

UNTERSUCHUNGEN ÜBER
DIE SCHLANKHEIT DER KIEFER

VON

M. LAPPI-SEPPÄLÄ, MAG. PHIL.,
INSTITUT FÜR FORSTTAXATION AN DER
UNIVERSITÄT HELSINKI

In der Forstmathematik behandelt man den Stamm des Baumes als einen Rotationskörper, dessen Form durch die als Stammkurve bezeichnete Erzeugende und deren Lage zu der das Mark des Baumes durchlaufende Stammachse bestimmt wird. Die mathematische Definition der Stammkurve eines Baumes ist, im Vergleich mit regelmässigen mathematischen Körpern, keine leichte Aufgabe. Abgesehen von den in der Natur auftretenden Unregelmässigkeiten ist der Stamm des Baumes in seinen verschiedenen Teilen hinsichtlich seiner Form ausserordentlich wechselnd, indem er von der Basis nach dem Wipfel zu verschiedenartigen mathematischen Körpern und deren Zwischenformen nahekommt.

In der Praxis ist jedoch die Form der Stammkurve, der Umstand, ob sich der Baum z. B. einem Kegel oder einem Paraboloid nähert, nicht so wichtig wie ihre Lage zur Stammachse (vgl. HERBERT SCHMIED 1918). Am wichtigsten ist es, von dem Baum möglichst lange und in bezug auf ihren Durchmesser brauchbare Stammteile zu erhalten, und infolgedessen ist der Durchmesserabfall des Stammes in der Praxis von der grössten Bedeutung. Dieses Verhalten kann man auf mehrere verschiedene Weise beschreiben und untersuchen (vgl. z. B. CAJANUS 1911). Als einfachstes Mass des Durchmesserabfalls des Stammes kann die Schlankheit des Baumes gelten, worunter das Verhältnis der Höhe des Baumes zu dem in bestimmter Teilhöhe gemessenen Durchmesser zu verstehen ist. Im folgenden wird ausschliesslich der Durchmesserabfall des oberhalb des Brusthöhendurchmessers gelegenen Stammteiles berücksichtigt und dementsprechend die Schlankheit des Baumes als das Verhältnis der Höhe des Baumes zu seinem Brusthöhendurchmesser definiert.

Je grösser die Verhältniszahl zwischen der Höhe des Baumes und dessen Grunddurchmesser ist, desto schlanker ist der Baum und umgekehrt. Beispielsweise kann von kegelförmigen Stämmen ein bestimmter schlanker viel günstigere Verwendungsmöglichkeiten darbieten als ein gleichfalls kegelförmiger, aber in bezug auf den Stamm weniger schlanker Baum. Vom Standpunkt der Praxis aus ist es also angebracht, der Schlankheit des Stammes und den darauf einwirkenden Faktoren Beachtung zu schenken.

Die folgende Studie über die Schlankheit der Kiefer wurde i. J. 1924 in der Forstwissenschaftlichen Versuchsanstalt im Zusammenhang mit einer umfassenderen Untersuchung ausgeführt, die aus bestimmten Gründen noch nicht veröffentlicht werden konnte. Als Untersuchungsmaterial dienten zahlreiche bei der Taxation der Wälder des Reiches, in der Südhälfte Finnlands genommene, lineare, $50 \times 10 \text{ m}^2$ grosse Probeflächen und auf diesen gemessene Probestämme. Die erwähnte grossenangelegte Inventurierung der Waldvorräte wurde bekanntlich auf quer durch Finnland von Südwesten nach Nordosten in Abständen von 26 km laufenden parallelen Linien vorgenommen (Y. ILVESSALO 1927). Abgesehen von den auf der ganzen Linienlänge gemachten Messungen und Beobachtungen wurde für eine genauere Bestimmung der Kubikmasse und des Zuwachses sowie anderer Charakteristika auf der Linie immer in Abständen von 2 km eine Probefläche von der oben erwähnten Grösse genommen. Neben der Abzählung und Messung der Bäume wurden auf jeder Probefläche 8—10 Probestämme ausgewählt, deren Brusthöhendurchmesser mit der Säbelkluppe von CAJANUS unter Anwendung unpaarer, zwei Zentimeter umfassender Klassen gemessen und deren Höhe mittels des Christenschen Hypsometers mit 1 m Genauigkeit bestimmt wurde. Ausserdem wurden an den Probestämmen gewisse Zuwachsuntersuchungen angestellt. Die Probestämme wurden, um systematische Fehler zu vermeiden, nach einer bestimmten Methode ausgewählt. Ferner wurden u. a. noch das Alter und der Schluss (1.0—0.0) des Probebestandes sowie der Waldtyp notiert.

