

DAS RADIALE SCHWINDMASS
DES LAPPLÄNDISCHEN KIEFERN-
STAMMHOLZES

GEMÄSS DEM VERHALTEN VON BOHRSPÄNEN

VON

AUGUST RENVALL

Beim Verkauf von Holzwaren verursacht die bei der Nachmessung festgestellte Verminderung des Rauminhaltes häufig Zwistigkeiten zwischen Holzkäufern und Verkäufern. Eine von FLURY*) im Jahre 1921 veröffentlichte Untersuchung bezweckt nun klarzulegen, in welchem Grade dies auf die Einschrumpfung des Holzes beim Trocknen zurückgeführt werden könnte. Es ergab sich hierbei u. a., dass die Schwindung bei Winter- und Sommerfällung keine nennenswerten und ausgesprochenen Unterschiede aufweist, sowie dass die *Längenschwindung* des Kiefernstammholzes bloss etwa 0.07—0.10 % ausmacht, ein Betrag, der höchstens nur in der Bautechnik eine gewisse Bedeutung besitzen dürfte. Im übrigen erwies es sich, dass eine namhafte Einschrumpfung des geschlossenen Rundholzkörpers bloss im ersten halben Jahr nach stattgehabter Stammfällung stattfindet, nach etwa 2—2¹/₂ Jahren ist überhaupt keine Abnahme mehr merkbar.

In Betreff der für die forstliche Praxis wichtigen Schwindung in der Querrichtung des Stammes, also besonders der *Stammstärke*, stellte sich recht deutlich heraus, dass das mit der Austrocknung des Stammholzes verbundene Schwinden seiner Dimensionen in zwei verschiedene Phasen zerfällt. Der erste Teil des Prozesses bezieht sich auf das Schwinden des Durchmessers nach stattgehabter Stammfällung bis zum reichlich waldtrockenen Zustand des Holzes und besitzt im Zusammenhang mit der Einmessung und dem Verkauf des Stammholzes vornehmlich *forstliches Interesse*. Die Einschrumpfung nach dem Aufsägen des Schaftes in der Längsrichtung hingegen, wo die Auslösung der im Stamminneren vorhandenen Spannungen ein weiteres Schwinden ermöglicht, beeinflusst in hohem Grade die technischen Eigenschaften des Holzes.

Bei den Untersuchungen FLURY's wurden sechs verschiedene Holzarten berücksichtigt, die untereinander keine sehr ausgesprochenen Unterschiede aufwiesen. Nachstehend sollen jedoch nur die die Kiefer betreffenden Angaben erwähnt werden, deren Vergleich mit meinen weiter unten besprochenen Ergebnissen ein gewisses Interesse beanspruchen. Es sei immerhin schon hier darauf hingewiesen, dass die Resultate FLURY's auf einem allzu geringen Material basieren, um zu verallgemeinerten Schlussfolgerungen zu berechtigen. Die betreffenden Messungen wurden *nämlich* nur an acht Kiefernstämmen ausgeführt, von denen je zwei den folgenden Sortimentsklassen angehörten: Sägholz, Bauholz, Sperrholz und Stangen. Ausserdem zeigen die Messungsergebnisse (S. 286—287) ganz unzweideutig, dass die Schwindung sogar an einem und demselben Stamm sehr verschiedene Beträge erreichen kann. Der Verfasser hebt übrigens selbst hervor, dass die *maximalen* Schwindungsbeträge, die sich auch an einem kleineren

*) FLURY, PH.: Untersuchungen über das Schwindmass des Stammholzes bei Winter- und Sommerfällung. *Mitteil. der Schweiz. Centralanst. f. d. forstliche Versuchswesen*, XI. Band, 3. Heft, S. 273. Zürich 1921.

Material leidlich gut beurteilen lassen, in praktischer Hinsicht am wichtigsten sind. Insbesondere wenn man die sehr erhebliche Variation des Schwindungsprozentes in meinen unten angeführten Ergebnissen im Auge behält, erhellt es ohne weiteres, dass die von FLURY erzielten Messungsergebnisse zu keinem Vergleich mit den von mir berechneten Mittelwerten berechnen.

Immerhin verdient erwähnt zu werden, dass die von FLURY untersuchten Rundholzstämmen der Kiefer in waldtrockenem Zustand ein maximales Schwindmass von nur 8 mm aufwiesen, während man in der Praxis vielfach bei dem Starkholz mit einer möglichen Durchmesserabnahme von 3—4 cm rechnet. Die prozentuale Schwindung stieg höchstens bis auf 1.2—1.5 % bei Sägholz, 2.4—2.5 % bei Bauholz, 2.6 % bei Sperrholz und 3.4—3.9 % bei Stangen; bei abnehmender Stärke des Holzes zeigt also die Schwindung in vorliegendem Material eine Zunahme. Der Durchmesser dieser Bäume ohne Rinde in 1.3 m H. betrug etwa 11—44 cm und da das Alter ungefähr das gleiche war, so stieg die Jahrringsbreite stark bei den größeren Sortimenten. — Im Durchschnitt hielt sich die Schwindung des waldtrockenen Rundholzes vorwiegend innerhalb den Grenzen 0.5—1 %, sank aber öfters bis auf nur 0.1—0.3 % herunter. Allerdings handelt es sich hier um verhältnismässig sehr bescheidene Beträge, namentlich wenn man die weitere Schwindung des aufgesägten, luftgetrockneten Holzes zum Vergleich heranzieht.

