



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	UEBER DEN EINFLUSS METEOROLOGISCHER FAKTOREN AUF DEN BAUMZUWACHS (II) : Untersuchungen ueber das Laengenwachstum einer Schwarzkiefer unter Verwendung eines neuen Hoehenzuwachsaographs
Author(s)	NAKASHIMA, Hirokichi
Citation	Journal of the Faculty of Agriculture, Hokkaido Imperial University, 22(2), 301-327
Issue Date	1929-04-10
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/12625
Type	departmental bulletin paper
File Information	22(2)_p301-327.pdf



**UEBER DEN EINFLUSS METEOROLOGISCHER FAKTOREN
AUF DEN BAUMZUWACHS (II)**

**Untersuchungen ueber das Laengenwachstum einer
Schwarzkiefer unter Verwendung
eines neuen Hoehenzuwachsautographs**

VON

HIROKICHI NAKASHIMA

(Hierzu 6 Tabellen und 6 Tafeln)

Einleitung

In einer jüngst von mir veröffentlichten Abhandlung habe ich die Beziehungen untersucht, die zwischen dem Stammumfang eines lebenden Baumes und den meteorologischen Faktoren bestehen.

Als Fortsetzung zu dieser Arbeit möchte ich im Folgenden meine vorläufigen Untersuchungsergebnisse mitteilen, die sich auf den Gang des Höhenwachstums beziehen.

Diesbezügliche Studien sind schon von W. E. HILEY, N. CUNLIFFE, Nachtigall und andern gemacht worden. Ihre Resultate beruhen aber ausschliesslich auf Messungsergebnissen, die nur mit Hilfe des Massstabes gewonnen worden sind.

Genauere Messungsverfahren sind auf dem botanischen Gebiete zur Anwendung gelangt, wo Forscher wie W. PFEFFER, J. WIESNER, W. BOVIE und J. BARANETZKI den Gang des Längenwachstums verfolgt haben und zwar mit Hilfe des Auxanometers. Die Bestimmung der Zuwachsgrösse geschieht hierbei so, dass unter der Gipfelknospe ein Faden angebracht ist, der in geeigneter Weise äquilibrirt und über Rollen geführt, den Zuwachs auf einer Registriertrommel aufzeichnet.

Ganz abgesehen von dem störenden Zug, den der Faden auf die Pflanze ausübt, eignet sich dieser Wachstumsmesser nicht zu forstlichen Untersuchungen. Ich unternahm es deshalb, für meine besondern Bedürfnisse einen Apparat zu konstruieren, bei dem diese Nachteile behoben sind. Später liess ich dann noch einen zweiten Apparat herstellen, bei dem allerlei Verbesserungen, deren Wünschbarkeit sich während der Versuche

herausgestellt hatten, angebracht wurden, sodass dieser neue Zuwachsmesser einen hohen Grad der Empfindlichkeit aufweist.

Die in der vorliegenden Arbeit verwendeten Messungsergebnisse rühren alle vom ursprünglichen Apparate her.

Noch nehmen die Versuche ihren Fortgang. Da aber bereits die Resultate für eine Vegetationsperiode vorliegen, habe ich mich zu deren Veröffentlichung entschlossen. Die Untersuchungszeit reicht von Mai bis Anfang Oktober. Zu dieser Zeit ist die Anfang September gebildete neue Knospe bereits so stark geworden, dass sie das Netz des Höhenmessers zu tragen vermag; es erschien mir deshalb dieser Zeitpunkt geeignet, um hier eine vorläufige Grenze zu ziehen und das gewonnene Material zu verarbeiten.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle den Herren Prof. Dr. F. KOIDE, Prof. Dr. Y. NIJIMA und Herrn Prof. Dr. K. MIYABE meinen besten Dank abzustatten für das immer rege Interesse, mit dem sie meine Versuche unterstützten.

I. Standort und Beschreibung des Versuchsbaumes

Als Versuchsbaum wählte ich eine 13 Jahre alte Schwarzkiefer (*Pinus nigra* Arnold, var. *austriaca* Höss.), die sich in einem kleinen Nadelgehölz befindet, welches im Forstgarten der Hokkaido Kaiserlichen Universität gelegen ist.

In Brusthöhe gemessen beträgt der Stammdurchmesser 5,0 cm. Die Höhe des Baumes ist 2,07 m. Die Krone beginnt 0,45 m über dem Boden.

II. Geologische Beschaffenheit des Standortes und Grundwasserstand

Die Baumschule liegt 13 m über Meer. Der Boden besteht aus einer 30 cm mächtigen tonigen Lehmschicht, die der neuen Schicht des Quartärs angehört; darunter liegt Ton.

Die Frühjahrsgrundwassertiefe beträgt 0,6 m.

III. Die meteorologischen Beobachtungsdaten

Da sich dicht neben dem Versuchsgarten die meteorologische Station befindet, konnte der Verfasser ohne weiteres die amtlichen Feststellungen

benützen, die auf stündlich vorgenommenen Beobachtungen beruhen.

Nur die Bestimmung der Bodentemperatur und der Verdunstung wurde bloss einmal täglich und zwar jeweils um 10 Uhr vormittags ausgeführt.

IV. Der Messapparat

Der Wachstumsmesser Nr. 1 besteht aus zwei Teilen, einer Vorrichtung zum Nachweis der Höhenzuwachsveränderungen und einem selbsttätigen Registrierapparat.

Wie aus der nebenstehenden Figur ersichtlich ist, wird der Messapparat, der ein aus drei 45 cm langen Messingröhren gebildetes aufrechtstehendes Prisma von 9 cm Breite darstellt, so um den Wipfel des zu messenden Baumes gelegt, dass die Gipfelknospe gegen ein Drahtnetz stösst, das getragen wird von drei Messingstäben, die in die Messingröhren eingeschoben sind. In diesen befindet sich zur Verringerung der Reibung etwas Oel, das alle drei Wochen einmal erneuert werden muss.

Der ganze Apparat wird dadurch in der richtigen Lage erhalten, dass er durch Messingbänder fest mit einem Gerüst verbunden ist, das rund um den Versuchsbaum errichtet ist.

Beim geringsten Höhenzuwachs wird nun das Netz in die Höhe gehoben, wodurch ein damit verbundener und mit einem Gegengewicht versehener Kupferdraht die Bewegung dem Registrierapparat mitteilt, sodass mittels Trommel und Schreibfeder der Zuwachs graphisch dargestellt werden kann. In dem zur Strafferhaltung des Drahtes verwendeten Gewichte befinden sich Schrotkugeln, die entsprechend dem Wachstum des Sprosses herausgenommen werden, um das Gleichgewicht zu erhalten.

Das Papier, das mit $1/4$ mm Einteilung versehen ist, muss alle Wochen ersetzt werden.

Apparat Nr. 2 stimmt in seinen grossen Zügen mit dem eben beschriebenen Messapparat überein; nur die Registriereinrichtung weist gegenüber jenem verschiedene Verbesserungen auf, die ein empfindlicheres Funktionieren gewährleisten. Es ist nämlich in diesem Falle zwischen der am Baume befindlichen Vorrichtung und dem Registrierapparat ein Instrument eingeschaltet, das dazu dient, die Bewegungen des Drahtes aufzunehmen und auf elektromagnetischem Wege zur Aufzeichnungsstelle weiterzuleiten.

Der Kupferdraht läuft hierbei erst über eine Rolle und dann über eine Welle, die zwei parallel stehenden gegenläufigen Rädern zur Achse dient, Eines dieser Räder dient zur Uebertragung der Zuwachsbewegung,

während das andere allfällige Abnahmen zu verzeichnen hat.

Jedes dieser Räder (Durchmesser 17 cm) trägt auf dem Radkranze einen senkrecht vorspringenden Dorn, der die Aufgabe hat, gegen die zahlreich angebrachten Kontaktstifte zu stossen, die auf zwei Metallringen sitzen. Diese selbst sind in paralleler Lage zu den Rädern auf zwei senkrecht stehenden Isolierplatten angeschraubt.

Durch die Berührung wird ein elektrischer Stromkreis geschlossen, der in dem in beliebiger Entfernung stehenden Registrierapparat die Aufzeichnung des Zuwachses resp. der Abnahme bewirkt.

Da nun die Sperrvorrichtung der beiden Räder nicht derart funktioniert, dass eine rückläufige Bewegung und dadurch ein frischer Kontakt unbedingt ausgeschlossen sind, habe ich den meisselförmig abgeschragten Dorn auf zwei Seiten mit Marienglas belegt und nur an der Kante einen schmalen Streifen freigelassen. Sobald nun das Rad, das der Aufzeichnung des Zuwachses dient, sich rückwärts bewegt, wird der Dorn durch eine Spiralfeder so weit vorgeschoben, dass das Isolierplättchen mit dem Kontaktstift in Berührung kommt, wodurch der Strom ausgeschaltet bleibt.

V. Gewinnung der Messungsergebnisse

Da die mittlere Jahrestemperatur von Sapporo 7 Grad Celsius beträgt, wurden die auf der Trommel aufgezeichneten Werte mittels des Ausdehnungskoeffizienten 0,000017 auf diese Temperatur reduziert. Diese Korrektur beträgt bei einem Draht von 40 cm Länge für 1 Grad 0,0068 mm.

Die stündlich registrierten Werte des Zuwachsautographen sowohl als auch die meteorologischen Aufzeichnungen wurden in Tabellen eingetragen.

Von diesem umfangreichen Zahlenmaterial wurden zum Zwecke der Berechnung nur fünf Ablesungen berücksichtigt; diese Zeitpunkte sind die folgenden:

7 Uhr, 14 Uhr, 24 Uhr, Sonnenaufgang (a), Sonnenuntergang (u) ausserdem wurde das Tagesmittel (m) in Betracht gezogen.

Die Unterschiede in der Ablesungsskala sind die folgenden:

$$\text{Differenz A} = H_7 - h_7$$

$$\text{Differenz B}_1 = H_{14} - H_7$$

$$\text{Differenz C} = H_{24} - h_{24}$$

$$\text{Differenz D} = H_a - h_u$$

$$\text{Differenz E} = H_u - H_a$$

$$\text{Differenz F} = H_m - h_m$$

Mit dem kleinen Buchstaben h bezeichne ich die Höhe des Baumes zur entsprechenden Stunde des vorangegangenen Tages; mit H die des gleichen Tages.