Von den erwähnten Probeflächen wurden für die vorliegende Untersuchung möglichst genau alle zu dem Zweck geeigneten, vorwiegend aus Kiefern bestehenden, 41—100 Jahre alten und in bezug auf ihren Schluss zu den Klassen 0.3—1.0 gehörenden Probebestände von drei verschiedenen Bonitäten, nämlich dem Calluna-, Vaccinium- und Myrtillus-Typ gewählt. Da hauptsächlich der Einfluss des Bestockungsgrads des Bestandes auf dessen Zuwachsverhältnisse untersucht werden sollte, wurden die Probebestände gemäss der geschätzten Schlusszahl in zwei verschiedene Schlussklassen eingeteilt. Zu der Schlussklasse I wurden alle Bestände, deren Bestockungsgrad von 1.0—0.7 schwankte, und zu der Schlussklasse II alle mit dem Bestockungsgrad 0.6—0.3 bezeichneten Bestände gerechnet. In die erstere Schlussklasse fielen also die verhältnismässig volllichten, ziemlich wirtschaftsnormalen und in die letztere die lichten und lückigen Bestände.

Die Verteilung der Probeflächen auf die Waldtypen und Schlussklassen wird durch folgende Aufstellung veranschaulicht:

	Anzahl der Probeflächen In den Schlussklassen		
	I	II	Zusammen
Callunatyp (CT)	38	55	93
Vacciniumtyp (VT)	76	103	179
Myrtillustyp (MT)	41	53	94
	Summa 155	211	366

Die auf den erwähnten Probeflächen gemessenen Kiefernprobestämme — im ganzen 2 428 Stück — sind im folgenden beim Studium der Schlankheit der Kiefer angewandt worden.

Ein solches Material gewährt nicht die Möglichkeit zu einer detaillierten und zweckmässigsten Aufhellung der hier in Rede stehenden Frage. So lässt sich auf Grund desselben z.B. der Einfluss verschiedenartiger biologischer Faktoren auf die Schlankheit der Kiefer überhaupt nicht untersuchen, obwohl dieselben bekanntlich (vgl. z.B. LÖNNROTH 1925) in bezug auf die Schaftform der Kiefer und

ebenso auf deren Durchmesserabfall eine bedeutende Rolle spielen. Infolgedessen betrifft die Untersuchung im folgenden nur die Feststellung des Einflusses gewisser Hauptfaktoren, des Bestockungsgrads des Bestandes und des Standortes, auf die Schlankheit des Baumes. Aber auch dabei treten in dem Material bereits gewisse Mängel hervor, die in diesem Zusammenhang namhaft gemacht werden müssen. Der derzeitige Bestockungsgrad des Bestandes ist für die Gestaltung des Stammes nicht von solcher Wichtigkeit wie die Verhältnisse, unter denen er sich während eines längeren Zeitraums entwickelt hat. Diese können die Beobachtungen über den derzeitigen Bestockungsgrad des Bestandes nicht immer exakt wiedergeben. Auch sind die Ursachen, welche den unvollständigen Schluss bewirkt haben, wie die Entstehungsweise, die Hiebe u. a., in verschiedenen Fällen wechselnd und wirken dadurch nachteilig auf die Behandlung der Frage ein. Andererseits darf man mit vollem Recht annehmen, dass die störenden Faktoren in dem Material nur zufällige Ausnahmen bedingen und sich gegenseitig ausgleichen können. Der wichtigste Vorzug des angewandten Materials besteht denn auch darin, dass es, bei der Linientaxierung des Reiches durch typische Stichproben gleichmässig in verschiedenen Teilen der Südhälfte Finnlands gesammelt, doch die wesentlichsten Momente bezüglich der untersuchten Frage hervortreten lässt und mithin die Wachstumsart der Kiefer in dieser Hinsicht innerhalb eines ausgedehnteren Gebietes widerspiegelt.

