



## **Berichte des Deutschen Wetterdienstes**

# **5**

### **Verdunstungs- und Taumessungen im Afrika**

von  
Dr. Georg Boss



Zitationsvorschlag:

Boss, Georg: Verdunstungs- und Taumessungen in Afrika. - Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, 1953

(Berichte des Deutschen Wetterdienstes ; 5)

ISSN der Onlineausgabe: 2194-5969

ISSN der Druckausgabe: 0072-4130

---

## Nutzungsbedingungen



Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz

Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Mit der Verwendung dieses Dokumentes erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

---

Herausgeber und Verlag: :

Deutscher Wetterdienst  
Frankfurter Straße 135  
D- 63067 Offenbach am Main

Internet: [www.dwd.de](http://www.dwd.de)

Mail: [bibliothek@dwd.de](mailto:bibliothek@dwd.de)

## Inhalt

A. Verdunstungsmessungen in Südwest-Afrika .....	S. 3
1. Meßmethode .....	3
2. Messungen in Swakopmund .....	4
3. Messungen in der inneren Namib .....	5
4. Messungen im Farmgelände Südwest-Afrikas .....	6
B. Zur Methodik der Taumessung .....	8
1. Messungen mit ausgelegten Tauplatten .....	8
2. Messungen mit einem selbstkonstruierten Tauschreiber .....	9
3. Messungen mit lebenden Pflanzen .....	10
C. Nebel und Taufall im Küstengebiet Nordafrikas (Cyrenaika, Marmarika, Nordägypten) .....	13
1. Messung des Taufalls .....	13
2. Tau und Nebel .....	13
Schlußwort .....	14
Literatur .....	14

## A. Verdunstungsmessungen in Südwestafrika

### 1. Meßmethode

In der Farmwirtschaft der warmen und trockenen Gebiete kommt der Wasserfrage vor allen anderen Faktoren die größte Beachtung zu. In den meisten Fällen ist hier die Niederschlagstätigkeit auf eine verhältnismäßig kurze Zeit beschränkt, die von der langandauernden Trockenzeit abgelöst wird. Zudem fallen in den kurzen Regenzeiten die Niederschläge fast immer in Form heftiger Regengüsse, so daß ein erheblicher Teil der Wassermenge an der Oberfläche abläuft und so dem Boden verloren geht. Man ist deshalb bemüht, das nutzlos ablaufende Wasser aufzufangen und aufzuspeichern und sodann die in Stauanlagen gesammelten Wasservorräte vor allen möglichen Verlusten zu sichern. Neben der Versickerung in den Untergrund spielt die Verdunstung der freien Wasseroberfläche eine große Rolle. Z. B. muß der Südwestfarmer bei der Anlage von Stauanlagen berücksichtigen, daß in Südwestafrika die mittlere Verdunstungshöhe pro Jahr 2500 mm beträgt. Eine Vernachlässigung dieses Faktors könnte seinem Viehbestand oder auch seinen unter künstlicher Bewässerung stehenden Kulturen verhängnisvoll werden.

Zur Bestimmung der Verdunstungshöhe einer freien Wasserfläche wird außer der Wild'schen Waage vielfach ein in Höhe der Erdoberfläche untergebrachtes Wasserbecken benutzt. Diese Einrichtung scheint bei Anwendung einheitlicher Maße auch unter verschiedenen Klimaten vergleichbare Ergebnisse zu liefern. Jedenfalls lassen sich bestimmte Beziehungen zwischen den so festgestellten Verdunstungsbeträgen unter den auf Grund von Niederschlagshöhe und Abflußmenge gewonnenen Zahlen (1) aufweisen.

Dieser Einrichtung haben die meist zur Bestimmung der Verdunstungsgröße gebrauchten Evaporimeter und Atmometer den großen Vorteil voraus, daß sie mit weit geringeren Wassermengen arbeiten. Das hat allerdings zur Folge, daß sich die in den Apparaten befindliche Flüssigkeitsmenge weitaus schneller auf die Außentemperatur einstellt, als dies bei den größeren Massen der Wasserbecken der Fall sein kann. Da nun die Verdunstungshöhe weitgehend von der Temperatur des Wassers abhängig ist, weichen die mit Hilfe der beiden verschiedenen Apparaturen gewonnenen Werte ganz beträchtlich voneinander ab. Außerdem sprechen die Evaporimeter weitaus stärker auf Windschwankungen an, als dies bei einer freien Wasserfläche möglich ist. Durch die Unterbringung der Evaporimeter in der Thermometerhütte wird der Einfluß des Windes wohl etwas gemindert; aber selbst dann weisen die gewonnenen Werte noch große Unterschiede auf, die hauptsächlich von der Stellung der Thermometerhütte zur vorherrschenden Windrichtung bedingt werden.

Die Evaporimeter, die bisher zur Bestimmung der Verdunstungsgröße in verschiedenen Klimaten Verwendung fanden, unterschieden sich nun vor allem in der Konstruktion und Beschaffenheit der verdunstenden Oberfläche ganz wesentlich voneinander. Aus diesem Grunde konnten sie auch keine Ergebnisse liefern, die miteinander vergleichbar sind. Um vergleichbare Zahlen über die Verdunstungsgröße in verschiedenen Klimaten zu erhalten, muß man sich entscheiden, irgend einen der gebräuchlichen Apparate zu verwenden

und die so erhaltenen Werte zu der Reaktionsweise der in diesen Klimaten vorkommenden Gewächse in Beziehung zu bringen. Denn den Pflanzenphysiologen wie auch den praktischen Landwirt interessiert hauptsächlich die Frage, ob eine bestimmte Kulturpflanze, deren Einführung in ein neues Anbauggebiet geplant ist, überhaupt zusagende Verhältnisse in dem dafür vorgesehenen Gelände antreffen wird. Und hierbei kommt der Verdunstungsgröße eine oft ausschlaggebende Bedeutung zu.

