

WASSERVERBRAUCH DER BÄUME  
UND FEUCHTIGKEITSVERHÄLTNISSE  
DES BODENS

V. T. AALTONEN

HELSINKI 1920

## Inhalt

Einleitung . . . . .	5
Untersuchungsmethode . . . . .	7
Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens um einzelne Bäume herum . . . . .	8
Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens in Beständen . . . . .	12
Bedeutung des Wasserverbrauchs der Bäume für die Entwicklung des Waldes .	23

HELSINKI 1920  
SIMELIUS'EN PERILLISTEN KIRJAPAINO O. Y.

### Einleitung

Der Einfluss des Waldes auf die Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens ist eine schon von Alters her erwiesene Tatsache. So haben die meisten Untersuchungen dargelegt, dass der Abstand des Grundwassers von der Bodenoberfläche viel davon abhängig ist, ob an Ort und Stelle Wald wächst oder nicht. Dieses ging speziell aus den jüngsten Untersuchungen hervor; in früherer Zeit nahm man nämlich an, dass der Wald im Allgemeinen zu dem Bodenfeuchtigkeitsgrad beitrüge. Allerdings dürften etwa möglicherweise vorkommende, vom Wasser nur schwer durchdringbare Bodenschichten ebenfalls auf die Verteilung des Wassers in der Erde einen Einfluss ausüben, jedoch liegt es auf der Hand, dass der Wasserverbrauch der Bäume mehr oder weniger austrocknend auf den Boden wirken muss. In gleicher Richtung macht sich selbstverständlich auch der Umstand geltend, dass ein bedeutender Teil — in den Sommermonaten z. B. bis 40 % — des Regenwassers von dem Laub der Bäume aufgefangen wird und hier verdunstet.

Die von den Bäumen verbrauchte Wassermenge ist, wie z. B. EBERMAYER<sup>1)</sup> hervorhebt, von den allermannigfaltigsten Umständen abhängig. Es spielen hierbei nicht allein der Umfang der Krone, sondern auch die Wachstumsschnelligkeit, die Länge der Wachstumsperiode, das Alter der Bäume, die Waldesdichte, die Entwicklungsstufe des Wurzelsystems und das Klima eine Rolle.

Den Untersuchungen EBERMAYER's zufolge war der Feuchtigkeits-

<sup>1)</sup> ERNST EBERMAYER, Einfluss der Wälder auf die Bodenfeuchtigkeit etc. Stuttgart 1900.

grad der Bodenoberfläche am grössten in alten hiebsreifen Wäldern, etwas tiefer jedoch in jenen Schichten, in denen das Wurzelsystem der Bäume sich hauptsächlich ausbreitet, war der Feuchtigkeitsgrad in Wäldern kleiner als in Lichtungen. — Die von HESSELMAN<sup>1)</sup> in den trockenen Heidewäldern von Norrland angestellten Beobachtungen lieferten das Ergebniss, dass die Feuchtigkeit in Sandböden an offenen Plätzen zu feuchter Jahreszeit verhältnismässig gross, wenn auch nicht immer so gross wie in jungen Beständen, und zur trockener Jahreszeit stets grösser als in jungen Wäldern ist. Als Erklärung erwähnt HESSELMAN u. a., dass der Grund zum Teil in der physikalischen Beschaffenheit des Bodens, zum Teil in der Fähigkeit der Bäume den Boden auszusaugen, zu suchen wäre. In der trockenen Jahreszeit trocknet der Boden hauptsächlich infolge der Vegetationstranspiration aus; diese ist in jungen Wäldern und um die Überhälter herum am grössten, da die dürrtliche Vegetation an offenen Geländen verhältnismässig wenig Wasser verbraucht. Offene Flächen werden ausserdem durch die filzähnliche Humusdecke vor Abdunstung geschützt. — Auch aus JAHONTOV's<sup>2)</sup> um einzeln stehende Bäume herum gemachte Feuchtigkeitsbestimmungen ging hervor, dass die Feuchtigkeit des Bodens bei wachsender Entfernung vom Baumstamme zunimmt.

Einige die Verjüngungsverhältnisse der trockenen Heidewälder in Lappland betreffenden von mir angestellte Untersuchungen gaben zu der Annahme Veranlassung, dass die sogenannte Wurzelkonkurrenz im Allgemeinen bei der Verjüngung und Entwicklung der Wälder eine bedeutende Rolle spielt. Demnach beruht die Dürrtlichkeit und Schwächlichkeit des Jungwuchses um den Mutterbaum darauf, dass dieser die in der Umgebung befindlichen Nahrungsstoffe für sich in Anspruch nimmt, und die jungen Pflanzen derart an Nahrungsmangel leiden. Demzufolge müsste die Menge der im Boden enthaltenen Pflanzennahrungsstoffe um einzeln stehende Bäume herum zunehmen, je weiter

<sup>1)</sup> HENRIK HESSELMAN, Studier öfver de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor I. Meddel. f. stat. skogsförsöksanst. 7 (1910). 25—68.

<sup>2)</sup> И. А. ЯХОНТОВЪ, Развитие сосноваго подроста подъ пологомъ старыхъ насаждений. Труды по лѣсн. опыт. дѣлу въ Россіи 30 (1910).

man sich von diesen entfernte, und umgekehrt abnehmen, je mehr man sich ihnen näherte<sup>1)</sup>. Hiervon könnte man sich auf experimentellem Wege überzeugen z. B. durch Aufstellung chemischer (und eventuell auch mechanischer) Bodenanalysen und Feuchtigkeitsbestimmungen in verschiedener Entfernung vom Stamme und womöglich ebenfalls in verschiedenen Tiefenschichten.