Die Behandlung des Untersuchungsmaterials war folgende: Mit Rücksicht auf den Standort des Bestandes und die Schlussklassifikation wurden die auf den Probeflächen gemessenen Probestämme unter Beachtung des Brusthöhendurchmessers gruppiert und nach den allgemein bekannten Formelmethode (vgl. z. B. CHARLIER 1910) die mittlere Höhe (h) der gleichstarken Probestämme verschiedener Probestände sowie der mit dem Mittelwert verbundene mittlere Fehler $\varepsilon(h)$ berechnet. Die einen gleichartigen Standort und eine gleichartige Schlussklasse vertretenden mittleren Höhenwerte der verschiedenen Durchmesserklassen wurden nach dem LAGRANGESCHEN

Interpolationsverfahren (vgl. LINDELÖF 1912) ausgeglichen. Indem die drei am besten geeigneten Punkte der Beobachtungsreihe zur Grundlage der Berechnung gewählt wurden, konnten schon durch eine Kurve zweiter Ordnung ziemlich befriedigende Ausgleichungsergebnisse (h') erzielt werden. Fig. 1. Die Gleichungen der Ausgleichungskurve waren in den verschiedenen Fällen folgende:

$$\text{CT I } h' = -0.0126 d^2 + 0.9144 d + 0.767 \quad (d = 5 - 27)$$

$$\text{II } h' = -0.0081 d^2 + 0.6372 d + 1.647 \quad (d = 5 - 27)$$

$$\text{VT I } h' = -0.0119 d^2 + 0.9188 d + 2.425 \quad (d = 5 - 31)$$

$$\text{II } h' = -0.0127 d^2 + 0.9274 d + 1.201 \quad (d = 5 - 31)$$

$$\text{MT I } h' = -0.0149 d^2 + 1.0996 d + 1.091 \quad (d = 5 - 29)$$

$$\text{II } h' = -0.0145 d^2 + 1.0458 d + 0.912 \quad (d = 5 - 29)$$

Das Verhältnis der Differenz des primären und des ausgeglichenen Mittelwertes zu dem mittleren Fehler des Mittelwertes wurde für die Beurteilung der Ausgleichung berechnet.

Tabelle 1.

Höhe der Kiefer als Funktion des Brusthöhendurchmessers. Callunatyp (CT).

D_{1-3} cm	Schlussklasse I					Schlussklasse II				
	Mittlere Höhe h m	$\varepsilon(h)$ m	h' m	$\frac{h-h'}{\varepsilon(h)}$	Anzahl der Probestämme St.	Mittlere Höhe h m	$\varepsilon(h)$ m	h' m	$\frac{h-h'}{\varepsilon(h)}$	Anzahl der Probestämme St.
5	5.37	0.186	5.02	+1.9	19	4.47	0.116	4.53	-0.5	43
7	6.55	0.150	6.55	± 0	20	5.71	0.146	5.71	± 0	45
9	7.90	0.269	7.98	-0.3	21	6.53	0.202	6.72	-0.9	36
11	9.23	0.265	9.30	-0.3	22	7.36	0.205	7.68	-1.6	33
13	10.46	0.306	10.52	-0.2	27	8.56	0.196	8.56	± 0	34
15	11.42	0.356	11.64	-0.6	31	9.57	0.255	9.38	+0.7	28
17	12.67	0.346	12.67	± 0	21	10.08	0.235	10.14	-0.3	24
19	13.24	0.349	13.59	-1.0	21	10.41	0.302	10.83	-1.4	27
21	14.90	0.441	14.41	+1.1	20	11.46	0.349	11.46	-0.6	23
23	15.53	0.425	13.13	+0.9	17	11.57	0.331	12.02	-1.4	14
25	15.75	0.356	15.75	± 0	12	12.93	0.327	12.51	+1.3	14
27	15.75	0.488	16.27	-1.1	12	13.29	0.601	12.94	+0.6	14
Σ	—	—	—	—	243	—	—	—	—	335

Tabelle 2.
Höhe der Kiefer als Funktion des Brusthöhendurchmessers. Vacciniumtyp (VT).