Tabelle I. Resultate der
(1) Mai

Tag	Windrichtung	Windstärke	Sonnenscheindauer in Stunden	Bewölkung (10%)	Relat. Feuchtigkeit der Luft in %	Niederschlags- menge in mm	Verdunstung in mm	Temperatur der Luft			Temperatur des Bodens	
								Maximum	Minimum	Tagesmittel	in 0.3m Tiefe	in 1.2m Tiefe
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19	SE	6.4	0.4	10.0	93	12.2	0.9	13.6	9.3	11.3	9.8	7.3
20	SE, NW	4.3	1.6	9.5	88	4.5	2.0	17.4	8.6	12.5	10.2	7.4
21	NW	2.5	0.0	9.9	89	—	2.2	12.0	7.6	9.6	10.3	7.4
22	NW	3.3	11.7	5.4	82	—	5.2	16.7	8.4	12.0	10.5	7.5
23	SE	5.0	6.5	9.8	71	—	4.3	18.6	6.6	12.0	11.3	7.5
24	NW	3.1	8.7	9.5	74	—	4.6	16.2	5.8	11.2	11.3	7.6
25	NW	3.2	8.7	5.4	83	—	5.0	16.3	8.0	11.2	12.0	7.7
26	—	2.6	13.2	6.6	71	0.1	6.3	18.7	6.5	13.4	12.4	7.9
27	SE	8.4	8.7	6.7	56	—	6.8	23.3	11.6	16.3	12.7	7.8
28	NW	6.5	8.4	6.9	79	—	5.4	17.3	5.5	11.5	12.8	8.0
29	SE	7.9	9.0	7.2	56	—	8.3	20.4	5.2	13.9	12.6	8.2
30	SE	10.5	10.3	6.8	66	—	5.1	25.3	7.6	16.7	12.8	8.3
31	SSE	8.4	0.0	9.2	83	9.8	2.1	13.8	8.9	12.8	13.0	8.3

Beobachtungen im Jahre 1922

1922

Zunahme, beziehungsweise Abnahme der Baumhöhe												Tag
7 Uhr		14 Uhr		24 Uhr		Sonnen- aufgang		Sonnen- untergang		Tagesmittel		
Ablesung in mm	Differenz in mm (A)	Ablesung in mm	Differenz in mm (B)	Ablesung in mm	Differenz in mm (C)	Ablesung in mm	Differenz in mm (D)	Ablesung in mm	Differenz in mm (E)	Ablesung in mm	Differenz in mm (F)	
												1
												2
												3
												4
												5
												6
												7
												8
												9
												10
												11
												12
												13
												14
												15
												16
												17
												18
		2069.00		2070.75				2070.25				19
2072.25		2074.00	1.75	2074.25	3.50	2072.00	1.75	2074.50	2.50	2073.50		20
2074.25	2.00	2074.00	-0.25	2074.50	0.25	2074.25	-0.25	2075.00	0.75	2074.25	0.75	21
2073.50	-0.75	2076.50	3.00	2078.75	4.25	2075.00	0.00	2078.50	3.50	2076.25	2.00	22
2077.00	3.50	2078.50	1.50	2079.50	0.75	2078.75	0.25	2079.25	0.50	2078.00	1.75	23
2077.50	0.50	2080.00	2.50	2084.00	4.50	2078.50	-0.75	2083.00	4.50	2080.50	2.50	24
2081.00	3.50	2084.50	3.50	2087.25	3.25	2082.75	-0.25	2087.00	4.25	2084.50	4.00	25
2084.75	3.75	2088.00	3.25	2091.00	3.75	2084.75	-2.25	2090.00	5.25	2088.25	3.75	26
2091.25	6.50	2094.75	3.50	2095.00	4.00	2091.25	1.25	2093.75	2.50	2092.50	4.25	27
2094.75	3.50	2097.75	3.00	2101.00	6.00	2096.00	2.25	2099.75	3.75	2097.50	5.00	28
2100.00	5.25	2101.25	1.25	2109.00	8.00	2100.75	1.00	2104.50	3.75	2102.25	4.75	29
2107.25	7.25	2109.75	2.50	2114.50	5.50	2108.75	4.25	2113.25	4.50	2110.25	8.00	30
2116.25	9.00	2115.75	-0.50	2116.50	2.00	2115.25	2.00	2116.00	0.75	2116.00	5.75	31

(2) Juni

Tag	Windrichtung	Windstärke	Sonnenscheindauer in Stunden	Bewölkung (10%)	Relat. Feuchtigkeit der Luft in %	Niederschlags- menge in mm	Verdunstung in mm	Temperatur der Luft			Temperatur des Bodens	
								Maximum	Minimum	Tagesmittel	in 0.3m Tiefe	in 1.2m Tiefe
1	SE	8.9	12.1	1.9	75	—	6.4	18.5	8.0	12.7	12.2	8.4
2	SE	3.9	13.2	0.6	62	—	7.8	24.8	5.5	15.7	12.3	8.5
3	SE	6.5	8.7	6.5	57	—	6.8	28.5	12.6	20.2	13.5	8.5
4	SSE	8.5	10.1	7.7	62	—	6.5	25.1	15.4	19.4	14.3	8.8
5	SE	7.6	3.1	7.6	81	3.4	3.5	16.7	12.1	14.2	13.9	8.8
6	SE	10.5	13.1	4.9	72	—	6.8	18.5	11.6	15.4	13.7	8.9
7	SSE	8.8	1.6	9.8	81	9.4	2.6	17.2	12.7	14.8	13.7	9.0
8	ESE	7.2	12.4	5.0	80	6.2	6.9	22.1	11.6	16.4	13.7	9.2
9	ESE	4.4	12.7	6.4	78	—	6.5	25.0	11.1	16.8	14.3	9.2
10	SE	6.5	12.5	8.7	69	—	6.8	25.2	9.1	17.3	14.7	9.3
11	SE	3.9	0.0	9.9	87	19.5	2.0	17.2	11.7	13.9	14.5	9.3
12	NW	3.7	0.0	10.0	91	0.0	2.3	16.7	10.3	13.0	14.5	9.5
13	NW	8.4	1.8	10.0	90	0.4	2.0	15.5	9.9	11.8	14.2	9.6
14	NNW	3.8	0.4	9.5	85	0.2	3.6	17.5	10.1	13.7	14.0	9.7
15	SE	8.6	11.6	8.1	73	—	6.4	22.5	10.4	17.3	14.2	9.7
16	SE	10.8	11.9	8.2	77	0.0	6.5	24.9	13.8	19.7	14.8	9.8
17	SE	8.6	0.0	9.2	93	40.9	1.1	18.7	13.5	16.4	15.4	10.0
18	NE	1.9	6.1	4.6	83	0.1	4.1	24.2	11.6	17.8	15.3	9.9
19	—	2.3	14.0	1.2	80	—	6.3	26.0	9.6	17.3	15.7	10.1
20	NW	2.7	14.0	0.6	80	—	6.3	23.4	10.3	17.5	15.9	10.1
21	ESE	3.1	5.6	7.2	81	—	3.5	21.6	9.9	15.5	16.4	10.3
22	SE	3.3	0.0	9.8	86	0.0	2.1	15.2	10.6	12.3	15.9	10.4
23	ESE	5.3	1.3	9.5	83	0.8	2.7	15.9	10.1	12.8	15.3	10.5
24	SE	2.1	7.4	5.9	81	0.0	5.2	24.1	9.6	16.2	14.8	10.5
25	NW	3.8	5.9	9.7	87	0.2	3.5	23.0	11.9	16.3	15.8	10.7
26	NW	9.8	7.6	6.8	82	3.5	5.3	14.7	9.8	12.0	16.0	10.7
27	NNW	2.2	14.2	0.0	73	—	6.5	19.9	5.5	13.1	15.4	10.8
28	—	2.1	13.7	0.4	69	—	6.9	25.0	3.8	14.9	15.5	10.8
29	NW	4.3	12.4	3.5	76	—	5.8	23.9	5.6	15.6	15.7	11.0
30	NW	3.7	1.3	8.7	87	—	3.3	17.9	11.1	14.3	16.1	10.9

1922

Zunahme, beziehungsweise Abnahme der Baumhöhe												Tag
7 Uhr		14 Uhr		24 Uhr		Sonnenaufgang		Sonnenuntergang		Tagesmittel		
Ableseung in mm	Differenz in mm (A)	Ableseung in mm	Differenz in mm (B)	Ableseung in mm	Differenz in mm (C)	Ableseung in mm	Differenz in mm (D)	Ableseung in mm	Differenz in mm (E)	Ableseung in mm	Differenz in mm (F)	
2116.50	0.25	2118.00	1.50	2121.25	4.75	2116.50	0.50	2119.50	3.00	2118.25	2.25	1
2119.75	3.25	2121.75	2.00	2125.50	4.25	2121.75	2.25	2123.50	1.75	2121.75	3.50	2
2126.75	7.00	2127.50	0.75	2130.25	4.75	2126.75	3.25	2128.75	2.00	2127.75	6.00	3
2131.75	5.00	2139.50	7.75	2143.50	13.25	2130.75	2.00	2141.75	11.00	2136.75	9.00	4
2146.00	14.25	2147.50	1.50	2149.75	6.25	2146.00	4.25	2149.15	3.25	2147.25	10.50	5
2152.50	6.50	2156.00	3.50	2159.75	10.00	2151.25	2.00	2157.50	6.25	2155.00	7.75	6
2160.75	8.25	2162.75	2.00	2163.00	3.25	2161.00	3.50	2163.00	2.00	2162.25	7.25	7
2162.25	1.50	2166.25	4.00	2171.25	8.25	2162.75	-0.25	2169.00	6.25	2166.00	3.75	8
2171.75	9.50	2173.00	1.25	2174.50	3.25	2171.75	2.75	2174.75	3.00	2172.75	6.75	9
2174.25	2.50	2180.50	6.25	2189.75	15.25	2174.50	-0.25	2187.00	12.50	2182.00	9.25	10
2194.75	20.50	2194.50	-0.25	2195.25	5.50	2195.00	8.00	2195.75	0.75	2194.75	12.75	11
2194.25	-0.50	2195.00	0.75	2197.25	2.00	2195.25	-0.50	2196.75	1.50	2195.75	1.00	12
2196.50	2.25	2200.00	3.50	2202.50	5.25	2198.00	1.25	2201.75	3.75	2199.75	4.00	13
2201.75	5.25	2202.75	1.00	2207.75	5.25	2202.50	0.75	2206.00	3.50	2203.75	4.00	14
2208.50	6.75	2210.00	1.50	2219.50	11.75	2207.75	1.75	2213.75	6.00	2211.25	7.50	15
2220.50	12.00	2227.00	6.50	2236.25	16.75	2220.50	6.75	2231.50	11.00	2226.50	15.25	16
2236.00	15.50	2237.00	1.00	2237.00	0.75	2235.75	4.25	2237.00	1.25	2236.50	10.00	17
2236.75	0.75	2234.25	-2.50	2241.00	4.00	2237.00	0.00	2237.50	0.50	2236.50	0.00	18
2239.25	2.50	2240.75	1.50	2250.50	9.50	2242.75	5.25	2246.50	3.75	2243.00	6.50	19
2248.75	9.50	2250.50	1.75	2258.00	7.50	2252.00	5.50	2254.00	2.00	2252.00	9.00	20
2259.50	10.75	2260.75	1.25	2265.50	7.50	2260.00	6.00	2263.50	3.50	2261.00	9.00	21
2267.50	8.00	2268.50	1.00	2271.00	5.50	2266.75	3.25	2270.25	3.50	2268.75	7.75	22
2272.00	4.50	2273.25	1.25	2274.00	3.00	2271.25	1.00	2274.50	3.25	2273.00	4.25	23
2274.75	2.75	2275.25	0.50	2278.50	4.50	2274.25	-0.25	2277.25	3.00	2275.75	2.75	24
2280.75	6.00	2282.25	1.50	2286.00	7.50	2279.75	2.50	2285.00	5.25	2282.25	6.50	25
2288.00	7.25	2289.50	1.50	2290.75	4.75	2287.25	2.25	2290.25	3.00	2289.00	6.75	26
2290.00	2.00	2289.50	-0.50	2293.75	3.00	2291.25	1.00	2291.50	0.25	2290.75	1.75	27
2292.50	2.50	2292.25	-0.25	2299.50	5.75	2295.00	3.50	2295.25	0.25	2294.00	3.25	28
2298.50	6.00	2299.50	1.00	2306.00	6.50	2300.00	4.75	2304.50	4.50	2301.00	7.00	29
2308.75	10.25	2309.50	0.75	2312.25	6.25	2308.25	3.75	2311.75	3.50	2309.75	8.75	30

