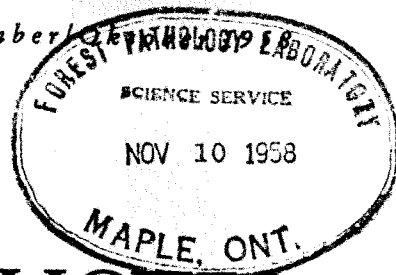


Heft 9/10

September



FORST- WISSENSCHAFTLICHES CENTRALBLATT

ZUGLEICH ZEITSCHRIFT FÜR DIE VERÖFFENTLICHUNGEN
DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALT MÜNCHEN

Unter Mitwirkung von

*K. Abetz, Freiburg / E. Aßmann, München / F. Backmund, München
H. Burger, Zürich / V. Dieterich, München / L. Fabricius, München
R. Geiger, München / A. Heger, Tharandt / B. Huber, München / H. Jabnel,
Tharandt / J. N. Köstler, München / G. Krauß, München / W. Laatsch,
München / E. Rohmeder, München / J. Speer, München / L. Tschermak, Wien
K. Vanselow, München / W. Wittich, Göttingen / W. Zwölfer, München*

herausgegeben von

H. von Pechmann

77. JAHRGANG



VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN
Postverlagsort Hamburg

Wald)	
... ..	257
on My-	
... ..	273
on Dr.	
... ..	279
Dr. H.	
... ..	287
ssessor	
... ..	295

STTLER	311
... ..	312
... ..	313

... ..	313
rochen	
... ..	315
Land-	
... ..	316
HUBER	318
ROTH	319
BAUM-	
... ..	320

München 13,

nur einseitig
affenheit zu
ue Quellen-
rfasser dem
mechanische
Gebrauch zu

unberechnet
jedoch muß
ng erfolgen.
Wiedergabe
die Vervielf-
ie und der-
durch diese
tigung einen
e Druckseite
Wertmarke
Buchhandels

1 Monat als
1 Band. Der
bühren. Das
lschweigend,
lgt. Einzel-
= 10,- DM.
Verlag Paul
irtschaft und
id sich noch
achweis bei

Hergeröder's
12.

Nebel und Nebelniederschlag als Standortsfaktoren am Großen Falkenstein (Bayerischer Wald)

Von A. BAUMGARTNER

(Veröffentlichung aus dem Meteorologischen Institut der Bayerischen Forstlichen Forschungs-
anstalt München)

Mit diesem Beitrag wird die Veröffentlichung von Ergebnissen aus der klimatologi-
schen Standortserkundung am Großen Falkenstein im Bayerischen Wald ($\varphi = 49^{\circ}05'$,
 $\lambda = 13^{\circ}17'$, H = 1308 m NN) fortgesetzt (2, 3, 4, 5, 6, 7, 9). Kurze Beschreibungen
von Zielsetzung, Gelände und Methoden enthalten vor allem die Schriften 4, 6 und 7,
während Einzelheiten darüber einer späteren Veröffentlichung (5) zu entnehmen sind.

Diese meteorologischen Arbeiten wurden im Rahmen der Forsteinrichtung als Teil
der Zustandserfassung der natürlichen Standortsfaktoren durchgeführt. Sie sind von
der Oberforstdirektion in Regensburg angeregt und von dem Leiter des Forstamtes
Zwiesel-Ost (Ofm. K. KLOTZ) tatkräftig unterstützt worden.

1. Allgemeines über den Nebel als Standortsfaktor

Nebel ist definitionsgemäß eine durch kleine schwebende Wassertropfen hervorgerufene
Trübung der Luft, durch welche die Sichtweite auf weniger als 1 Kilometer herab-
gesetzt wird. Im allgemeinen zählt man zu den Nebeln nur die in Bodennähe vor-
kommenden aus Tröpfchen bestehenden Lufttrübungen, während man Tröpfchenfelder,
die über dem Beobachter dahinziehen, mit Wolken bezeichnet. Jedoch besteht zwischen
Nebeln und Wolken weder qualitativ noch genetisch ein Unterschied. Die verur-
sachenden Prozesse (Ausstrahlung, Ausdehnung und Mischung der Luft) sind im Prin-
zip dieselben. Für einen Beobachter im wolkendurchsetzten Bergwald ist obige Nebel-
definition bei Erfüllung der Sichtbedingung genauso erfüllt wie für einen Beobachter
im Strahlungsnebel im Tale. Da die den Bergwald einhüllenden und durchdriftenden
Wolken wegen ihrer ähnlichen Eigenschaften auch ähnliche Wirkungen im Walde
hinterlassen wie die driftenden Talnebel oder Hochnebel am Hang, werden im folgen-
den Nebel und Wolken gleichgestellt und gemeinsam behandelt.

Durch ihre Wirkungen sind die Nebel im Walde in mehrfacher Hinsicht von Be-
deutung:

- Sie erhöhen dort, wo sie auftreten, die Luftfeuchtigkeit und schränken damit
Verdunstung und Transpiration ein. Flora und Fauna passen sich dem Feuchtemilieu
an. In hohem Maße gilt dies für Pilze, Flechten, Moose und Algen.
- Nebel vermindern den Energiefluß aus der Sonnenstrahlung zum Bestand. Sie
setzen damit die Assimilation und die Stoffproduktion herab und beeinflussen über die
Strahlung die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften. Z. B. stellte O. JAAG (17)
fest, daß Grünalgen das Licht scheuen und Flechten es suchen.
- Als Nebeltraufe vermehren sie in der warmen und als Raufrost in der kalten
Jahreszeit den Niederschlag im Bestande. F. LINKE (19), K. RUBNER (21), G. LAMPADIUS
(18), I. RINK (20), J. GRUNOW (12-15) u. a. hatten gezeigt, daß die zusätzlich zum

Normalniederschlag abgesetzten Wassermengen (= Nebelzuschlag) örtlich den Normalniederschlag oft beträchtlich übertreffen.

d. In Form des Rauhfrostes führen die Nebelablagerungen im Bergwald zuweilen zu schweren Schäden. ADALBERT STIFTER (22) hat solche eindrucksvoll geschildert.

Am Großen Falkenstein haben die floristischen Aufnahmen mehrfach einen Einfluß der Tal- und Bergnebel auf die Wuchsverhältnisse der Bestände vermuten lassen. Zu den festgestellten Merkmalen gehören: Das Vorkommen der Tönhölzer, das sind Bäume mit sehr geringen, homogenen jährlichen Zuwachsraten, die Pflanzenassoziationen mit Schluchtwaldcharakter auf Felsriegeln, die Bemoosung der Bäume, der Flechtenbehang und die zonale Gliederung der Wipfelbrüche in den Berglagen. Eine Erfassung der Nebelhäufigkeit und des Nebelzuschlages schien aus diesen Gründen angebracht. Sie war aber auch im Hinblick auf den notwendigen Ausbau der Methoden zur klimatologischen Standortserkundung sehr erwünscht.

2. Die Nebelhäufigkeit

Für die Bearbeitung der Nebelhäufigkeit standen die synoptischen Tagebücher der Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes¹ auf dem Berggipfel in 1308 m NN und die Protokolle der Beobachtungen bei den Meßgängen am Westhang des Berges im Jahre 1955 zur Verfügung.

a. Nebel im Gipfelbereich

In den synoptischen Tagebüchern ist genau vermerkt, zu welchen Zeiten Nebel geherrscht hat. Die stündliche Auswertung der Klartextangaben führte auf die in Abb. 1 dargestellte jahreszeitliche Verteilung des Vorkommens von Nebel am Gipfel. Der Abbildung ist zu entnehmen, in wie vielen Stunden in den einzelnen Monaten des

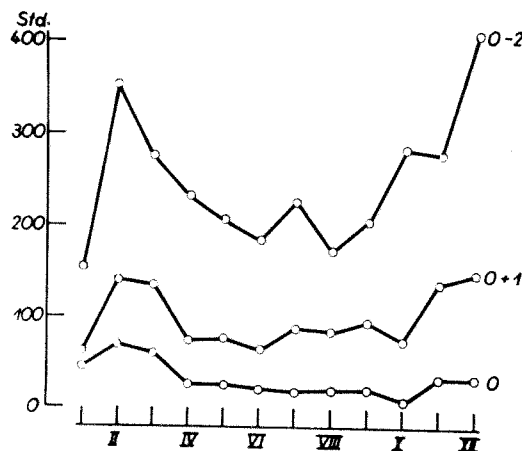


Abb. 1. Nebelstunden in den einzelnen Monaten des Jahres 1955 am Falkenstein Gipfel, geordnet nach der Nebeldichte 0, 1, 2

Jahres Nebel geherrscht hat. Die Statistik ist nach der Nebeldichte aufgeschlüsselt. Im Klimadienst werden dichte (2), mäßige (1) und leichte Nebel (0) unterschieden, je nachdem, ob die Sichtweite darin unter 200, 500 und 1000 m zurückgegangen ist. Zur Verwertung kamen auch jene Nebel, bei denen zeitweise Tal oder Himmel noch erkennbar waren. Die dichten Nebel herrschten vor, leichte Nebel waren relativ selten.