Die transversale Schwindung beim aufgesägten Holz vom waldtrockenen bis zum luftgetrockenen Zustand schien eine verschiedene zu sein, je nachdem die Stämme nur einmal dem Marke nach in zwei Hälblinge gespalten, oder aber noch einmal dem Marke nach in vier Vierlinge zersägt wurden. Bei den letzteren trat nämlich eine verhältnismässig stärkere Schwindung ein. Da die letzteren Werte der radialen Schwindung mit meinen Ergebnissen einigermaßen vergleichbar sind — man beachte nur dass FLURY's Stämme bereits vom grünen bis zum waldtrockenen Zustand um etwa 0.3—1.5 % eingeschrumpft waren — werden sie hier angeführt:

	Kiefer Nr.	Holz- durchm. mm	Jahrr. breite mm	Hälbling:		Vierling:	
				Mitte %	Stirnseite %	Mitte %	Stirnseite %
Sägholz	4	31	3.5	1.5	1.1	2.0	2.2
„	10	33	2.9	1.1	1.6	1.4	2.1
Bauholz	22	24	2.7	1.1	2.0	1.6	1.7
„	34	22	2.9	2.4	3.0	2.2	2.9
Sperrholz	23	19	2.1	1.8	2.2	1.9	2.3
„	35	19	2.1	1.9	2.8	2.2	2.5
Stangen	24	12	.	3.9	4.9	2.5	2.5
„	36	13	1.5	2.9	3.6	2.9	2.8

Diese Werte stellen, wie schon angedeutet, nur Einzelmessungen und nicht etwa Mittelwerte umfassenderer Untersuchungen dar. In Anbetracht dessen muss ich auch auf eine nähere Besprechung dieser Ergebnisse verzichten, zumal auch die Variation der Werte sowie die Unregelmässigkeiten erheblich sind. Nur das möchte ich hervorheben, dass diese Angaben recht gut in die Grenzen der von mir erzielten Schwindungsprozente fallen. Es sind ja die in der letzten Kolonne eingetragenen, die Stirnseiten der Vierlinge betreffenden Werte, die am ehesten mit meinen Ergebnissen vergleichbar sind, man nehme nur noch Rücksicht auf

das auf rund $\frac{1}{2}$ —1 % befundene Schwinden des waldtrockenen Ausgangsmaterials. In solchem Falle dürfte man nämlich die totale Schwindung des vorliegenden Materials zu etwa 3 % veranschlagen können.

An einem Teil seines kleinen, aber dabei genau behandelten Materials hat FLURY den gesamten Vorgang des Schwindens vom grünen bis zum luftgetrockenen Zustand an denselben Holzproben (Vierlingen) verfolgt. Eben hierdurch beanspruchen die diesbezüglichen Ergebnisse ein besonderes Interesse und werden deshalb nachstehend angeführt. Da die für die Stammitte und die Stirnflächen erzielten Ergebnisse keine ganz bestimmten Unterschiede aufweisen, sind dieselben hier derart vereinigt worden, dass zuerst die die Stammitte betreffenden Angaben der zwei Bäume eines jeden Sortimentes eingetragen sind und dann die für die entsprechenden Stirnflächen erzielten Werte. Es betrug der Schwindungsprozess bei

Sägholz	...	waldtrocken	0.7 %	+ als	lufttrocken	noch	2.0 %	= ges. Schwindung	2.7 %
„	„	„	0.1 %	+ „	„	„	1.4 %	= „	1.5 %
„	„	„	0.1 %	+ „	„	„	2.2 %	= „	2.3 %
„	„	„	0.3 %	+ „	„	„	2.1 %	= „	2.4 %
Bauholz	...	„	0.4 %	+ „	„	„	1.6 %	= „	2.0 %
„	„	„	1.2 %	+ „	„	„	2.2 %	= „	3.4 %
„	„	„	0.4 %	+ „	„	„	1.7 %	= „	2.1 %
„	„	„	0.5 %	+ „	„	„	2.9 %	= „	3.4 %
Sperrholz	...	„	0.6 %	+ „	„	„	1.9 %	= „	2.5 %
„	„	„	1.5 %	+ „	„	„	2.2 %	= „	3.7 %
„	„	„	1.0 %	+ „	„	„	2.3 %	= „	3.3 %
„	„	„	0.5 %	+ „	„	„	2.5 %	= „	3.0 %
Stangen	...	„	0.5 %	+ „	„	„	3.9 %	= „	4.4 %
„	„	„	1.8 %	+ „	„	„	2.9 %	= „	4.7 %
„	„	„	0.8 %	+ „	„	„	4.9 %	= „	5.7 %
„	„	„	0.5 %	+ „	„	„	2.8 %	= „	3.3 %

Eine Erörterung dieser interessanten Ergebnisse muss wegen der Spärlichkeit des Materials ausbleiben, es empfiehlt sich aber, diese Werte mit den von mir erzielten zu vergleichen.

Bei meinen in den Jahren 1910—1912 im Auftrag der Forstdirektion Finnlands in den Kirchspielen Enare und Utsjoki ausgeführten Untersuchungen über die dortigen Zuwachsverhältnisse der Kiefer wurden von den Probestämmen in 1.3 m Höhe über dem Boden in S-N Richtung Bohrspäne quer durch den ganzen Stamm entnommen. Da ich einen Bohrer von 50 cm Länge zu meiner Verfügung hatte, konnte ich solche, etwa 6 mm dicke Bohrspäne von sogar sehr grossen Bäumen bekommen. Die Durchmesser wurden z. T. bei derselben Gelegenheit an den Bohrspänen in ganzen Millimetern genau gemessen und notiert. Im Winter 1917—1918 wurden die Durchmesser der Bohrspäne, die inzwischen im Zimmer aufbewahrt und dabei gut luftgetrocknet geworden waren, von neuem gemessen und zugleich auch ihre Jahrringsanzahl festgestellt. Als Ergebnis dieser, an 332 Kiefern verschiedenen Alters, Grösse und Zuwachsgeschwindigkeit vorgenommenen Messungen erhalten wir die folgende Übersicht, in welcher die Bäume nach steigender Dicke geordnet sind. Auch das Alter der Bäume wurde gesondert

an dem Wurzelhalsgebiet entnommenen Bohrspänen ermittelt; es dünkt mich aber als ob diese Angaben, die übrigens die Darstellung komplizieren würden, ganz gut fortgelassen werden können, zumal die Anzahl der Jahrringe in 1.3 m Höhe sich wohl besser als Exponent des Alters und Entwicklungszustandes der Bäume eignet.

