes betrug. Wir fanden 26 solcher Paare mit bemerkenswerter Häufung zwischen 1529 und 1538. Weitere 61 Ereignisse dieser Art verliefen aber nicht konform, davon 38 nur westlich, sowie 23 nur östlich des Rheins. Im Mittel ereignet sich starker Abfall bei den Eichen Deutschlands alle $1001:87 = 11,5$ Jahre.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Fünzig Baumringserien, die älteste ab 822 n. Chr. wurden analysiert. Der säkulare Gang der Jahrringbreiten erfolgte in den einzelnen Regionen sehr unterschiedlich. Aber selbst im gleichen Gebiet können einzelne Baumarten ganz verschieden reagieren, wie zum Beispiel die Lärchen im Ötztal-Ostalpen im Vergleich zu Fichten und Zirben. Der mittlere Korrelationskoeffizient zwischen den säkularen Gängen der einzelnen, bearbeiteten Teile der Erde beträgt nur $r = 0,10$ (Höchstwert $r = 0,86$ zwischen Nordschweden und Nordost-Kanada). Die pazifischen Reihen sind im Mittel negativ korreliert zu denen der Gebiete in anderen Erdteilen. Das Wachstum der Bäume hat in den untersuchten Gegenden im Laufe der letzten zweihundert Jahre um durchschnittlich 11 % zugenommen, gleichlaufend mit einem weltweiten Anstieg der Temperatur. Die Korrelation zwischen dem Wachstum und der Temperatur betrug im Mittel allerdings nur $r = 0,28$ (Mitteleuropa 0,11). Gleich Null ist sie im polaren Küstenbereich, gleich $r = 0,45$ hingegen in kontinentalen subpolaren Gebieten.

8. LITERATURVERZEICHNIS

- ARAKAWA H (1955), FUJIWHARA: On Five centuries of freezing dates of Lake Suwa in Central Japan. In: Arch. Met. Geoph. Bioklim., Ser.B. 6, S. 152-166.
- BÖHMERLE K (1882), Über charakteristische Jahrringe bei unterdrückten Stämmen. In: Österreichische Monatsschriften für Forstwesen, 32. Jg., S. 524-531.
- BÖHMERLE K (1907), Die Dürreperiode 1904 und unsere Versuchsbestände. In: Centralblatt für das ges. Forstwesen.
- BRÄKER O U, SCHWEINGRUBER F H (1984), Standorts-Chronologien Teil I: Iberische Halbinsel. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen. 73 S. Birmensdorf.
- CROPPER J P, FRITTS H C (1981), Tree-ring-wide chronologies from the North American Arctic. In: Arctic and Alpine Research, 13 Jg., Nr. 3, S. 245-260.
- DELMORE A (1972), Dendrochronologische Untersuchungen an Eichen des südlichen Weser- und Leineberglandes. Dissertation, Universität Göttingen. 130 S. Göttingen.

- EBERMAYER E (1882), Naturgesetzliche Grundlagen des Wald- und Ackerbaus. 861 S. Heidelberg.
- ECKSTEIN D, ANIOL R W (1981), Dendroclimatological reconstruction of the summertemperatures for an Alpine region. In: Mitteilungen der Forstlichen Bundes- und Versuchsanstalt, Heft 142, S. 391-398. Wien.
- FRIEDRICH J (1897), Über den Einfluß der Witterung auf den Baumzuwachs. In: Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, Heft XXII.
- FRITTS H C (1976), Tree Rings and Climate. 567 S. Academic Press, London, New York, San Francisco.
- FRITTS H C (1977), Tree Rings: A record of climate past. In: Environmental Data Service July, S. 3-10.
- HARTIG R (1869), Das Aussetzen der Jahresringe bei unterdrückten Stämmen. In: Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, S. 471-476.
- HOLLSTEIN E (1965), Jahrringchronologische Datierung von Eichenhölzern ohne Waldkante. In: Bonner Jahrbuch, 165 Jg., S. 12-27.
- HUBER B, GIERTZ-SIEBENLIST V (1969), Unsere tausendjährige Eichen-Jahrringchronologie, durchschnittlich 57-(10-150)fach belegt. In: Sitzungsbericht der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Abt. I, Bd. 158, Heft 1-4, S. 37-42, Taf. 1 - 11.
- KAHLIG P (1978), Jahresringbreiten einer hundertjährigen Silberpappel. In: Arch. Met. Geoph. Biokl., Ser. B, Band 26, S. 251-255.
- KARLSTRÖM T (1961), The glacial history of Alaska: Its beamrings paleoclimatic theory. In: Anals of the Ney York Academy of Science, Band 95, S. 290-340.
- LAMPRECHT A-M (1978), Die Beziehungen zwischen Holzdichtewerten von Fichten aus subalpinen Lagen des Tirols und Witterungsdaten aus Chroniken im Zeitraum 1370-1800. Diplomarbeit, Geographisches Institut, Universität Zürich, 77 S. Zürich.
- LAMPRECHT A-M (1984), Dendroklimatische Untersuchungen in Südamerika. In: Berichte der Eigenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Heft 263, 79 S. Birnensdorf.
- LAUSCHER F (1953), Die Rolle mikroklimatischer Faktoren beim Massenaufreten von Waldschädlingen. In: Wetter und Leben, Band 5, S. 195-200.
- LAUSCHER F (1978), Neue Analysen ältester und neuerer phänologischer Reihen. In: Arch. Met. Geoph. Bioklim., Ser. B, Band 26, S. 373-385.
- LAUSCHER F (1984), Die säkularen Schwankungen der Temperatur in allen Erdteilen. In: Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft, Bd. 126, S. 85-101.
- LAUSCHER F, ROLLER M (1987), Vom Wachstum der Bäume (Mit Beiträgen aus den Pflanzgärten von Wien und Obersiebenbrunn). In: Wetter und Leben, 35. Jg., S. 28-42. Wien.
- NEUMANN M, POLLANSCHÜTZ J (1982), Untersuchungen über Auswirkungen gasförmiger Immissionen auf Waldbestände im Raum Gailitz-Arnoldstein. In: Carinthia II, SH 39, S. 265-288, 2 Ktn. Klagenfurt.
- POLLANSCHÜTZ J (1960), Jahrringmessung und Referenzprüfung. In: Mitteilungen der Forstlichen Bundes- und Versuchsanstalt, Heft 130, S. 263-285. Wien.
- POLLANSCHÜTZ J (1962), Rauchschadensfeststellung unter besonderer Berücksichtigung von Bohrkernanalysen. In: Informationsdienst der Forstlichen Bundes- und Versuchsanstalt, Heft 55, 4 S. Mariabrunn in Schönbrunn.
- POLLANSCHÜTZ J (1976), Zuwachsuntersuchungen als Hilfsmittel der Diagnose und Beweissicherung bei Forstschäden durch Luftverunreinigungen. In: Allgemeine Forstzeit-schrift 86. Jg., Heft 6, S. 187-192. Wien.