Sobald aber das Problem der Verdunstung nicht mehr allein von der physikalischen Seite her, sondern auch von physiologischen Gesichtspunkten aus gesehen wird, erscheint es einer praktischen Behandlung zugänglich. Es muß nur geprüft werden, ob das ausgewählte Instrument in seiner Reaktionsweise den transpirierenden Blattorganen wirklich entspricht. Aerodynamische Erwägungen, ob die Form des Verdunstungskörpers flächen- oder kugelförmig sein muß, spielen aus dem gleichen Grunde ebenso wenig eine Rolle. Es genügt die Feststellung, daß der Verdunstungsgang der untersuchten Pflanzen und der des benutzten Evaporimeters zumindest in großen Zügen parallel läuft.

Bei seinen Untersuchungen in Südwest-Afrika verwendete der Verfasser das Piche-Evaporimeter mit Kreisrunden, flachen Scheiben aus grünem Fließpapier. Sowohl das Gerät als auch die mit ihm gemachten Erfahrungen wurden bereits an anderer Stelle (2) besprochen. Es darf nur noch hinzugefügt werden, daß sich dieses Evaporimeter gerade dadurch besonders für pflanzenphysiologische Versuche eignet, daß es stark auf die Strahlung anspricht. Jedenfalls läßt dieses Evaporimeter weit wertvollere Rückschlüsse zu, als sie uns die erwähnten Verdunstungsmessungen an freien Wasserflächen geben können: denn hier kommt nur ein Teil der Strahlungsintensität zur Geltung, da durch Reflexion ein erheblicher Betrag verloren geht und so ohne Wirkung bleibt.

Die Meßplätze wurden unter Beachtung des Ziels der Messungen, nämlich die Faktoren, von denen die Verdunstungsgröße abhängt, zu erkennen, sorgfältig ausgewählt. Temperaturverteilung, Windstärke und Lichtgenuß müssen dem Durchschnitt der Umweltsbedingungen entsprechen. Auf diese Weise ist es möglich, auf Grund von Verdunstungsmessungen die Aussichten für die Kultur bestimmter Pflanzen, deren Reaktionsweise natürlich bekannt sein muß, wenigstens in großen Zügen zu beurteilen.

Um über längere Zeiträume hindurch Vergleiche mit der Transpirationsgröße der Pflanzen und dem Verdunstungsbetrag des Piche-Evaporimeters durchzuführen, mußte erst eine geeignete Versuchspflanze gefunden werden. Während die Fließpapierscheibe des Apparates — nur bei dem Modell des Office National Météorologique (O. N. M.) — selbst unter extremsten Bedingungen immer genügende Wasserzufuhr erhält, ist dies keineswegs bei allen Pflanzen der Fall. Hat nämlich eine Pflanze einen bestimmten Betrag des in ihr enthaltenen Wassers verloren, dann kommen Einrichtungen zur Herabsetzung der Transpiration zur Wirkung, die sich im Schließen der Spaltöffnungen, Einrollen der Blätter usw. zeigen; denn bei starkem Was-

serentzug vermögen die Wurzeln das verlorengegangene Wasser nicht mit der gleichen Geschwindigkeit wieder zu ersetzen. Die Verdunstungswerte, die bei ungehemmter Transpiration zunächst parallel mit dem Gang eines gleichzeitig aufgestellten Evaporimeters verlaufen, werden dann von dem Zeitpunkt an, in dem eine Transpirationseinschränkung beginnt, starke Abweichungen aufweisen.

Im „South African Journal of Science“ (1937) und in einer vor kurzem erschienenen Arbeit (2) berichtete der Verfasser über eine Reihe Südwestlicher Pflanzen, die ohne Schädigung völliges Austrocknen vertragen und bei erneuter Wasserzufuhr sofort ihre Lebenstätigkeiten wieder aufnehmen können. Bei Versuchen, die mit diesen „poikilohydran“ Pflanzen durchgeführt wurden, zeigte es sich, daß selbst bei starkem Wasserentzug

keinerlei Einrichtungen zur Herabsetzung der Verdunstung festzustellen waren. Erst wenn der Wassergehalt bis auf einen bestimmten, sehr geringen Prozentsatz abgesunken war, setzte ein plötzlicher Abfall der Verdunstungshöhe ein, was auch äußerlich im Einrollen und Zusammenschumpfen der Blätter und Stengel zum Ausdruck kommt.

Mit diesen Pflanzen nahm der Verfasser nun eine Art „Eichung“ des Piche-Evaporimeters vor. Zu diesem Zweck wurden die ausgewählten Versuchspflanzen mit der anhaftenden Erde sorgsam ausgegraben und so in einen Gummiballon eingeführt, daß der obere feste Ring den Wurzelhals eng umschloß und eine unmittelbare Wasserabgabe der Wurzeln und der daran haftenden Erde verhinderte (Abb. 1).



Abb. 1  
Versuchspflanzen (*Craterostigma plantagineum*) in Gummiballons.

Bei größeren Pflanzen wurden Blechbehälter benutzt; die mit Erde bedeckten Wurzeln wurden durch Plastilin abgeschlossen und sodann noch mit einer dünnen Paraffinschicht überzogen. Entsprechend der Größe des Gefäßes ließ sich auch eine größere Menge von feuchter Erde unterbringen, so daß die Versuchsdauer auf längere Zeit ausgedehnt werden konnte. Die so behandelten Pflanzen wurden nun wieder an ihrem natürlichen Standort eingegraben und in einem bestimmten Zeitabstand auf einer empfindlichen Waage gewogen. Die Verdunstungsgröße wurde nur auf 1/100 g genau bestimmt.

Neben den Versuchspflanzen wurden Evaporimeter aufgestellt, und zwar so, daß der verdunstende Teil des Apparates sich in der gleichen Höhe wie die Blätter der Pflanzen befand. Die Versuche erbrachten als Ergebnisse eine weitgehende Parallelität zwischen den Werten des Piche-Evaporimeters und dem Verdunstungsgang der Versuchspflanzen (2).