$D_{1.3}$ cm	Schlussklasse I					Schlussklasse II				
	Mittlere Höhe h m	$\varepsilon(h)$ m	h' m	$\frac{h-h'}{\varepsilon(h)}$	Anzahl der Probe- stämme St.	Mittlere Höhe h m	$\varepsilon(h)$ m	h' m	$\frac{h-h'}{\varepsilon(h)}$	Anzahl der Probe- stämme St.
5	6.52	0.320	6.72	-0.6	27	5.86	0.155	5.52	+2.2	50
7	8.00	0.311	8.27	-0.9	34	7.07	0.176	7.07	± 0	69
9	9.73	0.370	9.73	± 0	44	8.44	0.204	8.52	-0.4	77
11	11.36	0.300	11.09	+0.9	47	9.85	0.207	9.87	-0.1	85
13	12.09	0.308	12.34	-0.8	45	11.16	0.260	11.11	+0.2	81
15	13.65	0.352	13.53	+0.3	49	12.25	0.269	12.25	± 0	76
17	14.74	0.343	14.61	+0.4	50	13.52	0.292	13.30	+0.8	81
19	15.59	0.314	15.59	± 0	44	14.30	0.310	14.24	+0.2	70
21	16.41	0.385	16.47	-0.2	37	15.11	0.289	15.08	+0.1	75
23	17.08	0.314	17.26	-0.6	37	16.13	0.328	15.81	+1.0	54
25	18.00	0.376	17.96	+0.1	31	16.45	0.378	16.45	± 0	31
27	18.72	0.457	18.56	+0.4	18	17.39	0.287	16.98	+1.4	31
29	19.25	0.504	19.06	+0.4	16	17.00	0.574	17.41	-0.7	15
31	18.89	0.949	19.46	-0.6	9	18.00	0.500	17.75	+0.5	9
Σ	—	—	—	—	488	—	—	—	—	804

Tabelle 3.
Höhe der Kiefer als Funktion des Brusthöhendurchmessers. Myrtillustyp (MT).

$D_{1.3}$ cm	Schlussklasse I					Schlussklasse II				
	Mittlere Höhe h m	$\varepsilon(h)$ m	h' m	$\frac{h-h'}{\varepsilon(h)}$	Anzahl der Probe- stämme St.	Mittlere Höhe h m	$\varepsilon(h)$ m	h' m	$\frac{h-h'}{\varepsilon(h)}$	Anzahl der Probe- stämme St.
5	6.40	0.310	6.22	+0.6	15	6.25	0.242	5.78	+1.9	16
7	8.40	0.324	8.06	+1.0	15	8.53	0.373	7.52	+2.7	17
9	9.78	0.381	9.78	± 0	18	9.00	0.261	9.14	-0.5	23
11	11.59	0.312	11.38	+0.7	17	10.14	0.382	10.66	-1.4	22
13	12.33	0.357	12.87	-0.1	24	11.60	0.342	12.06	-1.3	30
15	14.23	0.391	14.23	± 0	22	13.35	0.361	13.34	+0.0	31
17	15.63	0.381	15.48	+0.4	19	14.50	0.270	14.50	± 0	30
19	16.08	0.403	16.60	-1.3	26	15.45	0.243	15.55	-0.4	33
21	17.26	0.323	17.61	-1.1	19	16.76	0.303	16.48	+0.9	34
23	18.18	0.401	18.50	-0.8	17	17.48	0.291	17.30	+0.6	33
25	19.00	0.478	19.27	-0.6	18	18.00	0.283	17.99	+0.0	24
27	20.27	0.529	19.92	+0.7	15	18.38	0.539	18.58	-0.4	13
29	20.85	0.614	20.45	+0.7	13	18.79	0.338	19.05	-0.8	14
Σ	—	—	—	—	238	—	—	—	—	320

Die Tabellen 1, 2 und 3 geben die Höhe der Kiefer als Funktion des Brusthöhendurchmessers an und veranschaulichen also die Schlankheit der Kiefer auf den verschiedenen Typen und in den angewandten Schlussklassen. Es geht daraus hervor, dass in der Schlankheit der Kiefer auf verschiedenen Waldtypen ein deutlicher Unterschied besteht. Je besser der Standort, an dem die Kiefer wächst, desto schlanker gestaltet sich ihr Schaft, und zwar ist ein Baum gleichen Durchmessers auf einem besseren Waldtyp bedeutend höher als auf einem schlechteren. Zugleich ist zu bemerken, dass sich die Kiefern auf allen Waldtypen in dichteren Beständen schlanker entwickelt haben als in lichten und lückigen.