(3) Juli

Tag	Windrichtung	Windstärke	Sonnenscheindauer in Stunden	Bewölkung (10%)	Relat. Feuchtigkeit der Luft in %	Niederschlags- menge in mm	Verdunstung in mm	Temperatur der Luft			Temperatur des Bodens	
								Maximum	Minimum	Tagesmittel	in 0.3m Tiefe	in 1.2m Tiefe
1	SSE	6.2	12.0	9.9	78	—	4.8	25.4	11.2	19.1	16.1	11.1
2	SE	8.0	0.7	9.8	85	20.1	3.4	23.0	17.1	19.4	16.6	11.1
3	NNW	3.3	2.5	9.8	85	0.0	1.8	21.0	12.3	15.5	16.7	11.2
4	NW	1.9	5.7	8.8	87	0.0	3.4	22.0	11.8	15.9	16.3	11.2
5	SE	3.9	5.1	9.5	84	0.1	3.5	25.3	14.6	19.0	16.5	11.4
6	NW	2.2	2.5	10.0	92	2.6	2.1	21.9	14.4	16.8	17.0	11.3
7	SE	5.1	0.0	9.8	91	6.0	1.9	20.0	15.6	18.3	17.1	11.4
8	SE	7.4	0.8	9.8	84	3.1	2.3	22.2	17.4	19.6	17.0	11.6
9	ESE	5.4	4.8	8.1	86	0.2	3.1	24.7	15.4	20.0	17.2	11.7
10	NW	4.4	6.4	8.8	89	0.5	1.9	22.5	14.6	17.5	17.4	11.6
11	NW	3.3	0.6	10.0	91	0.4	3.5	19.0	13.4	15.4	17.3	11.8
12	SE	3.2	7.9	6.8	84	—	5.9	23.0	13.2	17.4	17.1	11.7
13	SE	4.1	13.1	2.8	81	—	7.6	25.9	13.5	19.1	17.7	11.9
14	SE	8.6	11.1	7.0	79	—	5.9	25.8	13.1	19.8	18.1	12.0
15	SE	8.0	0.1	8.6	87	1.4	4.0	22.9	16.5	19.4	18.2	12.2
16	ESE	5.9	12.7	5.6	81	1.6	7.1	30.9	17.5	23.4	18.5	12.1
17	ESE	6.2	3.6	8.4	87	3.5	4.7	25.0	18.5	21.4	19.3	12.2
18	SE	5.8	7.1	8.8	84	—	6.3	27.4	17.3	22.1	19.3	12.2
19	SE	8.5	10.6	6.2	79	—	7.5	27.5	18.4	22.8	19.3	12.4
20	SE, NW	3.1	8.8	6.0	81	—	6.2	30.6	19.1	24.0	19.9	12.4
21	NW	2.0	6.6	8.9	89	—	5.7	29.7	19.2	22.7	20.6	12.5
22	NNW	2.8	8.0	7.6	87	—	6.0	29.6	18.5	23.2	20.9	12.7
23	NW	2.7	5.5	8.0	89	—	6.6	27.4	19.3	23.0	21.2	12.8
24	ESE	3.4	9.5	6.8	85	—	6.1	30.1	21.0	24.4	21.4	12.9
25	NNW	4.2	1.8	9.0	89	0.6	3.3	29.1	17.1	21.5	21.7	13.0
26	ESE	3.4	0.5	9.3	85	0.1	4.1	22.8	14.3	17.5	20.6	13.3
27	SE	7.2	11.4	9.3	77	—	4.7	23.0	12.7	17.8	19.7	13.3
28	SE	7.0	0.0	9.2	90	16.5	1.5	20.7	16.3	18.3	19.2	13.4
29	SE	6.2	0.0	9.8	90	13.2	1.7	22.0	18.2	20.3	18.7	13.5
30	SE	2.4	3.2	9.4	89	5.8	1.5	25.9	19.1	21.7	19.2	13.5
31	NW	3.4	4.5	9.2	91	0.3	4.3	25.0	19.4	21.4	19.6	13.5

1922

Zunahme, beziehungsweise Abnahme der Baumhöhe												Tag
7 Uhr		14 Uhr		24 Uhr		Sonnenaufgang		Sonnenuntergang		Tagesmittel		
Ableseung in mm	Differenz in mm (A)	Ableseung in mm	Differenz in mm (B)	Ableseung in mm	Differenz in mm (C)	Ableseung in mm	Differenz in mm (D)	Ableseung in mm	Differenz in mm (E)	Ableseung in mm	Differenz in mm (F)	
2312.75	4.00	2315.75	3.00	2323.50	11.25	2312.50	0.75	2320.00	7.50	2316.00	6.25	1
2327.25	14.50	2333.00	5.75	2332.25	8.75	2324.25	4.25	2332.25	8.00	2330.00	14.00	2
2331.50	4.25	2332.00	0.50	2333.25	1.00	2332.50	0.25	2332.75	0.25	2332.25	2.25	3
2333.75	2.25	2333.50	-0.25	2337.25	4.00	2333.75	1.00	2335.75	2.00	2334.50	2.25	4
2338.25	4.50	2338.75	0.50	2342.75	5.50	2338.75	3.00	2340.50	1.75	2339.25	4.75	5
2343.00	4.75	2342.00	-1.00	2347.75	5.00	2344.25	3.75	2346.00	1.75	2344.00	4.75	6
2349.00	6.00	2349.25	0.25	2351.75	4.00	2348.75	2.75	2350.50	1.75	2349.75	5.75	7
2355.00	6.00	2358.00	3.00	2359.00	7.25	2354.25	3.75	2358.75	4.50	2357.00	7.25	8
2358.00	3.00	2359.50	1.50	2361.00	2.00	2360.00	1.25	2360.25	0.25	2359.50	2.50	9
2362.25	4.25	2361.25	-1.00	2364.25	3.25	2362.00	1.75	2363.00	1.00	2361.75	2.25	10
2364.75	2.50	2364.75	0.00	2366.25	2.00	2364.75	1.75	2366.00	1.25	2365.00	3.25	11
2366.50	1.75	2368.50	2.00	2369.50	3.25	2366.75	0.75	2369.00	2.25	2367.75	2.75	12
2367.50	1.00	2369.25	1.75	2371.50	2.00	2368.25	-0.75	2370.75	2.50	2369.25	1.50	13
2370.25	2.75	2374.25	4.00	2380.50	9.00	2370.75	0.00	2378.50	7.75	2374.50	5.25	14
2380.50	10.25	2382.00	1.50	2383.25	2.75	2381.25	2.75	2383.50	2.25	2381.50	7.00	15
2381.25	0.75	2381.25	0.00	2384.25	1.00	2381.50	-2.00	2383.00	1.50	2382.25	0.75	16
2383.00	1.75	2384.50	1.50	2385.00	0.75	2383.50	0.50	2385.25	1.75	2384.25	2.00	17
2383.25	0.25	2384.50	1.25	2388.25	3.25	2385.50	0.25	2387.00	1.50	2385.50	1.25	18
2388.25	5.00	2390.50	2.25	2393.00	4.75	2389.50	2.50	2391.75	2.25	2390.25	4.75	19
2391.50	3.25	2389.75	-1.75	2393.00	0.00	2393.25	1.50	2391.75	-1.50	2391.00	0.75	20
2392.00	0.50	2387.50	-4.50	2392.25	-0.75	2393.00	1.25	2390.25	-2.75	2390.25	-0.75	21
2390.50	-1.50	2388.00	-2.50	2388.50	-3.75	2392.50	2.25	2388.25	-4.25	2389.50	-0.75	22
2388.25	-2.25	2387.25	-1.00	2389.25	0.75	2388.50	0.25	2388.50	0.00	2388.00	-1.50	23
2389.50	1.25	2389.00	-0.50	2391.00	1.75	2389.75	1.25	2391.00	1.25	2389.75	1.75	24
2388.75	-0.75	2388.75	0.00	2392.00	1.00	2391.00	0.00	2391.50	0.50	2390.00	0.25	25
2390.25	1.50	2388.25	-2.00	2392.25	0.25	2391.75	0.25	2391.00	-0.75	2390.50	0.50	26
2391.75	1.50	2395.75	4.00	2399.00	6.75	2393.00	2.00	2398.00	5.00	2395.25	4.75	27
2401.00	9.25	2400.00	-1.00	2401.50	2.50	2400.75	2.75	2400.50	-0.25	2400.50	5.25	28
2401.50	0.50	2403.50	2.00	2403.75	2.25	2401.50	1.00	2404.00	2.50	2402.75	2.25	29
2404.00	2.50	2403.25	-0.75	2403.50	-0.25	2404.00	0.00	2404.00	0.00	2403.25	0.50	30
2403.25	-0.75	2403.25	0.00	2402.75	-0.75	2403.25	-0.75	2402.50	-0.75	2403.00	-0.25	31

(4) August

Tag	Windrichtung	Windstärke	Sonnenscheindauer in Stunden	Bewölkung (10%)	Relat. Feuchtigkeit der Luft in %	Niederschlags- menge in mm	Verdunstung in mm	Temperatur der Luft			Temperatur des Bodens	
								Maximum	Minimum	Tagesmittel	in 0.3m Tiefe	in 1.2m Tiefe
1	NW	3.0	2.0	10.0	94	0.0	3.4	24.5	19.6	21.2	20.3	13.7
2	SE	1.4	0.0	9.9	94	11.8	1.0	23.4	19.5	21.3	20.4	13.7
3	SE	5.2	0.9	9.8	91	5.1	4.0	25.0	20.0	22.1	20.3	13.7
4	SE	1.3	3.0	9.5	89	0.5	1.1	25.1	19.1	22.3	20.4	13.7
5	SE	1.9	0.0	9.5	92	1.4	0.7	24.3	17.6	21.7	20.4	13.8
6	NW	2.4	0.0	10.0	96	0.9	0.8	23.6	18.7	20.9	20.5	13.9
7	NW	2.1	7.0	7.5	83	—	4.0	26.8	15.2	20.9	20.7	14.0
8	SSE	1.9	8.6	7.5	83	—	5.0	26.7	13.3	19.5	19.8	14.0
9	—	1.1	5.1	7.5	83	—	3.6	27.4	13.7	19.6	19.7	14.2
10	SE	5.2	9.9	6.3	80	2.3	4.6	25.6	14.0	20.0	19.6	14.2
11	—	1.2	1.3	9.4	86	0.0	1.4	24.4	16.5	21.3	19.9	14.3
12	WNW	2.4	6.5	6.0	87	3.1	4.6	24.6	12.0	18.8	19.8	14.3
13	ESE	2.4	8.8	2.6	78	—	5.8	25.0	10.1	18.4	19.3	14.3
14	SE	5.5	4.6	8.8	82	0.0	4.2	23.9	13.7	19.9	19.6	14.3
15	SE	3.8	5.2	7.5	85	0.0	4.0	29.4	17.9	23.4	19.9	14.4
16	—	0.9	0.7	10.0	89	0.0	3.1	26.4	17.8	22.2	20.3	14.5
17	NW	1.8	12.6	6.5	79	0.0	6.1	29.6	18.2	23.3	20.6	14.5
18	W	3.6	7.1	8.9	78	0.2	5.0	31.9	18.3	25.7	20.9	14.5
19	NW	2.3	3.7	9.5	92	—	3.5	28.3	23.0	24.6	21.6	14.5
20	—	1.5	0.0	10.0	97	39.4	1.6	25.0	21.0	22.3	21.9	14.6
21	—	1.0	3.9	10.0	96	8.1	1.1	25.0	20.2	22.0	21.6	14.7
22	SE	2.1	1.1	9.9	93	1.1	2.0	24.8	19.4	21.9	21.5	14.8
23	SE	4.8	2.3	8.5	90	0.1	2.3	26.4	20.4	22.9	21.4	14.8
24	NW	4.0	0.0	10.0	97	59.4	—	21.4	18.1	19.8	21.1	14.8
25	NW	7.1	8.1	5.8	86	6.2	4.6	22.9	13.4	19.1	20.7	15.1
26	ESE	4.0	11.5	1.8	84	—	5.4	24.9	10.2	18.4	20.1	15.2
27	—	1.2	8.1	8.6	85	—	3.8	26.1	13.8	20.5	20.0	15.3
28	—	1.5	9.7	9.8	79	0.5	—	29.0	16.0	22.2	20.3	15.4
29	SE	3.9	8.2	5.3	86	64.2	5.3	30.0	18.8	23.0	20.8	15.5
30	NNW	2.9	11.1	6.7	86	—	5.3	25.2	14.8	20.2	21.2	15.8
31	SE	1.9	0.0	8.8	88	3.4	2.1	23.3	12.2	17.5	20.6	15.9