Als ein geringer Beitrag zur Beleuchtung der in Frage stehenden Erscheinung sollen hier die Ergebnisse einiger vorbereitenden, den Feuchtigkeitsgrad des Bodens betreffenden Untersuchungen, die von mir in trockenen Heidewäldern, teilweise im Kirchspiel Harjavalta im Vorkommer 1918, teilweise in Lappland im Revier Sodankylä im Sommer 1919 gemacht wurden, dargestellt werden.

### 1. Untersuchungsmethode

Bei der Bestimmung der Feuchtigkeit verfuhr ich folgendermassen:

Die Bodenproben wurden mit Hilfe eines Bohrers von 7.5 cm Höhe und 3.57 cm Diameter genommen; das Volym der Proben betrug demnach 75 cm<sup>3</sup>.

Die Erde wurde direkt aus dem Bohrer in Flaschen gebracht, die sorgfältig mit einem Propfen verschlossen wurden. Etwa 1—2 Stunden nach der Aufnahme der Proben, wurden diese mitsamt den Flaschen gewogen (mit einer Genauigkeit von 0,01—0,001 gr). Hierauf wurden die Bodenproben auf Papier in 2—3 mm Schichten ausgebreitet und durften 24 Stunden bei Zimmertemperatur trocknen; darauf wurden die Proben abermals mit den Flaschen abgewogen, und die Gewichts-differenz als Ausdruck der Feuchtigkeit (in gr) angenommen.

<sup>1)</sup> V. T. AALTONEN, Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im finnischen Lappland I. Helsinki 1919.

## 2. Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens um einzelne Bäume herum

### Untersuchungen in Harjavalta

Die Untersuchungen stammen aus einer Sandheide, die mit Flechten und etwas Heidekraut bewachsen war. Zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgrades des Bodens wurden der Umgebung einer grossen Kiefer von vier verschiedenen Seiten und in der Entfernung von 0, 5, 2.0, 3.5, 5.0, 6.5, 8.0 und 9.5 m vom Stamme ab, Bodenproben entnommen. Abb. 1 liefert eine Kartenzzeichnung der Untersuchungsstelle.

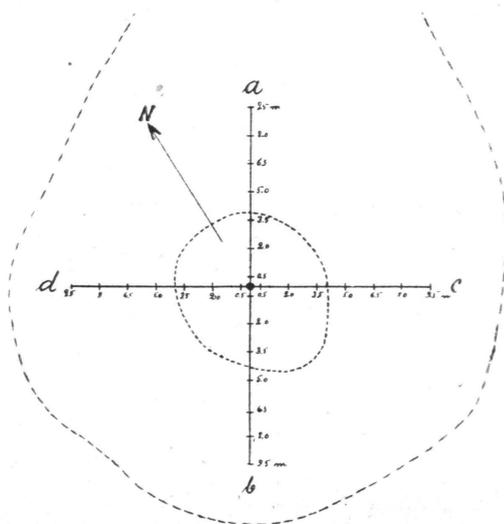


Abb. 1. Untersuchungsstelle in Harjavalta. Die innere gestreckte Linie bezeichnet die Peripherie der Krone; ausserhalb der äusseren Linie beginnt der Jungwuchs.

Die Proben ein und derselben Serie (mit a, b, c, d bez.) wurden stets an ein und demselben Tage um die Mittagszeit im Laufe von 3—4 Stunden genommen; Serie a am 13:ten Juni; Serie b desgleichen, c am 17:ten Juni und Serie d ebenfalls am 17:ten Juni.

In Bezug auf die Witterungsverhältnisse während der Versuchsführung sei erwähnt, dass längere Zeit vor derselben anhaltende Trockenheit geherrscht hatte. Am Abend des 14:ten Juni begann es

zu regnen, und hielt der Regen während der Nacht an; auch am 16:ten Juni fiel noch etwas Regen. Am 17:ten Juni, an dem die Proben der Serie c und d genommen wurden, herrschte klares, trocknes Wetter; am 18:ten Juni jedoch regnete es am Abend schon wieder etwas.

Die durch die Feuchtigkeitsbestimmungen erzielten Resultate sind in der folgenden Tabelle S. 10 enthalten.

Nehmen wir behufs Erleichterung der Übersichtlichkeit die Mittelwerte der die Feuchtigkeit bezeichnenden Prozentziffern, indem wir die in gleicher Tiefe genommenen, den verschiedenen Serien zugehörigen Proben vereinigen, so erhalten wir folgende Zahlen:

Entfern. m.	0.5	2.0	3.5	5.0	6.5	8.0	9.5			
Wasser in % des Gewichts des feuchten Bodens										
Bodentiefe	=	{	0—7.5 cm	3.234	3.375	3.337	3.479	4.995	4.259	4.773
			15—22.5 „	2.137	1.787	1.943	1.920	2.167	2.239	2.507
			30—37.5 „	1.448	1.722	1.784	1.884	2.077	2.072	1.151

Wie hieraus klar hervorgeht, nimmt der Feuchtigkeitsgrad einigermassen regelmässig zu je weiter man sich vom Baume entfernt. Am regelmässigsten ist die Steigerung in der Tiefe von 30—37.5 cm wie ja auch zu erwarten ist, da andere störende Faktoren sich weiter oben mehr geltend machen können. Desgleichen ist auch sehr gut ersichtlich, dass der Feuchtigkeitsgrad sich von der Oberfläche abwärts verringert.

