

RUBNER, K. (1932): Der Nebelniederschlag im Wald und seine Messung. *Tharandter Forstl. Jahrb.* 83, 121-149 und (1935), 86, 330-342.

## Der Nebelniederschlag im Wald und seine Messung.

Mitteilung aus der Sächsischen Forstlichen Versuchsanstalt,  
Abteilung für Waldbau und Forstbenutzung.

Von Professor Dr. Rubner, Tharandt.

Mit 7 Abbildungen.

Das Studium des Wasserhaushaltes des Waldes ist seit langer Zeit als wichtige Aufgabe der Forstwissenschaft erkannt worden, an der auch die Praxis unmittelbar interessiert ist.

Trotz des komplexen Charakters der Wachstumsvorgänge weiß man heute, daß der Faktor Wasser für das Gedeihen des Waldes in vielen Fällen die entscheidende Rolle spielt; Wuchsstockungen bezw. geringes Wachstum werden vielfach mit Wassermangel in Zusammenhang gebracht.

Das Wasser wird den Baumwurzeln entweder direkt zugeführt, indem es durch die Baumkronen auf den Waldboden gelangt und hier in der Wurzelzone durch Adhäsion festgehalten wird (Speicherungswasser); oder es sickert bis auf das Grundwasser durch den Erdboden und kommt als solches den Wurzeln dann zugute, wenn es, bezw. der über ihm stehende Kapillarsaum in erreichbarer Tiefe ansteht. Die Baumwurzeln versorgen sich in solchen Fällen vor allem aus dem Grundwasser; Kiefern können 5—6 m tief anstehendes Grundwasser noch ausnutzen.

Während die Wirkung des Niederschlages für die auf direkte Wasserzuführung angewiesenen Wurzeln sofort in die Erscheinung tritt, gleicht sich der Grundwasserstand nur sehr allmählich den Niederschlägen an; zumeist dauert es Wochen

RUBNER

. 185  
r- . 188  
er . 189  
t- . 191  
. 193  
. 194  
. 194  
ch 195  
he . 195  
. 195  
ft 196  
. 198  
. 200  
. 200

heint einmal  
Druckbogen.  
gloser Folge  
die größere  
50 Rm. Der  
Im Abonne-  
Herausgeber  
e, zu senden.  
eines jeden  
N 11, Hede-  
sonderdrucke  
wünscht, so  
isgebers und

und Monate, bis das Grundwasser seinen auf eine Niederschlagsperiode folgenden höchsten Stand erlangt hat.

Für die Versorgung des Waldes mit Wasser spielt also der Niederschlag die ausschlaggebende Rolle, die Kondensation von Wasserdampf im Boden selbst tritt demgegenüber sehr zurück.<sup>1)</sup> Die vollständige Erfassung der Niederschläge im Walde ist jedenfalls für die Beurteilung seines Wasserhaushaltes von großer Bedeutung.<sup>2)</sup>

Gewöhnlich wird unter Niederschlag nur der Regen- und Schneeniederschlag verstanden; man darf aber nicht vergessen, daß dem bestockten Boden durch Ausscheidung von feinsten Wassertröpfchen an Pflanzenteilen noch eine weitere, nicht unbedeutende Niederschlagsart zuwachsen kann.

Hierbei unterscheidet man zweckmäßig eine Ausscheidung bei Temperaturen über und unter dem Gefrierpunkt: Tau und Nebel einerseits, Reif und Duftanhang (Raubreif) andererseits.

Tau- und Nebelniederschlag unterscheiden sich dadurch, daß sich ersterer durch Abkühlung an erkalteten Gegenständen (Pflanzenteilen) niederschlägt (kondensiert), während der Nebel aus feinsten Wassertröpfchen von ca. 0,02 mm Durchmesser besteht, die sich schwebend in der Luft erhalten können, da ihre Fallgeschwindigkeit wegen des Luftwiderstandes eine sehr geringe ist; sowie diese Wassertröpfchen aber auf Widerstände stoßen, sammeln sie sich zu größeren Tropfen und gleiten dann herab; aus ihrer bisher horizontalen Bewegung wird erst dann eine vertikale. Süring nennt einen solchen Niederschlag deshalb (im Gegensatz zum Regen und Schnee) horizontalen Niederschlag;<sup>3)</sup> auch Duftanhang ist hierher zu rechnen.

Ruhender, dichter Nebel kann bis 5 g Wasser pro cbm enthalten, so daß also zur Gewinnung von 1 mm Niederschlag

---

<sup>1)</sup> Hartmann. Über den waldbaulichen Wert des Grundwassers. Mitteilung aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 1930.

<sup>2)</sup> Vgl. auch H. Friedrich, Die Wasserwirtschaft im Erzgebirge. Sudetendeutsche F.- u. J.-Zeitg. 1931, Nr. 19 u. 20.

<sup>3)</sup> Vgl. Linke, Niederschlagsmessungen unter Bäumen, Meteorolog. Zeitschr. 1921, S. 277.

alle Wassertröpfchen aus einer 200 m hohen Nebelschicht abgefangen werden müßten (Hann, Meteorolog. Zeitschrift 1916, S. 549).

Bei einem Durchmesser von etwa 0,1 mm gehen die schwebenden Nebeltröpfchen in vertikal fallenden Regen über.

Da, wie wir sahen, Tau- und Nebelniederschlag sich in ihrer Entstehung prinzipiell unterscheiden und ersterer nach klaren Nächten auftritt, ist im allgemeinen keine Vermengung dieser beiden Niederschlagsarten zu befürchten. Im übrigen haben unsere Messungen während zweier Jahre im Wald keinen Anhalt dafür gegeben, daß an der Oberfläche der Baumkrone eine Taubildung von einer solchen Intensität einsetzt, daß dadurch dem Waldboden Wasser zugeführt würde. Wir können deshalb den Tauniederschlag aus unseren folgenden Betrachtungen ganz ausschließen.

Über den horizontalen Niederschlag ist bisher nicht sehr viel bekannt; die angestellten Untersuchungen sind sehr vereinzelt und deshalb die Schlußfolgerungen noch nicht zuverlässig.

Daß durch Nebel (und Duftanhang) die einem Walde zugute kommende Niederschlagsmenge erhöht werden kann, ist schon lange bekannt und beobachtet worden; jeder Forstmann weiß, daß es an Nebeltagen im Bestand oft von den Bäumen herabtröpft, während das freie Feld trocken bleibt. Ferner kann der von den Bäumen abgeschüttelte Raureif u. U. im Bestand im Gegensatz zum freien Feld eine Schlittenbahn ermöglichen, obwohl keinerlei Schneefall eingetreten ist.

Primitive Messungen wurden schon 1899 in Ridgeway (U. S. A.) vorgenommen, die aber nicht befriedigten.

Marloth<sup>1)</sup> war wohl der erste, der 1902/03 am nebelreichen Tafelberg in Südafrika einwandfreie Messungen vornahm: er stellte auf dem 1082 m hohen Plateau 2 Regennmesser auf, und zwar einen gewöhnlichen und einen weiteren,

<sup>1)</sup> Marloth, Über die Wassermengen, welche Sträucher und Bäume aus treibendem Nebel und aus Wolken auffangen. Meteorolog. Zeitschr. 1906, S. 547.

über den ein in Metallgaze eingeschlossenes Riedgrasbündel angebracht wurde; die Auffangfläche des Regenmessers betrug 19,63, die des Bündels 137,1 Quadratzoll, das Verhältnis war also ca. 1:7.

Das Ergebnis seiner Beobachtung vom 21. Dezember 1902 bis 1. Januar 1903 war insofern sehr überraschend, als der offene Regenmesser nichts enthielt, der überdeckte dagegen 387 mm Wasser; eine zweite Ablesung am 21. Januar ergab wieder nichts im offenen Regenmesser, aber 371 mm im geschlossenen; eine dritte Beobachtung zeigte prinzipiell das nämliche Resultat, und in insgesamt 56 Tagen waren im offenen Regenmesser nur 126 mm, im gedeckten 2027 mm gefallen, also ein Überschuß von ca. 1900 mm Niederschlag. Weitere Beobachtungen Marloths erstreckten sich darauf, den Einwurf auszuschalten, daß die isoliert aufgestellten Nebelfänger mehr Nebelniederschlag auffangen als solche, die inmitten einer ausgedehnten Bestockung stehen, über die bereits die Nebelwolke hinweggegangen ist und infolgedessen feuchtigkeitsärmer an einen solchen Nebelmesser bzw. eine solche Bestockung gelangt. Dies erwies sich auch als richtig, da das Auffanggefäß des im Innern eines Dickichts stehenden Nebelfängers nur ca.  $\frac{1}{3}$  des Niederschlages sammelte, den der im Freien isoliert stehende Nebelfänger enthielt.

Konnten diesen Beobachtungen in Südafrika besonders extreme Verhältnisse zugrundeliegen, so ist dies doch nicht der Fall bei Untersuchungen im Taunus, die Linke<sup>1)</sup> machte.