1922

Zunahme, beziehungsweise Abnahme der Baumhöhe												Tag
7 Uhr		14 Uhr		24 Uhr		Sonnenaufgang		Sonnenuntergang		Tagesmittel		
Ablesung in mm	Differenz in mm (A)	Ablesung in mm	Differenz in mm (B)	Ablesung in mm	Differenz in mm (C)	Ablesung in mm	Differenz in mm (D)	Ablesung in mm	Differenz in mm (E)	Ablesung in mm	Differenz in mm (F)	
2402.75	-0.50	2402.25	-0.50	2403.25	0.50	2402.75	0.25	2402.00	-0.75	2402.50	-0.50	1
2403.25	0.50	2402.25	-1.00	2404.25	1.00	2403.25	1.25	2403.00	-0.25	2403.25	0.75	2
2404.75	1.50	2405.25	0.50	2407.00	2.75	2404.50	1.50	2405.25	0.75	2405.25	2.00	3
2407.00	2.25	2405.75	-1.25	2407.00	0.00	2407.00	1.75	2406.50	-0.50	2406.50	1.25	4
2406.75	-0.25	2407.00	0.25	2407.50	0.50	2406.75	0.25	2407.50	0.75	2407.00	0.50	5
2407.00	0.25	2407.50	0.50	2407.50	0.00	2407.25	-0.25	2408.00	0.75	2407.50	0.50	6
2407.25	0.25	2407.00	-0.25	2406.75	-0.75	2407.25	-0.75	2406.00	-1.25	2406.75	-0.75	7
2408.00	0.75	2406.50	-1.50	2407.25	0.50	2407.75	1.75	2405.75	-2.00	2407.00	0.25	8
2408.50	0.50	2405.75	-2.75	2406.50	-0.75	2408.50	2.75	2406.00	-2.50	2407.00	0.00	9
2405.00	-3.50	2404.00	-1.00	2406.25	-0.25	2406.25	0.25	2406.00	-0.25	2404.75	-2.25	10
2404.75	-0.25	2403.75	-1.00	2406.00	-0.25	2407.00	1.00	2404.75	-2.25	2405.00	0.25	11
2402.75	-2.00	2403.75	1.00	2405.75	-0.25	2406.00	1.25	2404.50	-1.50	2404.50	-0.50	12
2401.25	-1.50	2401.50	0.25	2405.50	-0.25	2402.50	-2.00	2404.75	2.25	2403.50	-1.00	13
2403.75	2.50	2406.25	2.50	2408.50	3.00	2403.50	-1.25	2408.00	4.50	2406.25	2.75	14
2407.50	3.75	2407.50	0.00	2410.75	2.25	2407.50	-0.50	2409.50	2.00	2408.50	2.25	15
2409.75	2.25	2408.50	-1.25	2411.00	0.25	2411.25	1.75	2410.50	-0.75	2409.75	1.25	16
2407.75	-2.00	2407.50	-0.25	2411.50	0.50	2409.75	-0.75	2410.00	0.25	2409.25	-0.50	17
2408.75	1.00	2409.50	0.75	2412.25	0.75	2411.25	1.25	2411.00	-0.25	2410.25	1.00	18
2411.75	3.00	2411.00	-0.75	2413.75	1.50	2412.50	1.50	2413.25	0.75	2412.00	1.75	19
2413.25	1.50	2414.50	1.25	2414.75	1.00	2413.00	-0.25	2414.75	1.75	2414.25	2.25	20
2413.25	0.00	2415.25	2.00	2415.75	1.00	2415.00	0.25	2415.50	0.50	2414.75	0.50	21
2415.75	2.50	2414.25	-1.50	2416.25	0.50	2415.75	0.25	2416.25	0.50	2415.75	1.00	22
2416.00	0.25	2415.75	-0.25	2416.75	0.50	2416.25	0.00	2415.75	-0.50	2416.00	0.25	23
2417.00	1.00	2416.50	-0.50	2415.50	-1.25	2417.00	1.25	2416.25	-0.75	2416.50	0.50	24
2416.00	-1.00	2417.00	1.00	2419.00	3.50	2415.75	-0.50	2418.75	3.00	2417.25	0.75	25
2415.50	-0.50	2418.50	3.00	2421.75	2.75	2418.75	0.00	2421.00	2.25	2418.75	1.50	26
2419.00	3.50	2419.00	0.00	2421.50	-0.25	2422.50	1.50	2421.00	-1.50	2420.50	1.75	27
2418.00	-1.00	2418.00	0.00	2420.75	-0.75	2419.75	-1.25	2420.00	0.25	2419.50	-1.00	28
2420.75	2.75	2418.75	-2.00	2421.75	1.00	2420.75	0.75	2420.25	-0.50	2420.25	0.75	29
2420.00	-0.75	2418.25	-1.75	2420.75	-1.00	2422.00	1.75	2420.25	-1.75	2420.00	-0.25	30
2418.25	-1.75	2418.00	-0.25	2421.25	0.50	2421.50	1.25	2420.25	-1.25	2419.50	-0.50	31

(5) September

Tag	Windrichtung	Windstärke	Sonnenscheindauer in Stunden	Bewölkung (10%)	Relat. Feuchtigkeit der Luft in %	Niederschlags- menge in mm	Verdunstung in mm	Temperatur der Luft			Temperatur des Bodens	
								Maximum	Minimum	Tagesmittel	in 0.3m Tiefe	in 1.2m Tiefe
1	NW	2.5	8.0	6.4	86	6.9	4.7	22.3	11.4	17.2	20.1	16.0
2	SE	4.1	11.5	6.1	85	—	4.5	22.5	8.5	16.3	19.6	16.0
3	SSE	7.3	4.0	9.8	90	1.9	3.5	22.9	16.8	19.4	19.6	16.0
4	SE	6.1	1.2	9.9	93	1.6	3.1	26.4	20.7	22.5	19.7	15.8
5	NW	5.6	7.9	8.5	84	2.5	3.8	28.3	14.7	21.5	20.2	16.0
6	SE	2.4	9.0	6.1	82	—	3.5	23.0	12.6	17.5	20.0	16.0
7	SE	4.2	10.0	7.8	87	—	3.5	21.6	13.4	17.4	19.5	15.9
8	SE	5.7	6.7	6.6	89	—	4.2	22.5	15.2	18.4	19.4	16.0
9	SE	4.6	7.6	3.5	86	3.0	4.7	23.5	9.3	17.6	19.3	16.0
10	—	1.7	10.7	5.5	79	—	4.2	25.6	6.6	16.5	18.4	15.9
11	SSE	3.7	1.7	7.6	93	2.1	2.8	23.6	10.9	19.0	18.7	16.0
12	SE	4.2	6.7	9.5	87	6.6	4.1	26.8	14.6	21.3	18.6	15.8
13	—	3.4	9.4	3.2	86	0.4	4.8	22.2	10.2	18.3	19.2	15.8
14	SE	3.3	6.9	7.7	83	0.2	3.6	23.8	7.5	17.1	18.6	15.8
15	NW	3.8	0.0	8.8	94	5.4	1.4	23.2	13.6	18.4	18.8	15.8
16	—	1.5	11.6	0.3	73	—	4.6	22.0	8.9	15.3	18.2	15.8
17	SE	5.7	10.0	1.8	75	—	5.9	22.2	7.2	15.4	17.6	15.8
18	SE	9.1	9.8	5.0	82	0.0	4.5	21.5	14.0	18.3	17.6	15.7
19	NW	4.7	1.4	9.3	90	4.7	0.7	22.6	14.4	17.6	18.2	15.7
20	—	1.7	1.3	8.8	85	1.8	2.2	18.3	9.9	14.3	17.6	15.7
21	NW	6.2	4.1	7.6	66	1.1	3.3	15.3	8.8	12.1	16.8	15.5
22	WNW	3.0	6.8	6.0	75	6.8	3.1	17.9	8.5	12.3	16.2	15.5
23	SSE	1.9	5.6	6.3	78	0.4	2.7	19.0	8.3	14.1	16.0	15.7
24	—	0.7	7.0	6.2	82	—	3.0	22.4	6.5	14.7	15.8	15.5
25	SE	2.3	0.0	10.0	94	7.3	0.4	15.5	13.0	14.3	16.1	15.4
26	—	1.4	4.0	6.6	90	1.9	3.3	21.4	10.2	15.8	16.0	15.3
27	SE	1.8	7.3	5.3	82	—	3.0	23.8	6.2	15.7	16.0	15.3
28	SSE	4.8	7.9	4.9	85	0.0	3.8	23.6	13.4	18.5	16.5	15.3
29	WNW	6.5	7.1	6.0	70	1.0	3.8	23.8	9.8	16.2	17.0	15.0
30	WNW	6.5	4.6	7.0	63	3.3	3.4	14.2	8.0	10.7	15.8	15.1

1922

Zunahme, beziehungsweise Abnahme der Baumhöhe												Tag
7 Uhr		14 Uhr		24 Uhr		Sonnenaufgang		Sonnenuntergang		Tagesmittel		
Ableseung in mm	Differenz in mm (A)	Ableseung in mm	Differenz in mm (B)	Ableseung in mm	Differenz in mm (C)	Ableseung in mm	Differenz in mm (D)	Ableseung in mm	Differenz in mm (E)	Ableseung in mm	Differenz in mm (F)	
2420.00	1.75	2416.00	-4.00	2419.50	-1.75	2421.50	1.25	2418.75	-2.75	2418.50	-1.00	1
2417.25	-2.75	2414.75	-2.50	2418.25	-1.25	2420.00	1.25	2418.00	-2.00	2417.50	-1.00	2
2419.00	1.75	2418.25	-0.75	2420.75	2.50	2418.75	0.75	2419.50	0.75	2419.25	1.75	3
2420.00	1.00	2419.25	-0.75	2419.25	-1.50	2420.75	1.25	2418.50	-2.25	2419.50	0.25	4
2416.25	-3.75	2416.25	0.00	2418.00	-1.25	2419.00	0.50	2417.75	-1.25	2417.50	-2.00	5
2415.50	-0.75	2413.75	-1.75	2417.50	-0.50	2418.25	0.50	2416.00	-2.25	2416.00	-1.50	6
2415.75	0.25	2413.50	-2.25	2416.00	-1.50	2417.75	1.75	2415.25	-2.50	2415.50	-0.50	7
2416.25	0.50	2414.75	-1.50	2417.75	1.75	2416.75	1.50	2416.75	0.00	2416.00	0.50	8
2416.00	-0.25	2414.25	-1.75	2417.75	0.00	2417.00	0.25	2415.75	-1.25	2416.25	0.25	9
2418.00	2.00	2414.75	-3.25	2415.50	-2.25	2418.00	2.25	2415.50	-2.50	2416.00	-0.25	10
2415.75	-2.25	2415.50	-0.25	2415.25	-0.25	2415.75	0.25	2415.50	-0.25	2415.50	-0.50	11
2415.00	-0.75	2413.00	-2.00	2415.50	0.25	2415.00	-0.50	2413.25	-1.75	2414.25	-1.25	12
2414.00	-1.00	2410.00	-4.00	2413.00	-2.50	2414.00	0.75	2410.00	-4.00	2412.50	-1.75	13
2413.00	-1.00	2408.75	-4.25	2411.75	-1.25	2413.00	3.00	2409.50	-3.50	2410.75	-1.75	14
2411.25	-1.75	2412.50	1.25	2412.75	1.00	2412.25	2.75	2412.50	0.25	2412.50	1.75	15
2410.25	-1.00	2409.75	-0.50	2412.50	-0.25	2413.00	0.50	2410.75	-2.25	2411.25	-1.25	16
2411.75	1.50	2411.25	-0.50	2413.75	1.25	2413.00	2.25	2412.00	-1.00	2412.00	0.75	17
2412.50	0.75	2411.75	-0.75	2414.25	0.50	2413.00	1.00	2413.00	0.00	2412.75	0.75	18
2412.50	0.00	2413.50	1.00	2414.25	0.00	2413.75	0.75	2413.75	0.00	2413.75	1.00	19
2414.00	1.50	2411.50	-2.50	2413.50	-0.75	2414.00	0.25	2413.25	-0.75	2413.25	-0.50	20
2413.75	-0.25	2411.50	-2.25	2412.25	-1.25	2413.75	0.50	2412.00	-1.75	2412.25	-1.00	21
2412.25	-1.50	2412.50	0.25	2415.00	2.75	2412.25	0.25	2413.25	1.00	2413.00	0.75	22
2415.50	3.25	2415.25	-0.25	2415.25	0.25	2415.50	2.25	2415.25	-0.25	2415.25	2.25	23
2414.75	-0.75	2412.00	-2.75	2413.00	-2.25	2414.75	-0.50	2413.00	-1.75	2413.25	-2.00	24
2413.00	-1.75	2413.25	0.25	2413.75	0.75	2413.00	0.00	2413.50	0.50	2413.25	0.00	25
2413.50	0.50	2409.75	-3.75	2413.00	-0.75	2413.50	0.00	2411.75	-1.75	2412.25	-1.00	26
2410.25	-3.25	2409.25	-1.00	2411.50	-1.50	2412.50	0.75	2411.25	-1.25	2411.00	-1.25	27
2411.00	0.75	2410.50	-0.50	2412.25	0.75	2412.25	1.00	2411.50	-0.75	2411.25	0.25	28
2412.75	1.75	2411.75	-1.00	2412.75	0.50	2412.75	1.25	2412.50	-0.25	2412.25	1.00	29
2413.00	0.25	2411.25	-0.75	2411.75	-1.00	2413.25	0.75	2411.50	-1.75	2412.25	0.00	30