Es mögen noch einiger Beobachtungen in ähnlichen trockenen Heidewäldern Erwähnung getan sein, wenn schon der Boden in diesen Fällen etwas grobkörniger und steiniger war. Die Untersuchungen wurden in obenbeschriebener Weise in einem etwa 100-jährigen Kiefernbestand auf Flechtenheide am 20:ten Juni also nach einer mehrtägigen Regenperiode ausgeführt; Serie I bezieht sich auf einen etwas undichteren Bestand als Serie II.

Wie man aus untenstehenden Tabelle ersehen kann, ist die Schichte 15—22.5 cm (= N:o 2) regelmässig trockner als sowohl die ober- als unterhalb derselben liegenden gleichstarken Schichten.

Serie	Nr. der Probestellen	0.5			2.0			3.5			5.0			6.5			8.0			9.5		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
I	Gewicht des feuchten Bodens in gr. . . . .	116.15	114.14	118.60	112.48	116.99	119.94	112.94	120.73	120.39	120.88	115.90	119.45	114.60	112.93	117.30	99.53	107.70	111.54	112.20	117.65	110.02
	Wasser in gr. . . . .	8.63	1.82	2.48	7.79	2.53	3.26	8.86	2.90	4.03	8.02	2.05	3.22	11.28	2.24	2.74	5.02	2.00	3.07	7.92	2.21	1.94
II	Wasser in 0/10 d. Gewichts d. feuchten B. . . . .	7.43	1.59	2.09	6.93	2.16	2.72	7.84	2.40	2.72	6.64	1.77	2.70	9.84	1.98	2.34	5.04	1.86	2.75	7.06	1.88	1.76
	Gewicht des feuchten Bodens in gr. . . . .	108.17	117.17	117.44	118.52	120.45	113.47	115.40	117.78	114.66	117.37	120.23	116.72	107.98	112.87	122.22	112.29	116.14	121.33	—	—	—
	Wasser in gr. . . . .	3.00	1.20	1.52	6.29	1.52	3.12	6.52	1.42	1.51	5.44	1.60	2.81	6.36	1.45	1.62	8.43	1.29	2.78	—	—	—
	Wasser in 0/10 d. Gewichts d. feuchten B. . . . .	2.77	1.02	1.39	5.31	1.36	2.75	5.65	1.21	1.32	4.63	1.33	2.41	5.89	1.28	1.33	7.51	1.11	2.29	—	—	—

Serie	Ent. v. Baumstamme in m	0.5			2.0			3.5			5.0			6.5			8.0			9.5		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
a	Gewicht des feuchten Bodens in gr. . . . .	111.14	117.08	114.04	112.80	118.59	117.11	113.42	109.60	129.66	108.14	120.99	117.47	107.17	115.09	117.32	110.25	122.09	119.18	111.94	120.04	117.65
	Wasser in gr. . . . .	2.17	3.16	1.82	2.62	1.77	1.61	1.88	1.42	1.88	2.70	2.34	2.71	3.89	2.71	2.33	2.79	2.93	2.45	2.94	3.36	2.90
b	Wasser in 0/10 d. Gewichts d. feucht. B. . . . .	1.95	2.70	1.50	2.32	1.49	1.38	1.66	1.30	1.44	2.50	1.93	2.31	3.63	2.35	1.99	2.53	2.40	2.06	2.63	2.80	2.46
	Gewicht des feuchten Bodens in gr. . . . .	104.22	119.03	121.51	115.39	115.01	119.11	109.14	117.85	114.72	113.44	118.60	115.43	115.26	120.41	121.33	112.32	118.60	120.53	115.01	118.73	122.76
c	Wasser in gr. . . . .	3.36	2.15	1.40	3.03	2.45	1.96	3.32	2.68	2.70	3.01	2.39	1.40	3.11	2.08	2.36	2.87	3.28	2.54	4.24	3.59	3.25
	Wasser in 0/10 d. Gewichts d. feucht. B. . . . .	3.22	1.81	1.15	2.63	2.13	1.65	3.04	2.57	2.35	2.65	2.02	1.21	2.70	1.73	1.95	2.56	2.77	2.11	3.69	3.02	2.65
d	Gewicht des feuchten Bodens in gr. . . . .	114.61	117.58	111.38	118.62	119.45	113.82	117.03	118.49	116.28	112.59	116.31	113.28	114.07	112.93	113.84	116.10	120.38	112.71	115.22	114.04	113.77
	Wasser in gr. . . . .	6.14	2.21	1.70	5.86	2.21	2.19	6.62	2.36	1.93	4.99	1.67	1.57	7.42	3.29	1.43	4.32	2.20	1.66	7.57	2.19	1.67
	Wasser in 0/10 d. Gewichts d. feucht. B. . . . .	5.36	1.88	1.52	4.94	1.88	1.92	5.66	1.91	1.66	4.43	1.44	1.39	6.50	2.90	1.26	3.72	1.83	1.47	6.57	1.92	1.47
	Gewicht des feuchten Bodens in gr. . . . .	115.37	118.87	116.58	115.72	120.06	116.16	115.66	119.75	114.33	115.09	120.22	118.74	115.68	118.97	121.38	116.54	113.56	118.73	112.88	120.95	114.15
	Wasser in gr. . . . .	2.74	2.57	1.77	4.18	2.01	2.28	3.46	2.75	1.91	4.99	2.75	3.12	8.25	1.99	3.79	9.69	2.23	3.15	6.85	2.76	2.31
	Wasser in 0/10 d. Gewichts d. feucht. B. . . . .	2.38	2.16	1.52	3.61	1.67	1.95	2.99	2.30	1.67	4.34	2.29	2.63	7.13	1.67	3.12	8.31	1.96	2.65	6.07	2.28	2.02