In Ergänzung zu Abb. 1 ist in der Tabelle 1 noch der prozentuale Anteil der Nebelstunden an der Gesamtstundenzahl der einzelnen Monate angegeben.

Aus beiden Statistiken geht her-

¹ Für die leihweise Überlassung der Tagebücher danken wir dem Leiter der Wetterstation, Herrn O. I. Ludwig, recht herzlich.

Tabelle 1

Anteil der Nebelstunden am Falkensteingipfel an der Gesamtstundenzahl der einzelnen Monate des Jahres 1955

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J
21	52	37	32	28	25	31	23	28	38	39	55	34 %

vor, daß der Nebel in einem überraschend hohen Maße ein Standortsfaktor des Bergwaldes ist. Im Februar herrschten an 352 Stunden, im Dezember an 406 Stunden Nebel, d. h., der Falkensteingipfel lag über 50 % der Gesamtdauer dieser Monate in den Wolken! Aber selbst noch in dem nebelärmsten Monat, dem August, war der Wald in den Kamm- und Hochlagen noch zu einem Viertel der gesamten Monatsdauer in Nebel eingehüllt.

Zur Beurteilung der Bedeutung des Nebels für die Transpiration und für die Assimilation ist es von Interesse, wie die Nebel tageszeitlich verteilt waren. Aufschluß hierüber gibt die Abb. 2. Jede der 24 Tagesstunden (0-1, 1-2, 2-3, ...) ist im Jahr 365 mal vertreten. Die Prozentangaben über das Nebelvorkommen in den einzelnen Tagesstunden beziehen sich also auf die Zahl 365.

Der Berggipfel lag bis zu 41 bis 42 % aller Morgenstunden und zu 26 % aller Mittagsstunden in Wolken. Dieser tageszeitliche Gang wird durch die Konvektion verursacht, wobei das Wolkenniveau zum Mittag hin angehoben und gegen Abend wieder gesenkt wird. Die Nebelhäufigkeit ist also auch tagsüber recht hoch. Der Hochlagenwald steht dann, wenn der Zuwachs erfolgen soll, zu etwa einem Drittel der Zeit in nahezu gesättigter Luft. Er ist in seiner Transpiration eingeschränkt und durch Strahlungsmangel in verringertem Maße in der Lage, Nährstoffe zu transportieren und Holzmasse aufzubauen. Die relativ häufige Benetzung der Pflanzenoberflächen beansprucht, den Energiehaushalt, weil in den nebelfreien Stunden das Benetzungswasser zu verdunsten ist. Der Vorteil des verbesserten Wasserhaushaltes ist ein Nachteil im Wärmehaushalt! Andererseits dürften hinsichtlich des Lichtes anspruchslose hygrophyle Pflanzenarten infolge der ständigen Benetzung günstige Lebensbedingungen vorfinden.

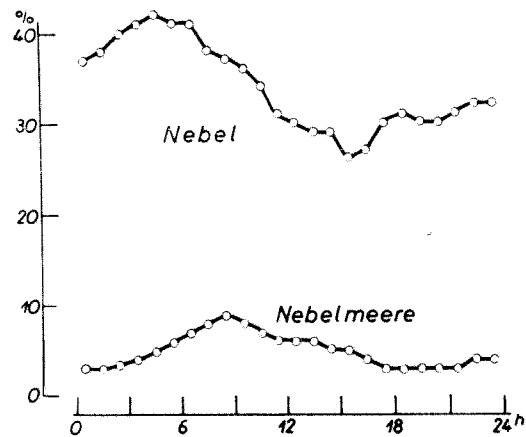


Abb. 2. Mittlere tageszeitliche Verteilung von Nebeln am Falkensteingipfel und von Nebelmeeren unter dem Berggipfel im Jahre 1955

b. Nebel an den Hängen

Wenn am Berggipfel Nebel herrscht, dann ist gewöhnlich auch ein Teil des Bergwaldes unterhalb des Gipfels von Wolken eingehüllt. Es war deshalb zu klären, wie weit und

mit welcher Häufigkeit die Nebel an den Hängen des Falkensteins hinabreichen. Aus den Aufzeichnungen über die Nebelgrenzen, die der Beobachter bei den Meßgängen am Westhange vornahm, ergab sich, in Verbindung mit den Angaben der Bergwetterwarte, die in Tabelle 2 wiedergegebene Statistik über die Zahl der Tage mit Regen oder Nebel an den Hängen.

Tabelle 2

Zahl der Tage mit Regen oder Nebel am Westhange des Gr. Falkenstein in der Zeit vom 16. 4.—15. 11. 1955 (= 214 Beobachtungstage)

a = Regen mit Nebel, b = Regen ohne Nebel, c = Nebel ohne Regen

	Station Nr.													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Seehöhe	1288	1312	1242	1157	1062	1008	925	850	796	719	685	658	635	622 m
a	109	109	106	95	75	49	32	13	3	2	2	4	5	5 Tage
b	33	33	38	45	64	87	101	127	134	135	134	133	133	„
c	14	15	16	13	11	6	5	4	4	4	4	5	3	3 „
a + b + c	156	157	160	153	150	142	138	144	141	141	140	142	141	141 Tage

Die Zahl der Nebeltage in Abhängigkeit von der Ortshöhe geht aus der Summe $a + c$, die Gesamtzahl der Regentage aus der Summe $a + b$ hervor. Die Tage zählen hier von der Beobachtungszeit des einen bis zur Beobachtungszeit des folgenden Tages, also nicht von 0 bis 24 Uhr. Regen und Nebel brauchten nur an demselben Tage, aber nicht unbedingt gleichzeitig vorhanden sein. Während die Regenhäufigkeit nur in geringem Maße höhenabhängig war (133 bis 144 Tage), nahm die Nebelhäufigkeit von 6 bis 8 Tagen in den Tal- und unteren Hanglagen auf 124 Tage in der Gipfellage zu.

Die Nebelhäufigkeit der Tallagen dürfte allerdings in Wirklichkeit wesentlich höher als hier berechnet sein, weil die nächtlichen Strahlungsnebel nicht vollständig erfasst worden sind.

Die Verteilung von a, b und c, bezogen auf die jeweiligen Summen von $a + b + c$, ist in Abb. 3 veranschaulicht. Das Profil für die Nebeltage, an denen kein Regen fiel (a), ist nur insofern von Interesse, als es anzeigt, daß in den Berglagen relativ selten Nebeltage vorkamen, an denen es nicht regnete. Das Profil für die Nebeltage mit Regen besagt, daß bei Nebel am Berggipfel im allgemeinen auch der Bergwald bis hinab zu etwa 150 m unter der Kammlinie in Wolken eingehüllt war. Von dieser Zone ab nahm die Häufigkeit der Nebel talwärts rasch ab. Der untere Mittelhang war fast nebelfrei. Da die Nebel oberhalb des Mittelhanges identisch mit Wolken waren, entspricht