Er stellte in der Nähe des Stationsregenmessers bei rund 800 m Meereshöhe, ca. 1000 mm Niederschlag und 200 Nebeltagen einen gleichen Regenmesser unter einigen dicht beieinander stehenden 100 jährigen Fichten unmittelbar am Waldrand auf; es ergab sich nach einjähriger Beobachtung das interessante Verhältnis, daß der unter dem Fichtenrand aufgestellte Regenmesser ca. 66% mehr Niederschlag erhalten hatte als der frei stehende Stationsregenmesser.

---

<sup>1)</sup> Meteorolog. Zeitschr. 1916, S. 141 und 1921, S. 277.

An den nebefreien Tagen (ca. 165) ist die Jahressumme im Freien 62,9 mm, unter den Fichten nur 42,4 mm, also rund  $\frac{2}{3}$  gewesen, während  $\frac{1}{3}$  durch Verdunstung, Abfließen am Stamm und direkte Aufsaugung verloren geht. Dabei ist der Verlust im Sommer ganz bedeutend größer als im Winter, weil Schnee und Raureif leichter in das Auffanggefäß gelangen als Regenniederschlag.

An den Tagen mit Dauernebel ergab sich dagegen ein großer Überschuß an Niederschlagswasser im Auffanggefäß, das unter den Fichten stand, und zwar zeigte ein mittlerer Wintermonat an solchen Nebeltagen 123 % mehr [an Niederschlagswasser; im Sommermonatsdurchschnitt waren es noch 79 %, für den Niederschlag des ganzen Jahres überhaupt 66 %]. Dieser Betrag fließt nach Linke also dem Waldboden mehr zu als dem Freilandboden; dabei ist der am Stamm abfließende Teil des Niederschlagswassers gar nicht berücksichtigt.

Linke führte seine Beobachtungen, die sich zunächst nur auf das Jahr 1915 erstreckt hatten, noch weitere 3 Jahre fort. Da die Messung im ersten Jahr unmittelbar unter dem Bestandsrand vorgenommen worden war, wo nicht nur der anwehende Regen und Schnee aufgehalten und in das Gefäß abgeleitet wird, sondern auch der Nebelwolke das erste Hindernis entgegensteht, an dem sich naturgemäß besonders reichlich die Wassertröpfchen absetzten, wurde noch ein zweites Regennmesser etwas tiefer im Bestand aufgestellt.

Die vierjährige Beobachtungsreihe 1915—18 zeigte, bezogen auf den Stationsniederschlagsmesser, folgenden prozentualen Niederschlagsüberschuß; dabei bedeutet R I den Regennmesser am Waldrand, R II den im Bestande.

		1915/18					
		I	II	III	IV	V	VI
R I	.....	190	225	149	169	180	104 %
R II	.....	148	181	113	103	107	87 "
Zahl der Nebeltage 1915/18		23	18	16	18	12	11 "
		VII	VIII	IX	X	XI	XII
R I	.....	157	136	151	159	301	154 %
R II	.....	99	88	108	112	259	160 "
Zahl der Nebeltage 1915/18		14	18	17	23	24	26 "

	Winter	Frühjahr	Sommer	Herbst	Jahr	
R I . . . . .	184	162	131	152	157	% } durchschn.
R II . . . . .	159	107	90	139	123	" } pro Jahr
Zahl der Nebeltage	22	15	14	21	18,4	" }

Man ersieht aus diesen Zahlen deutlich die starke Bevorzugung des Bestandsrandes hinsichtlich der Niederschläge aus den oben bereits angegebenen Gründen.

Für das Bestandsinnere ergibt sich immerhin noch eine starke Erhöhung der Niederschläge, nämlich im Winter um fast 60 %, im Herbst um 39 %, im Frühjahr um 7 %, während sich für den Sommer ein Minus von 10 % errechnet.

Aber auch die beiden letzten Zahlen sind noch überraschend hoch, wenn man bedenkt, daß ohne den Horizontalniederschlag mit einem Durchschnittsniederschlag von nur ca. 70 % im Fichtenwald gerechnet werden kann; dies ist also bei den obigen Zahlen des Frühjahrs und Sommers noch zu berücksichtigen, und es ergäbe sich mithin ein Mehrbetrag infolge des aufgefangenen Horizontalniederschlags von 37 bzw. 20 %.

Das ist allerdings nur dann richtig, wenn der Regenschirm im Bestande so aufgestellt war, daß er dem Durchschnitt entsprach, eine Voraussetzung, die kaum zutreffen dürfte. Um das durchschnittliche auf den Waldboden gelangende Niederschlagswasser zu bekommen, ist eben die Aufstellung nur eines kleinen Regenmeßgerätes ungenügend; Aufstellung desselben unter Lücken oder im Tropfbereich der Baumkrone können, wie dies Hoppe nachgewiesen hat, ganz erhebliche Abweichungen bedingen, bis zu 47 % der Freilandregenmenge unter der nämlichen Fichte! So wichtig die 4jährigen Niederschlagsmengen Linkes auch sind, so ist doch gerade dieser Punkt von allergrößter Bedeutung und hindert uns, die Ergebnisse zu verallgemeinern; darauf hat Linke übrigens selbst schon hingewiesen.

¶ Vergleichen wir mit diesen Angaben aus dem Taunus die Niederschlagsmessungen der Station Karlsberg i. Schl., die bei 740 m Meereshöhe 120 Nebeltage aufweist.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> J. Schubert, Niederschlag, Bodenfeuchtigkeit, Schneedecke in Waldbeständen und im Freien. Meteorolog. Zeitschr. 1927, Heft 4/5.

Bei einem Freilandniederschlag von 890 mm zeigte der Waldniederschlag unter 80—100jährigen Fichten den sehr hohen Prozentsatz von 89 im Jahr, im Sommer von 85 (Beobachtungsjahre 1882—96).

Schubert nimmt dann eine Aussonderung der Nebeltage dieser Station vor, an denen das Niederschlagswasser nur von starkem Nebel herrühren kann (30 Tage während der Jahre 1881—85) und findet, daß von diesen 30 Tagen an 13 der Nebelniederschlag im Waldregenschloß fehlt, während sich im Freilandregenschloß geringe Wassermengen vorfinden, wie er überhaupt allgemein die Zahl der meßbaren Niederschläge aus starkem Nebel in allen Stufen im freien Regenschloß größer fand als im Walde, wogegen die Menge des Nebelwassers im Wald zuweilen die des Freilandes übertraf. Die Größenordnungen sind aber sehr gering und betragen nur in 5 Fällen über 0,5 mm.

Schubert ist nach diesen Beobachtungen der Meinung, daß die nur aus Nebel stammenden geringen Wassermengen den prozentischen Waldanteil nicht vermehren könnten, dagegen sei eine relative Vermehrung des Niederschlags im Walde an Nebeltagen nachweisbar.

„Zehnjährige Beobachtungen im August und September ließen in Sonnenberg<sup>1)</sup> aus Mitteln von je sechs Monaten bei einer Vermehrung der Nebeltage im Monat um 11, nämlich von 5 auf 16, eine Erhöhung des Waldanteils der Niederschläge um etwa 3 % erkennen. Im Durchschnitt aller Stationen nahm die Nebelhäufigkeit vom Sommer zum Herbst um fast sechs Tage zu, blieb aber dann zum Winter annähernd unverändert, während der Waldanteil der Niederschläge noch um reichlich 10 % wächst.“

Den Beobachtungen Linkes gegenüber sind diese Schlüsse fast entgegengesetzt; selbst wenn man eine wesentlich häufigere Nebelbildung im Taunus unterstellt (200 gegen 120 Nebeltage),

<sup>1)</sup> Meereshöhe 777 m, 1231 mm Niederschlag im Freien, 1041 mm im Fichtenwald, 125 Nebeltage.

so erscheint es mir doch sehr fraglich, ob bei der ungefähren Übereinstimmung bezüglich Meereshöhe, Gesamtniederschlagsmenge und Waldbestockung (Fichte!) der Waldanteil des Niederschlages so außerordentlich verschieden sein kann. —

Als letzte diesbezügliche Veröffentlichung kommt in Betracht eine Arbeit von Descombes, „Der Einfluß der Entwaldung auf die verborgenen Niederschläge“<sup>1)</sup>; ich folge dabei den kritischen Bemerkungen W. Schmidts in seinem diesbezüglichen Referat im Centralblatt f. d. ges. Forstwesen vom Jahre 1921:

Eine 30 cm hohe künstliche Pflanze, die mit Wolle umkleidet war, ergab in Bordeaux-Floirac täglich einen Mehrbetrag an Niederschlag von 0,6 mm; in den dortigen klimatischen Verhältnissen dürfte es sich weniger um Nebelniederschlag als um Kondensation aus Tau handeln. Descombes schließt nun von dieser kleinen Kunstpflanze und dem von ihr gelieferten zusätzlichen Kondensationswasser auf einen 10 m hohen Baum, und kommt so zu ganz gewaltigen Beträgen von „verborgenem Niederschlag“, nämlich von 1190 mm, d. h. etwa ebensoviel an Kondensation durch Tau und Nebel, als die jährliche Regenmenge beträgt.