Jahrringe				Holzdurchmesser				Jahrringe				Holzdurchmesser			
Anzahl	durch-	frisch	Schwindung	Anzahl	durch-	frisch	Schwindung	Anzahl	durch-	frisch	Schwindung	Anzahl	durch-	frisch	Schwindung
	schnittl. Breite				schnittl. Breite				schnittl. Breite				schnittl. Breite		
	mm	mm	%		mm	mm	%		mm	mm	%		mm	mm	%
8	1.1	17	1	5.9	73	0.6	84	1	1.2	103	0.5	107	3	2.8	
11	1.2	26	0	0	25	1.7	85	7	8.2	106	0.5	107	2	1.9	
45	0.3	28	3	10.7	35	1.2	85	2	2.4	34	1.6	109	3	2.8	
13	1.2	30	1	3.3	75	0.6	86	1	1.2	44	1.2	109	3	2.8	
18	0.9	32	0	0	74	0.6	88	2	2.3	35	1.5	109	3	2.8	
32	0.5	35	0	0	37	1.2	89	3	3.4	78	0.7	109	3	2.8	
20	1.0	38	1	2.6	33	1.3	89	3	3.4	118	0.5	110	4	3.6	
14	1.4	39	1	2.6	85	0.5	89	3	3.4	50	1.1	110	2	1.8	
27	0.7	39	2	5.1	51	0.9	89	3	3.4	89	0.6	110	3	2.7	
19	1.2	44	1	2.3	94	0.5	89	2	2.2	74	0.7	110	3	2.7	
16	1.5	47	1	2.1	57	0.8	90	3	3.3	100	0.6	110	4	3.6	
52	0.5	48	1	2.1	39	1.2	91	2	2.2	95	0.6	110	3	2.7	
19	1.3	50	0	0	85	0.6	94	4	4.3	23	2.4	111	4	3.6	
21	1.3	53	1	1.9	69	0.7	94	4	4.3	62	0.9	111	4	3.6	
57	0.5	54	2	3.7	42	1.1	95	2	2.1	120	0.5	112	2	1.8	
32	0.9	55	1	1.8	27	1.8	95	3	3.2	86	0.7	112	2	1.8	
29	1.0	57	0	0	105	0.5	95	3	3.2	95	0.6	113	4	3.5	
34	0.9	59	7	11.9	80	0.6	96	3	3.1	91	0.6	113	3	2.7	
58	0.5	60	2	3.3	30	1.6	97	2	2.1	42	1.4	113	3	2.7	
26	1.2	61	2	3.3	95	0.5	97	4	4.1	48	1.2	113	3	2.7	
43	0.7	62	3	4.8	57	0.9	98	8	8.2	41	1.4	114	4	3.5	
52	0.6	62	3	4.8	37	1.3	98	3	3.1	83	0.7	115	4	3.5	
47	0.7	63	2	3.2	119	0.4	99	1	1.1	50	1.1	115	2	1.7	
75	0.4	63	2	3.2	101	0.5	100	4	4.0	112	0.5	116	4	3.4	
32	1.0	64	2	3.1	42	1.2	100	3	3.0	33	1.8	117	5	4.3	
57	0.6	65	3	4.6	90	0.6	100	5	5.0	105	0.6	117	2	1.7	
35	1.0	67	1	1.5	26	1.3	101	2	2.0	103	0.6	117	2	1.7	
81	0.4	68	3	4.4	88	0.6	101	3	3.0	177	0.3	117	2	1.7	
81	0.4	69	2	2.9	22	2.3	101	3	3.0	80	0.7	117	2	1.7	
69	0.5	69	2	2.9	69	0.7	102	4	3.9	95	0.6	117	3	2.6	
33	1.1	70	2	2.9	57	0.9	102	3	2.9	57	1.0	118	3	2.5	
39	0.9	71	3	4.2	73	0.7	102	6	5.9	80	0.7	118	3	2.5	
30	1.2	71	3	4.2	86	0.6	103	2	1.9	95	0.6	118	3	2.5	
55	0.7	72	2	2.8	108	0.5	104	4	3.8	55	1.1	119	4	3.4	
28	1.3	72	1	1.4	157	0.3	104	2	1.9	84	0.7	120	6	5.0	
84	0.4	75	7	9.3	38	1.4	104	4	3.8	53	1.2	121	5	4.1	
33	1.2	77	1	1.3	39	1.3	104	2	1.9	121	0.5	121	2	1.7	
70	0.6	77	3	3.9	90	0.6	104	3	2.9	210	0.3	121	6	5.0	
32	1.3	80	2	2.5	36	1.5	105	5	4.8	111	0.6	122	2	1.6	
81	0.5	80	3	3.8	38	1.4	105	2	1.9	52	1.2	123	3	2.4	
75	0.5	82	3	3.7	42	1.3	105	4	3.8	101	0.6	123	3	2.4	
37	1.1	83	8	9.6	51	1.0	106	3	2.8	105	0.6	123	6	4.9	
72	0.6	83	3	3.6	85	0.6	106	3	2.8	90	0.7	123	5	4.1	
88	0.5	83	3	3.6	100	0.5	106	2	1.9	155	0.4	123	4	3.3	