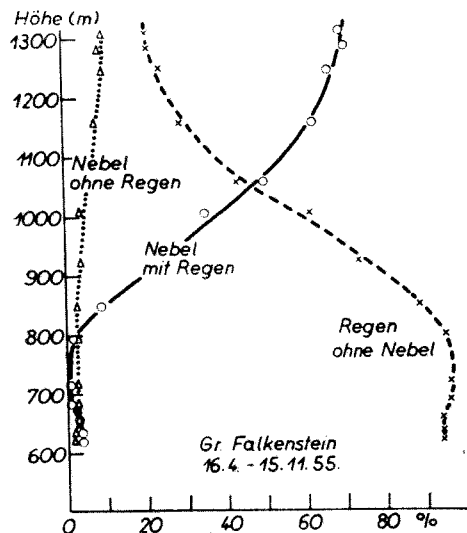


Abb. 3. Prozentuale Verteilung von Regen- oder Nebeltagen im Zeitraume 16. 4. bis 15. 11. 1955 am Westhang des Gr. Falkenstein

abreichen. Aus
en Meßgängen
er Bergwetter-
age mit Regen

in der Zeit

egen

13 14
635 622 m
5 5 Tage
133 133 „
3 3 „
141 141 Tage

us der Summe
e Tage zählen
genden Tages,
en Tage, aber
zeit nur in ge-
häufigkeit von
Gipfelage zu.
allagen dürfte
essentlich höher
die nächtlichen
ständig erfaßt

o und c, bezo-
men von a + b
chaulicht. Das
in denen kein
ern von Inter-
den Berglagen
vorkamen, an
Profil für die
t, daß bei Ne-
gemeinen auch
i etwa 150 m
Volken einge-
ab nahm die
ärts rasch ab.
fast nebelfrei.
Mittelhanges
en, entspricht

das Profil der Tage von Regen mit Nebel ungefähr der Verteilung einer Häufigkeitsstatistik der Untergrenze der Bewölkung. Eine solche haben z. B. E. DE BARY und F. MÖLLER (1) aus Flugbeobachtungen, allerdings für die orographisch unbeeinflusste, freie Atmosphäre abgeleitet. Aus der Kurve für die nebelfreien Regentage geht hervor, daß am Berggipfel nur ca. 20 % aller Regentage ohne Nebel waren, in den unteren Hängen regnete es an Tagen mit Nebel hingegen nur in 5 bis 10 % aller Fälle.

Manchmal liegen geschlossene Wolkenfelder unterhalb des Berggipfels, der Berggipfel ist wolkenfrei. Der Beobachter am Berggipfel nennt diese unter ihm liegenden Wolkenfelder wegen deren welliger Oberfläche treffend Wolken- oder Nebelmeere. Je nach der Dicke der Nebelmeere ist dann eine 100 oder 200 m hohe Zone des Bergwaldes von Nebel eingehüllt. Wie oft diese Nebel 1955 vorkamen, ließ sich ebenfalls aus den synoptischen Tagebüchern entnehmen und in Tabelle 3 angeben.

Tabelle 3

Häufigkeit von Nebelmeeren am Falkenstein im Jahre 1955

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	
220	39	.	.	.	6	5	18	24	66	53	16	447	Std.
30	6	.	.	.	1	1	2	3	9	7	2	5	%

Das Häufigkeitsmaximum von Nebelmeeren lag 1955 mit 30 % der Gesamtdauer des Monats im Januar, ein sekundäres Maximum trat im Oktober auf. Da die Nebelmeere vorwiegend außerhalb der Vegetationszeit vorkamen, darf man annehmen, daß sie keine besondere biologische Bedeutung für die Wuchsverhältnisse des dortigen Waldes haben. Lediglich im Oktober wäre eine Mitwirkung an der Beendigung der Vegetationszeit in den oberen Hängen denkbar. Aus der Abb. 2 ist zu entnehmen, daß die Nebelmeere tageszeitlich anders verteilt sind als die höher liegende und den Berggipfel einhüllende Bewölkung. Am häufigsten kamen die Nebelmeere am frühen Vormittag vor, also wenige Stunden nach Sonnenaufgang. Es ist allerdings auch anzunehmen, daß nachts und am Morgen in Wirklichkeit mehr Wolkenmeere vorgekommen sind, als aus der Statistik hervorgeht, weil zu dieser Zeit wegen Dunkelheit die Beobachtung tiefliegender Wolken erschwert ist.

Die große Zahl von Regentagen mit Nebel in den Berglagen hatte zur Folge, daß dort der Anteil der Regenmengen von Nebeltagen an der Niederschlagssumme aus allen Niederschlagstagen besonders hoch war. Welchen Anteil die Regenmengen, die an Nebeltagen fielen, an den Monatssummen hatten, zeigt Abb. 4. Am Berggipfel fielen die Niederschläge in einzelnen Monaten überhaupt nur an solchen Tagen, an denen die Wolkenuntergrenze unter die Höhe des Berges abgesunken war. Im Mittel der Monate Mai bis Oktober betrug der Anteil der Regenmengen von Regentagen mit Nebel an den Niederschlagssummen aus allen Tagen an den einzelnen Stationen:

	Station Nr.													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Seehöhe	1288	1312	1242	1157	1062	1008	925	850	796	719	685	658	635	622 m
	93	92	89	84	64	49	43	21	2	.	1	2	2	2 %

Die Gleichzeitigkeit von Nebeln und Regen bedeutet für den Bergwald besonders intensive Benetzung und relativ geringe Verdunstung der Interception. Bis zum Mittelhang ist die Wolkenuntergrenze nur selten abgesunken, daher sind dort fast ausschließlich alle Regenmengen an reinen Regentagen gefallen.

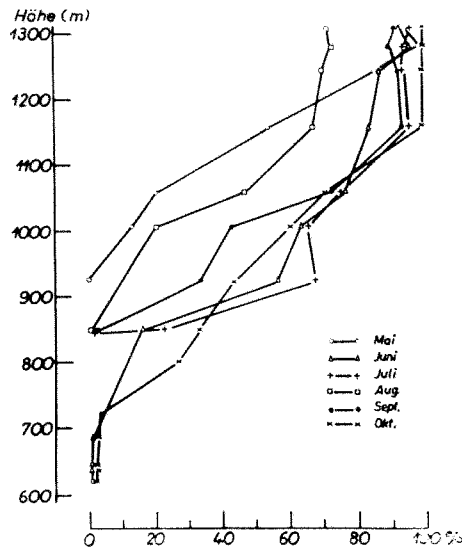


Abb. 4. Prozentualer Anteil der Regenmengen von Regentagen mit Nebel am Gesamtniederschlag der Monate Mai bis Oktober 1955

Zone, die nur selten von den Nebeln der tiefen Bewölkung und kaum von den mächtigen Talnebeln erfaßt wurde. Dieser fast nebelfreie Raum ist identisch mit der warmen Hangzone, die aus den Temperaturmessungen festzustellen war.

700-Tal: *Zone der Talnebel*. Die Talnebel umfassen eine Schicht bis etwa 150 m über der Talsohle. Während es sich bei den Nebeln über der Höhengrenze 800 m um Wolken im ursprünglichen Sinne handelt, verdanken die Nebel der Talzone ihre Herkunft der Ausstrahlung und der Ausstrahlungskaltluft, die sich in diesen Lagen sammelt.

Wie andere Beobachtungen zeigten, findet diese zonale Gliederung an den talwärts streichenden Kämmen der Südflanke des Berges eine gewisse Abwandlung. Diese Kämmen haben danach etwas mehr Nebelstunden als die Lagen in gleicher Höhe am Westhang. Beim Um- und Überströmen des Berges entstehen dort ähnliche Aufwinde wie im Bereich des Berggipfels. Die Aufwinde haben zur Folge, daß dort die Kondensation früher einsetzt und daß die Wolken länger erhalten bleiben als in vergleichbarer Höhe des Westhangs. Im Lee des Berges, an den Osthängen, die unmittelbar hinter der Südflanke liegen, verharren die Wolkenfelder oft noch, wenn der Westhang schon wieder frei ist. Aus Strömungsgründen werden die Nebel durch die Kammlagenbestände in ähnlicher Weise durchgetrieben wie am Berggipfel. Daher sind auch dort viel Nebelniederschläge zu erwarten.

Die eigenartige Pflanzengesellschaft (Eschen, Ahorn), die auf den Riegeln der nach Süden abfallenden Kämmen (z. B. Ahornriegel) vorkommt, sowie die in den Hochlagen vorkommenden Tönhölzer dürften ihre biologischen Charakterzüge nicht zuletzt von dem meteorologischen Element Nebel bekommen haben.

c. Folgerungen aus der Nebelhäufigkeit für die Standortsgliederung

Die Profile der Abb. 3 und 4 weisen so markante Grenzen der Nebelhäufigkeit nach, daß es vertretbar ist, eine spezifische Standortsgliederung hinsichtlich des Standortsfaktors Nebel vorzunehmen. Folgende 4 Zonen lassen sich abgrenzen: Gipfel – 1150 m: *nebelreiche Berglage*.

Wenn der Berggipfel und der Kamm in den Wolken lagen, dann war im allgemeinen auch der Bergwald bis hinab zu 1100 bis 1200 m Seehöhe von den Wolken durchsetzt.