Für Gebirgsgegenden kommt Descombes zu dem Schluß, daß die Niederschlagszufuhr durch Nebel dem Mehrfachen des gewöhnlichen Niederschlages gleichkommt, im einzelnen Fall bis zum 15fachen Betrag.

Deshalb wären nach Descombes die Aussichten einer Aufforstung wasserwirtschaftlich ganz gewaltige und kaum übersehbar.

W. Schmidt macht aber starke Bedenken gegen diese Art des Schlüsseziehens geltend:

unrichtig sei, an einem besonderen Ort gewonnene Ergebnisse zu verallgemeinern,

die Art der Umrechnung von einer kleinen Versuchsanordnung auf große Verhältnisse sei ganz gefährlich,

---

<sup>1)</sup> Annuaire de la Société météorologique de France 1920.



und überhaupt sei der Vorrat der Luft an Wasserdampf gar nicht so unerschöpflich als diese Kombinationen vermuten lassen.

Wir müssen uns diesen kritischen Bemerkungen W. Schmidts voll und ganz anschließen. —

Aus den angeführten Veröffentlichungen über den horizontalen Niederschlag geht meines Erachtens hervor:

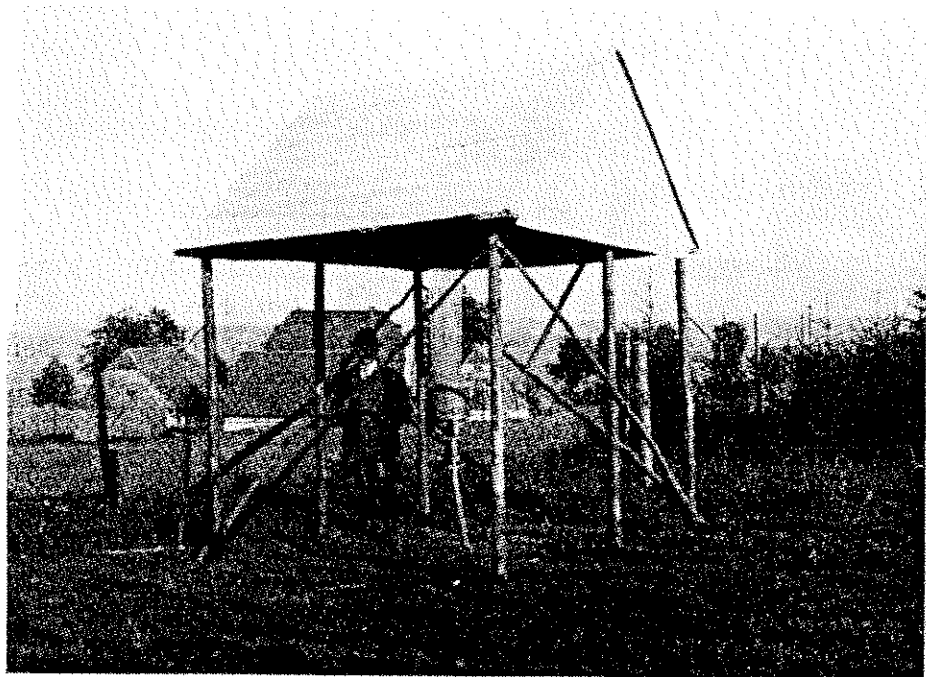


Abb. 1. Im Herbst 1928 aufgestelltes Nebelmeßgerät. (Dahinter Forstgehöft Kriegswald.)

1. daß die forstliche Forschung an den horizontalen Niederschlägen interessiert sein muß, selbst wenn die bisherigen Ergebnisse nur zum Teil zutreffen und auf bestimmte nebelreiche Gebiete beschränkt sind,

2. daß ein einfaches, zuverlässiges Meßinstrument für den horizontalen Niederschlag noch fehlt und desgleichen ein einheitlicher Maßstab für diese Niederschlagsart. Ein solcher ist nötig, damit die gewonnenen Zahlen überhaupt vergleichsfähig gemacht werden können,

3. daß von den bisherigen Untersuchungen die von Linke im Taunus für unsere Verhältnisse an sich vergleichsfähig sind, daß aber seine Zahlen schon mit Rücksicht auf die Angaben von Schubert einer Nachprüfung bedürfen. —

Bei der Suche nach einem brauchbaren Meßgerät für Nebelniederschlag machte Herr Professor Dr. Alt, Direktor der sächsischen Landeswetterwarte in Dresden, den Vorschlag, Glasstäbe zu verwenden, die über einem gewöhnlichen Regenmesser angebracht werden, wie dies Abb. 1 zeigt; um vertikalen Niederschlag abzuhalten, mußte ein entsprechendes Dach über diese Vorrichtung gebaut werden.

Dieser Nebelmesser (wie er weiterhin kurz genannt werden soll) wurde erstmalig im Herbst 1928 von dem Techniker der sächsischen Landeswetterwarte konstruiert und fand im Oktober 1928 Aufstellung in unmittelbarer Nähe des Forstamtes Kriegswald im Erzgebirge in einem eingezäunten Kamp in einer Meereshöhe von 745 m (Nm. 3/4 auf Lageplan Abb. 2). Der Standort wurde gewählt, weil einmal erfahrungsgemäß die Nebelhäufigkeit mit 128 Nebeltagen im Jahre eine große ist,<sup>1)</sup> sodann weil in der Person des Herrn Forstmeister Kirchner ein sehr zuverlässiger Berater und Beobachter zur Verfügung stand, dem dafür an dieser Stelle wärmstens gedankt sei.<sup>2)</sup>

Die Wirkung des Nebelmessers ist denkbar einfach: die Nebeltröpfchen, die auf die Glasstäbe auftreffen, werden dort abgefangen und gelangen an den Glasstäben entlang gleitend in das Auffanggefäß. Es kommt nun darauf an, wie groß die Auffangfläche ist und in welchem Verhältnis sie zur horizontalen Auffangfläche des Nebelmessers steht.

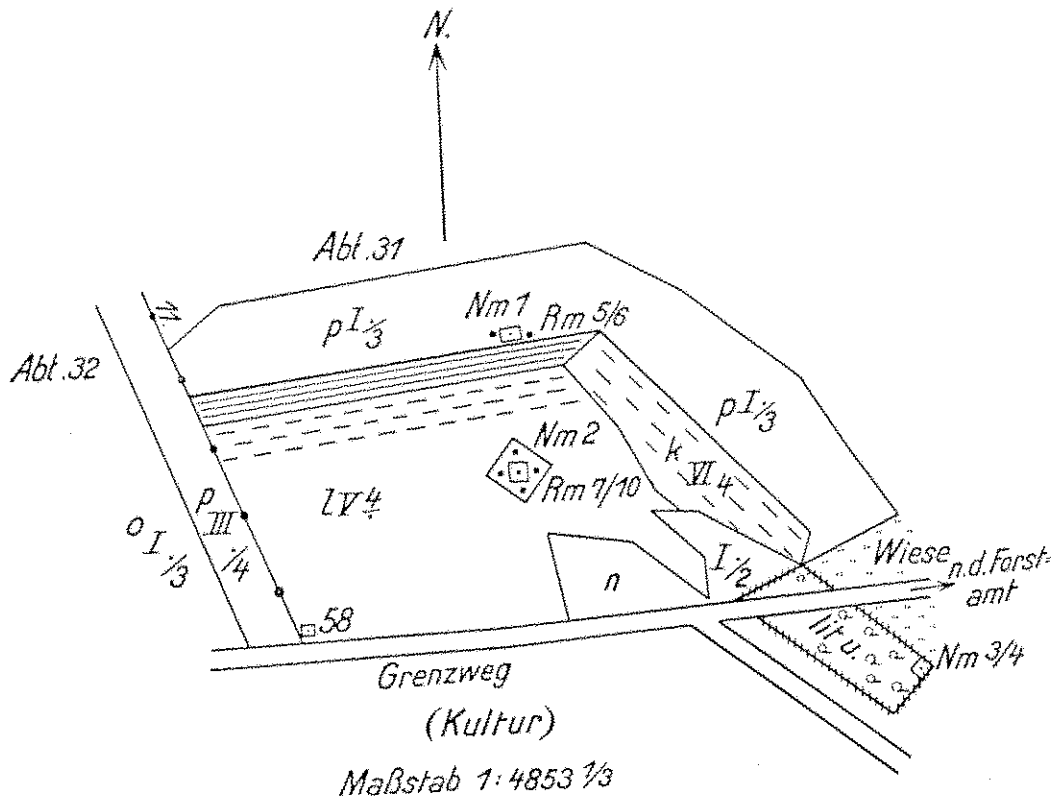
Die Zahl der Stäbe betrug zunächst kurze Zeit 57, später wurde sie auf 56 herabgesetzt; bei einem Durchmesser des

<sup>1)</sup> Durchschnittlich auf Grund 20jähriger Beobachtung (1886—1905) entfallen in Kriegswald Nebeltage auf die einzelnen Monate:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
14	11	12	11	8	7	5	5	10	12	17	16	128

<sup>2)</sup> Auch mein vormaliger Assistent, Oberförster Priemer, hat sich bei der Einrichtung der Nebelstation sehr verdient gemacht.