Jahrringe				Holzdurchmesser				Jahrringe				Holzdurchmesser			
Anzahl	durch-	frisch	Schwindung	Anzahl	durch-	frisch	Schwindung	Anzahl	durch-	frisch	Schwindung	Anzahl	durch-	frisch	Schwindung
	schnittl. Breite				schnittl. Breite				schnittl. Breite				schnittl. Breite		
	mm	mm	%		mm	mm	%		mm	mm	%		mm	mm	%
103	0.5	107	3	2.8	45	1.4	125	3	2.4						
106	0.5	107	2	1.9	105	0.6	126	4	3.2						
34	1.6	109	3	2.8	109	0.6	126	2	1.6						
44	1.2	109	3	2.8	125	0.5	126	3	2.4						
35	1.5	109	3	2.8	97	0.7	128	4	3.1						
78	0.7	109	3	2.8	93	0.7	128	5	3.9						
118	0.5	110	4	3.6	113	0.6	128	3	2.3						
50	1.1	110	2	1.8	47	1.4	129	2	1.6						
89	0.6	110	5	4.5	51	1.3	130	3	2.3						
90	0.6	110	3	2.7	200	0.3	130	4	3.1						
74	0.7	110	3	2.7	109	0.6	130	3	2.3						
100	0.6	110	4	3.6	130	0.5	130	3	2.3						
95	0.6	110	3	2.7	118	0.6	131	5	3.8						
23	2.4	111	4	3.6	86	0.8	132	3	2.3						
62	0.9	111	4	3.6	97	0.7	132	3	2.3						
120	0.5	112	2	1.8	65	1.0	133	3	2.3						
86	0.7	112	2	1.8	95	0.7	135	4	3.0						
95	0.6	113	4	3.5	74	0.9	135	4	3.0						
91	0.6	113	3	2.7	77	0.9	135	2	1.5						
42	1.4	113	3	2.7	89	0.8	135	2	1.5						
48	1.2	113	3	2.7	51	1.3	136	3	2.2						
41	1.4	114	4	3.5	71	1.0	136	3	2.2						
83	0.7	115	4	3.5	161	0.4	136	2	1.5						
50	1.1	115	2	1.7	112	0.6	136	3	2.2						
112	0.5	116	4	3.4	189	0.4	136	4	2.9						
33	1.8	117	5	4.3	95	0.7	136	5	3.7						
105	0.6	117	2	1.7	54	1.3	136	4	2.9						
103	0.6	117	2	1.7	115	0.6	137	3	2.2						
177	0.3	117	2	1.7	94	0.7	138	3	2.2						
80	0.7	117	2	1.7	152	0.5	138	6	4.3						
95	0.6	117	3	2.6	108	0.6	138	5	3.6						
57	1.0	118	3	2.5	100	0.7	138	5	3.6						
80	0.7	118	3	2.5	49	1.4	138	4	2.9						
95	0.6	118	2	1.7	66	1.0	139	4	2.9						
55	1.1	119	4	3.4	65	1.1	140	4	2.9						
84	0.7	120	6	5.0	105	0.7	140	5	3.6						
53	1.2	121	5	4.1	95	0.7	140	4	2.9						
121	0.5	121	2	1.7	119	0.6	140	4	2.9						
210	0.3	121	6	5.0	55	1.3	141	3	2.1						
111	0.6	122	2	1.6	53	1.3	142	4	2.8						
52	1.2	123	3	2.4	153	0.5	142	2	1.4						
101	0.6	123	3	2.4	103	0.7	142	3	2.1						
105	0.6	123	6	4.9	94	0.8	142	3	2.1						
90	0.7	123	5	4.1	115	0.6	142	4	2.8						
155	0.4	123	4	3.3	94	0.8	143	5	3.5						
175	0.4	124	3	2.4	145	0.5	145	4	2.8						
101	0.6	124	4	3.2	108	0.7	145	4	2.8						
162	0.4	124	4	3.2	59	1.2	145	5	3.4						
113	0.6	124	2	1.6	58	1.3	147	4	2.7						
115	0.5	124	2	1.6	85	0.9	147	4	2.7						
62	1.0	125	3	2.4	102	0.7	147	5	3.4						
76	0.8	125	4	3.2	153	0.5	148	7	4.7						
43	1.5	125	1	0.8	88	0.8	148	4	2.7						

Jahrringe	Holzdurchmesser		Anzahl	durchschnittl. Breite mm	frisch mm	Schwindung mm	%
	frisch	Schwindung					
145	0,5	148	6	4,1			
120	0,6	149	5	3,4			
177	0,4	150	5	3,3			
95	0,8	150	3	2,0			
83	0,9	150	3	2,0			
50	1,5	151	5	3,3			
140	0,5	151	4	2,6			
80	0,9	151	3	2,0			
93	0,8	151	5	3,3			
38	2,0	152	3	2,0			
45	1,7	152	4	2,6			
76	1,0	152	5	3,3			
95	0,8	152	4	2,6			
120	0,6	152	4	2,6			
100	0,8	152	4	2,6			
115	0,7	152	6	3,9			
84	0,9	153	4	2,6			
158	0,5	154	7	4,5			
91	0,9	155	3	1,9			
115	0,7	155	3	1,9			
115	0,7	155	5	3,2			
172	0,5	155	5	3,2			
92	0,8	155	7	4,5			
83	0,9	156	5	3,2			
88	0,9	156	2	1,3			
78	1,0	156	4	2,6			
96	0,8	156	9	5,8			
74	1,1	158	10	6,3			
118	0,7	158	5	3,2			
128	0,6	158	3	1,9			
130	0,6	158	4	2,5			
87	0,9	159	11	6,9			
42	1,9	159	3	1,9			
116	0,7	159	5	3,1			
71	1,1	160	5	3,1			
95	0,8	160	4	2,5			
107	0,7	160	5	3,1			
119	0,7	160	4	2,5			
138	0,6	162	3	1,9			
92	0,9	162	4	2,5			
75	1,1	162	5	3,1			
97	0,8	163	4	2,5			
117	0,7	163	5	3,1			
90	0,9	164	4	2,4			
96	0,9	164	6	3,7			
127	0,6	165	4	2,4			
90	0,9	165	5	3,0			
92	0,9	166	4	2,4			
188	0,4	166	4	2,4			
134	0,6	166	3	1,8			
71	1,2	167	4	2,4			
89	0,9	168	3	1,8			
158	0,5	170	7	1,4			