1150–800 m: *Übergangszone*. Die Nebelhäufigkeit nahm von der oberen Hanglage zum Mittelhang hinunter rasch ab. In 800 m Höhe traf man nur selten Nebel an.

800–700 m: *Nebelarme Zone*. Zwischen dem mittleren und dem unteren Hang fand sich eine ca. 100 m umfassende

Der
hat
0,3 m
tiert
der
habe
wege
nigen
trau
den
pone
Wal
In d
nied
DEL
ist a
schla
tage
stim
äuße
dam
rung
luste
orte
ten
trau

a.

Es
zu e
dur
von
heit
Reg
mel

und
schl
die
ist,
nie
NO
run
stel
wie
fläc

3. Der Nebelniederschlag

Der geringe Durchmesser der Wolken- und Nebeltröpfchen von ca. 0,001 bis 0,5 mm hat zur Folge, daß die Nebeltröpfchen Fallgeschwindigkeiten besitzen, die unter 0,3 m/sec liegen. Sie schweben z. T. und werden vom Winde fast horizontal transportiert sowie an Hindernissen, z. B. an der Pflanzenmasse des Waldes, abgelagert. In der Tropfengröße unterscheiden sich die Nebeltröpfchen von den Regentropfen. Diese haben eine andere Lebensgeschichte sowie Durchmesser von 0,5 bis ca. 4 mm und fallen wegen ihres Gewichtes je nach der herrschenden Windgeschwindigkeit mehr oder weniger senkrecht auf den Boden. Das oft mit „horizontalem Niederschlag“, „Nebeltraufe“ und „Nebelniederschlag“ bezeichnete Wasserangebot aus den Nebeln hat für den Wasserhaushalt des Waldes eine wassermehrende und wassererhaltende Komponente.

Von dem abgelagerten Nebelwasser fällt nur ein Teil durch den Bestand zum Waldboden. Der andere Teil benetzt die Pflanzenmasse und verdampft später wieder. In diesem Verhalten unterscheidet sich der Nebelniederschlag durch nichts vom Regenniederschlag, von dem ebenfalls eine gewisse Menge als die sog. Interception (vgl. J. DELFS [18]) zurückgehalten wird. Der zum Waldboden gelangende Nebelniederschlag ist an regenfreien Tagen direkt, an Regentagen nur zusammen mit dem Regenniederschlag, meßbar. Die Trennung der Nebelniederschlags- und Regenmengen an Regentagen mit Nebel ist nach Kenntnis der Regeninterception, die an nebelfreien Tagen bestimmt wurde, annähernd möglich.

Die wassererhaltende Komponente ist jedoch nur ungenügend zu übersehen. Sie äußert sich auf zweierlei Art. Sie setzt als Folge des Energieverbrauchs für die Verdampfung der Nebelinterception und der damit verbundenen Wasserdampfanreicherung über dem Bestande die Transpiration herab und vermindert die Benetzungsverluste aus dem Regenniederschlag. Für den Wasserhaushalt eines nebelreichen Standortes dürften die letzteren Faktoren gegenüber den dem Boden unmittelbar zugeführten Wassermengen aus dem Nebeltrauf nicht ohne Bedeutung sein.

a. Meßmethode und Meßstrecke

Es ist schwierig, die Wassermenge zu erfassen, die vom Walde aus den durchtreibenden Nebeln in Form von Nebeltröpfchen je Flächeneinheit abgefangen wird und den Regen-(Schnee-)Niederschlag vermehrt.

In den Vegetationszeiten 1954 und 1955 wurden an der Niederschlagsmeßstrecke am Falkenstein, die in 4 und 7 näher beschrieben ist, Relativmessungen des Nebelniederschlags mit den von J. GRUNOW (11) entwickelten Ablagerungskörpern ausgeführt. Diese bestehen aus Drahtgazezylindern, die, wie Abb. 5 zeigt, über der Auffangfläche der Normalregennmesser an-

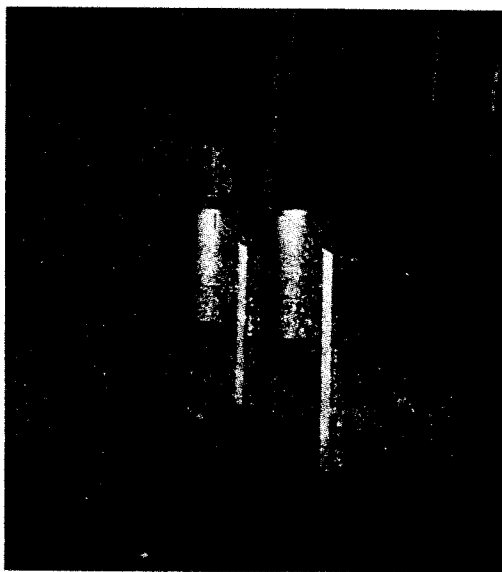


Abb. 5. Nebelfänger nach Grunow und Normalregennmesser an der Meßstrecke am Gr. Falkenstein

gebracht werden. Wenn man mit diesem künstlichen Nebelfänger zwar nur Proportionalwerte zum wirklich im Walde abgesetzten Nebel erhält, so bietet die Methode doch die Möglichkeit einer Vergleichung des örtlich und zeitlich verschiedenen Angebotes an Nebelwasser, worauf es ja auch in der forstlichen Zielsetzung der Versuche in erster Linie ankam.

Die im Nebelfänger aufgefangene Wassermenge (NF) ist eine Größe, an der nachstehend aufgeführte Glieder in folgender Weise zusammenwirken:

$$NF = R - R_v + N - N_v + \Delta R - \Delta R_v, \text{ wobei}$$

R = der Anteil des angebotenen Regen-Niederschlages, der in die Meßkanne gelangt,

R_v = der am Ablagerungsnetz hängenbleibende Regen, der dort verdunstet oder vom Winde wieder weggeweht wird,

N = der angebotene Nebelniederschlag,

N_v = der am Drahtnetz wieder verdunstende oder davon abgewehrte Nebelniederschlag,

ΔR = der zusätzlich aufgefangene Regen bei so schräg einfallenden Regentropfen, daß der Ablagerungskörper eine Vergrößerung der Auffangfläche verursacht,

ΔR_v = der Verdunstungsanteil von ΔR .

J. GRUNOW (16) hat am Beispiel der Messungen am Hohenpeißenberg die Größenordnung der Einflüsse aufgezeigt. Am Gipfel des Gr. Falkenstein haben sich R_v , ΔR , ΔR_v und N_v z. T. aufgehoben, so daß die Mehrung des Niederschlagswassers dem Angebot von Nebelwasser entsprach. An den Hängen haben sich hingegen höhenabhängige örtliche Verfälschungen des Meßprofils ergeben, auf die hier und an anderer Stelle eingegangen wird.

1954 waren 14 Nebelfänger, verteilt am West- und Osthang, 1955 12 Nebelfänger nur am Westhang eingesetzt. Die Beobachtungsgänge führten 1954 die Herren MAX MÜLLER und R. ASCHENBRENNER, die in Kreuzstraße bzw. Spiegelhütte am Gr. Falkenstein ansässig sind, und im Jahre 1955 Herr Forstassessor G. KLEINLEIN sowie in dessen Vertretung Herr Forstmeister G. WALDMANN aus. Am Berggipfel (Station 2) werden die Messungen seit 1954 mit Genehmigung des Wetteramtes Nürnberg durch die Angehörigen der Wetterstation (O. I. LUDWIG, J. WEINBERGER, SENNEBOGEN) ununterbrochen bis jetzt fortgeführt. Den Beobachtern, die unter schweren Bedingungen das wertvolle Material zusammengetragen haben, gilt hier unser besonderer Dank. Die Nebelfänger waren, wie im Bild 5, neben den Normalregennmessern aufgestellt, so daß die vom Ablagerungskörper hervorgerufene Mehrung der Wassermenge im Nebelfänger (NZ = Nebelzuslag) auf den Inhalt des Normalregennmessers (R) bezogen werden kann.