Um den Einfluss des Standortes und des Bestockungsgrads des Bestandes auf die Schlankheit der Kiefer deutlicher erkennen und zugleich die Zuverlässigkeit der Resultate beurteilen zu können, sind in den Tabellen 4, 5 und 6 die von dem Standort und dem Bestockungsgrad herrührenden Verschiedenheiten in der Höhe der Kiefern gleichen Durchmessers angeführt und die angegebene Differenz mit dem zugehörigen mittleren Fehler (vgl. CHARLIER 1910) verglichen. Aus Tabelle 4 ist zu ersehen, dass sich namentlich die auf dem Cal-luna- und dem Vacciniumtyp gewachsenen Kiefern in bezug auf die Schlankheit bedeutend voneinander unterscheiden, wobei der Einfluss des Standortes auf Grund von Berechnungen des mittleren Fehlers mit voller Sicherheit zu konstatieren ist. Bei den auf dem Vaccinium- und dem Myrtillustyp entwickelten Kiefern (Tabelle 5) ist dieser Unterschied nicht so gross, aber er ist in der Schlussklasse II doch mit ziemlicher Sicherheit festzustellen. Bemerkenswert ist, dass der Einfluss des Standortes in den lichten und lückigen Beständen grösser ist als in den dichteren.

Die früheren Untersuchungen über die Zuwachsverhältnisse des Bestandes auf verschiedenen Waldtypen sind fast ausschliesslich in volllichten Naturwäldern ausgeführt worden (z. B. THOMÉ und MINNI 1909, Y. ILVESSALO 1916 und 1920, LÖNNROTH 1925). Obwohl in diesen Untersuchungen das Verhältnis der Höhe der Kiefer zu dem Brusthöhendurchmesser in allgemeinen nicht in dem Sinne wie in

Tabelle 4.

Einfluss des Standortes auf die Schlankheit der Kiefer.

Höhendifferenzen ($\Delta = h_{VT} - h_{CT}$; $\Delta' = h'_{VT} - h'_{CT}$) der Kiefernstämmen gleichen Brusthöhendurchmessers auf dem Vaccinium- und Callunatyp.

$D_{1.3}$ cm	Schlussklasse I					Schlussklasse II				
	Δ m	$\varepsilon(\Delta)$ m	$\frac{\Delta}{\varepsilon(\Delta)}$	Δ' m	$\frac{\Delta'}{\varepsilon(\Delta')}$	Δ m	$\varepsilon(\Delta)$ m	$\frac{\Delta}{\varepsilon(\Delta)}$	Δ' m	$\frac{\Delta'}{\varepsilon(\Delta')}$
5	1.15	0.370	3.1	1.70	4.6	1.39	0.193	7.2	0.99	5.1
7	1.45	0.345	4.2	1.72	5.0	1.36	0.229	5.9	1.36	5.9
9	1.83	0.457	4.0	1.75	3.8	1.91	0.287	6.7	1.80	6.3
11	2.13	0.397	5.4	1.79	4.5	2.49	0.291	8.6	2.19	7.5
13	1.63	0.434	3.8	1.82	4.2	2.60	0.326	8.0	2.55	7.8
15	2.33	0.500	4.5	1.89	3.8	2.68	0.370	7.2	2.87	7.8
17	2.07	0.487	4.3	1.94	4.0	3.44	0.375	9.2	3.16	8.4
19	2.35	0.490	4.8	2.00	4.1	3.89	0.433	9.0	3.41	7.9
21	1.51	0.585	2.6	2.06	3.5	3.85	0.453	8.5	3.62	8.0
23	1.55	0.528	2.9	2.13	4.0	4.55	0.466	9.8	3.79	8.1
25	2.25	0.518	4.3	2.21	4.3	3.52	0.500	7.0	3.94	7.9
27	2.97	0.668	4.4	2.29	3.4	4.10	0.666	6.2	4.04	6.1

Tabelle 5.

Einfluss des Standortes auf die Schlankheit der Kiefer.

Höhendifferenzen ($\Delta = h_{MT} - h_{VT}$; $\Delta' = h'_{MT} - h'_{VT}$) der Kiefernstämmen gleichen Brusthöhendurchmessers auf dem Myrtillus- und Vacciniumtyp.