Einzelstabes von 6 mm und einer Länge von 97,5 cm (wobei allerdings 10 cm unter dem Rand des Regenmessers liegen) ergibt sich eine vertikale Auffangfläche des Einzelstabes von 0,00585 qm, für 56 Stäbe 0,328 qm oder rund  $\frac{1}{3}$  qm. Als Auffangfläche ist also nicht der Umfang eines Stabes, auch nicht der halbe Umfang berechnet, sondern die Fläche des



- ☐ Nebelmessers (Nm)  $\equiv \equiv \equiv \equiv$  noch vor Messungsperiode geschlagen (Abt. 31 L).
- Regenmessers (Rm)  $\equiv \equiv \equiv \equiv$  noch vor Messungsperiode stark gelichtet (Abt. 31 L, k).

Abb. 2. Lageplan.

größten Durchmessers, da normalerweise mit einem parallelen Auftreffen der Nebeltröpfchen auf die Stäbe aus einer Richtung gerechnet werden muß. Die horizontale Auffangfläche des Nebelmessers beträgt  $\frac{1}{20}$  qm.

Die erste Beobachtungsperiode reicht vom 12. Oktober bis 17. November 1928, und zwar wurden nach Beobachtungen

von Forstmeister Kirchner in der Oktoberperiode im Nebelmesser 35,3 mm gemessen, während der Stationsregmesser nur 19,2 mm ergab, in der Novemberperiode 51,9 gegen 67,5 mm.

Diese Zahlen gelten aber nur für eine horizontale Auffangfläche von 1 qm, über der  $\frac{20}{3}$  qm vertikale Auffangfläche stehen, wie sich ohne weiteres aus der Versuchsanordnung ergibt. Um zu einem einheitlichen Maß bei der Messung des horizontalen Niederschlags zu gelangen, schlage ich vor, eine vertikale Auffangfläche von 1 qm über einer horizontalen Auffangfläche desselben Ausmaßes als Maßeinheit zu betrachten; wir hätten also in unserem Falle nur  $\frac{3}{20}$  der obengenannten Zahlen von 35,3 und 51,9 mm als Einheitsmaß des horizontalen Niederschlags zu buchen (5,3 bzw. 7,8 mm). Selbstverständlich sagen diese Zahlen noch gar nichts aus über den horizontalen Niederschlag im Walde; diesbezüglich waren erst weitere Untersuchungen nötig.

Das 1928 aufgestellte Nebelmeßgerät war noch vielfach ergänzungsbedürftig. Denn einmal waren die Glasstäbe leicht zerbrechlich, besonders bei plötzlich eintretendem Rauhreif, sodann wurde in den Nebelmesser bei stark bewegter Luft außer dem Nebelwasser auch seitlich Regen- und Schneeniederschlag eingeweht, was das Resultat beeinträchtigte.

Auf Vorschlag von Prof. Dr. Alt wurden deshalb an Stelle von Glasstäben Aluminiumstäbe verwendet; das seitliche Hineinwehen von Regen und Schnee wurde dadurch zu verhindern gesucht, daß das Dach weiter vorgezogen wurde, was aber natürlich seine Grenze hat (Abb. 3). Es konnte denn auch dieses Hineinwehen nicht ganz verhindert werden, sodaß dadurch ohne Zweifel die Beobachtungen an solchen Tagen an Wert verlieren, an denen mit dem Nebel zugleich Regen- und Schneeniederschlag auftritt.

Immerhin ist dadurch das Resultat nicht so gestört worden, daß die Nebelbeobachtungen etwa wertlos gewesen wären, denn es wurden die Tage, an denen Regen oder Schnee mit hineingeweht war, für sich berechnet; auch war das Resultat durch

Aufstellung mehrerer Nebelmesser, besonders im Jahre 1931, ziemlich gesichert.<sup>1)</sup>

Um zu prüfen, ob wirklich der Nebelniederschlag auf horizontalen Flächen im direkten Verhältnis zur Größe der vertikalen Auffangfläche steht, wurden auf Veranlassung von Professor Dr. Alt im Kamp unter einem Dache zwei Nebelmesser aufgestellt, und zwar der eine mit 56, der andere mit 28 Stäben (Abb 3).

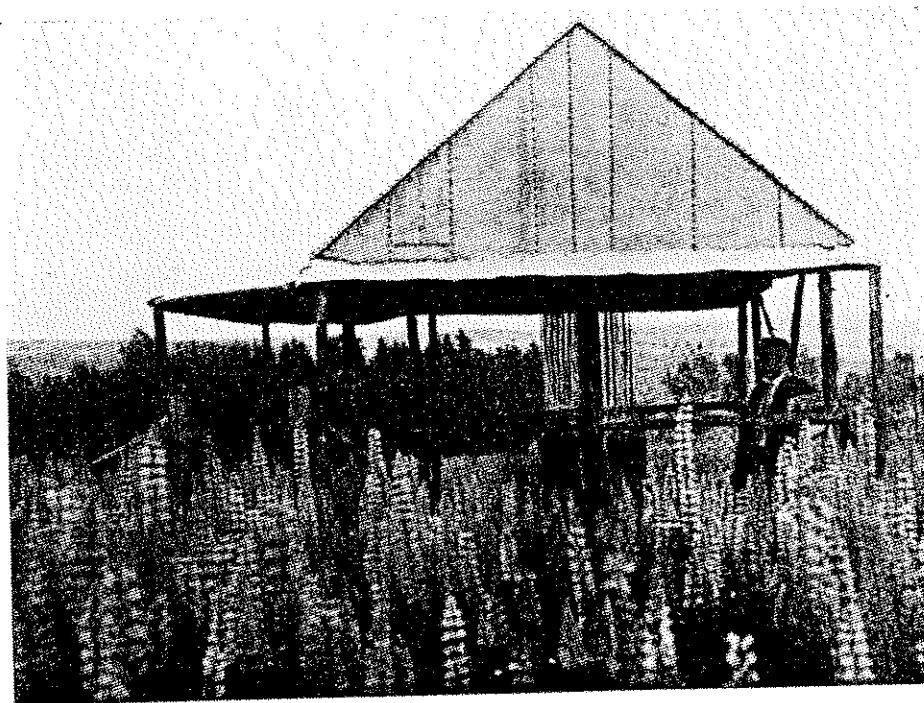


Abb. 3. Verbessertes Nebelmeßgerät mit vorgezogenem Dach (links Nm 3 mit 56, rechts Nm 4 mit 28 Stäben).

Falls die obige Annahme zutreffend war, mußte der zweite Nebelmesser etwa die Hälfte des Niederschlags vom ersten anzeigen. Tatsächlich zeigt die Tabelle 1 unter der Rubrik Meßgerät Nr. 3 und 4, daß dies im ganzen zutrifft.

Eine völlige Übereinstimmung ist schon deswegen gar nicht möglich, weil bei gleich großer horizontaler Auffang-

<sup>1)</sup> In der Tabelle 1 wird der Gesamtnebelniederschlag + eingewehstem Regen und Schnee in Klammer unter dem reinen Nebelniederschlag aufgeführt.

fläche die enger stehenden 56 Stäbe sich stärker decken und somit etwas weniger an Nebel zu den rückwärts stehenden Stäben gelangen lassen. Damit stimmt gut überein, daß der prozentuale Anteil beim Nebelmesser 4 mit Stäben in doppeltem Abstand öfter mehr als 50% beträgt; im Durchschnitt des Jahres 1931 ist das Ergebnis genau 50%.

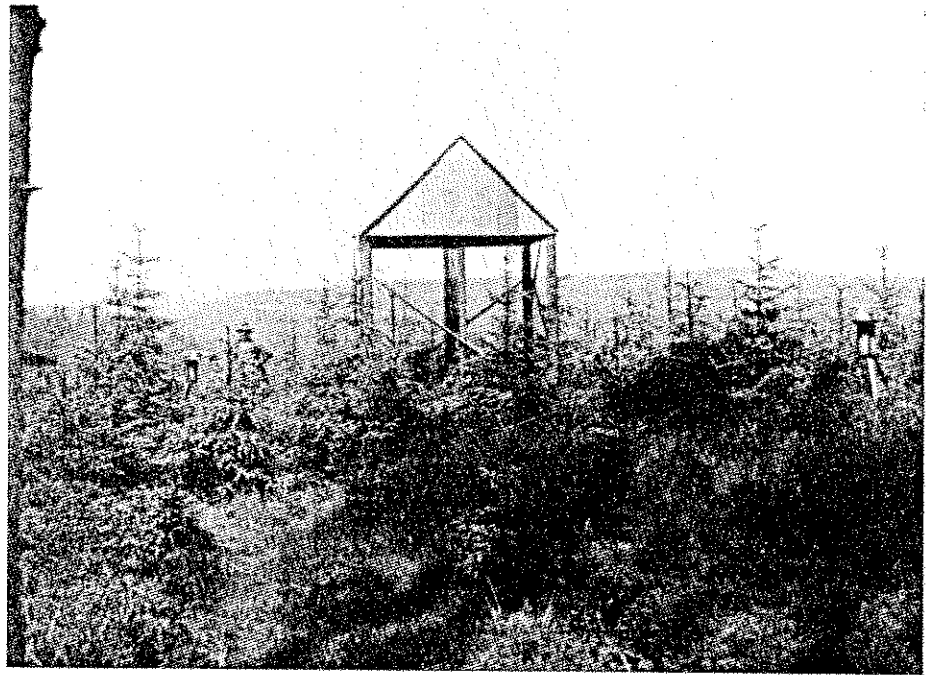


Abb. 4. Nebelmeßgerät (Nm 1) in der Kultur zwischen 2 Regenmessern (Rm 5 und 6).