Jahrringe	Holzdurchmesser		Anzahl	durchschnittl. Breite mm	frisch mm	Schwindung mm	%
	frisch	Schwindung					
139	0,6	170	6	3,5			
120	0,7	170	6	3,5			
104	0,8	170	3	1,8			
87	1,0	171	4	2,3			
92	0,9	171	4	2,3			
89	1,0	171	5	2,9			
137	0,6	171	5	2,9			
70	1,2	173	6	3,5			
114	0,8	173	5	2,9			
89	1,0	174	3	1,7			
88	1,0	174	6	3,4			
106	0,8	175	5	2,9			
111	0,8	175	4	2,3			
115	0,8	175	3	1,7			
163	0,5	176	6	3,4			
151	0,6	176	3	1,7			
101	0,9	178	3	1,7			
64	1,4	178	4	2,2			
96	0,9	178	4	2,2			
73	1,2	179	4	2,2			
158	0,6	180	7	3,9			
195	0,5	180	6	3,3			
142	0,6	180	3	1,7			
116	0,8	180	4	2,2			
102	0,9	180	5	2,8			
120	0,8	182	2	1,1			
93	1,0	182	5	2,7			
153	0,6	183	4	2,2			
119	0,8	183	4	2,2			
89	1,0	183	8	4,4			
131	0,7	183	6	3,3			
171	0,5	183	6	3,3			
188	0,5	184	4	2,2			
105	0,9	184	4	2,2			
110	0,8	185	5	2,7			
92	1,0	185	4	2,2			
89	1,0	185	7	3,8			
174	0,5	186	4	2,2			
104	0,9	186	4	2,2			
78	1,2	187	7	3,7			
122	0,8	188	4	2,1			
209	0,4	188	6	3,2			
97	1,0	188	4	2,1			
125	0,8	189	6	3,2			
107	0,9	190	5	2,6			
115	0,8	190	7	3,7			
76	1,3	190	5	2,6			
126	0,8	190	6	3,2			
104	0,9	192	4	2,1			
172	0,6	193	2	1,0			
87	1,1	194	4	2,1			
220	0,4	196	4	2,0			
101	1,0	196	6	3,1			

Jahrringe	Holzdurchmesser		Anzahl	durchschnittl. Breite mm	frisch mm	Schwindung mm	%
	frisch	Schwindung					
99	1,0	198	3	1,5			
172	0,6	200	6	3,0			
120	0,8	200	6	3,0			
138	0,7	200	4	2,0			
97	1,1	204	3	1,5			
126	0,8	206	4	1,9			
108	1,0	206	5	2,4			
93	1,1	208	4	1,9			
98	1,1	210	4	1,9			
101	1,1	217	5	2,3			
100	1,1	219	6	2,7			
95	1,2	220	4	1,8			
99	1,1	221	5	2,3			
97	1,2	223	5	2,2			
96	1,2	230	2	0,9			
129	0,9	236	4	1,7			
100	1,2	237	5	2,1			
97	1,2	242	6	2,5			
115	1,1	242	5	2,1			
108	1,1	246	6	2,4			
183	0,7	251	5	2,0			
91	1,4	252	7	2,8			
96	1,3	253	7	2,8			
106	1,2	256	4	1,6			
114	1,1	260	7	2,7			
113	1,2	265	7	2,6			
86	1,6	267	5	1,9			
126	1,1	279	9	3,2			
219	0,7	323	7	2,2			
223	0,7	323	5	1,6			
129	1,4	361	5	1,4			
214	0,9	390	10	2,6			

Da die Ergebnisse in Betreff der kleinsten Dimensionen, wo eine Fehlmessung oder Fehlschätzung von ein oder zwei Millimetern schon beträchtlichen Einfluss auf den Schwindungsprozent ausübt, deutliche Unregelmässigkeiten aufweisen, werden diejenigen Bäume nachstehend ausgelassen, die weniger als 60 mm im Diameter messen. Jedoch darf die Möglichkeit nicht ausser Acht gelassen werden, dass die Schwindung bei den kleinsten bzw. jüngsten Individuen tatsächlich von Natur aus bedeutendere Abweichungen zeigt, als bei älterem Starkholz. Mein Material ist jedoch zu gering, um hierin zu bestimmten Schlüssen zu berechnen.

Wenn wir zuerst nur das Schwindmass an und für sich betrachten, so ergibt sich die folgende Verteilung der Bäume. Die Schwindungsprozent sind hier in Klassen von $\frac{1}{2}$ % Spielraum vereinigt worden und beziehen sich auf den Durchmesser des frischen Holzes.