VI. i. Gang der Zu- und Abnahme der Baumhöhe

Am 19. Mai 1922, dem Beginn der Beobachtungen, war die Gipfelknospe noch nicht entfaltet, obschon sie bereits etwa drei Millimeter länger war als zur Winterszeit.

Mit dem Eintritt der Vegetationsperiode setzt zunächst eine Verlängerung der Knospe ein, worauf sie sich öffnet. Das weitere Wachstum ist sehr lebhaft und dauert bis in den Juli hinein an. Die Nadeln nehmen teil an der Streckung des Triebes und erreichen schon Ende September eine Länge von 11,0 cm. Wegen ihrer schiefen Stellung zum Schaft kommt aber bei der Messung der Baumhöhe das nicht zur Geltung; der senkrechte Abstand zwischen Gipfel und Netz des Apparates beträgt nämlich nur 7,5 cm.

Der für diese Arbeit in Betracht kommende Beobachtungszeitraum von Mitte Mai bis Ende September gliedert sich in die zwei folgenden Zeitabschnitte:

- 1.) in die Periode des lebhaftesten Wachstums von Ende Mai bis Mitte Juli und
- 2.) in die Periode des verminderten Wachstums von Ende Juli bis Ende September.

In der ersten Periode erfolgt der Gang der Höhenzunahme folgendermassen: zur Zeit des Sonnenaufgangs beginnt die Abnahme, die einige Stunden anhält, da die lebhafter werdende Transpiration zuerst den im Wipfel befindlichen Wasservorrat angreift; wird dann aber im Laufe des Tages die Wasserzufuhr lebhafter, so äussert sich das durch eine Zunahme, die am Abend ihr Maximum erreicht.

Dieser ganze Vorgang verläuft parallel zur Verdunstung, obwohl mit etwelcher zeitlicher Verspätung.

An Regentagen ist sowohl die Abnahme als auch die Zunahme gering, aus dem einfachen Grunde, weil auch die Transpiration herabgesetzt ist.

Während der zweiten Periode verlaufen alle Lebensprozesse langsamer und weniger intensiv; Zu- und Abnahme weisen deshalb ebenfalls nur kleine Werte auf.

An windigen Tagen tritt während dieser Periode merkwürdigerweise eine nicht leicht zu erklärende Zunahme ein. Wenn ein Deutungsversuch dennoch gewagt werden soll, so seien hier die folgenden Annahmen mitgeteilt.

Es kann nämlich angenommen werden, dass durch die Wirkung des Windes die bereits einigermaßen verhärtete Epidermis des Triebes reisst,

was einen Reiz ausübt, der eine Streckung des Sprosses bewirkt. Dazu kommt noch die Turgorbewegung der Nadeln. Richten sich die Nadeln auf, so verkleinert sich ihr Winkel zum Schaft, was eine Zunahme vor-täuscht; dieser Vorgang tritt meist einige Stunden nach dem Aufhören des Windes ein, sobald die Wasserzufuhr wieder überwiegt.

VI, ii. Veränderungen in der Zunahme während den Tag- und Nachtstunden

Die Beobachtungswerte, welche in der Tabelle II zusammengestellt sind, geben uns einen Einblick in den Gang der Zu- und Abnahme in Verbindung mit den meteorologischen Faktoren. Dabei sind die Monatsmittel für die Bewölkung in drei Gruppen verteilt, indem je nach dem Grade der Bewölkung in unbewölkten, teilweise bewölkten und ganz bedeckten Himmel unterschieden worden ist. Zudem sind die Werte für die Tages- und Nachtstunden getrennt eingetragen worden.

Weiterhin sind die Niederschläge in Betracht gezogen worden, gesondert nach Tagen mit Regen und solchen ohne Regen.

Es lassen sich nun die folgenden Tatsachen erkennen:

für die Tagesstunden von Mai bis Juli sind die Werte für die Zunahme grösser an regenlosen Tagen als an solchen mit Niederschlägen, für die Zeit von Mai bis Juni ist für die hellen Tage ebenfalls eine grössere Zunahme nachweisbar als für die bewölkten Tage, von August bis September ergibt sich für die Tage mit Niederschlägen und von Juli bis September für die bewölkten Tage die grösste Zunahme wie auch die kleinste Abnahme.

Dies hat seinen Grund darin, dass im Anfang der Periode des lebhaftesten Wachstums die Zunahme parallel zur Transpiration verläuft, während später dieses Verhältnis in sein Gegenteil umschlägt.

In der Zeit von Mai bis September ist für die Nachtzeit die Zunahme grösser, wenn kein Regen fällt, als wenn dies der Fall ist. Ueberhaupt ergibt heiteres Wetter einen beträchtlichern Zunahme als trübes Wetter. Im Juli dagegen liegen die Verhältnisse gerade umgekehrt, indem trübes Wetter eine grössere Zunahme ergibt als heitere Witterung. Die erste Julihälfte war allerdings vorwiegend bewölkt, doch ist nicht anzunehmen, dass dies der Grund der stärkern Zunahme ist; die Ursache liegt wohl darin, dass der Juli in seiner ersten Hälfte in die Periode des lebhaftesten Wachstums fällt, während sein Ende schon der Periode des verminderten

Wachstums angehört.

Vom Mai bis Juli ist die Zunahme während der Tagesstunden grösser als zur Nachtzeit; dagegen ist von August bis September zur Nachtzeit die Zunahme grösser. Berechnen wir nun aber für die Zeit von Mai bis September das Stundenmittel, so ergibt sich, dass der Nachtzeit die grössere Zunahme zukommt als der Tageszeit.

Wenn nun die nächtliche Zunahme grösser erscheint, so kommt das nicht daher, dass die Zunahme zur Nachtzeit die des Tages übertrifft, vielmehr ist der Grund darin zu suchen, dass kurz nach dem Sonnenaufgang eine Abnahme erfolgt, während diese Erscheinung in der Nacht nicht eintritt.

J. S. ILLICK hat sechs Uhr und achtzehn Uhr als Grenze gewählt; es ist daher kein Fehler, wenn bei ihm die Zunahme der Tagesstunden gering, aber die der Nachtzeit gross ist. Auch ist es vollkommen richtig, dass am Morgen die Zunahme unbeträchtlich erscheint, während am Abend diese erheblich grösser ist.

VI. iii. Veränderungen der Baumhöhe nach den Tagesstunden

Die Tabelle III gibt die Monatsmittel für die niederschlagsfreien Tage und auch die Gesamtzahl der Tage nach den einzelnen Tagesstunden gesondert an.

Dabei zeigt sich, dass die Verhältnisse einander ganz ähnlich sind. Im Mai tritt die grösste Zunahme der Baumhöhe um 16 Uhr ein; die maximale Baumhöhe wird erreicht um 3 Uhr. Die maximale Abnahme erfolgt zwischen 6 Uhr und 7 Uhr; die kleinste Baumhöhe ist zwischen 7 und 8 Uhr nachweisbar.

Im Juni sind die entsprechenden Zeitpunkte

19 Uhr, 5 Uhr, 7 Uhr, 7 Uhr.

Im Juli:

19 Uhr, 3 Uhr, 7 Uhr, 9 Uhr.

Im August:

19 Uhr, 2-3 Uhr, 6 Uhr, 12 Uhr.

Im September:

18 Uhr, 5-6 Uhr, 7 Uhr, 11 Uhr.

Die höchste Wachstumsschnelligkeit tritt ein zur Zeit des Sonnenuntergangs; mit dem Sonnenaufgang endet die Zunahme.

Am schnellsten verringert der Baum seine Grösse ungefähr um sieben Uhr. Die Abnahme kommt am schnellsten zum Stillstand in einer Periode des kräftigen Wachstums.

VI, iv. Die Zeiträume des grössten Zuwachses

Um sich darüber Aufschluss geben zu können, wo die Zeiträume des grössten Zuwachses liegen, habe ich in der Tabelle IV für jede Pentade die relative Zunahme zusammengestellt.

Die maximale relative Zunahme lässt sich aus der nachfolgenden Zusammenstellung ersehen:

Länge der Periode	Relative Zunahme
5 Tage (15.-19. Juni)	12,30 %
10 (10.-19. Juni)	21,87
15 (5.-19. Juni)	30,79
30 (5. Juni-4. Juli)	55,75
45 (26. Mai-9. Juli)	78,78
60 (21. Mai-19. Juli)	91,73

In Prozenten des Gesamtzuwachses ausgedrückt verläuft die Zunahme zeitlich folgendermassen:

50 %	19. Juni
60	29. Juni
70	4. Juli
80	9. Juli
90	19. Juli

Tabelle II

Monat	Mittel der Zu- und Abnahme der Baumhöhe in mm											
	Tageszeit						Nachtzeit					
	Unbewölkt	Bewölkung:		mit Nieder- schlägen	ohne Nieder- schläge	Mittel	Unbewölkt	Bewölkung:		mit Nieder- schlägen	ohne Nieder- schläge	Mittel
		teilweise bedeckt	ganz bedeckt					teilweise bedeckt	ganz bedeckt			
Mai	—	3.93	1.80	2.83	3.11	3.04	—	1.25	—0.15	0.50	0.72	0.67
Juni	1.83	-4.20	3.67	2.98	3.80	3.50	4.21	2.73	1.98	1.34	3.49	2.70
Juli	—	1.47	1.70	1.59	1.70	1.64	—	0.69	1.48	1.03	1.57	1.27
Aug.	2.25	-0.20	0.09	0.15	-0.05	0.66	1.50	0.77	0.37	0.47	0.64	0.55
Sept.	-1.63	-1.48	-0.56	-1.11	-1.48	-1.24	1.63	0.95	0.53	0.83	0.98	0.88