Dass die derart bewiesene Variation des Feuchtigkeitsgrades hauptsächlich auf dem Wasserverbrauch der Bäume beruht, steht ausser Zweifel. Der Einfluss des Wurzelsystems verringert sich selbstverständlich mit zunehmender Entfernung vom Stamme. Zweifelsohne hängt der grössere Feuchtigkeitsgrad der Oberflächenschichten zum grossen Teil mit dem Umstand zusammen, dass die Baumwurzeln das Wasser vorzugsweise etwas tiefer aufsaugen. Aus im Zusammenhang mit den Feuchtigkeitsbestimmungen gemachten Beobachtungen geht nämlich hervor, dass der grösste Teil des Wurzelsystems sich gerade in der Tiefe von 20—30 cm befindet. Möglich ist natürlich auch, dass die Oberflächenschichten, infolge starker Verwitterung feinkörniger und dadurch befähigter sind, etwas mehr Wasser zu enthalten<sup>1)</sup>.

Es lässt sich nicht in Abrede stellen, dass der Grund zu dem geringeren Feuchtigkeitsgrad des Bodens in der Nähe des Baumstammes teilweise auch in dem schon früher erwähnten Verbleiben des Regenwassers auf dem Laub des Baumes gesucht werden könnte. Jedoch beweist die Steigerung des Feuchtigkeitsgrades auch noch weiter entfernt vom Baume, wo von einem Einfluss der Krone nicht mehr die Rede sein kann, dass der Wasserverbrauch des Wurzelsystems als Hauptgrund zur erwähnten Verteilung des Wassers zu betrachten ist.

### 3. Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens in Beständen

#### *Untersuchungen in Lappland*

Die weiter unten dargestellten Feuchtigkeitsbestimmungen wurden im Revier Sodankylä im Heidewald von *Kaunisvaara*, beinahe sämtlich auf der, behufs schon früher angestellter Untersuchungen über die Verjüngungsverhältnisse der Wälder aufgenommenen Probestfläche XLIII ausgeführt<sup>2)</sup>.

Der Boden dieses Heidewaldes besteht aus mittelgrobem Sande, Steine gibt es überhaupt nicht. Die Auswaschung ist recht gering;

<sup>1)</sup> Vergl. z. B.: HENRIK HESSELMAN, Studier öfver etc. op. cit.

<sup>2)</sup> Vergl.: V. T. AALTONEN, Über die natürl. Verj. I. op. cit. S. 102—7.

die Humusschicht ist etwa 2—4 mm dick, 4—5 cm Bleisand, etwa 5 cm Braunsand, Ortstein kommt nicht vor. Der Boden ist mit einer ununterbrochenen, von Rentieren sehr kurz abgegrasten Flechtendecke bedeckt. Der Wald ist reiner, etwa 200-jähriger Kiefernwald.

Im Ganzen wurden 5 verschiedene Serien von Feuchtigkeitsbestimmungen aufgestellt, von diesen N:o 1, 2 a, 2 b, 4 und 5 auf der genannten Probestfläche und N:o 3 in der Umgebung einiger sich in einer der Probestfläche benachbarten Lücke befindenden alten Baumkronen. Die Untersuchungen wurden übrigens in gleicher Weise wie die aus *Harjavalta* beschriebenen ausgeführt, jedoch in etwas von letzteren abweichenden Tiefen. Zugleich mit den Feuchtigkeitsbestim-

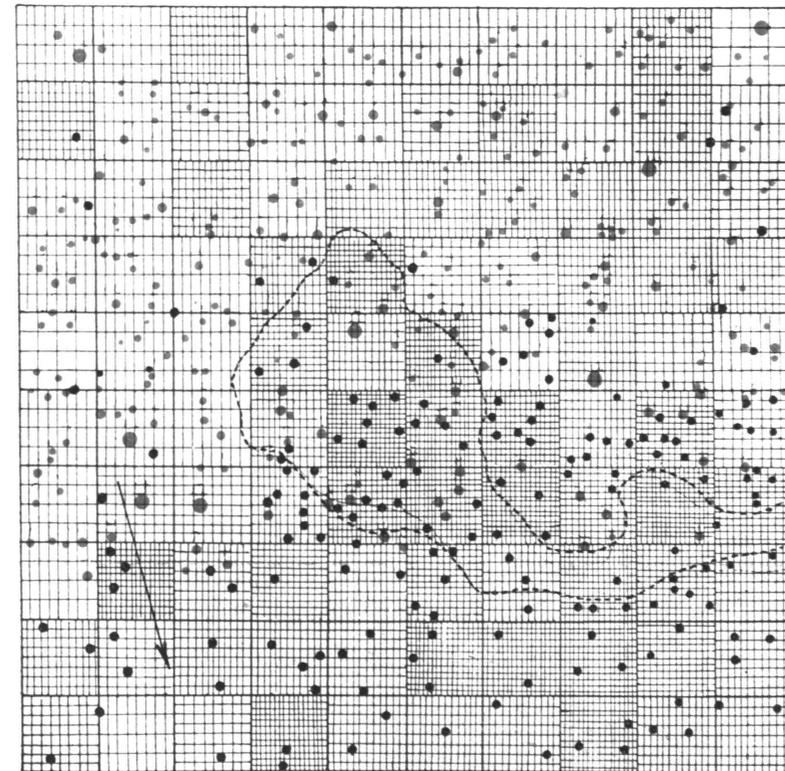


Abb. 2. Jungwuchskarte. Gesamtprobestfläche XLIII.

mungen wurden Untersuchungen über die Menge undj Ausbreitung der Wurzeln angestellt<sup>1)</sup>.