Schwindung	0,5-0,9 %	bei	2 Bäumen	oder	0,6 %	der Fälle,
„	1,0-1,4	„	10	„	3,2	„
„	1,5-1,9	„	48	„	15,3	„
„	2,0-2,4	„	66	„	21,0	„
„	2,5-2,9	„	65	„	20,7	„
„	3,0-3,4	„	57	„	18,2	„
„	3,5-3,9	„	32	„	10,2	„
„	4,0-4,4	„	14	„	4,5	„
„	4,5-4,9	„	9	„	2,9	„
„	5,0-5,4	„	3	„	1,0	„
„	5,5-5,9	„	2	„	0,6	„
„	6,0-6,4	„	1	„	0,3	„
„	6,5-6,9	„	1	„	0,3	„
„	8,0-8,4	„	2	„	0,6	„
„	9,0-9,4	„	1	„	0,3	„
„	9,5-9,9	„	1	„	0,3	„

Wie hieraus ersichtlich, schwankt der Schwindungsprozent bei verschiedenen Holzproben (Bäumen) recht erheblich, hält sich aber doch sehr vorwiegend innerhalb der Grenzen 1.5—3.9 %. Die vier Fälle, wo eine Schwindung von 8.0 % oder etwas mehr gefunden wurde, beziehen sich — wie aus einer folgenden Tabelle hervorgeht — auf die niedrigste Durchmesserklasse der untersuchten Kiefern, wo etwaige Messungs- und Schätzungsfehler den stärksten prozentualen Ausdruck finden.

Als *durchschnittliches Schwindmass* der 314 Bäume ergibt sich ein Mittelwert von 2.9 %, was sich also auf die gesamte Veränderung vom grünen bis reichlich lufttrockenen Zustand bezieht. Dieser Mittelwert ist aus der ursprünglichen Zusammenstellung berechnet worden, wo die Angaben in Klassen mit 0.1 % Spielraum angeordnet waren.

Da es von vornherein recht wahrscheinlich scheint, dass die oben hervortretende Variation der Schwindung z. T. vom Alter und der Struktur des Holzes abhängt, dürfte es nicht des Interesses entbehren, die Schwindungsprozente für einige durch verschiedene durchschnittliche Jahrringsbreiten ausgezeichnete Baumklassen zu berechnen. Die Messungsergebnisse sind nachstehend nach der so beurteilten Dichte des Holzes geordnet.

Durchschnittl. Jahrringsbreite mm	Schwindungs % des Holzdurchmessers bezogen auf den Durchmesser des frischen Holzes																Sa. Bäume			
	0.5-0.9	1.0-1.4	1.5-1.9	2.0-2.4	2.5-2.9	3.0-3.4	3.5-3.9	4.0-4.4	4.5-4.9	5.0-5.4	5.5-5.9	6.0-6.4	6.5-6.9	7.0-7.4	7.5-7.9	8.0-8.4		8.5-8.9	9.0-9.4	9.5-9.9
0.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
0.4	—	1	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14
0.5	—	1	5	5	4	8	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35
0.6	—	3	12	8	11	6	8	1	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	54
0.7	—	—	4	6	7	10	8	2	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	40
0.8	—	1	4	7	8	6	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30
0.9	—	1	5	9	7	4	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31
1.0	—	—	3	7	6	4	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22
1.1	—	—	5	6	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22
1.2	1	1	2	7	4	4	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23
1.3	—	1	1	3	6	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14
1.4	—	1	2	2	3	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
1.5	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
1.6	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
1.7	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
1.8	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2
1.9	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
2.0	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
2.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.3	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
2.4	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1

Wenn die die Jahrringsbreite betreffenden Klassen nun zu je drei (also mit 0.3 mm Spielraum) vereinigt werden — die 1.2—2.4 mm - Klassen werden jedoch wegen der Spärlichkeit der Fälle als eine Gruppe behandelt — so lassen sich die folgenden mittleren Schwindungsprozente berechnen:

Durchschn. Jahrringsbreite	0.3—0.5 mm:	mittl. Schwindung	3.0 %:
„	0.6—0.8 „ : „	„	2.9 %:
„	0.9—1.1 „ : „	„	2.8 %:
„	1.2—2.4 „ : „	„	2.7 %:

Werden die Klassen wieder zu je zwei vereinigt — ausser der letzten von 1.3 mm an —, so stellt sich folgende Reihe heraus: 3.1—2.9—2.9—2.7—2.8—2.8. Wenngleich diese Mittelwerte in Anbetracht der Fehlergrenzen keineswegs die fragliche Erscheinung endgültig klarlegen, so scheinen sie doch dahin zu weisen, dass die Schwindung um so grösser ist, je dichter die Jahrringsstruktur des Holzes, d. h. je geringer die durchschnittliche Jahrringsbreite ist. Die Verschiebung des Schwindmasses scheint allerdings hier nur den bescheidenen Betrag von etwa 0.1 % pro jede 0.3 mm Veränderung der Jahrringsbreite zu erreichen, es muss aber entschieden darauf hingewiesen werden, dass die *durchschnittliche* Jahrringsbreite dieser Bäume auch keineswegs geeignet ist, die Sachlage klar zu beleuchten. Im allgemeinen zeichnen sich namentlich die Kiefern der hier besprochenen Gegenden durch ein sehr ungleichmässiges Wachstum aus, derselbe Baum erzeugt mehrmals dazwischen äusserst feine, dann wieder auffallend breite Jahrringe; die etwaige Wirkung der »Dichte« des Holzes auf das Schwindmass muss demgemäss auch entsprechend geringer ausfallen, als wenn nur gleichmässig schnell oder langsam gewachsene Individuen — wie es eigentlich hätte geschehen sollen — als Material verwendet worden wären. Andererseits ist die Jahrringsbreite bei den hier untersuchten Kiefern überhaupt sehr gering und hält sich innerhalb ziemlich enger Grenzen. Es wäre gewiss von Interesse zu erfahren, ob die ungleich schnellwüchsigeren Kiefern südlicherer Gegenden eine merkbar kleinere Schwindung aufweisen als die hier behandelten. Jedenfalls kommt mir das oben erzielte Ergebnis recht unerwartet vor, man wäre wohl am ehesten zu der Annahme geneigt gewesen, dass die Schwindung im Gegenteil um so geringer sei, je dichter die Jahrringsstruktur des Holzes ist.