Tabelle III

Tages- stunde (Uhr)	Differenz der Zu- und Abnahme der Baumhöhe in mm									
	für die niederschlagsfreien Tage					für sämtliche Tage				
	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.
1	0.17	0.30	0.11	0.11	-0.05	0.19	0.30	0.16	0.02	-0.04
2	0.14	0.13	0.16	0.18	0.09	0.19	0.20	0.11	0.14	0.04
3	0.06	0.24	0.04	0.00	0.05	0.00	0.23	0.14	0.02	-0.02
4	-0.06	0.14	-0.02	-0.20	0.02	-0.17	0.14	0.10	-0.10	0.07
5	-0.17	0.11	-0.11	-0.32	0.09	-0.15	0.12	-0.01	-0.23	0.03
6	-0.53	-0.20	-0.14	-0.64	0.00	-0.33	-0.12	-0.15	-0.52	-0.05
7	-0.53	-0.39	-0.73	-0.43	-1.23	-0.35	-0.30	-0.46	-0.40	-0.72
8	0.00	0.09	-0.46	-0.38	-0.95	0.17	0.04	-0.22	-0.21	-0.39
9	0.19	0.17	-0.13	0.00	-0.39	0.25	0.19	0.03	0.01	-0.47
10	0.47	0.33	0.20	-0.04	-0.20	0.50	0.20	0.12	-0.04	-0.18
11	0.22	0.24	0.30	0.02	-0.05	0.19	0.27	0.00	-0.02	-0.19
12	0.36	0.58	0.14	-0.21	0.02	0.25	0.47	0.12	-0.09	-0.16
13	0.22	0.28	0.36	0.16	0.09	0.15	0.24	0.23	0.06	0.02
14	0.47	0.33	0.11	0.14	0.09	0.35	0.32	0.24	0.13	0.07
15	0.36	0.37	0.11	0.07	0.00	0.35	0.37	0.09	0.15	0.12
16	0.53	0.53	0.29	0.21	0.34	0.48	0.45	0.23	0.19	0.17
17	0.39	0.45	0.32	0.36	0.43	0.31	0.42	0.24	0.30	0.32
18	0.50	0.53	0.52	0.32	0.66	0.48	0.47	0.44	0.23	0.37
19	0.42	0.71	0.61	0.43	0.32	0.25	0.55	0.44	0.30	0.26
20	0.25	0.66	0.43	0.13	0.20	0.25	0.51	0.29	0.18	0.23
21	0.17	0.51	0.39	0.25	0.14	0.10	0.36	0.30	0.15	0.15
22	0.19	0.70	0.18	0.18	0.11	0.17	0.47	0.17	0.17	0.22
23	0.08	0.34	0.14	0.18	0.09	0.10	0.28	0.14	0.10	0.08
24	0.11	0.30	0.11	0.13	0.05	0.10	0.24	0.10	0.10	-0.03

Tabelle IV

Datum	Baumhöhe in mm	Relative Zunahme %	Differenz %	Datum	Baumhöhe in mm	Relative Zunahme %	Differenz %
20. Ma	2074.25			3. Aug.	2407.00	95.76	0.94
25.	2087.25	3.74	3.74	8.	2407.25	95.83	0.07
30.	2114.50	11.58	7.84	13.	2405.50	95.32	-0.51
4. Juni	2143.50	19.93	8.35	18.	2412.25	97.27	1.95
9.	2174.50	28.85	8.92	23.	2416.75	98.56	1.29
14.	2207.75	38.42	9.57	28.	2420.75	99.71	1.15
19.	2250.50	50.72	12.30	2. Sept.	2418.25	98.99	-0.72
24.	2278.50	58.78	8.06	7.	2416.00	98.35	-0.64
29.	2306.00	66.69	7.91	12.	2415.50	98.20	-0.15
4. Juli	2337.25	75.68	8.99	17.	2413.75	97.70	-0.50
9.	2361.00	82.52	6.84	22.	2415.00	98.06	0.36
14.	2380.50	88.13	5.61	27.	2411.50	97.05	-1.01
19.	2393.00	91.73	3.60				
24.	2391.00	91.15	-0.58				
29.	2403.75	94.82	3.67				

**VII. Korrelation zwischen der Zu- und Abnahme
der Baumhöhe und den meteorologischen Faktoren**

Obschon meine Untersuchungen noch nicht zum Abschlusse gebracht sind, lässt sich dennoch bereits mit Deutlichkeit erkennen, dass zwischen der Zu- und Abnahme der Baumhöhe und den meteorologischen Faktoren eine enge Beziehung besteht.

Es erhebt sich nun dabei die Frage, welchem von diesen Faktoren der grösste Einfluss zukommt und zu welcher Zeit.

Um diese Entscheidung treffen zu können, ist die Berechnung des Korrelationskoeffizienten notwendig, gestützt auf die Ablesung von 24 Uhr.

Dabei zeigt sich nun, dass der Koeffizient für die Windstärke von Mai bis September in allen Fällen positiv ist. Die Sonnenscheindauer hat von Mai bis Juli ebenfalls einen positiven Koeffizienten. Im August und September wird er aber negativ und auch kleiner.

Der Feuchtigkeitskoeffizient ist von Mai bis Juli negativ, im August und September positiv. Die Verdunstung hat im Mai und Juni einen positiven Koeffizienten; im Juli und September ist er positiv und negativ und sein Wert ist klein.

Die andern meteorologischen Faktoren haben ebenfalls positive und negative Koeffizienten von kleinem Werte.

Stellen wir nun für sämtliche Monate alle deutlichen Korrelationskoeffizienten zusammen, so gewinnen wir die folgende Uebersicht:

Im Mai und Juni ist der Korrelationskoeffizient der Verdunstung positiv und von grossem Werte.

Von Juli bis September erscheint der Korrelationskoeffizient für die Windstärke positiv und sein Wert ist gross.

Tabelle V

Meteorologische Faktoren	Mai		Juni		Juli		August		September	
	Korrelations- koeffizient	Wahrscheinlicher Fehler	Korrelations- koeffizient	Wahrscheinlicher Fehler	Korrelations- koeffizient	Wahrscheinlicher Fehler	Korrelations- koeffizient	Wahrscheinlicher Fehler	Korrelations- koeffizient	Wahrscheinlicher Fehler
Korrelation zwischen der Zu- und Abnahme der Baumhöhe und der meteorologischen Faktoren										
B	- 0.523	± 0.141	+ 0.036	± 0.123	+ 0.217	± 0.115	- 0.151	± 0.118	+ 0.065	± 0.123
S	+ 0.572	± 0.131	+ 0.451	± 0.098	+ 0.140	± 0.119	- 0.013	± 0.121	- 0.217	± 0.117
N	- 0.266	± 0.181	- 0.311	± 0.111	+ 0.232	± 0.115	- 0.067	± 0.121	+ 0.297	± 0.112
F	- 0.550	± 0.136	- 0.389	± 0.105	- 0.470	± 0.094	+ 0.051	± 0.121	+ 0.066	± 0.123
Tx	+ 0.547	± 0.136	+ 0.412	± 0.102	- 0.290	± 0.111	- 0.023	± 0.121	+ 0.037	± 0.123
Tn	- 0.341	± 0.172	+ 0.242	± 0.166	- 0.520	± 0.088	+ 0.067	± 0.121	+ 0.280	± 0.113
Tt	+ 0.450	± 0.155	+ 0.354	± 0.108	- 0.361	± 0.105	+ 0.002	± 0.121	- 0.013	± 0.123
W	+ 0.384	± 0.166	+ 0.379	± 0.105	+ 0.591	± 0.079	+ 0.568	± 0.082	+ 0.352	± 0.108
V	+ 0.718	± 0.094	+ 0.467	± 0.096	- 0.107	± 0.120	+ 0.124	± 0.121	- 0.131	± 0.121

Zeichenerklärung:

- B = Bewölkung
- S = Sonnenscheindauer
- N = Niederschlagsmenge
- F = Feuchtigkeit
- Tx = Temperatur maximum
- Tn = Temperatur minimum
- Tt = Temperatur-Tagesmittel
- W = Windstärke
- V = Verdunstung

VIII. Empirische Formeln

Für die Periode des lebhaftesten Wachstums von Ende Mai bis Mitte Juli besteht also zwischen den Veränderungen der Baumhöhe und der Verdunstung eine deutliche Beziehung, für die nun der entsprechende mathematische Ausdruck gefunden werden soll.

Vereinigen wir die Verdunstungswerte in Stufen von 1 mm Höhe und setzen wir die Werte für die Baumhöhe daneben, so lässt sich ein paralleler Gang der Zu- und Abnahme erkennen.

Dies kommt in der Formel

$$y = a + bx + cx^2$$

zum Ausdruck, worin y für die Zunahme der Baumhöhe und x für die Verdunstung steht.

Mit Hülfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung erhalten wir die folgenden Werte für die Konstanten:

$$a = -1,440715; b = 2,621429; c = -0,212381.$$

Es ist also

$$y = -1,440715 + 2,621429x - 0,212381x^2.$$

Vergleichen wir nun die durch Berechnung gefundenen Werte mit den Untersuchungswerten, (Tabelle VI), so ergibt sich, dass sowohl die Zahl als auch die Verteilung der positiven und negativen Vorzeichen nicht gerade als günstig angesehen werden kann; doch sind die Abweichungen nicht allzu beträchtlich, weshalb die obige Formel zur Darstellung des Abhängigkeitsverhältnisses der Höhenveränderungen von der Verdunstung geeignet erscheint.

Den in der meteorologischen Anstalt gewonnenen Beobachtungswerten für die Verdunstung kommt allerdings keine absolute Genauigkeit zu, da das Messungsverfahren nicht sonderlich genau ist; es lässt sich annehmen, dass die Resultate sonst besser gestimmt hätten.

Um noch weitere meteorologische Faktoren in Betracht zu ziehen, habe ich ausserdem noch für die Sonnenscheindauer und die Windstärke eine empirische Formel aufgestellt.

In stufenweiser Anordnung von einer Stunde bis fünfzehn Stunden fortschreitend, wurden die Mittelwerte für die Sonnenscheindauer in eine Tabelle eingetragen und die entsprechenden Werte für die Windstärke beigesetzt. Eine weitere Kolonne enthält die zugehörigen Werte für die Baumhöhe.

In der Formel

$$y = a + bx + cz$$

steht y für die Zunahme der Baumhöhe in mm, x bedeutet die Sonnenscheindauer in Stunden und z die Windstärke in Metern per Sekunde.

Für die Konstanten ergibt die Wahrscheinlichkeitsrechnung die folgenden Resultate:

$$a = 0,319329; b = 0,279089; c = 0,581627.$$

Wenn wir nun diese Werte in die Gleichung einsetzen, so erhalten wir:

$$y = 0,319329 + 0,279089x + 0,581627z$$

Durch Vergleichen der mit Hilfe der Formel gefundenen Werte für die Aenderungen der Baumhöhe mit den Ergebnissen der Messung findet man, dass die Abweichungen sich innerhalb kleiner Grenzen bewegen. Auch nach Verteilung und Zahl der positiven und negativen Vorzeichen ist das Ergebnis günstig; es kann also die obengegebene Formel als zweckdienlich angesehen werden, die Beziehung zwischen der Längenzunahme eines Baumes und der Sonnenscheindauer und der Windstärke zum Ausdruck zu bringen.