Die mit Hilfe des Piche-Evaporimeters ermittelten Verdunstungsverhältnisse in Südwestafrika werden nachfolgend beschrieben.

## 2. Messungen in Swakopmund

Um alle einzelnen Faktoren, von denen die Verdunstungsgröße abhängt, in ihrer Wirksamkeit erkennen zu können, wurden in Swakopmund (Übersichtskarte Abb. 2) ein ganzes Jahr hindurch Meßserien mit verschiedenen Evaporimetern durchgeführt. Dabei leisteten die Schüler der Deutschen Höheren Schule in Swakopmund wertvolle Hilfe, indem sie zahlreiche Ableisungen selbständig vornahmen. Die Messungen wurden

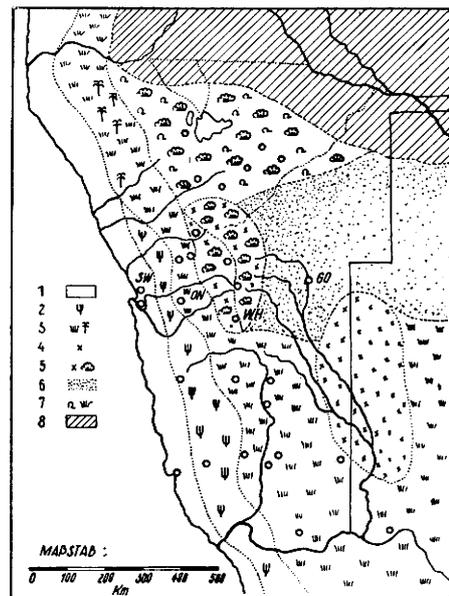


Abb. 2  
Vegetationskarte von Südwestafrika  
SW = Swakopmund      Go = Gobabis  
On = Onanis            Wh = Windhuk

- 1 Sand- oder Steinwüste
- 2 Wüstenartige Gebiete mit Sukkulenten
- 3 Grassteppe mit zerstreut stehenden Sträuchern, im Norden mit Ovamboland-Palmen (*Hyphaene ventricosa*)
- 4 Grassteppe mit Dornsträuchern
- 5 Grasreiche Dornbusch- und Baumsteppe
- 6 Busch- und Baumsteppe des Sandfeldes und der mittleren Kalahari
- 7 Baum- und Buschsteppe, großenteils aus breitlaubigen Gehölzen bestehend
- 8 Trockenwald mit mittelhohen bis hohen Bäumen

in der Nähe des Meeresstrandes durchgeführt. Die Ablesungen erfolgten um 7.30, 13.45 und 18.30 Uhr. Über die dabei erhaltenen Zahlenwerte hat bereits H. Walter (3) berichtet; er gibt hier die Tagesverdunstung und die Verdunstung während der Nachtstunden wieder, ebenso die mittleren Verdunstungswerte für die einzelnen Monate.

Der Tagesverlauf der Verdunstung ist in Swakopmund starken Schwankungen unterworfen. Besonders das Auftreten von Nebel, der sich in allen Monaten des Jahres zeigt, und das Einsetzen stärkerer Land- und Seewinde beeinflussen den Ablauf der Verdunstung in sehr unterschiedlicher Weise. Die stündlichen Verdunstungswerte an einem Oktobertag (28. 10. 34), die in Abb. 3 graphisch dargestellt sind, sprechen auf

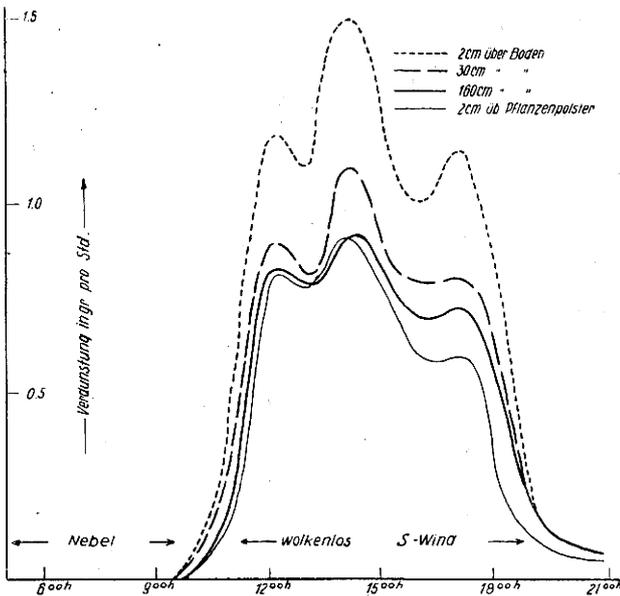


Abb. 3

Der Gang der Verdunstung in Swakopmund am 28. 10. 1934

diese Faktoren deutlich an. Die vier benutzten Evaporimeter waren in 2 cm, 30 cm und 160 cm Höhe aufgehängt; das vierte Evaporimeter befand sich 2 cm über einem Pflanzenpolster (Aizoon Dinteri).

Die Veränderungen der äußeren Faktoren kommen im Verlauf der Verdunstungskurven klar zum Ausdruck, dabei verlaufen die einzelnen Linienzüge parallel zueinander. Die höchsten Verdunstungswerte werden in 2 cm Höhe erreicht. Die Sonneneinstrahlung bewirkt eine starke Erhitzung des Bodens, so daß auch die untersten Luftschichten sehr hohe Temperaturen annehmen. Der Austausch mit den höher gelegenen Luftschichten ist bei den starken Temperaturunterschieden verhältnismäßig groß, so daß durch das Aufsteigen der erwärmten Bodenluft auch noch in 30 cm Höhe ziemlich hohe Verdunstungswerte erreicht werden. Wesentlich geringer ist die Verdunstung in 160 cm Höhe.