$D_{1.3}$ cm	Schlussklasse I					Schlussklasse II				
	Δ m	$\varepsilon(\Delta)$ m	$\frac{\Delta}{\varepsilon(\Delta)}$	Δ' m	$\frac{\Delta'}{\varepsilon(\Delta')}$	Δ m	$\varepsilon(\Delta)$ m	$\frac{\Delta}{\varepsilon(\Delta)}$	Δ' m	$\frac{\Delta'}{\varepsilon(\Delta')}$
5	-0.12	0.445	0.3	-0.50	1.0	0.39	0.287	1.4	0.26	0.9
7	+0.40	0.449	0.9	-0.21	0.5	1.46	0.413	3.5	0.45	1.1
9	+0.05	0.531	0.1	+0.05	0.1	0.56	0.331	1.7	0.62	1.9
11	+0.23	0.430	0.5	+0.29	0.7	0.29	0.434	0.7	0.79	1.8
13	+0.74	0.472	1.6	+0.33	1.1	0.44	0.430	1.0	0.95	2.2
15	+0.58	0.526	1.1	+0.70	1.3	1.10	0.450	2.4	1.09	2.4
17	+0.89	0.518	1.7	+0.87	1.7	0.98	0.398	2.5	1.20	3.0
19	+0.49	0.530	0.9	+1.01	1.9	1.15	0.394	2.9	1.31	3.3
21	+0.85	0.503	1.7	+1.14	2.3	1.65	0.419	3.9	1.40	3.3
23	+1.10	0.590	2.2	+1.24	2.4	1.35	0.439	3.1	1.49	3.4
25	+1.00	0.608	1.6	+1.31	2.2	1.55	0.473	3.3	1.54	3.3
27	+1.55	0.699	2.2	+1.36	1.9	0.99	0.611	1.6	1.60	2.6
29	+1.65	0.794	2.0	+1.39	1.8	1.79	0.666	2.7	1.64	2.5

Tabelle 6.

Einfluss des Schlussgrades auf die Schlankheit der Kiefer.
Höhendifferenzen ($\Delta = h_I - h_{II}$; $\Delta' = h'_I - h'_{II}$) der Kiefernstämmen gleichen Brusthöhendurchmessers bei verschiedenen Schlüssen.

$D_{1.3}$ cm	CT					VT					MT				
	Δ m	$\varepsilon(\Delta)$ m	$\frac{\Delta}{\varepsilon(\Delta)}$	Δ' m	$\frac{\Delta'}{\varepsilon(\Delta')}$	Δ m	$\varepsilon(\Delta)$ m	$\frac{\Delta}{\varepsilon(\Delta)}$	Δ' m	$\frac{\Delta'}{\varepsilon(\Delta')}$	Δ m	$\varepsilon(\Delta)$ m	$\frac{\Delta}{\varepsilon(\Delta)}$	Δ' m	$\frac{\Delta'}{\varepsilon(\Delta')}$
5	0.90	0.219	4.1	0.49	2.2	0.66	0.356	1.9	1.20	3.4	0.15	0.393	0.4	0.44	1.1
7	0.84	0.209	4.0	0.84	4.0	0.93	0.357	2.6	1.20	3.4	0.13	0.404	0.3	0.54	1.1
9	1.37	0.344	4.0	1.26	3.7	1.29	0.422	3.1	1.21	2.9	0.78	0.462	1.7	0.64	1.4
11	1.87	0.335	5.6	1.62	4.8	1.51	0.361	4.2	1.22	3.4	1.45	0.493	2.9	0.72	1.5
13	1.90	0.363	5.2	1.96	5.4	0.93	0.404	2.3	1.23	3.0	1.23	0.494	2.5	0.81	1.6
15	1.85	0.438	4.2	2.26	5.2	1.40	0.443	3.2	1.28	2.9	0.88	0.532	1.7	0.89	1.7
17	2.59	0.418	6.2	2.53	6.1	1.22	0.450	2.7	1.31	2.9	1.13	0.467	2.4	0.98	2.1
19	2.83	0.462	6.1	2.76	6.0	1.29	0.463	2.8	1.35	2.9	0.63	0.471	1.3	1.03	2.2
21	3.64	0.562	6.5	2.95	5.2	1.30	0.481	2.7	1.39	2.9	0.50	0.443	1.1	1.13	2.6
23	3.96	0.539	7.4	3.11	5.8	0.95	0.454	2.1	1.45	3.2	0.70	0.496	1.4	1.20	2.4
25	2.82	0.483	5.8	3.24	6.7	1.55	0.534	2.9	1.51	2.8	1.00	0.555	1.8	1.28	2.3
27	2.46	0.774	3.2	3.33	4.3	1.33	0.540	2.5	1.58	2.9	1.89	0.755	2.5	1.34	1.8
29	—	—	—	—	—	2.25	0.763	3.0	1.65	2.2	2.08	0.701	2.9	1.40	2.0
31	—	—	—	—	—	0.89	1.073	0.8	1.71	1.6	—	—	—	—	—