Wir dürfen also sagen, daß der Nebelmesser mit der billigerweise zu verlangenden Genauigkeit funktioniert und von diesem Standpunkt aus ein brauchbares Gerät ist.

Im Jahre 1929 wurden ca. 250 m vom Forsthaus Kriegswald entfernt außerdem noch zwei Nebelmesser mit je 56 Stäben in einem ca. 95jährigen normalen Fichtenbestand (31 l) und an dem Südrande der nördlich davon gelegenen Fichtenkultur (31 p) ca. 10 m vom Bestandesrande entfernt auf etwas erhöhtem Standpunkt aufgestellt, so daß der Nebelmesser über den Fichtengipfeln stand (vgl. Nm. 1 und 2 auf Lageplan Abb. 2, und Bild 4 und 5). Es wurde erwartet, daß der im Fichtenaltholz

stehende Nebelmesser infolge des bereits durch den Bestand abgefangenen Nebelwassers durchschnittlich geringere Niederschläge aus Nebel zeigen würde als der auf der Kultur stehende. Im Durchschnitt der Beobachtungszeit des Jahres 1929 ist nun gerade das Gegenteil eingetreten; im Wald sind 9,09 mm



Abb. 5. Nebelmeßgerät (Nm 2) im Fichtenalldholz zwischen 4 großen Regenmessern.  
(Rm 7-10.)

pro qm vertikale Auffangfläche, in der Kultur nur 6,50 mm Nebelniederschlagswasser gemessen worden; einschließlich des eingewehten vertikalen Niederschlags sind die Zahlen 9,63 bzw. 9,37, wobei ersichtlich ist, daß im Walde nur sehr geringe Mengen seitlich eingeweht wurden. Im Jahre 1930 ist der reine Nebelniederschlag im Wald etwas geringer als auf der Kultur, im Jahre 1931 dagegen ist das Verhältnis umgekehrt.

Jedenfalls ist dies Ergebnis auffallend und unerwartet, da man doch annehmen muß, daß Nebel nicht nur am Bestandsrand ausfiltriert wird (durch die Baumschäfte und tiefer stehenden

en und  
henden  
laß der  
oppeltem  
itt des



und 6).  
nit der  
nd von

Krieg-  
Stäben  
1) und  
akultur  
höhtem  
ichten-  
2, und  
alldholz

Äste), sondern auch, daß infolge der Verringerung der Windbewegung im Bestande die Nebelabscheidung sich ebenfalls vermindert.

Die Gründe für das umgekehrte Verhalten sind noch nicht geklärt; es war eine Untersuchung zwar beabsichtigt, aber die Schwierigkeit, Tage mit Dauernebel zur Beobachtung zu bekommen, ließ eine Durchführung der Absicht bis jetzt nicht zu. Auch sind zu diesem Zweck komplizierte Registrierinstrumente nötig, die nicht zur Verfügung standen.

In diesem Zusammenhange ist darauf hinzuweisen, daß der Kampnebelmesser Nr. 3 in allen Fällen weniger Nebel-

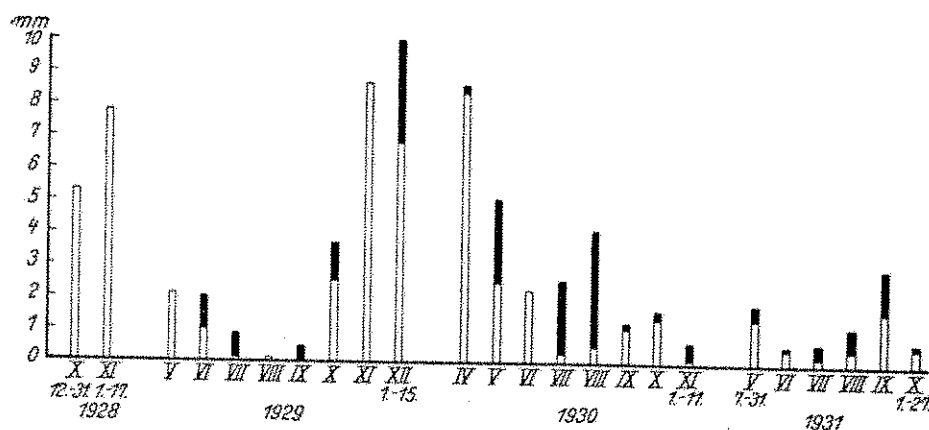


Abb. 6. Die im freien Nebelmesser beobachteten Wassermengen pro 1 qm vertikale Auffangfläche.

Weiß: Reiner Nebelniederschlag. Schwarz: Nebelwasser + eingewehter Regen bezw. Schnee.

niederschlag aufzeigt als der Nebelmesser im Walde; ob der Grund darin zu suchen ist, daß der über den Versuchsbestand hinwegstreichende Nebel schon Wasser an den Fichtenkronen verloren hat, erscheint nach dem Vorhergehenden nicht als sicher.

Eine graphische Darstellung der in den einzelnen Monaten im Nebelmesser 1 und 3 im Mittel beobachteten Wassermenge gibt Abb. 6. Die Jahre 1928 und 1929 zeigen relativ viel Nebelniederschlag in den Herbstmonaten, im Gegensatz zu den Jahren 1930 und 1931; das Jahr 1930 wieder weist viel Nebelniederschlag im April auf. Die Wassermenge ist berechnet für unsere Maßeinheit.



Die Mengen sind in den Vegetationsmonaten (Mai mit September) absolut sehr gering. Wie wir noch sehen werden, müssen diese Zahlen für unseren Wald etwa verdoppelt werden.

Da die Aufstellung der gedeckten Nebelmesser für die Frage des wirklichen Nebelniederschlags im Wald nur einen Hinweis, aber keine Lösung bringen konnte, wurde — wieder mit freundlicher Unterstützung von Prof. Dr. Alt — im Frühjahr 1930 zur Aufstellung von Regenmessern im Walde geschritten. Dabei traf es sich günstig, daß die Landeswetterwarte 4 Regenmesser mit je  $\frac{1}{2}$  qm Auffangfläche zur Verfügung stellen konnte.

Aus dem früher Gesagten geht der sehr problematische Wert von Niederschlagsmessungen im Wald mit den gewöhnlichen Regenmessern von  $\frac{1}{20}$  qm Auffangfläche deutlich hervor. Es konnte aber erwartet werden, daß die Aufstellung von vier  $\frac{1}{2}$  quadratmetrigen Regenmessern in entsprechender Verteilung den wirklichen Durchschnitt des Waldanteils des gesamten Niederschlags richtig wiedergeben würde. Der Nebelmesser blieb in der Mitte der Regenmesser Nr. 7—10 stehen (s. Abb. 5 und Lageplan Abb. 7).

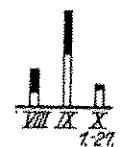
2 gewöhnliche kleine Regenmesser wurden neben dem Nebelmesser auf der Kultur postiert (Abb. 4) und dienten zur Kontrolle, wozu ja auch noch der Stationsregenmesser im Forstgehöft Kriegswald vorhanden war.

Die täglichen Ablesungen der nunmehr 6 Regen- und 4 Nebelmesser erforderte viel Zeit und Mühe und wurden von dem dem Forstamt beigegebenen Forstschutzexerzenten Körner zur vollsten Zufriedenheit während der Jahre 1930/31 erledigt.

Es war von vornherein nur vorgesehen, während der erweiterten Vegetationsperiode, in der frostfreien Zeit, die Beobachtungen anzustellen, um Zeit und Geld zu sparen; zugleich ist ja der Wasserhaushalt des Waldes während dieser Zeit besonders wichtig.

Die gesamten Zahlen pro Monat und insgesamt pro Jahr sind in der Tabelle 1 (S. 139) zusammengestellt.