Es zeigt sich hier, daß die Wirkung des Windes weit aus geringer ist als die große Temperaturerhöhung in Bodennähe. Allerdings besitzt der vom Ozean kommende Wind nur verhältnismäßig niedere Temperatur, beim Vorüberstreichen über das kalte Auftriebswasser der Benguellaströmung ist er erheblich abgekühlt worden. Deshalb ist trotz der stärkeren Windbewegung in größerer Höhe die Verdunstung bei den extrem hohen Bodenwerten der bodennahen Luftschichten wesentlich erhöht.

Auffällig gering ist die Verdunstung über dem Pflanzenpolster. Die Ursache kann nicht in einer hö-

heren Luftfeuchte über dem Pflanzenpolster liegen; denn die Transpiration dieser Gewächse ist sehr gering. Vielmehr ist die niedere Verdunstungshöhe auf die geringere Erwärmung der Pflanzenteile zurückzuführen; denn die Temperatur des Pflanzenpolsters ist wegen der höheren Albedo wesentlich tiefer als die des benachbarten kahlen Bodens, da der weitaus größere Teil der Strahlen reflektiert wird. Daher ist der in der Wüste so verbreitete Polsterwuchs der sicherste Schutz gegen übermäßige Verdunstung.

Die gleichen Verhältnisse treffen wir an den meisten Tagen des Jahres an. Als Beispiel für den Ablauf des Verdunstungsganges über eine längere Zeit hin können die Ende November bis Anfang Dezember 1934 durchgeführten Messungen (Abb. 4) dienen. Die drei-

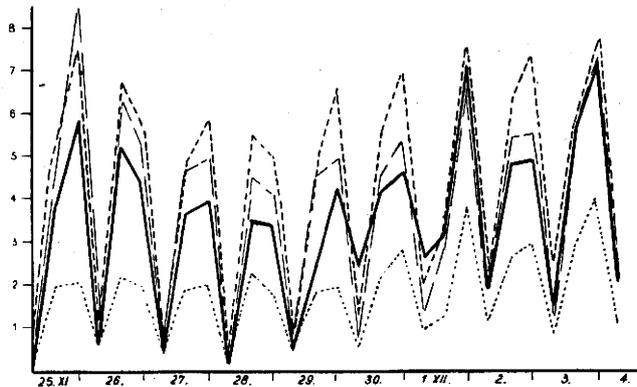


Abb. 4

Verdunstungsmessungen mit 4 Piche-Evaporimetern in Swakopmund (25. XI. bis 4. XII. 34)  
Die Ablesungen erfolgten dreimal täglich (7.30; 13.45; 18.30 Uhr)  
— 2 cm über Pflanzenpolster (Aizoon Dinteri)  
- - - 3 cm über dem Boden einer flachen Senke  
..... 2 cm über dem Boden  
— 160 cm über dem Boden

mal täglich gemachten Ablesungen (7.30, 13.45 und 18.30 Uhr) sind getrennt eingetragen, so daß die Gesamtverdunstung während 24 Stunden durch Addition der drei Werte ermittelt werden muß. In den Morgenstunden breitete sich an diesen Tagen fast täglich eine dünne Nebeldecke aus, während von Norden her eine leichte Brise wehte. Gegen Mittag brach ausnahmslos die Sonne durch, die bei stärkerem Südwestwind bis zum Untergang ungestört einstrahlen konnte. Nebel setzte erst wieder im Laufe der Nacht ein. Am 1. XII. und 3. XII. herrschte in den Nachmittagsstunden recht stürmischer Südwest. Der Einfluß der starken Luftbewegung kommt in dem Ansteigen der Verdunstungswerte des in 160 cm Höhe aufgehängten Evaporimeters zum Ausdruck; dabei wird die Verdunstungshöhe der bodennahen Luftschichten erreicht.

An Ostwindtagen, wenn die trockene Luft des Inneren bis zum Meere vorstößt und beim Absinken Temperaturen bis über 40° C annimmt, liegen die Verdunstungswerte in 160 cm Höhe noch über denen in Bodennähe. In diesem Fall sind die Temperaturunterschiede und dementsprechend die relativen Feuchten der einzelnen Luftschichten nur gering, so daß sich die stärkere Luftbewegung in 1,6 m deutlich bemerkbar macht. An solchen Tagen gehen die Verdunstungswerte sprunghaft in die Höhe und können das 6-8fache der Verdunstungsmenge des Vortages erreichen. Bei längeren Ostwindperioden stellen die täglichen Verdunstungswerte von 22-26 ccm eine schwere Belastung des Wasserhaushalts selbst der widerstandsfähigsten Wüstenpflanzen dar.

### 3. Messungen in der inneren Namib

Aus technischen Gründen war es nicht möglich, im Inneren der unbewohnten Wüste fortlaufend Verdun-

stungsmessungen mit dem Piche-Evaporimeter durchzuführen. Im Verlaufe von vier Jahren wurden jedoch zu allen Jahreszeiten mehr als 100 Ablesungen über den Tagesverlauf der Verdunstungshöhe gemacht, so daß eine Schätzung der hier erreichten Werte mit einiger Sicherheit möglich ist.

Bei der Auswertung der Ergebnisse zeigte sich, daß die an der Küste gemachten Erfahrungen über die Wirkungen der einzelnen Faktoren auf die in der eigentlichen Wüste herrschenden Verhältnisse nicht ohne weiteres übertragbar waren. In größerer Entfernung von der Küste ist die vertikale Temperaturverteilung ganz anders ausgebildet, und außerdem läuft der Temperaturgang in völlig verschiedener Weise.

In dem Küstenstreifen, der dem Meer benachbart liegt, treten in der Mehrzahl der Tage länger andauernde Nebel auf, die vor allem in den Nachtstunden sich weiter ins Innere ausbreiten. Dadurch wird eine stärkere Ausstrahlung verhindert, so daß selbst während der Nacht die Luftschichten in Erdbodennähe höhere Temperaturen aufweisen als die darüber lagernden Luftmassen. In der inneren Namib ist dagegen die Nebelhäufigkeit viel geringer. Bei der völlig klaren und trockenen Luft tritt starke Ausstrahlung ein, so daß die tiefsten Temperaturen in Erdbodennähe gemessen werden.