der vorliegenden Studie berücksichtigt ist (vgl. jedoch Y. ILVESSALO 1916, S. 48—50), kann man bei der Betrachtung der vorgeführten Tatsachen (Y. ILVESSALO 1920 und LÖNNROTH 1925) feststellen (vgl. auch LAPPI-SEPPÄLÄ 1926), dass die Schlankheit der Kiefer in voll-dichten Naturwäldern nicht ganz auf dieselbe Weise und durchaus nicht in dem Grade von dem Standort abhängig ist, wie dies oben in hiebsmässig behandelten und lichten Wäldern konstiiert werden konnte. Stellt man dies mit den oben angeführten Schlussfolgerungen zusammen, so darf man also für wahrscheinlich ansehen, dass der Einfluss des Standortes auf die Schlankheit des Baumes um so grösser ist, je lichter und lückiger die betreffenden Kiefernbestände sind.

Dies zeigt, dass der Einfluss des Bestockungsgrads des Bestandes auf das Verhältnis zwischen der Höhe der Kiefer und ihrem Brusthöhendurchmesser an einem besseren Standort kleiner als an einem schlechteren ist. Dasselbe ergibt sich auf überzeugende Weise auch aus Tabelle 6. Auf allen Waldtypen sind die Kiefern zwar in dichteren Beständen schlanker als in lichten. Aber nur auf dem Callunatyp hat dieser Einfluss des Bestockungsgrads auf Grund von Berechnungen des mittleren Fehlers mit voller Sicherheit konstiiert werden können. Auf dem Vacciniumtyp ist ein ähnlicher Einfluss gleichfalls offenbar. Auf dem Myrtillustyp kann die Verschiedenheit in der Schlankheit der Kiefer in den verschiedenen Schlussklassen nur als einigermassen wahrscheinlich gelten. Auf nährstoffreichem Waldboden scheint also die Lückigkeit und der unvollkommene Schluss des Bestandes die Schlankheit der Kiefer nicht in demselben Grade zu verschlechtern wie auf einem dürftigen Standort.

LITERATUR.

- CAJANUS, WERNER. 1911. Puun rungon muotoa koskevia tutkimusmetoodeja. Vortrag. (Mit deutschem Referat: Über zahlenmässige Darstellung der Stammformen der Waldbäume.) (Suomen Metsänhoitoyhdistyksen Julkaisuja — Finska Forstföreningens Meddelanden, S. 363—370, Ref. S. 491—492. Helsinki — Helsingfors.)
- CHARLIER, C. V. L. 1910. Grunddragen af den matematiska statistiken. Lund.

- ILVESSALO, YRJÖ. 1916. Mäntymetsikköjen valtapuitten kasvusta mustikka- ja kanervakankailla Salmin kruununpuistossa. (Mit deutschem Referat.) (Acta Forestalia Fennica 6.)
- »— 1920. Tutkimuksia metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä, nojautuen etupäässä kotimaiseen kasvutaulujen laatimistyöhön. (Mit deutschem Referat: Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen, hauptsächlich auf den Arbeiten für die Aufstellung der neuen Ertragstafeln Finnlands fussend.) (Ibid., 15.)
- »— 1927. Suomen metsät. Tulokset vuosina 1921—1924 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. (English summary: The Forests of Suomi (Finland). Results of the general survey of the forests of the country carried out during the years 1921—1924.) (Communicationes ex Instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae 11.)
- LAPPI-SEPPÄLÄ, M. 1926. Puun pituuskasvu vahvuuskasvun funktiona. (Metsätaloudellinen Aikakauskirja S. 13—16.)
- LINDELÖF, E. 1912. Johdatus korkeampaan analyysiin. Helsinki.
- LÖNNROTH, ERİK. 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände. (Acta Forestalia Fennica 30.)
- SCHMIED, HERBERT. 1928. Vergleichbare Schaffformdarstellungen. (Centralblatt für das gesamte Forstwesen, S. 193—202.)