Wind-  
benfalls  
  
h nicht  
ber die  
zu be-  
t nicht  
instru-  
  
n, daß  
Nebel-



7  
vertikale  
w. Schnee.

ob der  
bestand  
kronen  
sicher.  
Monaten  
menge  
iv viel  
zu den  
Nebel-  
net für

Wir ersehen daraus, daß der Niederschlag in den Regenmessern 5 und 6 sehr gut übereinstimmende Resultate aufweist. Teilweise erhebliche Unterschiede ergeben sich gegenüber den Zahlen des Stationsregennessers, obwohl dieser nur

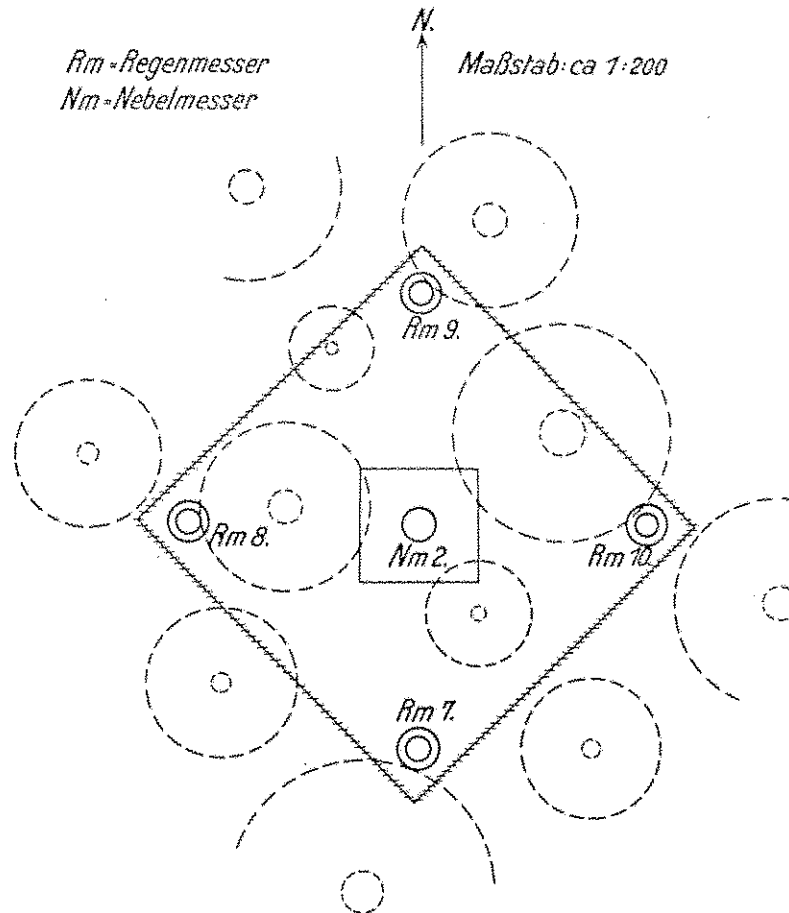


Abb. 7. Lage des Nebelmessers (Nm 2) und der Regenmesser (Rm 7—10) zu den Fichtenkronen (vgl. Abb. 5).

in einer Entfernung von ca. 250 m, aber innerhalb des Forstgehöftes, aufgestellt ist.

Weiter zeigen die 4 Waldregennmesser 7—10 unter sich die erwarteten, sehr wesentlichen Unterschiede, die begründet sind in ihrer verschiedenen Aufstellung unter den Fichtenkronen (Lageplan Abb. 7).

Tabelle I. Nebel- und Regenniederschlag.

Nebelniederschlag (mm) pro 1/8 qm ver- tikale Anfangsfläche (bei Nr. 4 pro 1/8 qm)	Auf- stellungs- ort	Meß- gerät Nr.	1928		Sa	1929							Sa.	
			X.	XI.		V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.		XII.
			12.—31.	1.—17.		19.—31.								
Kultur . . . . . Wald . . . . . Kamp	1 2 3 4	1 2 3 4	—	—	—	0,47	0,32 (0,43)	0,01 (0,43)	0,03	0,00 (0,28)	1,03 (1,41)	2,45	2,19 (3,41)	6,50 (9,37)
			—	—	—	0,62	0,25 (0,13)	0,01 (0,03)	0,00	0,00 (0,03)	0,78 (0,82)	4,44	2,98 (3,33)	9,09 (9,63)
			1,76	2,60	4,36	0,95	0,37 (0,43)	0,00 (0,15)	0,02	0,00 (0,05)	0,69 (1,06)	3,30	2,37 (3,30)	7,67 (9,16)
			—	—	—	0,39	0,10 (0,14)	0,00 (0,05)	0,00	0,00	0,38 (0,46)	2,03	1,55 (2,10)	4,45 (5,17)
Mittel	1+3 2	5 6	—	—	—	0,71	0,33 (0,66)	0,01 (0,29)	0,03	0,00 (0,17)	0,86 (1,24)	2,88	2,28 (3,36)	7,19 (9,24)
			Zahlen in Klammer = Gesamtnebelniederschlag + ein- geweelter Regen (bezw. Schnee)										—	—
Gesamtniederschlag in mm	Mittel	5+6 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Niederschlag im Stationsregensmesser	7 8 9 10	19,2	67,5	86,7	24,1	90,8	106,7	59,0	24,6	125,5	33,7	20,5	384,9
	Wald	7 8 9 10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	7+10 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Prozentualer Waldanteil	7/10 5/6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Regen-  
ifweist.  
gegen-  
ser nur

u den

s Forst-

er sich  
gründet  
Fichten-

Fortsetzung von Tabelle I.

	Aufstellungs-ort	Meß-gerät Nr.	1930										Bemerkungen
			IV.	V.	VI. [8.—30.] <sup>1)</sup>	VII.	VIII.	IX.	X. 1.—25.	XI. 1.—27	Sa.		
Nebelniederschlag (mm) pro $\frac{1}{8}$ gm Ver- tikale Anfangsfläche (bei Nr. 4 pro $\frac{1}{8}$ gm)	Kultur . .	1	2,85 (2,95)	0,69 (1,21)	0,75 (0,76)	0,10 (1,61)	0,27 (2,59)	0,38 (0,52)	0,61 (0,71)	0,04 (0,30)	5,69 (10,64)	1) Nebelbeobach- tung während des ganzen Monats; Nie- derschlagsbeobach- tung nur vom 8. bis 30. VI. 2) Infolge unge- eigneter Aufstellung des Daches über dem Nebelmesser kein Nebelniederschlag in Nr. 3 und 4.	
	Wald . .	2	2,06	0,69 (1,07)	0,67	0,15 (0,27)	0,37 (0,50)	0,42	1,05 (1,07)	0,14 (0,16)	5,54 (6,22)		
	Kamp	3	2,76	0,97 (2,15)	— <sup>2)</sup>	0,07	0,13 (0,18)	0,30	—	0,33	0,04 (0,10)		4,60 (5,89)
		4	1,76	0,39 (0,74)	— <sup>2)</sup>	0,02	0,06 (0,08)	0,22	—	0,22	0,02 (0,06)		2,69 (3,10)
Gesamtniederschlag in mm	Mittel	$\frac{1+3}{2}$	2,80 (2,86)	0,83 (1,68)	0,75 (0,76)	0,09 (0,81)	0,20 (1,38)	0,37 (0,41)	0,47 (0,52)	0,04 (0,20)	5,52 (8,65)		
	Kultur	5 6	— —	— —	53,4 53,7	124,1 126,0	142,2 140,0	69,7 69,6	139,0 135,0	18,6 18,0	547,0 542,3		
	Mittel	$\frac{5+6}{2}$	—	—	53,6	125,1	141,1	69,7	137,0	18,3	544,8		
	Niederschlag im Staatenregemesser	—	—	—	49,7	137,1	160,7	77,2	139,0	20,7	584,4		
	Wald	7	—	—	32,5	83,6	91,1	39,3	85,0	6,2	340,7		
		8	—	—	38,5	73,9	89,3	35,0	75,6	4,2	316,5		
		9	—	—	38,0	118,3	130,4	52,0	106,4	7,1	452,2		
		10	—	—	37,3	102,5	115,3	42,5	90,5	5,3	393,4		
	Mittel	$\frac{7+10}{4}$	—	—	38,6	94,0	107,3	42,4	89,4	5,7	375,7		
	Prozentualer Waldanteil	$\frac{7+10}{5/6}$	—	—	72,0	75,1	76,0	60,8	66,0	31,2	68,2		



In beiden Jahren zeigt Regenmesser Nr. 9 die höchsten, Nr. 8 die niedrigsten Beträge an Niederschlagswasser; die Differenzen sind für den beobachteten Zeitraum, wie man sieht, sehr erheblich und betragen, bezogen auf den Freilandniederschlag in der Kultur, im Jahre 1930 83,0 bzw. 58,1%, im Jahre 1931 87,4 bzw. 53,3%.

Im Durchschnitt aller Waldregenmesser beträgt in der Beobachtungsperiode der Niederschlag im Wald gegenüber dem auf der Kultur im Jahre 1930 68,2%, im Jahre 1931 69,5%; für die einzelnen Monate gibt Tabelle 1 Aufschluß.

Zu diesen Zahlen käme noch das Niederschlagswasser, das an den Baumstämmen herabfließt; es beträgt im Fichtenwald (im Gegensatz zum Buchenwald) nur wenige Prozente, die hier vernachlässigt werden können. Die obengenannten Durchschnittszahlen des Waldanteils der Niederschläge pro Beobachtungsperiode erscheinen gering gegenüber den Angaben von Schubert und besonders von Linke, deren Stationen sich unter ähnlichen Verhältnissen befanden.