Außerdem werden tagsüber die von dem vorherrschenden Südwest-Wind landeinwärts geführten Luftmassen beim Vorbeistreichen über den hoch erhitzten Wüstenboden sehr schnell erwärmt, so daß eine derart schroffe Temperaturabnahme mit der Höhe, wie es in Swakopmund der Fall ist, nicht eintreten kann. Bei der geringen relativen Feuchte beeinflusst deshalb der Wind den Verdunstungsgang in weit stärkerem Maße.

Selbst an heißen Tagen erreichen die stündlichen Verdunstungswerte selten mehr als 2ccm. Die in Onanis (etwa 120 km von der Küste entfernt) an zwei aufeinanderfolgenden Tagen gemachten Messungen (Abb. 5) gehen jedenfalls nicht über diesen Wert hinaus. Da-

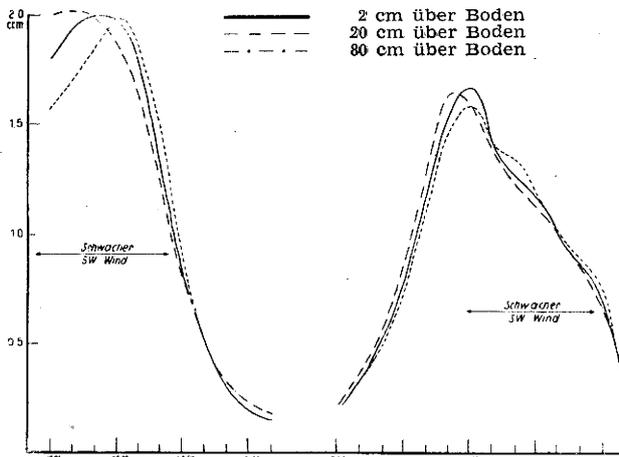


Abb. 5

Der Gang der Verdunstung in der Namib (Onanis) 120 km von der Küste entfernt an zwei aufeinanderfolgenden Tagen (Maximaltemperaturen 32,5 bzw. 27,0° C)

bei erreichte die Lufttemperatur am 1. Tag um 13.00 Uhr 32,5° C, am zweiten Tag dagegen nur 27° C. Allerdings ist in der heißen Zeit die Luftbewegung schwach, und auf diese geringe Windgeschwindigkeit sind auch die für eine extreme Wüste gar nicht so absonderlich hohen Verdunstungswerte zurückzuführen. In Swakopmund liegen an heftigen Ostwindtagen die stündlichen Höchstwerte weit über diesen Zahlen. Denn zu der stürmischen Luftbewegung kommt noch die beim Absinken bewirkte hohe Temperatur (Föhnwirkung)

dazu. Auf den Hochflächen selbst ist an solchen Tagen die Verdunstung nicht so extrem wie in Swakopmund, da hier die Eigentemperatur der Luft keine besonders hohen Werte erreicht.

Einen gewissen Einfluß auf die Verdunstung üben auch die Schwankungen des Dampfdruckes aus. Der Gang des Dampfdruckes an den beiden Tagen ist in Abb. 6 wiedergegeben. Die beiden Minima, besonders das Hauptminimum in den frühen Nachmittagsstunden, treten deutlich hervor.

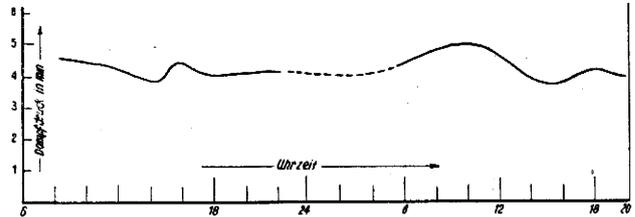


Abb. 6

Der Gang des Dampfdruckes in der Namib (Onanis) an den beiden Tagen, auf die sich Abb. 5 bezieht

#### 4. Messungen im Farmgelände Südwest-Afrikas

Erst in einer Entfernung von 200 km nach Osten werden die Niederschläge so hoch, daß der dadurch ermöglichte Pflanzenwuchs ausreicht, mit ziemlicher Sicherheit den Weidetieren das ganze Jahr hindurch genügend Nahrung zu liefern. Die Niederschläge sind aber auch hier nur auf wenige Monate des Südsommers beschränkt, während der übrige Teil des Jahres völlig regenfrei ist. Schon wenige Wochen nach dem Aufhören der letzten Regenfälle sind die meisten krautigen Pflanzen bereits vergilbt, so daß sich die Weidetiere fast ausschließlich an trockenes Futter halten müssen.

Die außerordentliche Trockenheit der Luft, die sich sofort nach Schluß der Regenzeit einstellt, bewirkt zusammen mit lebhafteren Winden eine starke Verdunstungstätigkeit. Besonders auffällig ist der Einfluß der ständigen Luftbewegung, wie die in Abb. 7 dargestell-

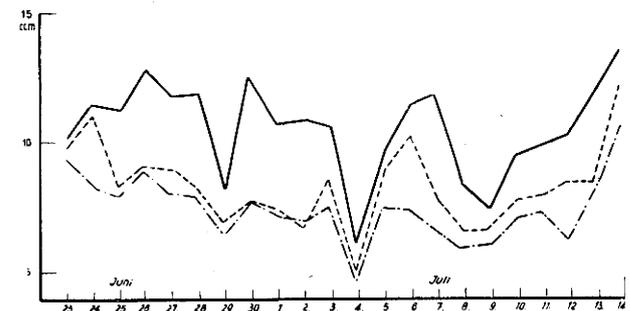


Abb. 7

Der Gang der Verdunstung in der Zeit vom 23. 6. bis 14. 7. 1936 auf einer Farm in der Nähe von Gobabis (täglich gemessen von 7,30 bis 19,30 Uhr)

— 160 cm über Boden  
 - - - 2 cm über Boden  
 - · - 2 cm über Boden, der mit zahlreichen Büschen bestanden ist

ten Verdunstungswerte zeigen. An den meisten Tagen herrschte klares, wolkenloses Wetter, nur am Nachmittag des 30. Juni und in der Zeit vom 5. bis 8. Juli zogen einzelne Wolkenfelder auf. Die Kurven geben die Tagesverdunstung zwischen 7.30 und 19.30 Uhr wieder. Bei den Beobachtungszeiten ist zu beachten, daß es sich um Johannisburger Zeit = Osteuropäische Zeit handelt, während Südwest seiner Lage nach eigentlich MEZ benutzen müßte.