Da die lappländische Kiefer bei höherem Alter ihren Dickenzuwachs sehr stark einbüsst und dabei öfters äusserst feine Jahrringe erzeugt, liesse es sich, nach den oben erzielten Ergebnissen zu urteilen, auch erwarten, dass die älteren Bäume eine stärkere Schwindung aufweisen als die jüngeren, welche sich nicht selten durch ein verhältnismässig kräftiges Dickenwachstum auszeichnen. Um dieses zu beleuchten, sind unten die Schwindungsprozente dem Alter der Bäume nach angeordnet, indem die in 1.3 m Höhe ermittelte Jahrringsanzahl als Einteilungsgrundlage benutzt wird.

Anzahl Jahrringe	Schwindungs % des Holzdurchmessers bezogen auf den Durchmesser des frischen Holzes											Sa. Bäume					
	0,5-0,9	1,0-1,4	1,5-1,9	2,0-2,4	2,5-2,9	3,0-3,4	3,5-3,9	4,0-4,4	4,5-4,9	5,0-5,4	5,5-5,9		6,0-6,4	6,5-6,9	8,0-8,4	9,0-9,4	9,5-9,9
(26) - 50	1	2	7	6	9	10	4	3	—	—	—	—	—	1	—	1	46
51 - 75	—	2	—	11	11	9	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46
76 - 100	1	1	16	19	26	11	12	5	2	2	—	—	—	—	—	—	98
101 - 125	—	2	14	18	13	14	8	1	1	—	—	—	—	—	—	—	71
126 - 150	—	1	6	4	4	3	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	21
151 - 175	—	2	3	3	—	6	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	18
176 - 200	—	—	1	3	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
201 - 225	—	—	1	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6

Aus der ursprünglichen Tabelle, wo die Schwindung nach 0.1-mm Klassen geordnet war, lassen sich folgende Mittelwerte berechnen:

Alter in 1.3 m H.	(26) - 50 Jahre:	mittl. Schwindung	3.1 %
„	51 - 75 „	„	3.2 %
„	76 - 100 „	„	2.9 %
„	101 - 125 „	„	2.6 %
„	126 - 225 „	„	2.7 %

Zwischen den Altersklassen ergeben sich hier, ganz wie bei den Gruppen verschiedener Jahrringsbreiten, keine erheblichen und sicheren Unterschiede. Am ehesten scheinen die Werte jedoch in der Richtung zu gehen, dass die Schwindung bei älteren Bäumen geringer ist als bei den jüngeren, oder ganz im Gegensatz zu dem Erwarteten. Demgemäss dürften hier zwei ganz entgegengesetzte Erscheinungen wirksam sein: einerseits bedingt die im allgemeinen feinere Jahrringsstruktur der älteren Bäume eine Steigerung der Schwindung, andererseits aber ist das ältere Holz (Kernholz bzw. die älteren Bäume) an und für sich durch eine geringere Schwindung gekennzeichnet als das jüngere Holz bzw. die jüngeren Bäume. Diese Wirkungen heben sich gegenseitig auf und da ausserdem nicht nur die Zuwachsgeschwindigkeit (Jahrringsbreite) des einzelnen Baumindividuums zu verschiedenen Zeiten sehr oft starken Veränderungen unterliegt, sondern auch die Kiefern derselben Altersklasse bald abweichend schnell, bald äusserst langsam an Dicke zunehmen, müssen ja die eine grössere, ohne Rücksicht auf diese Umstände untersuchte Anzahl Bäume betreffenden Mittelwerte der Schwindung immer einen sehr weitgehenden Ausgleich erfahren und zeigen deswegen unter sich nur ganz bescheidene Abweichungen.

Falls die eben angedeuteten Schlussfolgerungen richtig sind, findet die nicht unerhebliche Variation des Schwindmasses hierin ihre hauptsächlichliche Erklärung. Es wäre demnach zu erwarten, dass schlechtwüchsiges Jungholz und schnellwüchsiges Altholz die grössten Abweichungen unter

sich aufweisen, indem sich ersteres durch extrem starke, letzteres aber durch extrem geringe Schwindung auszeichnet. Mein Material ist zwar zu gering, um diese Frage endgültig zu entscheiden, jedoch kann ich nicht umhin, die Sache durch ein paar Beispiele zu beleuchten. Aus den Messungsergebnissen lässt sich die nachstehende Uebersicht zusammenstellen.