Abb. 2 stellt eine Jungwuchskarte der betreffenden Probefläche dar<sup>2)</sup>.

Die Aufnahmeestelle der Proben der verschiedenen Bestimmungs- serien ist aus Abb. 3 ersichtlich.

					10					
S. 4.	1	2	3	4	5 9	6	7	8	9	10
					8					
					7					
					6					
					5					
S. 2 a.	6	7	8	9	4 10					
					3					
S. 5.	1	2	3	4	5	6	7	8		
S. 2 b.	1	2	3	4	2	5				
					1					

S. 1.

Abb. 3 Gesamtprobefläche XLIII. Die Ziffern bezeichnen die Reihenfolge der Aufnahmestellen.

Abb. 4 zeigt die Menge der Wurzeln auf der Probefläche an denjenigen Stellen, wo Feuchtigkeitsbestimmungen in der Tiefe von 30 cm ausgeführt wurden, für die Tiefen 0—10, 10—20, 20—30 cm je für sich, bei Betrachtung von bis 2 mm dicken Wurzeln.

<sup>1)</sup> Vergl.: V. T. AALTONEN, Über den Reichtum und Ausbreitung der Baumvurzeln in den Heidewäldern Lapplands. Acta Forestalia Fennica 14. 1920.

<sup>2)</sup> Auf der Karte sind Baumstämme mit roten und Stöcke mit schwarzen Ringen gezeichnet. Die Schraffierung stellt den Reichtum des Kiefernjungwuchses (pcc—cpp) dar. Der Flächeninhalt der kleinen Quadrate beträgt 1 Ar, im Ganzen 1 Ha.

					18					
					10					
					5					
3	9	21	14	14	14	11	16	17	17	16
8	6	15	5	7	4	16	6	8	8	15
—	—	—	—	4	2	6	3	1	1	1
					12					
					8					
					7					
					5					
					3					
					14					
					5					
					2					
					23					
					9					
					—					
10	17	22	17	14	12					
14	9	14	5	5	10					
—	4	4	—	—	—					
					3					
					2					
					—					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
					—					

Abb. 4. Gesamtprobefläche XLIII. Menge der Wurzeln nach Stockwerken in den Quadraten, in welchen Feuchtigkeitsbestimmungen ausgeführt wurden.

In Serien 4 und 5 sind die Bestimmungen in der Tiefe von 100 cm in fünf Schichten: 0—20, 20—40, 40—60, 60—80, 80—100 cm ausgeführt worden, indem man die Proben in der Mitte jeder Schicht nahm; andere Bestimmungen sind in der Tiefe von 50 cm in fünf Schichten: 0—10, 10—20, 20—30, 30—40 und 40—50 cm ausgeführt.

Die Untersuchungen sind im Ende Juli und Anfang August angestellt. In bezug auf die Witterungsverhältnisse während derselben sei erwähnt, dass im allgemeinen Trockenheit herrschte; nur zwischen Serien 4—5 regnete es etwas.

Die folgenden Tabellen enthalten die Ergebnisse der Bestimmungs- serien 1, 2 a, 2 b, 4 und 5 mit Angabe des Gewichts des feuchten Bodens, des Gewichts des Wassers und des Gewichts des Wassers in % des Gewichts des feuchten Bodens.

## Serie 2 a und 2 b

	N o d e r P r o b e s t e l l e n										b <sup>1)</sup>	a <sup>2)</sup>	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Gewicht des feuchten Bodens in gr	0—10	82,102	78,797	79,001	79,598	79,650	82,118	74,721	80,270	79,112	80,668	399,147	396,919
	10—20	86,505	87,683	86,851	85,618	89,003	85,401	80,901	88,498	86,341	87,490	435,670	428,631
	20—30	88,788	88,002	87,721	87,539	84,918	86,071	85,899	87,719	89,047	84,068	436,968	432,804
	30—40	88,019	87,402	87,002	88,249	87,153	87,641	85,570	86,722	81,602	85,697	437,825	341,535
40—50	88,997	88,373	87,238	90,900	88,413	85,898	87,272	87,472	88,450	(103,837)	444,021	349,092	
Wasser in gr	0—10	4,500	4,830	4,109	5,998	3,850	2,230	2,520	4,750	3,630	5,270	23,227	18,400
	10—20	4,050	3,241	3,030	3,480	2,830	2,450	1,530	3,279	2,590	5,470	16,631	15,319
	20—30	4,990	3,730	3,250	4,051	3,160	2,870	1,850	2,870	3,500	4,420	19,181	15,510
	30—40	3,200	3,060	2,100	3,650	2,750	2,400	1,950	2,680	4,040	(14,379)	14,760	11,070
40—50	3,150	2,750	2,290	3,800	3,331	2,410	2,480	2,850	3,550	(17,690)	15,321	11,290	
Wasser in % des Gewichts des feuchten Bodens	0—10	5,48	6,13	5,20	7,46	4,80	2,71	3,37	5,92	4,59	6,53	5,82	4,63
	10—20	4,68	3,69	3,49	4,06	3,18	2,87	1,89	3,70	3,00	6,25	3,82	3,57
	20—30	5,62	4,24	3,70	4,63	3,72	3,33	2,15	3,27	3,93	5,26	4,39	3,58
	30—40	3,63	3,50	2,41	4,14	3,15	2,74	2,28	3,09	4,95	(16,79)	3,37	3,24
40—50	3,54	3,10	2,82	4,18	3,77	2,81	2,84	3,26	4,00	(17,04)	3,45	3,23	

1) b = im Ganzen.