Für die kühle Jahreszeit liegen die Verdunstungswerte ziemlich hoch. Die Sonneneinstrahlung hat geringeren Einfluß auf die Verdunstungshöhe als die

trockene und dauernd bewegte Luft. Daher sind im Gegensatz zu den in Swakopmund herrschenden Verhältnissen die Verdunstungsbeträge in 1,6 m weit höher als in den bodennahen Luftschichten. Bei der schwachen Windgeschwindigkeit unmittelbar über dem Erdboden wirkt sich auch der Windschutz des im dichten Gebüsch aufgehängten Evaporimeters gegenüber dem über kahlem Sand aufgestellten Apparat nur wenig aus.

Den Verdunstungswerten während der kalten Jahreszeit werden in Abb. 8 die Ergebnisse einer sich

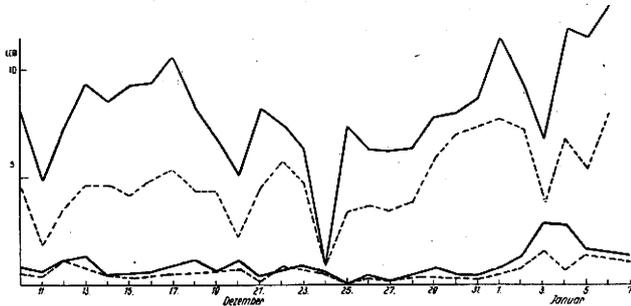


Abb. 8

Der Gang der Verdunstung auf einer Farm im „Sandfeld“ in der Zeit vom 10. XII. 35 bis 7. I. 36 (Südsommer). Die oberen Kurven stellen die Verdunstungsbeträge von zwei Piche-Evaporimetern während der Tagesstunden, die unteren Kurven die Verdunstung während der Nacht dar. ——— 2 cm über mit lockeren Grasbüscheln bestandenem Boden  
——— Die Art der Aufhängung dieses Evaporimeters wechselte:

In der Zeit vom 10. XII. bis 19. XII. 10 cm über kahlem Boden, In der Zeit vom 20. XII. bis 31. XII. 2 cm über kahlem Boden. In der Zeit vom 1. I. bis 7. I. 30 cm über kahlem Boden.

vom 10. XII. 1935 bis 7. I. 1936 erstreckenden Meßserie gegenübergestellt. Für diese Messungen, die auf einer etwa 100 km nordostwärts von Gobais gelegenen Farm des „Sandfeldes“ ausgeführt wurden, standen leider nur 2 Evaporimeter zur Verfügung. Um die Abhängigkeit der Verdunstungsgröße von der Höhe über dem Erdboden festzustellen, mußte deshalb der Standort eines Evaporimeters mehrfach gewechselt werden. So wurde für die letzte Zeit vom 10. XII. bis 19. XII. die Höhe von 10 cm, vom 20. XII. bis 31. XII. die Höhe 2 cm und schließlich in den letzten Tagen die Höhe 30 cm über unbewachsenem Boden gewählt. Das zweite Evaporimeter war inmitten dicht stehender

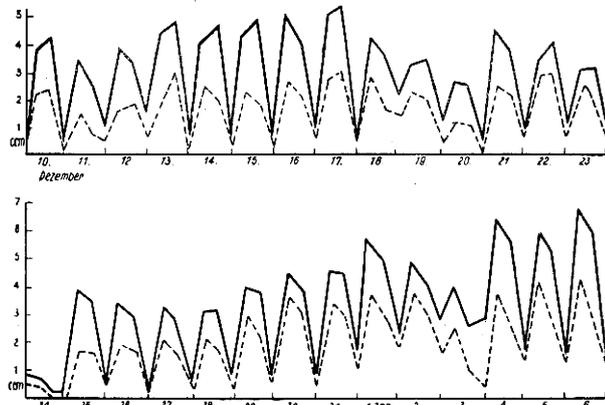


Abb. 9

Verdunstungsgang von zwei Piche-Evaporimetern auf einer Farm im „Sandfeld“ in der Zeit vom 10. XII. 1935 bis 7. I. 1936 (vergl. Abb. 8).

Die Ablesungen erfolgten dreimal täglich (7,30, 13,45 u. 18,30 h) ——— 2 cm über mit lockeren Grasbüscheln bestandenem Boden  
——— Die Art der Aufhängung dieses Evaporimeters wechselte:

In der Zeit vom 10. XII. bis 19. XII. 10 cm über kahlem Boden In der Zeit vom 20. XII. bis 31. XII. 2 cm über kahlem Boden In der Zeit vom 1. I. bis 7. I. 30 cm über kahlem Boden.

Grasbüsche untergebracht und blieb während der ganzen Versuchszeit an dieser Stelle.

Der Verdunstungsgang der beiden Piche-Evaporimeter für die Zeit vom 10. XII. 1935 bis zum 6. I. 1936 ist in Abb. 9 nochmals dargestellt. Während in Abb. 8 die Tages- und Nachtverdunstung als je ein Wert aufgezeichnet wurde, ist in Abb. 9 die Verdunstung so dargestellt, wie sie sich aus dreimal täglich vorgenommenen Ablesungen (um 7.30, 13.45 und 18.30 Uhr) ergibt. Diese Art der Darstellung erlaubt einen besseren Vergleich mit den in Abb. 4 aufgezeichneten Verdunstungsmessungen in Swakopmund, bei denen ebenfalls drei Ablesungen täglich vorgenommen wurden.