Tabelle VI, a

Verdunstung (mm)	Zunahme der Baumhöhe (mm)		Abweichung Δ	Quadratwerte der Abweichungen Δ^2	Wahr- scheinlicher Fehler
	Beobachtung	Berechnung			
1	0.75	0.97	+ 0.22	0.0484	± 0.81547
2	3.71	2.95	- 0.76	0.5776	
3	4.54	4.51	- 0.03	0.0009	
4	4.84	5.65	+ 0.81	0.6561	
5	5.50	6.36	+ 0.86	0.7396	
6	7.00	6.62	- 0.38	0.1444	
7	8.43	6.50	- 1.93	3.7249	
8	4.75	5.94	+ 1.19	1.4161	
				$\Sigma\Delta^2 = 7.3080$	

Tabelle VI, b

Sonnen- scheindauer in Stunden	Windstärke	Zunahme der Baumhöhe (mm)		Abweichung Δ	Quadratwerte der Abweichungen Δ^2	Wahr- scheinlicher Fehler
		Beo- bachtung	Berech- nung			
0.0	4.9	3.16	3.17	+ 0.01	0.0001	± 0.86471
1.0	5.5	5.45	3.80	- 1.65	2.7225	
2.0	7.2	4.00	5.07	+ 1.07	1.1449	
3.0	4.4	4.08	3.72	- 0.36	0.1296	
5.0	4.7	3.75	4.45	+ 0.70	0.4900	
6.0	3.0	5.25	3.74	- 1.51	2.2801	
7.0	3.6	2.63	4.37	+ 1.74	3.0276	
8.0	6.5	4.67	6.33	+ 1.66	2.7556	
9.0	5.8	4.90	6.20	+ 1.30	1.6900	
10.0	9.5	9.38	8.64	- 0.74	0.5476	
11.0	8.6	9.00	8.39	- 0.61	0.3721	
12.0	7.0	9.07	7.74	- 1.33	1.7689	
13.0	5.3	6.42	7.03	+ 0.61	0.3721	
14.0	2.3	6.44	5.56	- 0.88	0.7744	
					$\Sigma \Delta^2 = 18.0755$	

Zusammenfassung

1. Um den Gang des Höhenwachstums einer Schwarzkiefer zu erkennen, habe ich einen Höhenzuwachsmesser konstruiert, der bei allen Bäumen mit kräftigem Wipfel anwendbar ist.
2. Die Periode des lebhaftesten Wachstums bei der Schwarzkiefer reicht nur von Ende Mai bis Mitte Juli; der Zeitraum, wo eine Höhenzunahme zu verzeichnen ist, ist also verhältnismässig kurz.
3. Die Baumhöhe erfährt ihre grösste tägliche Zunahme am Abend; am Morgen tritt ein Stillstand oder gar eine Abnahme ein.
4. In der Periode des lebhaftesten Wachstums kommt der Verdunstung der deutlichste Einfluss auf das Wachstum zu; in der Periode des verminderten Wachstums ist es die Windstärke, welche die Zunahme beeinflusst.
5. Um das Verhältnis zwischen Höhenzunahme und Verdunstung einerseits und Höhenzunahme und Sonnenscheindauer und Windstärke an-

derseits während der Periode des lebhaftesten Wachstums mathematisch zum Ausdruck zu bringen, habe ich die nachstehenden empirischen Formeln aufgestellt:

a) für die Verdunstung

$$y = a + bx + cx^2$$

wobei y die Zunahme der Baumhöhe und x die Verdunstung bedeutet;

b) für die Sonnenscheindauer und die Windstärke

$$y = a + bx + cz$$

a , b und c sind die Konstanten; x steht für die Sonnenscheindauer in Stunden und z bedeutet die Windstärke in Metern per Sekunde.

Literaturverzeichnis

1. ALBERT, PAUL :—Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knospen einiger Laubhölzer.—Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift, Jahrg. 3, S. 345-376, 393-419, 1894.
2. BÜSGEN, M. :—Blütenentwicklung und Zweigwachstum der Rotbuche.—Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, Jahrg. 48, S. 289-306, 1916.
3. BÜSGEN, M. :—Bau und Leben unserer Waldbäume, 1917.
4. HILEY, W. E. and CUNLIFFE, N. :—An Investigation into the Relation between Height Growth of Trees and Meteorological Conditions.—Oxford Forestry Memoirs, No. 1, 1922.
5. ILICK, J. S. :—When Trees Grow.—American Forestry, Vol. 25, pp. 1386-1390, 1919.
6. NACHTIGALL, :—Der Gang des Höhenwachstums in jungen Fichtenbeständen im Jahre 1913 und die begleitenden Bedingungen.—Forstwissenschaftliches Centralblatt, Jahrg. 38, S. 61-77, 131-150, 1916.
7. NUNOMURA, S. :—The Relation of Meteorological Conditions to Height Growth of Kiri, *Paulownia tomentosa* Bail.—Journal of the Forestry Association of Japan, No. 440, pp. 5-8, No. 441, pp. 3-6, 1919. (Japanisch)
8. WAGNER, MAX :—Die Sonnenenergie im Walde.—Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung, Jahrg. 89, S. 185-200, 225-242, 297-316, 333-351, 1913.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.	301
I. Standort und Beschreibung des Versuchsbaumes.	302
II. Geologische Beschaffenheit des Standortes und Grundwasserstand.	302
III. Die meteorologischen Beobachtungsdaten.	302
IV. Der Messapparat.	303
V. Gewinnung der Messungsergebnisse.	304
VI, i. Gang der Zu- und Abnahme der Baumhöhe.	316
VI, ii. Veränderungen in der Zunahme während den Tag- und Nachtstunden.	317
VI, iii. Veränderungen der Baumhöhe nach den Tagesstunden.	318
VI, iv. Die Zeiträume des grössten Zuwachses.	319
VII. Korrelation zwischen der Zu- und Abnahme der Baumhöhe und meteorologischen Faktoren.	321
VIII. Empirische Formeln.	323
Zusammenfassung.	325
Literaturverzeichnis.	326
Inhaltsverzeichnis.	327



Abbildung I. Versuchsbaum

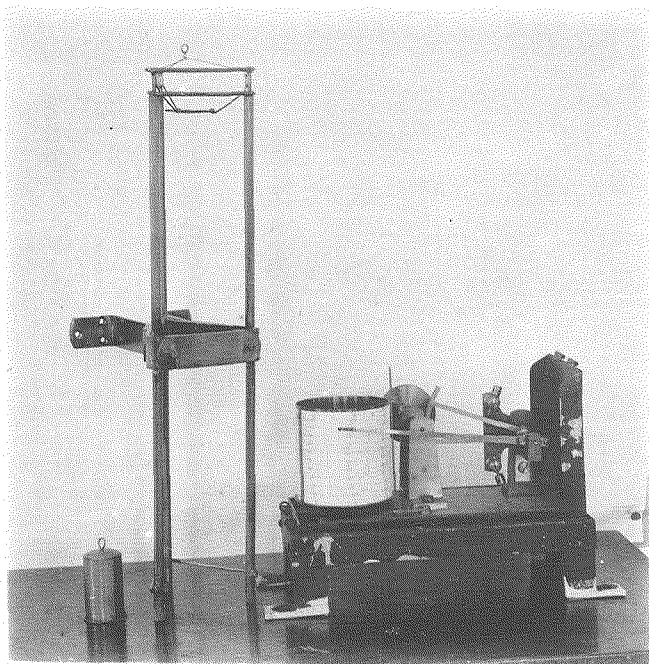


Abbildung II. Messapparat Nr. 1

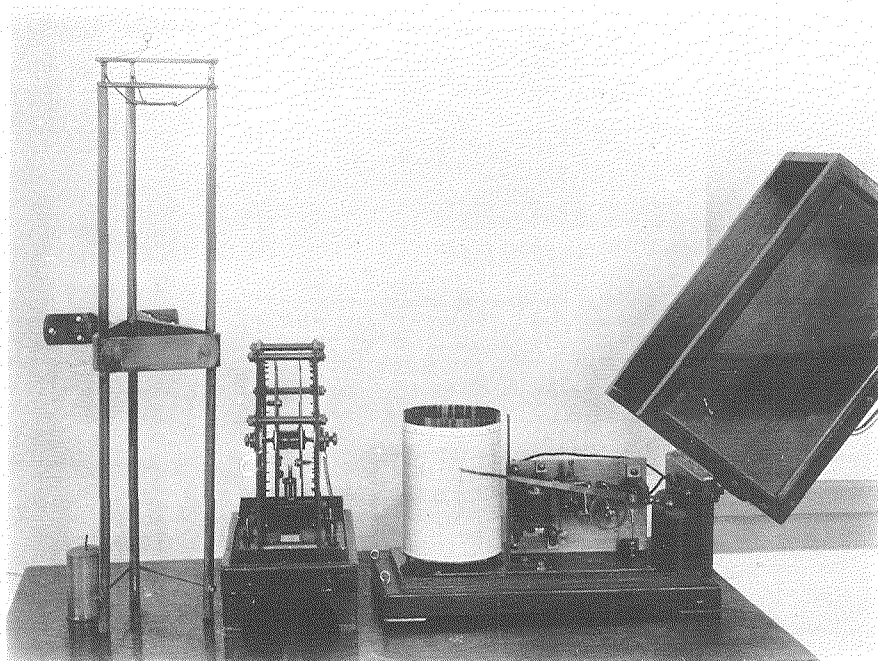
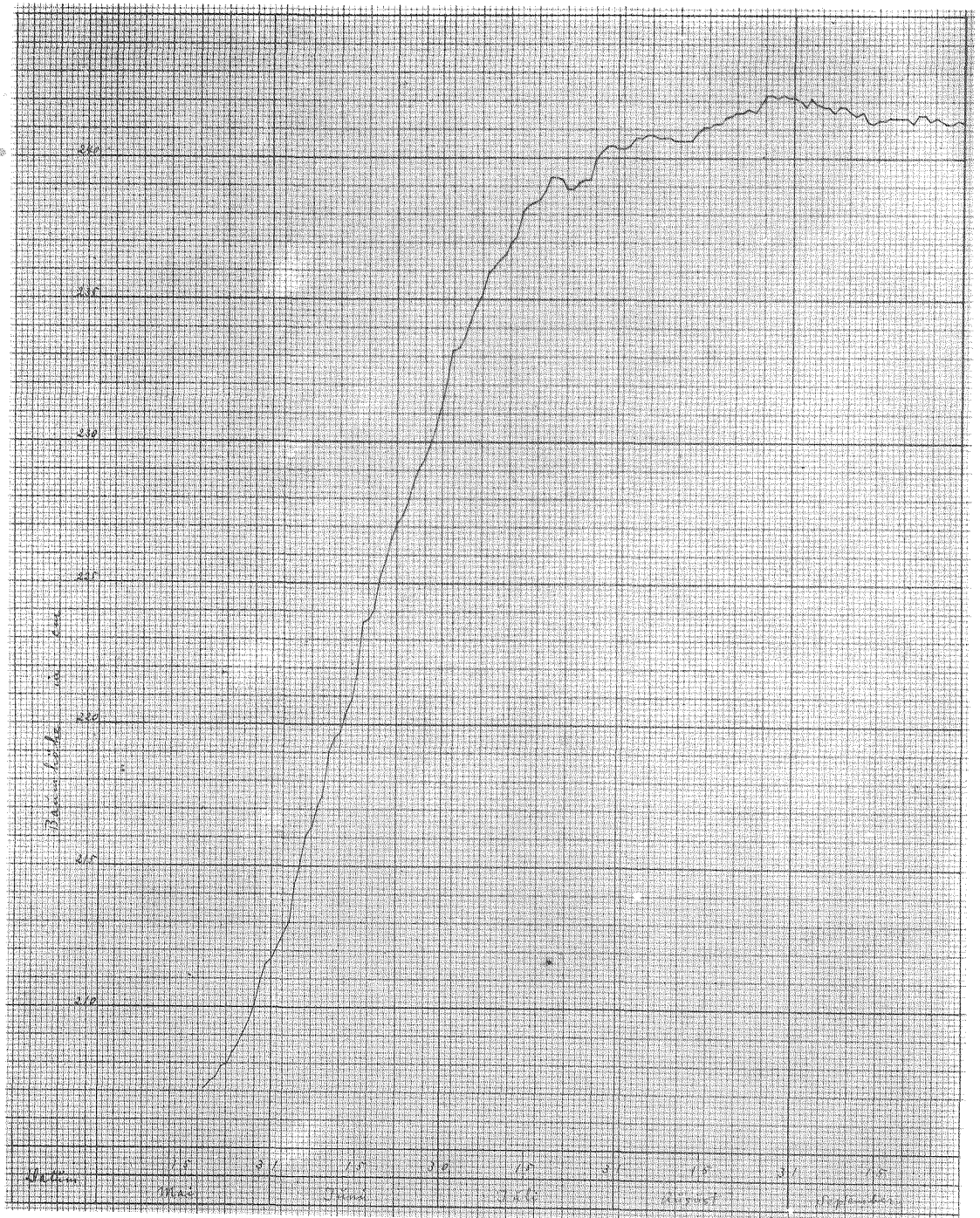
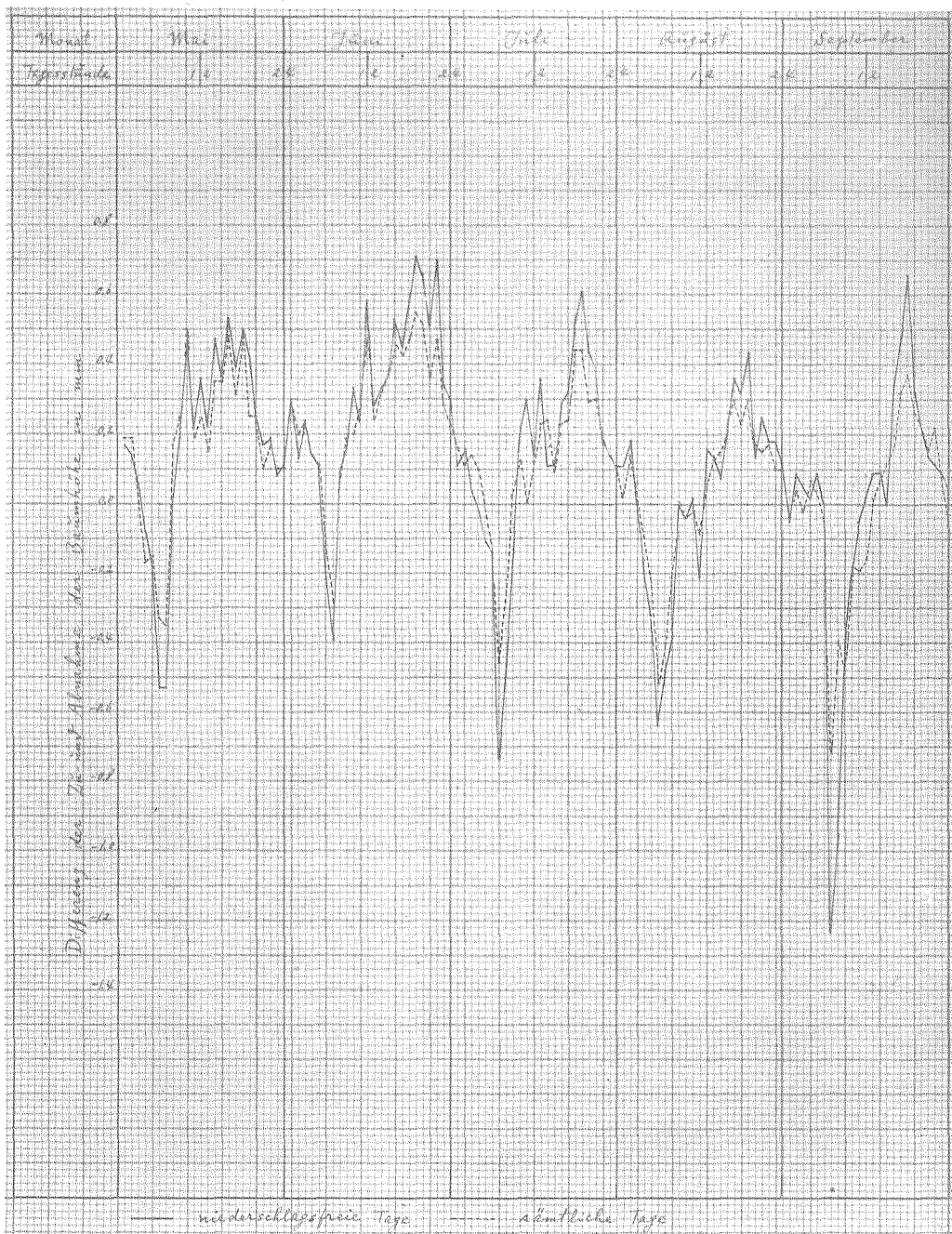