2) a = 0—30 im Ganzen; 30—50 nur 6—9.

## Serie 1

	N o d e r P r o b e s t e l l e n										1—3	4—10	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Gewicht des feuchten Bodens in gr	0—10	79,125	80,242	81,605	79,597	81,995	89,687	82,502	80,203	84,607	85,603	240,972	584,205
	10—20	86,132	88,407	88,805	89,184	85,006	86,289	91,501	92,100	88,145	90,206	263,344	622,441
	20—30	87,232	88,500	87,502	87,785	87,298	88,149	91,502	91,599	91,697	92,301	263,294	630,341
	30—40	85,098	85,403	89,802	100,853	89,357	87,001	92,799	94,808	93,004	93,801	260,303	651,118
40—50	84,701	91,101	90,194	98,799	88,510	82,301	95,298	90,507	85,302	85,897	265,986	626,614	
Wasser in gr	0—10	4,227	3,796	5,002	3,996	5,483	3,300	2,407	5,006	2,284	3,304	13,025	25,800
	10—20	4,227	3,854	4,401	4,001	3,302	3,396	3,702	3,103	2,945	5,011	12,482	26,060
	20—30	2,296	4,696	2,502	2,586	4,002	3,499	4,300	5,199	3,005	4,804	9,494	27,405
	30—40	2,496	3,300	3,001	8,055	3,782	1,998	2,598	6,353	3,505	4,305	8,797	30,596
40—50	2,204	4,700	2,397	9,001	2,496	1,605	7,996	3,483	1,602	1,603	9,301	27,706	
Wasser in % des Gewichts des feuchten Bodens	0—10	5,34	4,73	6,13	5,02	6,70	3,66	2,92	6,24	2,71	3,86	5,41	4,42
	10—20	4,91	4,36	4,96	4,49	3,88	4,63	4,05	3,37	3,34	5,55	4,74	4,19
	20—30	2,63	5,30	2,86	2,96	4,58	3,97	4,70	5,67	3,28	5,20	3,61	4,35
	30—40	2,93	3,86	3,34	7,99	4,23	2,30	2,80	6,74	3,77	4,59	3,38	4,70
40—50	2,60	5,16	2,66	9,11	2,82	1,95	(8,40)	3,76	1,88	1,87	3,50	4,42	

## Serie 5

	Boden- tiefe in cm	N : o d e r P r o b e s t e l l e n								Summe
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Gewicht des feuchten Bodens in gr	0-20 20-40 40-60 60-80 80-100	83.202 83.635 83.228 84.019 83.697	83.177 84.952 84.812 86.122 81.183	83.452 86.951 84.321 97.842 81.148	83.760 83.868 86.548 81.429 81.680	80.053 81.198 84.433 82.492 81.450	79.748 83.101 93.131 80.911 81.048	
Wasser in gr	0-20 20-40 40-60 60-80 80-100	5.880 3.570 2.880 2.840 2.620	3.410 4.050 2.600 4.330 1.420	3.740 3.550 2.980 2.890 1.880	3.730 3.220 3.920 3.140 2.190	4.330 3.800 3.010 2.530 2.470	3.020 2.330 2.470 2.310 2.300	4.220 4.080 2.880 2.560 2.070	3.140 2.840 1.080 1.700 2.180	31.470 27.440 22.820 22.300 17.130
Wasser in % des Gewichts des feuchten Bodens	0-20 20-40 40-60 60-80 80-100	7.06 4.27 3.46 3.38 3.10	4.09 4.77 3.06 5.03 1.75	4.48 4.08 3.53 2.95 2.32	4.45 3.84 4.53 3.86 2.88	5.41 4.68 3.56 3.07 3.03	3.79 2.80 2.65 2.85 2.84	4.91 4.93 3.41 3.07 2.53	3.70 3.20 1.30 2.05 2.69	4.74 4.06 3.34 3.28 2.62