Bei den hohen Verdunstungswerten, die bereits in der kalten Jahreszeit erreicht werden, können die Wasserverluste der Evaporimeter in den heißen Monaten keineswegs als besonders groß bezeichnet werden. Innerhalb der Grasbüsche in 2 cm Höhe ist die Verdunstung sogar geringer. Hier zeigt sich der Einfluß des mehrfach von Regengüssen durchnässten Erdbodens. Selbst in 30 cm Höhe über dem Boden (vom 31. XII. bis 5. I.) ist die Verdunstung nicht übermäßig groß. An Tagen mit stärkerer Bewölkung, die meist erst gegen Mittag auftritt, sinken die Werte sogar erheblich ab, so am 2. und 3. I. (s. Abb. 8). An ausgesprochenen Regentagen (24. XII.) sind die Verdunstungsbeträge nur geringfügig.

Aus der großen Zahl der Verdunstungsmessungen, die im Laufe mehrerer Jahre zu allen Jahreszeiten und in den verschiedensten Teilen Südwestafrikas durchgeführt wurden, sollen in Abb. 10 und 11 noch zwei Beobachtungsreihen dargestellt werden. Diese Messungen wurden im Januar 1937 am Waterberg, einem etwa 250 km nordöstlich von Windhuk gelegenen Sandsteinplateau, durchgeführt.

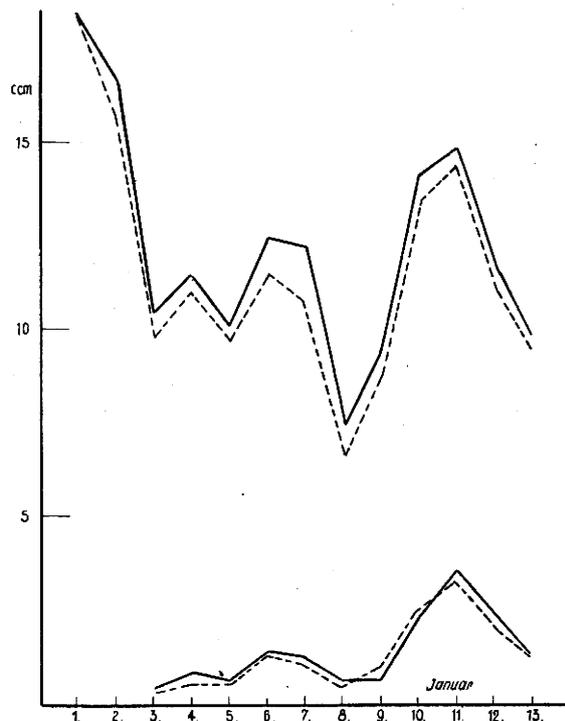


Abb. 10

Der Gang der Verdunstung am Waterberg vom 1. bis 13. I. 1937. ——— 100 cm über Boden ——— 50 cm über Boden. Die oberen Kurven stellen die Verdunstung während der Tagesstunden, die unteren die Verdunstung während der Nachtzeit dar.

In Abb. 10 treten wesentliche Unterschiede gegenüber dem Verdunstungsgang im Sandfeld (Abb. 8) nicht auf. Wie stark schon eine teilweise Bedeckung

des Himmels mit Wolken auf die Verdunstung einwirkt, zeigt der Kurvenlauf am 8. I. 1937.

Auch in Abb. 11 tritt das Aufkommen von Wolkenfeldern deutlich hervor. Die ersten Wolken erschienen zwischen 12.30 und 13.00 Uhr und bewirkten, daß die normalerweise noch weiter ansteigende Kurve schnell nach unten absank. Um 15.00 Uhr war der Himmel zum größten Teil zugezogen, und dementsprechend zeigte die Verdunstung auch relativ geringe Werte.

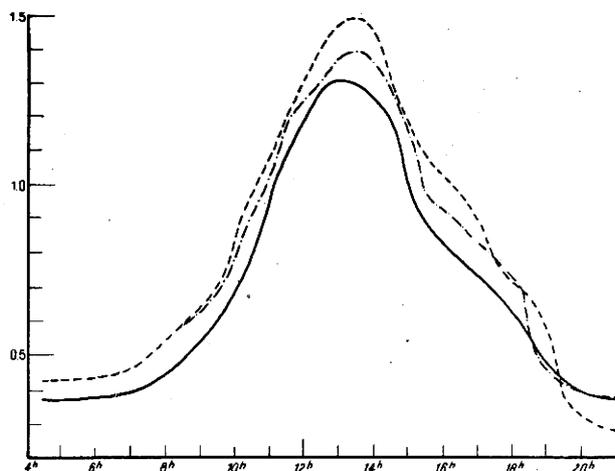


Abb. 11  
Der Gang der Verdunstung an einem Sommertag (Januar 1937) am Waterberg.  
— — — — — 100 cm über Boden  
- - - - - 50 cm über Boden  
- · - · - 5 cm über Boden  
Die Ablesungen erfolgten stündlich.

Alle diese Ergebnisse weisen auf die Bedeutung der Strahlung hin, der beim Verdunstungsgang der Piche-Evaporimeter ganz besondere Bedeutung zukommt. Auf die Strahlungsintensität auch in der Trockenheit sind die verhältnismäßig hohen Verdunstungswerte zurückzuführen, die in den angeführten Messungen auftraten.

Demgegenüber weisen die Verdunstungshöhen einer freien Wasserfläche starke Schwankungen auf. Die auf der Windhuker meteorologischen Station durchgeführten Beobachtungen stellten im Juni eine mittlere Verdunstungshöhe von 120 mm fest, im Dezember dagegen eine solche von 290 mm. Diese Zahlen weichen stark von den Verhältnissen ab, die mit Hilfe der Piche-Evaporimeter ermittelt werden. Der Verlauf der Verdunstung einer freien Wasserfläche in den einzelnen Monaten des Jahres ergibt sich aus der von Zelle gegebenen Kurve (Abb. 12).