Im folgenden sind somit drei Begriffe zu unterscheiden: a. Der Normalniederschlag (= Regenniederschlag) im Normalregennmesser (R), b. der Nebelfängereinhalte (NF), bestehend aus dem Regenniederschlag + dem Nebelniederschlag vom Gitter, und c. der Nebelniederschlag (= Nebelzuslag NZ), der sich aus der Differenz von Nebelfängereinhalte und Normalniederschlag ergibt.

b. Nebelablagerungen am Berggipfel

Der relativ hohen Nebelhäufigkeit und der erhöhten Driftgeschwindigkeit der Nebel entsprechend wurden am Berggipfel innerhalb des Meßprofils die höchsten Mengen von Nebelwasser aufgefangen. In der Abb. 6 sind die Normalregennmengen und die Nebelzusläge der gut belüfteten Station Nr. 2 auf der 1312 m hoch gelegenen, fast baumfreien Gipfelkuppe von 1954 bis 1957 aufgetragen. Schon der erste Blick zeigt,

daß in der Gipfellage die Nebelzuschläge in der Größenordnung der Regensummen lagen. Mehrfach haben die Nebelzuschläge sogar die Normalregenmengen übertroffen, z. B. im Oktober, November und Dezember 1955. Nur in zwei Fällen des vierjährigen Zeitraums waren die Monatssummen des Niederschlages in den Nebelfängergeräten geringer als jene in den Normalregennessern, und zwar im Juni 1954 und im Februar 1955. Im Winter sind die Werte unsicherer als im Sommer, da Treibschnee Störungen der Messungen hervorruft.

Im Mittel der Jahre 1954 bis 1957 wurde die in Tab. 4 angegebene jahreszeitliche Verteilung der monatlichen Regensummen und Nebelzuschläge erhalten. Der Normalniederschlag folgt dem bekannten Jahresgang mit dem Regenmaximum im Sommer. Das Maximum des abgesetzten Nebelniederschlages lag hingegen entsprechend der hohen Zahl der Tage mit Nebel im Spätherbst. Da die ausgefilterte Wassermenge mit dem Gehalt der Nebelluft an flüssigem Wasser (vgl. R. GEIGER [10]) wächst, ist das sekundäre Maximum im Juli wohl dem hohen Wassergehalt im europäischen Monsun zuzuschreiben.

Die prozentualen Nebelzuschläge, bezogen auf die Normalregenmengen, sind in Tab. 5 angegeben. Sie lagen etwa in der Hälfte aller Fälle bei etwa 60 %, in einem Fall

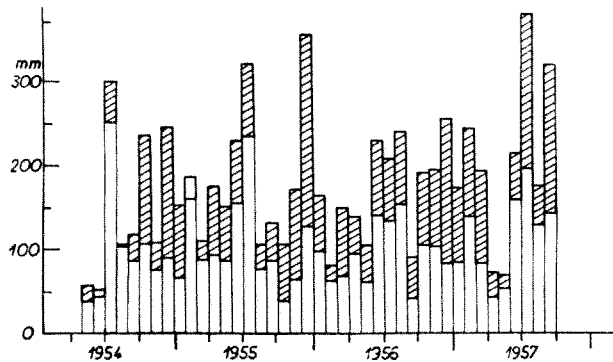


Abb. 6. Monatssummen des Normalniederschlages (weiße Säulen) und des Nebelzuschlages (schraffierte Säulen) am Gipfel des Gr. Falkensteins vom Mai 1954 bis September 1957

Tabelle 4

Mittlere monatliche Regensummen (R) und Nebelzuschläge (NZ) aus den Jahren 1954-1957 am Falkenstein Gipfel

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
R	82	128	79	76	59	124	203	115	89	63	67	95 mm
NZ	80	33	71	52	36	53	92	41	75	75	73	162 mm

Tabelle 5

Prozentualer monatlicher Nebelzuschlag bei der Station 2 auf der Gipfelkuppe des Gr. Falkenstein (1312 m)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J
1954	.	.	.	.	49	-15	19	1	36	123	42	176	(51) %
1955	128	-14	26	86	75	53	36	40	55	163	168	181	69 %
1956	67	30	71	48	72	63	55	56	117	83	89	208	79 %
1957	106	76	130	69	33	35	84	37	125	205	259	108	86 %
Mittel	96	26	88	68	61	43	45	35	85	117	111	170	73 %

(Dezember 1956) überschritten sie das Doppelte des Normalniederschlages. Bezogen auf die Regenmengen liegt das Maximum des Nebelzuschlages ausschließlich in der kalten Jahreszeit und das Minimum, trotz quantitativ hoher Ablagerungen (gemessen in mm), wegen des hohen Sommerregens im Sommer.

Die Meßergebnisse an der Station 2 belegen eindeutig, daß der Nebelniederschlag im Bereich des Berggipfels auch innerhalb der Vegetationszeit eine gewichtige Rolle im Wasserhaushalt des Waldes spielt.

c. Nebelniederschlag an den Hängen

Die Ergebnisse der Messungen des Nebelniederschlages an den Hängen sind in der Tabelle 6 niedergelegt. Sie zeigen, daß die hohen Nebelzuschläge der Gipfellagen ausschließlich für die Kammlinie repräsentativ sind und der Nebelniederschlag talwärts rasch abnimmt.

Tabelle 6

Prozentuale Nebelzuschläge an den Stationen am West- und Osthang des Gr. Falkenstein
a. Westhang

	Station Nr.												
1954	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	14	
Seehöhe	1288	1312	1242	1157	1062	1008	925	850	796	685	658	622 m	
M	11	49	12	-2	0	0	-9		-16	-15		-20 ‰	
J	2	-15	-2	-7	-11	-4	-12		-14	-16		-15 ‰	
J	11	19	18	13	5	5	-3		-11	-6		-11 ‰	
A	4	1	6	6	0	-5	-7		-18	-12		-11 ‰	
S	8	36	35	8	1	-2	-4		-11	-6		-8 ‰	
O	16	123	40	24	16	-2	-1		-23	-5		-5 ‰	
M-O	10	35	20	10	4	0	-4		-15	-8		-10 ‰	
1955													
M	36	75	20	18	-2	-3	-8	-9	-12	-14	-1	-16 ‰	
J	16	53	21	16	4	2	-4	-4	-8	-14	-3	-12 ‰	
J	13	36	13	8	2	-2	-4	-5	-6	-9	-1	-12 ‰	
A	5	40	4	1	-7	-7	-11	-11	-16	-16	-6	-17 ‰	
S	12	55	12	12	3	-3	-7	-7	-17	-9	-11	-12 ‰	
O	28	163	78	52	17	0	3	-3	-11	-8	0	-12 ‰	
M-O	17	56	18	13	2	-2	-6	-6	-10	-12	-2	-13 ‰	

Die negativen Nebelzuschläge rühren von der Verfälschung der Nebelfängerwerte her, die sich durch die Verdunstung des am Nebelfängergitter hängengebliebenen Regens (R) ergibt. Diese Verdunstung ist höhenabhängig und betrug in den Tallagen durchschnittlich 15 %, am Mittelhang etwa 6 % und am Gipfel ca. 0 %. Um diesen Anteil ist also im Nebelfängergerät weniger Normalniederschlag aus Regen aufgefangen worden als im Normalregensmesser.

Insgesamt sind in den Nebelfängergeräten während des Zeitraumes vom 13. 5. bis 13. 11. 1954 und 18. 4. bis 13. 11. 1955 die in der Tab. 7 angegebenen Niederschlagsmengen (NF = Regen + Nebelwasser) aufgefangen worden. In den Zeilen NF/R und $\overline{\text{NF/NF}}$ sind die Nebelfängerwerte NF auf den jeweiligen Normalniederschlag R (vgl. Tab. 2 in [4]) bzw. auf den Mittelwert $\overline{\text{NF}} = 1407 \text{ mm}$ der Reihe NF bezogen. Beide Reihen ergeben annähernd dieselbe Höhenabhängigkeit des Nebelzuschlages, den man nach Abzug von je 100 % erhält. Die singuläre Stellung des Berggipfels kommt beson-

ders deutlich in Reihe NF/NF zum Ausdruck. Bereits in den Kammlagen, z. B. an der Station 3, betrug der Nebelzuschlag im Vergleich zum Normalregen nur mehr 10 % gegenüber etwa 40 % an der nur 70 m höher liegenden Station 2.

b. Osthang

	Station Nr.			
1954	18	20	21	22
Seehöhe	1220	933	839	645 m
M	-2	-16	-16	-24 %
J	-4	-7	-10	-17 %
J	8	-3	-8	-7 %
A	6	-7	-4	-8 %
S	11	-1	-1	-10 %
O	19	3	6	-14 %
M-O	8	-3	-4	-11 %

Aus Abb. 7, in der alle Nebelzuschläge in Abhängigkeit von der Menge und der Höhenlage der Stationen eingetragen sind, ist ersichtlich, daß fast alle positiven Nebelzuschläge nur jener nebelreichen Zone angehören, deren Untergrenze an Hand der Nebelstatistik bei etwa 1150 m festgestellt worden ist. Unterhalb 1000 m sind in den Nebelfängergeräten durchweg weniger Niederschläge gemessen worden als in den parallel zum Nebelfänger aufgestellten Normalregennessern.