- PRESSLER M (1865), Der Waldbau des Nationalökonomien. Dresden.
- SCHOVE D J (1954), Summer Temperatures and Tree-Rings in North Scandinavia A.D. 1461-1950. In: Geographical Annals, 36 Jg., S. 40-80.
- SECKENDORFF VON A (1881), Beiträge zur Kenntnis der Schwarzföhren, I. Teil. In: Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, Heft VII.
- SHIDA J (1935), Climatic change and historical vicissitude in the Far East. In: Kagakuchishiki, 15 Jg., Heft 1. Formosa-Taiwan.
- SIEBENLIST-KERNER V (1984), Der Aufbau von Jahrringchronologien für Zirbelkiefer, Lärche und Fichte eines alpinen Hochgebirgsstandortes. In: Dendrochronologia, 2, S. 9-29. Verona.
- SIREN G (1961), Skogsgränställen som indikator för klimafuktuationerna i norr Fennoskandien under historisk tid. In: Comm. Inst. Forestalis Fenniae, 54 Jg., Heft 2. Helsingfors.
- YAMAZAWA K (1936), A Japanese Chronology Sumii Book.

9. SUMMARY - RÉSUMÉ

Friedrich Lauscher: On the Dendrochronology of Trees in three Continents

Fifty chronologies have been analysed, the oldest dating from 822 AD. The long-term variations of annual growth differ considerably. Even in the same region individual species of trees can react differently. The mean of the correlations between the secular series in the worldwide regions under investigation is only $r = 0,10$ (maximum $r = 0,86$ between northern Sweden and northeastern Canada). The Pacific series are mostly negatively correlated with those of regions in other continents. The growth of trees in the areas investigated increased during the last two centuries by an average of 11%. The correlation between growth of trees and temperature is $r = 0,28$ on average (Central Europe 0,11). It is zero near to polar coasts, but $r = 0,45$ in subpolar continental regions.

Friedrich Lauscher: Études dendroclimatologiques dans trois continents

Nous avons examiné cinquantes séries, une dès 822 après J.Chr. Le cours séculaires de l'anneau était très variable dans les différentes territoires. Même dans le même territoire une spéciale espèce des arbres peut se conduire très différent. La corrélation entre le cours séculaire de parties traités de la monde ne se monte que $r = 0,10$ (Maximum $r = 0,86$ entre la Suede septentrionale et NE-Canada). La corrélation entre le Pacific et les autres parties traités est les plus souvent négatif. Le développement des arbres traités est augmenté en moyen autour de onze pourcent depuis 1781. La corrélation moyenne entre l'augmentation des arbres et la température est $r = 0,28$ (en Europe centrale 0,11). Elle est zero á la cote polaire, mais $r = 0,45$ dans territoires subpolaires continentaux.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [128](#)

Autor(en)/Author(s): Lauscher Friedrich

Artikel/Article: [Jahringstudien an Bäumen aus drei Kontinenten](#)
[73-90](#)