M. Lappi-Seppälä

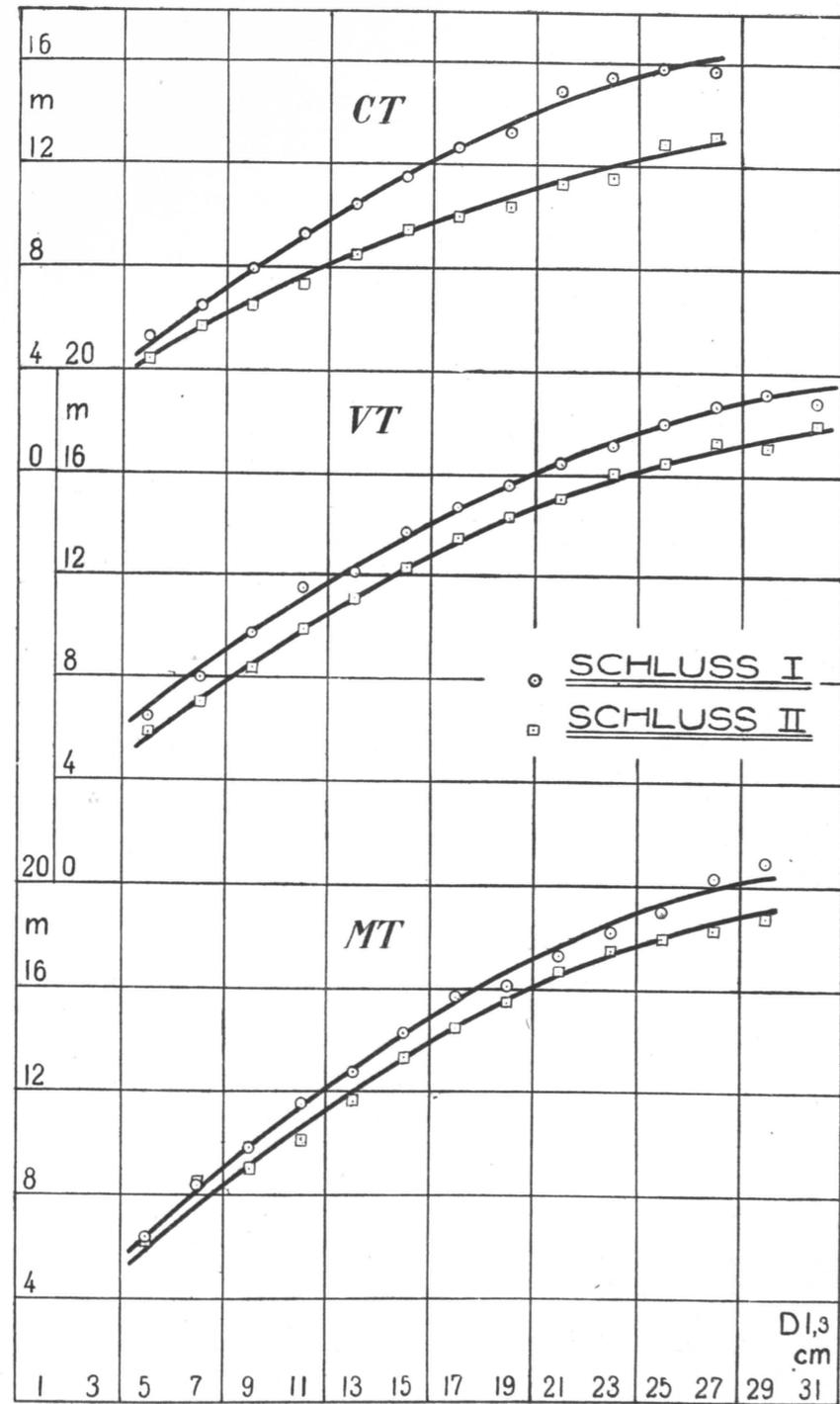


Fig. 1. Höhe der Kiefer als Funktion des Brusthöhendurchmessers.