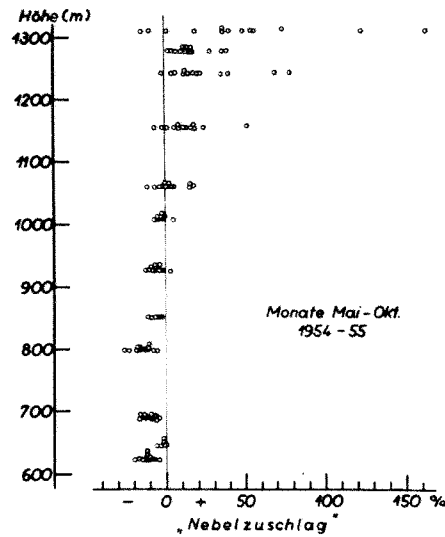


Abb. 7. Vertikale Verteilung der prozentualen monatlichen Nebelzuschläge an den Stationen des Westhanges am Gr. Falkenstein

Tabelle 7

Gesamtsumme der Niederschläge in den Nebelfängern

(Regen + Nebel) in der Zeit vom 13. 5. bis 13. 11. 1954 und 18. 4. bis 13. 11. 1955

	Station Nr.									
	1	2	3	4	5	6	7	9	11	14
Seehöhe	1288	1312	1242	1157	1062	1008	925	796	685	622 m
NF	1586	1950	1550	1429	1368	1317	1292	1202	1200	1169 mm
NF/R	114	143	120	113	103	98	95	86	91	88 %
NF/NF	113	138	110	102	97	93	92	85	85	83 %

4. Die forstliche und hydrologische Bedeutung des Nebelniederschlages am Gr. Falkenstein

Die vorliegenden Meßergebnisse weisen darauf hin, daß der Wald in den Kamm- und Gipfellagen nicht nur wegen seiner sonstigen Exponierung gegenüber den Einflüssen aus der freien Atmosphäre eine Sonderstellung einnimmt, sondern daß er durch die

Wolkennebel und durch den Nebelniederschlag zwei Standortsfaktoren aufgeprägt erhält, die nicht unbedingt das Wachstum fördern: Zum ohnehin ausreichenden Wasserangebot aus dem Regen gesellt sich noch das Wasserangebot aus dem Nebel und erhöht es unter Umständen über das Optimum, so daß es zu Vernässungen und Mooren auf den Hochlagenverebnungsflächen kommt. Durch die Verdunstung des Benetzungswassers wird der Wärmehaushalt der Bergwälder noch weiter verschlechtert.

Welche Wassermengen die prozentualen Werte des Nebelzuschlages repräsentieren, läßt sich nicht unmittelbar angeben. An den zylindrischen Drahtnetzen von 20 cm Höhe und 10 cm Durchmesser wird sicherlich nicht dieselbe Menge Nebelwasser je Flächeneinheit Gelände abgesetzt wie an dem Pflanzenmaterial des Waldes. Durch Vergleichsmessungen von J. GRUNOW (14) ist man jedoch unterrichtet, daß sich die Nebelfängerwerte auf Nebelzuschläge im Walde prinzipiell umrechnen lassen. So wurden z. B. in den windausgesetzten Waldrändern der Kammlagen des Hohenpeißenberg (989 m) nahezu dreimal soviel Nebelwasser abgelagert, als man mit den Nebelfängern erschloß. Für das Waldinnere und für geschütztere Lagen ergaben sich Umrechnungsfaktoren zwischen 0,5 und 1. Um die Größenordnung der Nebelzuschläge in den Beständen am Falkenstein zu erfassen, dürfte man daher nicht viel fehl gehen, wenn die prozentualen Nebelfängerwerte folgendermaßen erhöht werden:

Station Nr.							
1	2	3	4	5	6	18	
2	3	1,5	1,0	0,8	0,0	1,0 fach	

Um die Vergrößerung der Auffangfläche des Nebelfängergerätes durch das Drahtgitter bei schräg einfallendem Regen zu korrigieren, sind vorher die Nebelfängerwerte um etwa 3 % zu reduzieren. In den talnahen Stationen, wo durch die Verdunstung von Regenwasser am Nebelfänger nur negative Nebelzuschläge festzustellen waren, ist für die Monate Mai bis Oktober dennoch ein Nebelzuschlag von 5 bis 10 mm anzunehmen. Mit diesen wahrscheinlichen Annahmen lassen sich die in Tabelle 8 angegebenen Nebelzuschläge im Walde berechnen.

Tabelle 8

Wahrscheinliche Nebelzuschläge im Walde in Prozenten der Normalregelmengen an den waldfreien Meßplätzen, bzw. in L/m²

	Station Nr.										
Seehöhe	1	F	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1288	1308	1312	1242	1157	1062	1008	925	850	796	716 m
	34	40	176	27	13	2	1	1	1	1	1 ‰
	245	300	1290	195	92	15	10	5	5	5	5 L/m²

	Station Nr.							
Seehöhe	11	12	13	14	18	20	21	22
	685	658	635	622	1220	933	839	645 m
	1	1	1	1	4	1	1	1 ‰
	5	5	5	5	29	5	5	5 L/m²

Durch diese Reduktion tritt die Gipfellage als Sonderstandort hinsichtlich des Nebelniederschlages noch stärker hervor als im Profil der Originalnebelfängerwerte.

Die
Regn
I
Veg
weit
näm.
Wen
die g
Gipf
minc
daß
Orts
durd
bring
100
und
Taur
tions
geme
zwar
im F
sung
das V
F
zum
und I
das C
stein

Wahr:

Seeh

Seehi

Et
1000 I
In
auf de
Berggi

Die Wassermengen aus dem Nebel dürften somit am Gipfel das Wasserangebot aus Regen und Nebel in der Vegetationszeit stellenweise bis auf 2000 mm erhöhen!

Das vorstehend beschriebene Wasserangebot aus Regen und Nebel wird in der Vegetationszeit noch um eine weitere Komponente vermehrt, nämlich um den Tauniederschlag. Wenn man davon absieht, daß die größere Nebelhäufigkeit der Gipfelage dort den Taugenuß mindert, so ist anzunehmen, daß das Tauangebot in allen Ortshöhen dasselbe ist. Eine durchschnittliche Taunacht erbringt 0,25 mm Wasser. Bei rd. 100 Taunächten zwischen Mai und Oktober beträgt somit der Tauniederschlag in der Vegetationszeit etwa 25 mm. Das ist gemessen an den Regenmengen zwar ein geringer Betrag, der im Fehlerbereich der Regenmessung liegt, der aber auf alle Fälle das Wasserangebot erhöht.

Fügt man die Taumengen zum Wasserangebot aus Regen und Nebel hinzu, so erhält man das Gesamtwasserangebot aus Regen, Nebel und Tau. Dessen Verteilung am Gr. Falkenstein geht aus der Tabelle 9 hervor.

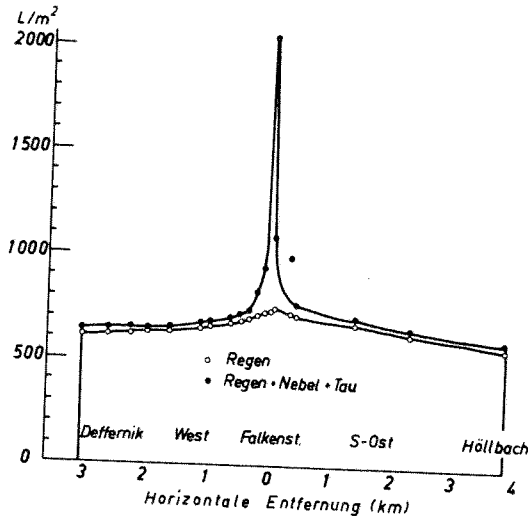


Abb. 8. Verteilung der Regenmengen und des Gesamtniederschlages aus Regen, Nebel und Tau von Mai bis Oktober 1955 entlang der Meßstrecke am Gr. Falkenstein

Tabelle 9

Wahrscheinliches Gesamtwasserangebot aus Regen, Nebel und Tau von Mai - Oktober 1955 am Gr. Falkenstein

	Station Nr.									
Seehöhe	1	F	2	3	4	5	6	7	8	9
	1288	1308	1312	1242	1157	1062	1038	925	850	796 m
	995	1075	2050	945	830	735	720	700	685	675 L/m²
	Station Nr.									
Seehöhe	10	11	12	13	14	18	20	21	22	
	716	685	658	635	622	1220	933	839	645	m
	665	660	655	645	640	765	710	655	600	L/m²

Etwa ab Station 3 in 1240 m Seehöhe schwoll demnach das Wasserangebot von rd. 1000 L/m² bei 70 m Höhenzunahme auf ca. 2000 L/m² an.