Jahrringe		Schwindungs % des Holzdurchmessers bezogen auf den Durchmesser des frischen Holzes											Sa. Bäume					
Anzahl	durchschnittl. Breite mm	0,5-0,9	1,0-1,4	1,5-1,9	2,0-2,4	2,5-2,9	3,0-3,4	3,5-3,9	4,0-4,4	4,5-4,9	5,0-5,4	5,5-5,9		6,0-6,4	6,5-6,9	8,0-8,4	9,0-9,4	9,5-9,9
		(26) - 75	0,3-0,5	—	—	—	—	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,6-0,8	—	2	—	1	2	2	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	15
	0,9-1,1	—	—	3	4	6	6	1	1	—	3	—	1	—	—	—	—	24
	1,2-2,4	1	2	4	12	11	9	5	3	1	—	—	—	—	1	—	—	49
76 - 100	0,3-0,5	—	—	1	1	1	1	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	9
	0,6-0,8	—	—	5	5	14	6	7	7	2	2	1	—	—	—	—	—	44
	0,9-1,1	—	1	8	11	7	4	2	1	—	—	—	—	1	—	—	—	35
	1,2-2,4	1	—	2	2	4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
101 - 125	0,3-0,5	—	1	4	1	1	2	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	12
	0,6-0,8	—	1	8	10	8	11	6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	45
	0,9-1,1	—	—	1	7	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12
	1,2-2,4	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
126 - 225	0,3-0,5	—	1	3	7	3	9	—	3	2	1	—	—	—	—	—	—	29
	0,6-0,8	—	1	7	5	2	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
	0,9-1,1	—	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
	1,2-2,4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1

Um die hieraus berechneten Mittelwerte übersichtlich darzustellen, werden dieselben, nachstehend tabellarisch derart angeordnet, dass der Einfluss sowohl des Alters wie der Dichte des Holzes zu gleicher Zeit zum Vorschein kommt. Die Angaben innerhalb der Parenthesen beziehen sich auf die Anzahl untersuchter Bäume in den verschiedenen Klassen.

Abhängigkeit des Schwindungs % v. Alter und Dichte des Holzes					
Anzahl Jahrringe	Durchschnittliche Jahrringsbreite mm				
	0,3-0,5	0,6-0,8	0,9-1,1	1,2-2,4	
(26) - 75	3.3 (4)	3.5 (15)	3.4 (24)	2.9 (49)	
76 - 100	4.0 (9)	3.1 (44)	2.6 (35)	2.3 (10)	
101 - 125	2.6 (12)	2.7 (45)	2.4 (12)	2.1 (2)	
126 - 225	3.0 (29)	2.3 (20)	2.5 (3)	1.4 (1)	

Unsere Annahme finden wir hier, soweit das spärliche Material überhaupt zu Schlüssen berechtigt, vollauf bestätigt, und es wäre fürwahr von grösstem Interesse, eine grössere Anzahl Messungsergebnisse auf die gleiche Weise aufzustellen wobei die Untersuchung über Gegenden in verschiedener geographischer Breite

mit möglichst abweichenden Zuwachsverhältnissen ausgedehnt würde. Nach den oben angeführten Werten zu schliessen, dürfte die schlechtwüchsige 26—75-jährige Kiefer eine Schwindung von ungefähr 3.5 % oder etwas mehr aufweisen, während das Schwindmass schon bei den durch eine mittlere Jahrringsbreite von etwa 1—2 mm ausgezeichneten 126—225-jährigen Kiefern bis aus vielleicht 2 % sinkt. Falls das Material ausschliesslich unter in ihrem ganzen Leben gleichmässig schlecht oder schnell gewachsenen Individuen gewählt worden wäre, so wäre der Unterschied zweifelsohne noch grösser ausgefallen als jetzt. Bei einer mittleren Jahrringsbreite von 3 mm oder mehr, wie sie in südlicheren Gegenden zu finden ist, mag der Schwindungsprozent eine noch merkbarere Senkung erfahren.

Ganz dasselbe Bild ergibt sich, wenn die Schwindungsprozente nach steigendem Durchmesser des Holzes geordnet werden, was ja auch in praktischer Hinsicht das Hauptinteresse weckt. Die Mittelwerte sind hier aus den mit 0.1 % Genauigkeit angegebenen ursprünglichen Werten berechnet worden.

Durchmesser des frischen Holzes, mm	Schwindung des Durchmessers, %															Sa. Bäume	Mittlere Schwin- dung, %	
	0.5—0.9	1.0—1.4	1.5—1.9	2.0—2.4	2.5—2.9	3.0—3.4	3.5—3.9	4.0—4.4	4.5—4.9	5.0—5.4	5.5—5.9	6.0—6.4	6.5—6.9	8.0—8.4	9.0—9.4			9.5—9.9
60—99	—	5	1	6	5	14	5	6	3	—	—	—	—	2	1	1	49	3.6
100—124	—	—	19	4	18	8	11	4	3	3	1	—	—	—	—	—	71	2.9
125—149	—	1	5	18	14	9	7	2	1	—	—	—	—	—	—	—	58	2.7
150—174	—	1	9	11	15	15	5	1	2	—	1	1	1	—	—	—	62	2.9
175—199	—	2	5	17	6	8	8	4	1	—	—	—	—	—	—	—	43	2.5
200—390	1	1	9	10	7	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31	2.2

Das Kleinholz zeigt hier eine um rund 50 % grössere Schwindung wie die grösseren Stämme. Die erzielten Werte sind ja an sich keineswegs zu unterschätzen, denn einer linearen Schwindung von 3 oder 4 % entspricht doch eine Verminderung des Rauminhaltes mit annähernd 6—8 %, es muss aber entschieden darauf hingewiesen werden, dass diese Schwindung nach FLURY nur zum geringsten Teil im waldtrockenen Rundholz vonstatten geht, hauptsächlich aber beim Trocknen des aufgesägten Holzes eintritt. Bei dem älteren, meistens sehr langsam in die Dicke gewachsenen Starkholz scheint die gesamte Schwindung in vollkommen lufttrockenem Zustand nur etwa 2 % zu betragen, was einer Einschrumpfung des Rauminhaltes mit ungefähr 4 % entspricht.