So gibt Schubert für die Sommermonate auf der Station Karlsberg einen Waldanteil von 83%, auf der Station Sonnenberg von 75% an, während für das ganze Jahr die diesbezüglichen Zahlen 89 und 85% betragen. Nach den Angaben von Linke sinkt der Waldanteil nur im Juni, Juli und August mit 87, 99 und 88% unter den Freilandniederschlag herab.

Nach den Untersuchungen von Hoppe<sup>1)</sup> (vgl. dazu die anschauliche graphische Darstellung von Geiger, „Das Klima der bodennahen Luftschichten 1927, Bild 50) hängt die Größe des Waldanteils der Niederschläge außer von der Holzart und der Jahreszeit in hohem Maße von der Stärke der Niederschläge ab: bei Niederschlägen unter 5 mm werden von den Kronen des Fichtenbestandes nur  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$  durchgelassen, bei Niederschlägen von 20 mm und darüber aber gelangen ca.  $\frac{2}{3}$  auf den Boden des Fichtenbestandes. Niederschläge unter

<sup>1)</sup> Regenmessung unter Baumkronen, Mitt. aus dem forstl. Versuchswesen Österreichs XXI. Heft 1896.

1 mm gelangen nach Bühler im allgemeinen nicht mehr auf den Waldboden.

Diese Verhältnisse treffen auch für unsere Beobachtungen zu. Ganz besonders bot der Juli 1931 Gelegenheit zu solchen Beobachtungen, da er in der ersten Hälfte an 8 Regentagen 4 Tage mit Niederschlägen über 10 mm (maximal an einem Tag 54,3 mm) aufwies, während an 11 Regentagen der zweiten Hälfte des Juli kein Niederschlag über 10 mm, aber 8 unter 5 mm fielen. Insgesamt zeigte die erste Hälfte Juli im Durchschnitt der Regenmesser 5/6 130,7 mm, die zweite Hälfte 32,6 mm Niederschlag.

In der ersten Hälfte Juli ergab der Durchschnitt der R 7—10 117,1 mm Niederschlag (zwischen 71,6 und 139,7 mm schwankend).

Es beträgt also der Waldanteil des Niederschlags in der 1. Julihälfte 82, in der 2. Julihälfte nur 47%. Dabei ist noch zu bemerken, daß in der ersten Julihälfte 2 Tage mit Dauernebel und 2 mit vorübergehendem Nebel auftraten, in der 2. Hälfte aber kein Nebeltag zu verzeichnen war; der Niederschlag im Walde ist dadurch ohne Zweifel erhöht worden, wie die weiter unten folgenden Ausführungen noch ergeben werden. Auch ist eine Ungenauigkeit für die erste Julihälfte insofern vorhanden, als am 5. Juli infolge sehr starken Niederschlages die Auffanggefäße übergelaufen waren und die Feststellung der in den 4 Auffanggefäßen erzielten Wassermenge durch prozentuale Verteilung nach anderen starken Niederschlagstagen erfolgen mußte. Immerhin dürfte ein grober Fehler nicht inmitte liegen; möglich ist, daß sich das Prozent von 82 bei normaler Messung etwas ermäßigt hätte.

Es bleibt nun noch die Hauptfrage zu klären: wie stark der Nebelniederschlag an dem Waldanteil des Niederschlags beteiligt ist. Die Antwort ist dadurch erschwert, daß an Nebeltagen zumeist auch vertikaler Niederschlag fällt und in die unter den Baumkronen stehenden Auffanggefäße gelangt. Wäre das nicht der Fall, dann könnte man einfach die Summe des an den Nebeltagen im Walde aufgefangenen Wassers angeben.

Da dies nicht möglich ist, wurde für das Jahr 1931 der Niederschlag an Nebel- und nebefreien Tagen ermittelt. Die Tabelle 2 weist diese Zahlen auf und ergibt überraschenderweise, daß im Monatsdurchschnitt der Waldanteil des Niederschlags an Nebeltagen in demjenigen Auffanggefäß, das jeweils

Tabelle 2.  
Waldanteil des Niederschlags an Nebel- und nebefreien Tagen.

Zeit	Zahl der Tage mit Niederschlag	Anteil des Waldniederschlags am Freilandniederschlag %	Zahl der Nebeltage mit Niederschlag	Nebelniederschlag im freien Nebelmessers, mm pro qm vertikale Auffangfläche	Niederschlag im freien Regennesser mm	Maximaler Waldniederschlag mm	Anteil des maximalen Waldniederschlags %	Zahl der nebefreien Niederschlagstage	Niederschlag im freien Regennesser mm	Maximaler Waldniederschlag mm	Anteil des maximalen Waldniederschlags %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1930											
Juli . . .	18	75,1	3	0,27	29,4	30,5	104,7	15	94,7	91,1	96,4
August . .	18	76,0	6	0,60	84,2	92,1	109,3	12	57,5	45,2	78,4
September	22	60,8	10	1,02	30,8	25,4	82,5 <sup>1)</sup>	12	39,0	30,0	76,9
Oktober 1. bis 25..	16	66,0	7	1,41	59,4	57,3	96,4	9	78,3	68,1	86,9
1931											
Mai 7.—31.	13	60,0	5	1,44	10,5	9,9	94,3	8	22,7	19,7	86,8
Juni . . .	16	61,7	5	0,51	51,6	49,4	95,9	11	54,3	39,0	71,2
Juli . . .	20	72,8	3	0,33	93,7	114,6	122,4 <sup>2)</sup>	17	69,7	49,7	71,1
August . .	23	66,6	6	0,48	21,1	24,2	114,7	17	43,0	31,8	73,9
September	24	75,3	10	1,68	74,5	85,5	114,8	14	79,8	65,9	82,6
Oktober 1. bis 27..	9	65,5	2	0,78	12,4	14,7	118,6	7	16,7	12,5	74,9

<sup>1)</sup> In diesem Monat sind an den 10 Nebeltagen mit wenigen Ausnahmen sehr geringe Niederschläge gefallen, nämlich im freien Regennesser: 1,3, 5,0, 2,9, 0,2, 0,5, 0,2, 7,4, 3,0, 0,8 9,5 mm.

<sup>2)</sup> Dieser Prozentsatz ist nicht zuverlässig, da an einem Tag mit 54,2 mm Niederschlag im Freien die Auffanggefäße im Wald übergelaufen waren und der Waldanteil nach anderen Beobachtungstagen eingeschätzt werden mußte.



31 der  
t. Die  
hender-  
Nieder-  
jeweils

en.

Niederschlag mm		Anteil des maximalen Walddiederschlags %	
11	12		

1,1 96,4  
5,2 78,4  
0,0 76,9

8,1 86,9

9,7 86,8

9,0 71,2

9,7 71,1

1,8 73,9

5,9 82,6

2,5 74,9

nahmen  
er: 1,3,

54,2 mm  
1 waren  
werden

die höchste Wassermenge enthielt, über den Niederschlag in R 5/6 in den meisten Fällen hinausgeht oder doch nahe an 100 % herankommt. Betrachten wir demgegenüber die Niederschlagsmengen an nebefreien Tagen, so zeigt sich, daß alle erheblich unter 100 % zurückbleiben und meist zwischen 70 und 80 % liegen. Selbst die Annahme, daß derjenige Regenschirm, der in der Regel am meisten Niederschlagswasser enthält, besonders günstig im Tropfbereich einer Fichtenkrone steht, kann diesen Überschuß nicht erklären, ohne daß Nebelniederschlag zur Erklärung herangezogen wird.

Wenn wir die Durchschnittszahlen der 4 unter den Fichtenkronen stehenden Auffanggefäße mit den vorerwähnten Maximalzahlen vergleichen, so erkennen wir, welche Bedeutung die Art der Aufstellung der Auffanggefäße unter Bäumen hat, und wie vorsichtig das Resultat zu beurteilen ist, das nur von einem und noch dazu kleinen Regenschirm stammt. Der Waldboden erhält eben nach der Art der Deckung durch die Baumkrone ganz verschiedene Mengen Niederschlagswasser, und das mittlere Maß kann nur durch eine große Zahl kleinerer oder eine kleinere Zahl größerer Auffanggefäße mit der erforderlichen Genauigkeit erfaßt werden. —

An wenigen Tagen, insgesamt während der beiden Beobachtungsperioden 1930 und 1931 nur an 3, zeigten die frei aufgestellten Regenschirm keine Niederschlag, während in den Auffanggefäßen im Walde sich Niederschlagswasser vorfand. Nachdem an diesen Tagen alle Nebelmesserschirm Niederschlag anzeigten, ergab sich die Möglichkeit des Vergleichs zwischen den von den Nebelmesserschirm angezeigten Niederschlägen und denjenigen, die dem Waldboden zugute kamen, und es konnte, auf den Quadratmeter bezogen ein Anhalt für die Größe der Auffangfläche der Fichtenkronen gegenüber der des Nebelmesserschirm gefunden werden.