In Abb. 8 ist die Verteilung des Gesamtwasserangebotes aus Regen, Nebel und Tau auf der Schnittlinie entlang der Meßstrecke (vgl. Abb. 9) vom Westhang über den Berggipfel zum SO-Hang aufgetragen. Diese Darstellung gibt bildlich die Höhe des

Wasserstandes (mm) an, die sich ergeben würde, wenn vom Niederschlag zwischen Mai und Oktober nichts abfließen oder verdunsten würde. Um den regionalen Einfluß von Tau und Nebel besser zu erkennen, ist auch die Verteilung der Regenmengen eingezeichnet. In dem talnahen Gelände, wo der Nebelniederschlag praktisch fehlt, rührt

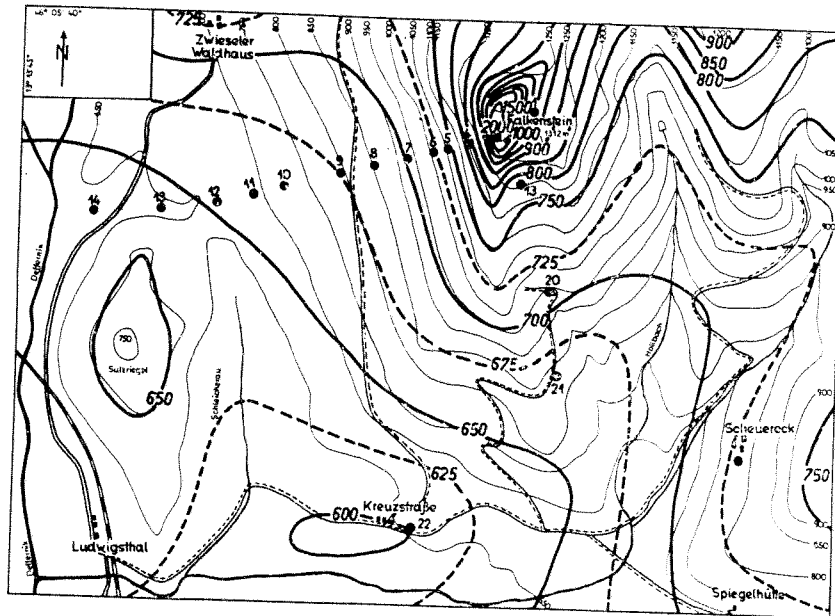


Abb. 9. Verteilung des Gesamtniederschlages (mm) aus Regen, Nebel und Tau von Mai bis Oktober 1955 im Gebiet des Gr. Falkenstein

der Unterschied beider Kurven fast nur vom Tau her. In den gipfelnahen Bereichen spielt hingegen der Tauniederschlag gegenüber dem Nebelzuslag keine Rolle. Die Abbildung demonstriert in drastischer Weise die räumliche Begrenzung des Nebelniederschlages auf die schmale Höhenzone um den Gipfel.

Die vorstehenden Überlegungen und Meßwerte waren die Grundlage, um eine Karte des Gesamtniederschlages für das Gebiet des Gr. Falkenstein und die Vegetationszeit Mai bis Oktober zu entwerfen. Sie ist in Abb. 9 wiedergegeben. Als Kartengrundlage dienten die dünn gezeichneten Höhenschichtlinien im Abstand von 50 m. Die dick ausgezogenen bzw. gestrichelten Isohyeten in Stufen von je 50 mm Niederschlag verlaufen in den unteren Tal- und Hanglagen ähnlich wie jene in der Regenkarte, die als Abb. 4 in 4 veröffentlicht worden ist. Die rasche Zunahme des Gesamtniederschlages machte es bei den oberen Berg-, Kamm- und Gipfellagen erforderlich, die Niederschlagsverteilung in 100 bzw. 500 mm Stufen einzuteilen. Im Bereich des Lackaberges (Nordostecke des Kartenausschnittes) ist die Linienführung relativ unsicher, weil dort keine Nebelniederschlagsmessungen vorgenommen worden sind.

Diese Karte war die Grundlage, um der Frage nachzugehen, welche Wassermengen in den einzelnen Höhenzonen aus dem Nebel abgesetzt werden und in welchem Verhältnis das Gesamtwasserangebot aus Tau und Nebel in dem 29,9 km² großen Gebiet zum Wasserdargebot aus Regenniederschlag allein steht. Durch Ausplanimetrieren der Gesamtniederschlagskarte (Abb. 9) und der Regenkarte, Abb. 4 in 4, wurde die Tab. 10 gewonnen. Gewisse Unebenheiten in den Zahlenreihen bei T und N und deren relativen Anteilen ergaben sich aus dem Planimetrierungsverfahren mit einem Ott-Polar-

planim
Wasser
tionen
gebiet (

Zonale
dem Reg
und

Seehöhe

A
A
W
N
T
G
G/W

Das C
trug zwis
aus Regen
scheidung vo
angebotes
niederschlag
schlag bet
schlages 3
wasser (2
räumliche
über das
um eine C
Regenwas

Nach
sieht man
Prozentan
einem and
man sich d
mengen ve

Das N
lagenvereb
örtlich eine
reichtum d
zusätzlich
größeren L

Abschli
biger Nebe

planimeter und aus der unabhängigen Linienführung der beiden Kartenentwürfe. Die Wassermengenrechnung ist in die Höhenzonen aufgegliedert, deren Meßwerte die Stationen 1 bis 14 repräsentieren. Die Flächen dieser Areale und deren Anteile am Gesamtgebiet (%) sind unter A angegeben.

Tabelle 10

Zonale Areale, für welche die Regenmeßstationen repräsentativ sind (A), Wassermengen aus dem Regen (W), Zusatzwassermengen aus Nebel (N) und Tau (T), Gesamtwasserangebot (G) und Verhältnis G/W in den von den einzelnen Stationen repräsentierten Höhenzonen (W, N, T, G in je Tausend m³)

	Station Nr.													
Seehöhe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1288	1312	1242	1157	1062	1008	925	850	796	719	685	658	635	622 m
A	0,4	0,1	0,8	1,2	1,9	1,7	1,6	2,4	3,4	2,9	2,5	3,9	2,8	3,5 km ²
W	1,3	0,3	2,9	4,2	6,5	5,8	5,5	8,2	11,8	10,0	8,5	13,3	9,6	12,1 %
N	266	72	603	865	1334	1176	1087	1616	2296	1892	1553	2389	1691	2079
T	80	68	117	80	37	8	6	3	3	8	15	14	12	14
G	9	2	21	31	47	39	24	43	72	73	62	96	52	74
G/W	355	142	741	976	1418	1223	1117	1662	2371	1973	1630	2499	1755	2167
	1,34	1,97	1,23	1,13	1,16	1,04	1,02	1,03	1,03	1,04	1,05	1,04	1,04	1,04

Das Gesamtwasserangebot in dem 29,9 Quadratkilometer umfassenden Gebiet betrug zwischen Mai und Oktober 1955 etwa 20 029 Millionen Kubikmeter, dasjenige aus Regen allein 18 919 Mill. m³. Der Anteil von Nebel und Tau ergibt sich als Unterschied von G und W zu ungefähr 1 110 Mill. m³, das sind 5,5 % des Gesamtwasserangebotes! Von dieser Differenz entfielen 465 000 m³, das sind 42 %, auf den Nebelniederschlag und 645 000 m³ oder 58 % auf den Tau. Gemessen am Gesamtniederschlag beträgt der Anteil des Nebelniederschlags 2,3 % und der Anteil des Tauniederschlags 3,2 %. Im Vergleich zum Regenwasserdargebot ist das Angebot von Nebelwasser (2,5 % von W) relativ gering. Sogar der Tauniederschlag übertraf wegen der räumlichen Beständigkeit in allen Lagen innerhalb der Vegetationszeit in der Summe über das ganze Gebiet den Nebelniederschlag. Selbst wenn die Umrechnungsfaktoren um eine Größenordnung falsch bewertet worden sind, ändert sich das Verhältnis von Regenwasser- zu Nebelwasserangebot in den Grundzügen nicht.