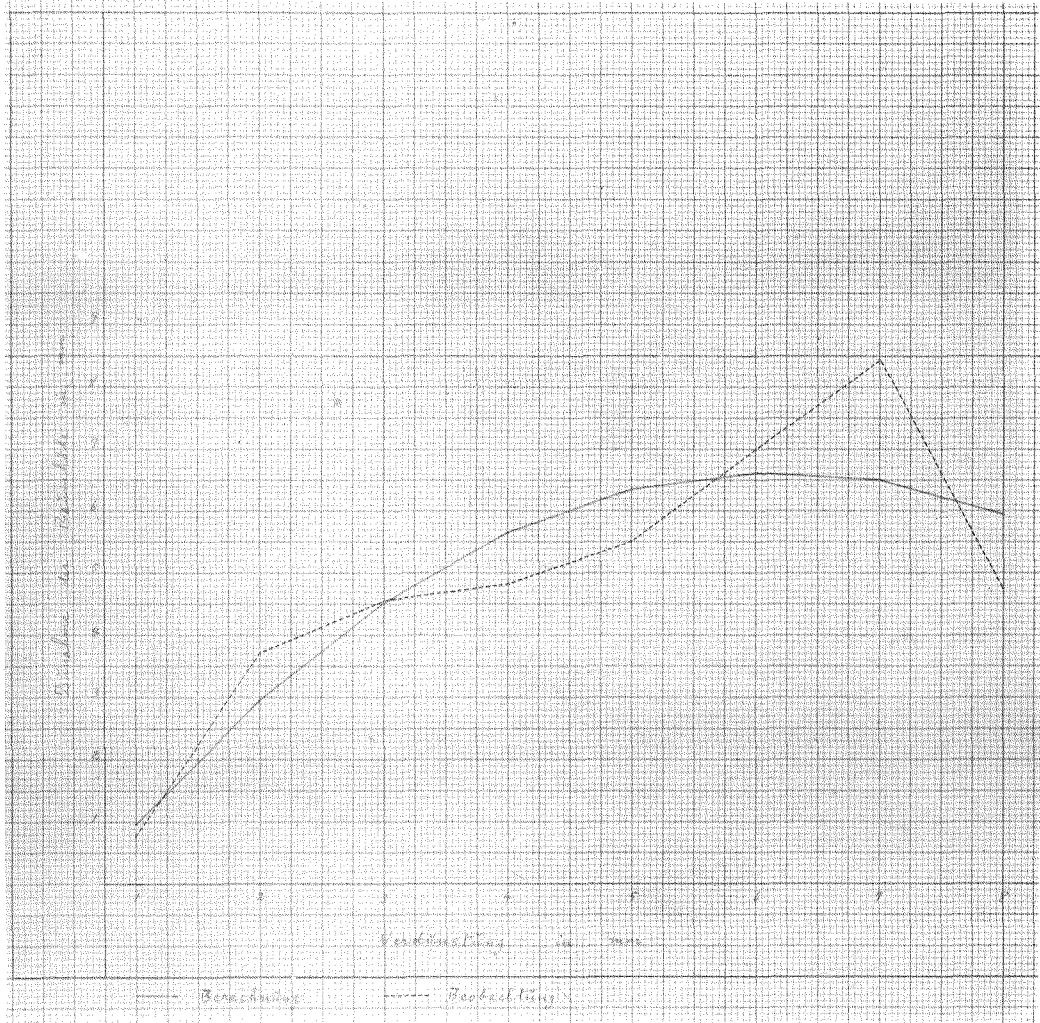
Abbildung III. Messapparat Nr. 2



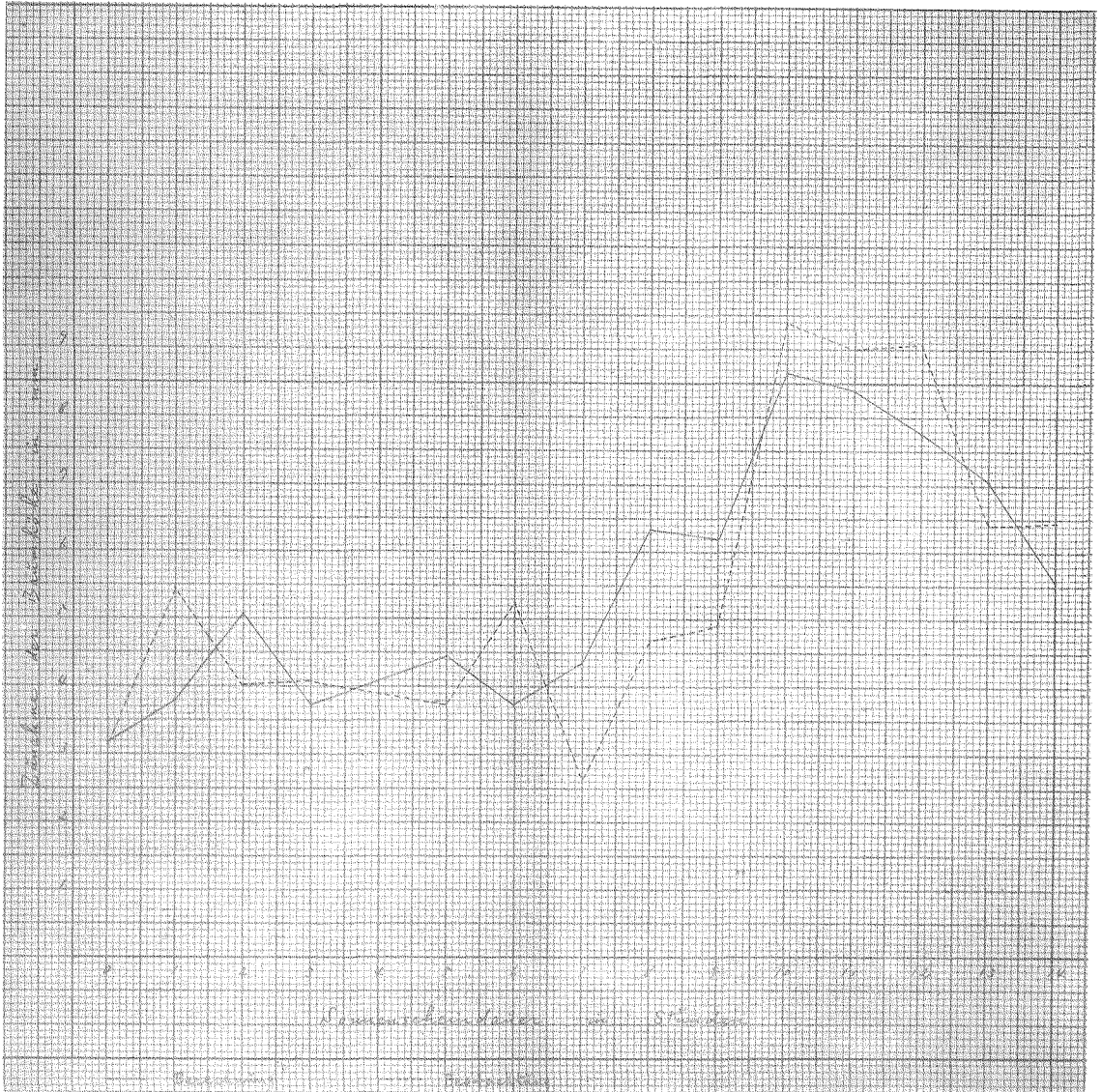
Zu- und Abnahme der Baumhöhe während einer Vegetationsperiode



Darstellung des stündlichen Verlaufs der Höhenzunahme



Graphische Darstellung der beobachteten und berechneten Höhenzunahme (I)



Graphische Darstellung der beobachteten und berechneten Höhenzunahme (II)