Vergleicht man in den genannten drei Fällen (16. und 17. Oktober 1930 und 6. Juli 1931) die durchschnittlich in den Regenschirmern im Wald aufgefangene Wassermenge mit der im Durchschnitt der Nebelmesserschirm 1 und 3, die frei aufgestellt

sind, so wird das 3,5- bzw. 5,7- bzw. 10,4fache an Wasser pro Quadratmeter Waldboden aus horizontalem Niederschlag aufgefangen von dem Betrag, den die Nebelmesser angeben; es steht eben über den Quadratmeter horizontaler Auffangfläche im Fichtenwald nicht  $\frac{1}{3}$  qm vertikaler Auffangfläche wie im Nebelmesser, sondern das Vielfache, in unserem Fall etwa das 6fache.

Nun ist aber zwischen dem im Nebelmesser erzielten Niederschlage und dem im Walde offenbar ein direkter Vergleich ganz unmöglich.

Wird von Schwachregen unter 5 mm bereits  $\frac{2}{3}$  bis  $\frac{3}{4}$  von den Fichtenkronen zurückgehalten, so natürlich noch weit mehr von dem noch viel schwächeren Nebelniederschlag, von dem auch bei starkem Nebel im Durchschnitt kaum mehr als 10% auf den Waldboden gelangen dürften, während der Nebelmesser infolge der an den Aluminiumstangen leicht herabgleitenden Tropfen nur geringe Verluste erleiden kann, deren Schätzung allerdings schwer möglich ist, weshalb verlustlose Ausscheidung im Nebelmesser angenommen wurde.

Weiter ist zu überlegen, daß in den freiaufgestellten Nebelmesser nicht oder wenig filtrierter Nebel gelangt, während im Bestande je weiter vom Rande entfernt, der Nebelniederschlag immer geringer werden wird; also auch hier ist ein absoluter Vergleich unzulässig.

Endlich spielt selbstverständlich die Dauer des Nebels für den Waldniederschlag eine sehr wichtige Rolle. Erst wenn die Nadeln und Zweige völlig benetzt sind, wird es zu einer Tropfenbildung und damit zu Niederschlag kommen. Diese Dauer der Benetzung ist aber auch wieder sehr von der Nebeldichte abhängig.

Immerhin dürfen wir für die gegebenen Verhältnisse einmal überschlägig unterstellen, daß im Anhalt an die oben angegebenen Zahlen im Durchschnitt das 6fache von dem im freien Nebelmesser angezeigten Betrag mit  $\frac{1}{3}$  qm vertikaler Auffangfläche auf den Waldboden gelangt, und daß dies nur  $\frac{1}{10}$  des tatsächlich an den Baumkronen abgegebenen horizontalen

Niederschlag bedeutet. Eine solche Rechnung ergäbe für unseren Fichtenwald über 1 qm horizontaler Auffangfläche  $\frac{1}{3} \times 6 \times 10 = 20$  qm vertikaler Auffangfläche.

Nach erfolgter Auszählung auf einer Probestfläche kann mit ca. 550 Stämmen pro ha gerechnet werden, also mit einer Kronenprojektionsfläche von ca. 18 qm pro Stamm bei einem Schlußgrad von 1,0. Der tatsächliche Schlußgrad wurde aber mit 0,75 geschätzt, so daß diese Kronenprojektionsfläche nur ca. 14 qm pro Stamm betragen würde, mithin  $14 \times 20 = 280$  qm vertikale Auffangfläche pro Stamm; diese Zahl bedeutet aber nur die halbe Oberfläche der Baumkrone, da die andere Hälfte im „Nebelschatten“ liegt.

Man kann noch auf andere Weise eine solche überschlägige Berechnung anstellen:

Nach Burger<sup>1)</sup> darf man im Durchschnitt pro Kilogramm Fichtennadeln mit einer Nadeloberfläche von 5,5 qm rechnen. Wenn man diese Zahlen auf das Feinreisig anwendet (Nadeln und feine Zweige) und mit ca. 100 kg solchen Feinreisigs pro Mittelstamm rechnet, so erhält man eine Oberfläche pro Fichtenkrone von 550 qm; die Nebelauffangfläche würde sich daher auf 275 qm berechnen.

Daraus geht hervor, daß unsere auf dem Umweg über den Nebelniederschlag im Walde berechnete Kronenoberfläche in der Größenordnung jedenfalls richtig ist. —

Wenn wir nunmehr die wichtigsten Resultate unserer Untersuchung zusammenfassen und die einleitend angeführten früheren Untersuchungen damit vergleichen, so ist folgendes als feststehend zu erachten:

1. Der von uns aufgestellte Nebelmesser hat sich im Prinzip als brauchbares Meßgerät bewährt und ermöglicht vergleichende Messungen des horizontalen Niederschlags.

In sturmgeschützten Örtlichkeiten (z. B. tief im Bestandsinnern) ist er uneingeschränkt brauchbar.

<sup>1)</sup> Burger, Holz-, Laub- und Nadeluntersuchungen, Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen 1925.

Da im Freien aber der Nebelmesser nicht im Windschatten aufgestellt werden darf, kann hier das seitliche Hereinwehen von Schnee und Regen auch durch vorgezogene Dächer nicht ganz verhindert werden. Dieser Umstand kann die Meßgenauigkeit noch bedeutend mindern, weshalb die Konstruktion eines Nebelmessers, der diese Nachteile nicht hat, wertvoll wäre.

2. Ein Vergleich des mit einer bestimmten vertikalen Auffangfläche im Nebelmesser aufgefangenen Wassers mit dem an regenfreien Nebeltagen unter den Baumkronen erhaltenen Niederschlag ermöglicht, von der im Nebelmesser erhaltenen Wassermenge ungefähr auf die von den Baumkronen abgefangenen und abwärtsleitenden horizontalen Niederschläge zu schließen; dabei muß aber immer im Auge behalten werden, daß dies nur für die betreffende Waldörtlichkeit und den herrschenden Witterungscharakter Gültigkeit hat. Weiter ist zu beachten, daß nur ein sehr geringer Prozentsatz der Nebelniederschläge auf den Waldboden gelangen dürfte.

3. Die aus horizontalen Niederschlägen stammenden Wassermengen im Walde sind in den Vegetationsmonaten Mai mit September hinsichtlich ihrer Größenordnung gering und betragen pro Monat im Durchschnitt der Jahre 1929/31 nur einige Millimeter; über 5 mm scheinen sie nicht hinauszugehen. Im Herbst weisen die Jahre 1928 und 1929 sehr viel höhere Werte auf, auch im April 1929.

4. Die Tatsache, daß der Waldanteil der Niederschläge an Nebeltagen bedeutend über den Niederschlägen an nebelfreien Tagen liegen kann, läßt den allgemeinen Schluß zu, daß an Nebeltagen an besonderen Stellen im Wald der Niederschlag über den des Freilandes ansteigen kann. Zahlenmäßige Angaben lassen sich aber nicht machen, da diese von der Dauer, Dichte und Bewegung des Nebels abhängig sind.

5. Die sehr hohen Zahlen, die Linke für die Taunusstation erhalten hat, sind mit Vorsicht zu verwenden und dürfen schon deshalb nicht etwa als Durchschnitt für Waldniederschläge in nebligen Gebirgslagen angesehen werden, weil nur ein Auffanggefäß im Wald verwendet wurde; wertvoll sind sie aber dadurch,

daß sie zeigen, wie außerordentlich der Waldanteil des Niederschlages durch horizontalen Niederschlag bei einer sehr großen Zahl von Nebeltagen günstigstenfalls vermehrt werden kann. Ferner hat Linke die wasserabfangende Wirkung des den ankommenden Nebelschwaden entgegenstehenden Bestandsrandes nachgewiesen, was auch waldbaulich von Interesse ist.

6. Die Zahlenangaben von Schubert für die Stationen Karlsberg und Sonnenberg sprechen dafür, daß an dem hohen Waldanteil des Niederschlages auch horizontaler Niederschlag beteiligt ist, von dem, wie wir sehen, erst in Verbindung mit stärkerem vertikalen Niederschlag ein größerer Prozentsatz auf den Waldboden gelangt; für die Wintermonate mit besonders hohem Waldanteil des Niederschlages ist dabei allerdings zu berücksichtigen, daß vom Schneeniederschlag allein schon etwa  $\frac{9}{10}$  auf den Waldboden gelangen können.

7. Die Angaben von Descombes, daß die Niederschlagszufuhr durch Nebel in Gebirgsgegenden dem Mehrfachen des gewöhnlichen Niederschlages gleichkommt, im einzelnen Fall bis zum 15fachen, ist schon allgemein unwahrscheinlich, für unsere Verhältnisse jedenfalls ganz unmöglich.

8. Wünschenswert wäre es endlich, wenn an mehreren nebelreichen Orten in Mittelgebirgen ähnliche Beobachtungen angestellt würden, womit weitere Vergleichsmöglichkeiten gegeben wären.

---

Bemerkung: Die Untersuchungen wurden zum Teil aus Mitteln der Gesellschaft zur Förderung der forstlichen Forschung und des forstlichen Hochschulunterrichtes in Mittelddeutschland bestritten, wofür ich hiermit meinen Dank zum Ausdruck bringe. Rubner.