Nach dieser quantitativen Überlegung, die den Charakter einer Abschätzung hat, sieht man nun die hohen Nebelfängerwerte des Gipfelbereiches, aber auch jene hohen Prozentangaben von anderen Meßreihen, wie sie aus der Literatur bekannt sind, in einem anderen Licht. Die hohen Prozentangaben werden teilweise entwertet, wenn man sich die räumliche Gültigkeit und die dahinter stehenden Absolutwerte der Wassermengen vergegenwärtigt.

Das Nebelwasserangebot hat für die Gipfel- und Kammlagen und für die Hochlagenverebnungsflächen bzw. für die zu Tal streichenden Riegel der Berglagen standörtlich eine erhebliche Bedeutung als Wuchsfaktor. Es erklärt z. T. den großen Quellreichtum der oberen Hänge, die Vernässungen der Hochlagenverebnungen und speist zusätzlich die Wasserversorgung der Hänge. Im Rahmen des Wasserhaushaltes eines größeren Landschaftsteiles spielt es dagegen eine untergeordnete Rolle.

Abschließend seien noch einige Augenbeobachtungen angeführt, die während ergiebiger Nebelablagerungen in dem Kammlagenwalde am Gr. Falkenstein gemacht wurden.

den: a) In den Hochlagen ist die Überschirmung aus natürlichen, klimatischen Gründen herabgesetzt. Durch Auslese überwiegen die spitzkronigen Fichten. Der Nebelniederschlag konzentriert sich also zunächst nur auf die überschirmte Fläche, wo er an den Fichtenkronen abgesetzt wird. Die schirmfreien Flächen werden nur indirekt über abgeschütteltes und verwehtes oder am Boden abfließendes Nebeltropfwasser versorgt. Eine Übertragung von Meßwerten unter Bäumen auf die mittlere Flächeneinheit ist daher unzulässig. b) In verebneten Hochlagen ist die Windgeschwindigkeit im Wipfelraum stark gebremst. Im Bestandsraum driften die Nebeltröpfchen selbst bei kräftigem Oberwind nur langsam. Der Nebelniederschlag stammt daher dort fast nur aus dem Wipfelraum. Daher erhalten Hochlagenwälder in Verebnungen gegenüber der luvseitigen Kammzone relativ wenig Nebelniederschlag. c) Während bei langsamem Nebelzug der Nebelniederschlag stetig in den Wald tropft, kommt es bei Sturm zu schauerartigem, großtropfigem Abregnen des ausgefilterten Nebelwassers und zu örtlich großer Niederschlagsdichte. Exponierte Einzelbäume in den windstarken Gipfel- und Kammlagen dürften örtlich ein Mehrfaches der hier abgeleiteten maximalen Nebelniederschlagswerte verursachen.

Literatur

1. BARY, E. DE, u. MÖLLER, F.: Über die Höhenverteilung der Wolken bei verschiedenen Wetterlagen. Meteorologische Rundschau **9**, 130-134 (1956). — 2. BAUMGARTNER, A.: Temperatur und Niederschlagsverteilung im Bergwald. La Météorologie, IV. Serie, Nr. 45/46, 251-256 (1957). — 3. BAUMGARTNER, A.: Zur Höhenabhängigkeit von Regen- und Nebelniederschlag am Gr. Falkenstein (Bayer. Wald). UGGI, Comptes Rendus et Rapports-Assemblée générale de Toronto 1957, Tome I. 529-534, Gentbrügge 1958. — 4. BAUMGARTNER, A.: Die Regenmengen als Standortsfaktor am Gr. Falkenstein (Bayer. Wald). Forstwiss. Centralbl. **77**, 230-237 (1958). — 5. BAUMGARTNER, A.: Regen, Nebel und Schnee als Standortsfaktor am Gr. Falkenstein. Wiss. Mitt. Meteorologisches Institut München 1958 (im Manuskript). — 6. BAUMGARTNER, A., u. HOFMANN, G.: Elektrische Fernmessung der Luft- und Bodentemperatur in einem Bergwald. Archiv f. Meteorologie, Geophys. u. Bioklimatologie, Serie B, **8**, 215-230 (1957). — 7. BAUMGARTNER, A., KLEINLEIN, G., u. WALDMANN, G.: Forstlich-phänologische Beobachtungen und Experimente am Gr. Falkenstein. Forstwiss. Centralbl. **75**, 290-303 (1956). — 8. DELFS, J.: Die Niederschlagszurückhaltung im Bergwald. Mitt. d. Arbeitskreises Wald und Wasser, Nr. 2, Koblenz 1955. — 9. GEIGER, R.: The modification of microclimate by vegetation in open country and in hilly country. Arid Zone Research **11**, Proceedings of the Canberra Symposium 1956, 255-258, UNESCO Paris 1958. — 10. GEIGER, R.: Das Wasser in der Atmosphäre als Nebel und Niederschlag. Handbuch der Pflanzenphysiologie, 3. Bd., 43-63, Springer Verl. Berlin 1956. — 11. GRUNOW, J.: Nebelniederschlag. Bedeutung und Erfassung einer Zusatzkomponente des Niederschlags. Berichte d. D. Wetterdienstes US-Zone, Nr. 42 (1952), 30-34. — 12. GRUNOW, J.: Kritische Nebelfroststudien. Archiv f. Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Serie B, 389-419 (1953). — 13. GRUNOW, J.: Bedeutung und Erfassung des Nebelniederschlags. UGGI, Ass. Int. Hydr. Sci. Assemblée gén., Rom 1954. — 14. GRUNOW, J.: Der Niederschlag im Bergwald. Niederschlagszurückhaltung und Nebelzusatz. Forstwiss. Centralbl. **74**, 22-36 (1955). — 15. Vergleichende Messungen des Nebelniederschlags. UGGI, Ass. Int. Hydr. Sci. Assemblée gén., Toronto 1957. Umdruck Meteor. Observatorium Hohenpeißenberg. — 16. GRUNOW, J.: Kritik des Nebelfängers. Zur Methode der Messung des Nebelniederschlags. Techn. Mitt. d. Instrumentenwesens d. D. Wetterdienstes N.F. Nr. 4 (1958), 60-68, Hamburg 1958. — 17. JAAG, O.: Algen und Flechtenvegetation auf der Rinde von Bäumen. Ein Beitrag zur Kryptogamenflora der Schweiz. **9**, Heft 3, 373-377, Bern 1945. — 18. LAMPADIUS, G.: Nebelfrostablagerungen sowie Tau- und Nebelniederschlag. Versuch einer grundsätzlichen Begriffsbildung. Thar. Forstl. Jahrb. **92**, 545-571 (1941). — 19. LINKE, F.: Niederschlagsmessungen unter Bäumen. Meteorol. Zeitschr. **53**, 140-141 (1916). — 20. RINK, J.: Die Schmelzwassermengen der Nebelfrostablagerungen. Wissenschaftl. Abhandl. d. Reichsamtes f. Wetterdienst Nr. 7, Berlin 1938. — 21. RUBNER, K.: Der Nebelniederschlag im Wald und seine Messung. Thar. Forstl. Jahrb. **83**, 121- (1932) u. **86**, 330-342 (1935). — 22. STIFTER, A.: Die Mappe meines Urgroßvaters (die Schilderung der Raufrostkatastrophe nur in der Urfassung).

Di

(Veröff

Impfversu
teils mit F
turen vorg
In einzeln
Versuch d
waren die
Dies li
pilzen Ku
Boden mö
Nähr- und
rasche Au
Torfmull,
ferennade

In eine
Zusatz ein
300 ml Erle
laubstreu, l
bendwaldm
Mischung c
(Niedermoc
Wasser befo
mit Reinku
Gruppe a m
beimpft. Da
Kulturen w
die aus G
zeigte, daß
ferner, daß
tum einen
keitsgrad ei

Ein w
Hinblick z
erweisen, c
dingt erfor
durch gewo
allelreihen
und unste
auch mit z
in Agrarki
wiesen sich