## Serie 4

	Boden- tiefe in cm	N : o d e r P r o b e s t e l l e n										Summe
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		Gewicht des feuchten Bodens in gr	0-20 20-40 40-60 60-80 80-100	80.822 89.555 91.298 84.399 95.277	86.747 89.652 84.072 94.132 85.032	86.482 86.241 88.431 93.562 87.568	87.540 94.148 87.178 87.909 91.550	87.000 89.853 83.788 86.353 88.992	89.278 85.181 84.701 80.621 93.318	86.801 85.341 85.199 84.840 85.232	86.350 87.219 85.429 92.062 82.812	
Wasser in gr	0-20 20-40 40-60 60-80 80-100	4.840 4.350 3.120 1.960 2.980	3.100 4.200 2.450 7.350 2.490	2.530 1.950 2.720 6.780 4.600	2.340 3.280 2.890 5.110 9.880	3.180 2.550 1.470 2.030 6.600	2.380 2.380 2.570 1.640 5.640	2.350 2.060 1.970 2.420 2.310	1.790 1.740 2.330 5.740 1.680	1.500 1.500 2.040 2.030 1.460	2.420 2.800 2.080 — (14.910)	26.430 26.810 23.730 35.060 37.320
Wasser in % des Gewichts des feuchten Bodens	0-20 20-40 40-60 60-80 80-100	5.99 4.86 3.42 2.32 3.13	3.57 4.68 2.91 7.81 2.93	2.92 2.26 3.08 7.25 5.25	2.67 3.48 3.42 5.81 10.79	3.66 2.84 1.75 2.35 7.42	2.67 2.78 3.03 2.03 6.04	2.71 2.41 2.31 2.85 2.71	2.06 1.99 2.73 6.23 2.00	1.70 1.77 2.37 2.41 1.76	2.77 3.19 2.49 — (15.63)	3.05 3.05 2.76 4.45 4.71

In den Schichten 60-80 u. 80-100 cm wurden nur 1-9 in Betracht gezogen.

Wenn wir nun die Feuchtigkeitsverhältnisse an offenen Stellen und in Wäldern mit einander vergleichen, so weisen die Ergebnisse der Untersuchungen bedeutende Verschiedenheiten auf.

In Serie I auf offener Stelle — in den Quadraten 1—3 — nimmt der Feuchtigkeitsgrad merkbar und einigermaßen gleichmässig von der Oberfläche abwärts ab.

Im Bestande bleibt sie in den verschiedenen Tiefen einigermaßen gleich, wenn schon die etwas niedrigere Feuchtigkeitsmenge der Schichte 10—20 cm darauf hinzuweisen scheint, dass der Boden an dieser Stelle am trocknesten ist. — In Serie 2 a und 2 b nimmt die Feuchtigkeit sowohl an offenen Stellen als in Wäldern, an ersteren jedoch rascher als in letzteren, in der Richtung von oben nach unten ab. Übrigens dürfte auf die Resultate aus den Beständen der Umstand, dass sich an den Probeaufnahme Stellen stellenweise Abholzungsüberreste vorfanden, einen gewissen Einfluss ausüben. — Auch die Serien 4 und 5, erstere im Walde, letztere auf offener Stelle, weichen beträchtlich von einander ab. In ersterer ist der Feuchtigkeitsgrad in der Tiefe von 80—100 cm am grössten, am geringsten in der Tiefe von 20—60 cm, in letzterer nimmt sie gleichmässig von der Oberfläche abwärts ab.

Stellt man die Lichtung- und Bestandproben der Serien 1, 2 a und 2 b neben einander, und berechnet man für beide die %-werte gesondert, so gestalten sie sich folgendermassen.

Tiefe in cm	An Lichtungen	Im Walde
	%	%
0—10	5.66	4.51
10—20	4.16	3.94
20—30	4.09	4.03
30—40	3.37	4.20
40—50	3.47	4.00

Man kann also im Allgemeinen sagen, dass der Feuchtigkeitsgrad der oberen Bodenschichten an offenen Stellen grösser ist als in Wäldern, bei den tieferen Schichten verhält es sich dagegen umgekehrt.

An offenen Stellen nimmt der Feuchtigkeitsgrad einigermaßen gleichmässig von der Oberfläche abwärts ab; im Bestande ist der Unterschied im Feuchtigkeitsgrade zwischen den oberflächlichen und den tieferen Schichten kleiner, ja zuweilen sogar unmerklich, zuweilen ist er an der Oberfläche kleiner als in der Tiefe. Auch die Untersuchungsergebnisse deuten darauf hin, dass die Feuchtigkeitsmenge in der Tiefe von 10—20 cm am geringsten ist.

Wie es sich schon aus meinen früher gemachten, die Verjüngungsverhältnisse des Waldes betreffenden Untersuchungen ergab und übrigens auch sonst allbekannt ist, kann man in trockenen Heidewäldern in der Nähe von am Boden liegenden alten Baumwipfeln, Wurzeln u. a. oft auf dichte Jungwaldgruppen stossen<sup>1)</sup>. Da die Vermutung nahe lag, dass die Erde an solchen Stellen sich feuchter als anderorts erhält, wurden im Zusammenhang mit den oben beschriebenen Feuchtigkeitsbestimmungen ebenfalls einige Feuchtigkeitsbestimmungen in der Umgebung einiger liegenden Wipfel ausgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen befinden sich in der Tabelle S. 22. Den erhaltenen Resultaten nach ist der Feuchtigkeitsgrad in den verschiedenen Tiefen recht ungleichmässig, und kann man auf Grund derselben nicht entscheiden, ob von einem bestimmten (oder oben erwähnten) Unterschied in dem Feuchtigkeitsgrad des Bodens unter den Wipfeln und deren Umgebung die Rede sein kann.

Die Untersuchungen sind jedoch so unzureichend, dass man allein mit Hinsicht auf sie keine sicheren Schlüsse ziehen kann. Ausserdem sei bemerkt, dass im Schutze der betreffenden Wipfel nur vereinzelte junge Bäume und auch diese nur recht verkümmert, wuchsen.

<sup>1)</sup> Vergl.: V. T. AALTONEN, Über die natürl. Verj. u. s. w. I. op. cit. S. 143—8.

## Serie 3

	Bodentiefe in cm	N o d e r P r o b e s t e l l e n							
		1	2	3	4	5	6	1—3	4—6
Gewicht des feuchten Bodens in gr	0—10	79.570	82.210	81.600	82.360	76.040	81.270	243.380	239.670
	10—20	87.440	76.050	82.560	86.510	82.540	86.700	246.050	255.750
	20—30	87.725	86.800	89.010	89.680	86.420	88.990	263.535	265.090
	30—40	87.230	89.300	87.100	89.871	89.000	95.090	263.630	273.961
	40—50	92.540	88.840	88.670	88.210	86.290	86.500	270.050	261.000
Wasser in gr	0—10	3.190	3.880	4.950	4.190	4.330	5.050	12.020	13.570
	10—20	3.230	5.130	4.470	3.280	3.730	3.500	12.830	10.510
	20—30	3.125	3.500	3.130	4.030	4.020	3.330	9.755	11.380
	30—40	3.400	4.040	3.390	4.500	4.680	6.100	10.830	15.280
	40—50	6.480	4.940	3.330	4.130	2.620	2.650	14.750	9.400
Wasser in % des Gewichts des feuchten Bodens	0—10	4.01	4.72	6.06	5.09	5.69	6.21	4.94	5.66
	10—20	3.69	6.74	5.41	3.79	4.52	4.04	5.21	4.11
	20—30	3.56	4.03	3.52	4.49	4.65	3.74	3.70	4.29
	30—40	3.90	4.50	3.89	5.00	5.26	6.41	4.11	5.58
	40—50	7.00	5.56	3.75	4.68	3.04	3.06	5.46	3.60

In Bezug auf Feuchtigkeitsbestimmungen, wie sie im Vorigen beschrieben wurden, muss im Auge behalten werden, dass die Resultate derselben häufig durch im Boden vorkommende, feinkörnige und dichte Schichten beeinträchtigt werden, deren Feuchtigkeitsgrad stets verhältnismässig gross ist. Wie aus den dargestellten Untersuchungen hervorgeht, kann der Feuchtigkeitsgrad zuweilen in zwei, nur um 10 cm Tiefe von einander verschiedenen Proben ein sehr ungleicher sein. Aus diesem Grunde und zum Teil infolge des geringen Volyms der Bodenproben dürfte man an der Hand eines unzureichenden Materials keine allzuweit gehenden Schlussfolgerungen ziehen, sondern müsste ein möglichst umfangreiches Material erstrebt werden.

Die hier beschriebenen Untersuchungen erweisen sich als recht

einseitig und bedürfen in vieler Beziehung der Ergänzung. Die Untersuchungen sollten in verschiedenen Waldtypen, in ungleichaltrigen und -dichten Wäldern, sowie in Lücken von verschiedenem Umfang, womöglich auch zu verschiedenen Jahreszeiten gemacht werden.

#### 4. Bedeutung des Wasserverbrauchs der Bäume für die Entwicklung des Waldes

Bekanntlich kommen verschiedenen Altersklassen angehörende Bäume in Beständen stets in bestimmten Abständen von einander vor, und zwar in desto grösserer und geringerer Entfernung je grösser oder kleiner der Altersunterschied ist. Das dies mehr auf der Entwicklung des Wurzelsystems und auf der Nahrungsaufnahme der Wurzeln aus dem Boden als auf den Beleuchtungsverhältnissen in den Beständen beruht, wie im Allgemeinen behauptet wird, ist sehr wahrscheinlich. Die Behauptung, dass das Vorkommen und die Beschaffenheit des Jungwaldes von der Wurzelmenge des Mutterbaumes abhängig ist, dürfte genau ebenso berechtigt sein wie die Annahme, dass dieselben mit der Dichte und dem Kronenschluss des Mutterwaldes in Wechselwirkung stehen. Die hier angeführten Untersuchungen haben dargelegt, dass der Feuchtigkeitsgehalt der oberen Bodenschichten an offenen Stellen grösser als in Beständen ist, und dürfte sich demnach auch das Erscheinen von jungen Pflanzen in Zusammenhang mit dem Feuchtigkeitsgrad der Oberflächenschichten stellen lassen. Allerdings bleibt unentschieden, ob dieses auch unter anderen Bedingungen, in anderen Waldtypen u. s. w. zutreffend ist, jedoch liegt keine Veranlassung zu der Annahme vor, dass es sich nicht so verhielte. Dass es sich hier selbstverständlich nicht ausschliesslich um den Wassergehalt des Bodens handelt, liegt auf der Hand; ist das Wasser auch als solches den Pflanzen als Nahrung unentbehrlich, so können die Pflanzen ja nur durch die Vermittlung desselben die ihnen notwendige Nahrung der Erde entziehen. Ausserdem beruht der Verlauf des Zersetzungsprozesses der organischen Stoffe, welchen, insofern es sich

u. a. um die Bildung von Salpeter handelt, nach HESSELMAN's<sup>1)</sup> Untersuchungen besonders bei der Verjüngung des Waldes eine grosse Bedeutung beizumessen ist, in hohem Grade auf dem Feuchtigkeitsgehalt der oberen Bodenschichten.

---

<sup>1)</sup> HENRIK HESSELMAN, Studier över salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess betydelse i växtekologiskt avseende. Meddel. f. stat. skogsförsöksanst. 13—14 (1916—1917) I. 297—528. — Om våra skogsföryngringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens föryngring. Ibidem, Band II. 923—1076.