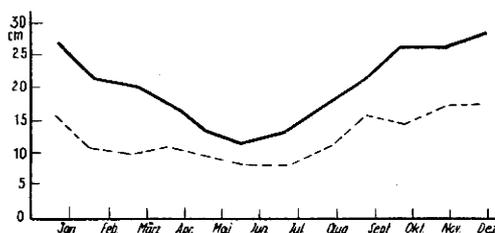


Abb. 12  
Mittlere Verdunstungshöhe in cm.  
— — — — — Windhuk (Jahr 248 cm)  
- - - - - Johannesburg (Jahr 151 cm).

## B. Zur Methodik der Taumessung

### 1. Messungen mit ausgelegten Tauplatten

Die pflanzenökologischen Untersuchungen, die der Verfasser über eine größere Zahl von Jahren hinweg in den Wüsten- und Steppengebieten Afrikas durchführte, ließen mit immer größerer Deutlichkeit die Bedeutung der Tau- und Nebelniederschläge für das Pflanzenleben gerade dieser ariden Gegenden hervortreten. Eine ganze Anzahl von Pflanzen vermögen hier mit Hilfe ihrer Blattoorgane den Tauniederschlag unmittelbar aufzunehmen, wieder andere können ihn nur auf indirektem Wege verwerten, indem ihre Wurzeln das von dem Felsgestein ihrer Umgebung abfließende Nebelwasser aufsaugen.

Um nun den Betrag der niedergeschlagenen Taumenge einigermaßen genau erfassen und ihn der als Regen niedergehenden Wassermenge gegenüberstellen zu können, wurde über eine längere Zeit hinweg die von Leick (4) vorgeschlagene Methode der Taumessung angewandt, bei der Tauplatten, die aus einem Gemisch von Gips und Kieselgur bestehen, in ein Zinkkästchen gebracht und im Gelände ausgelegt werden. Hierbei kann also nur die freie Oberfläche der Gips-Kieselgurplatte von dem niedergehenden Tau oder Nebel durchnäßt werden. Auf allen anderen Seiten setzen sich die Flüssigkeitströpfchen an den Wänden des Zinkkastens ab und müssen vor der Wägung entfernt werden.

Diese Leick'schen Platten haben leider den Nachteil, daß sie sehr leicht zerbrechen. Aus diesem Grund

de wurde ihnen bei der Herstellung zunächst ein höherer Prozentsatz (20 bis 25%) von Asbestfasern zugesetzt, die den Platten eine größere Festigkeit verliehen. Später wurden nur noch Platten aus reinem Asbest verwendet, die in der Handhabung wesentlich einfacher waren. Am zweckmäßigsten erwies sich eine Dicke von 3 bis 3,5 mm; dabei konnten selbst Niederschläge von 2 bis 3 mm völlig absorbiert werden.

Außerdem wurde durch den Übergang von der aus Gips und Kieselgur bestehenden Masse zu Asbest die Bestimmung des Ausgangsgewichtes der einzelnen Tauplatten vereinfacht. Die Leick'schen Platten nehmen bei hoher Luftfeuchte beträchtliche Wasserdampfmengen auf, so daß die Festlegung des Ausgangsgewichtes erst dann durchgeführt werden kann, wenn die Platten längere Zeit in einer gesättigten Atmosphäre untergebracht waren. Bei Asbestplatten sind die Schwankungen des Gewichtes entsprechend dem geringeren oder höheren Wasserdampfgehalt der Luft weit kleiner. Trotzdem muß auch hier von Zeit zu Zeit das Ausgangsgewicht neu bestimmt werden; denn mit dem Tau- und Nebelniederschlag setzen sich auch Salze ab, die mehr oder weniger hygroskopisch sind und infolge dieser Eigenschaft größere Wassermengen auf den Platten niederschlagen, als es dem wirklichen Taufall entspricht. Wie hoch oft der Betrag an auf diese Weise ausgeschiedenen Salzen ist, geht aus den in Swakopmund durchgeführten Analysen des Nebelwassers hervor (5). Um also richtige Werte zu erhalten, müssen die Tauplatten je nach besonderen Bedingungen des

Beobachtungsortes von Zeit zu Zeit ausgewechselt oder mit destilliertem Wasser ausgewaschen und gereinigt werden.

Längere Zeit arbeitete der Verfasser nach der von Leick vorgeschlagenen Methode, indem er allerdings an Stelle der Gips-Kieselgur-Platten die erwähnten Asbestscheiben in die entsprechend vorgerichteten Zinkkästen einlegte. Wie schon bei den Gipsplatten ergaben sich aber auch hier wesentliche Gewichtsabweichungen, selbst wenn die Platten unter den gleichen Bedingungen nebeneinander aufgestellt wurden. Es stellte sich dann auf Grund zahlreicher Versuchsreihen heraus, daß sich diese Gewichtsunterschiede einzig auf die Art und Weise zurückführen ließen, wie man die Asbestscheiben in die dafür vorgesehenen Zinkkästen einlegte. Schlossen die Ränder der Asbestplatten dicht an die Wand des Zinkbleches an, dann zeigte sich bei Versuchen auch immer das gleiche Gewicht. Sobald aber zwischen Asbest und Zinkwand größere oder kleinere Spalten offenblieben, traten beträchtliche Differenzen auf. Durch vergleichende Messungen wurde der Mehrbetrag auf 20-30% bestimmt. Durch diese Öffnungen vermag nämlich die Luft zu zirkulieren und einen Teil ihres Feuchtigkeitsgehaltes an der Unterseite der Asbestplatte wie auch auf der Innenwand des Zinkkastens abzusetzen. Um die technischen Schwierigkeiten des genauen Einpassens zu umgehen, wurden die Asbestplatten später ohne die besonders dazu angefertigten Zinkkästchen ausgelegt, so daß Ober- und Unterseite gleichmäßig von der Luft umspült wurden. Die Festigkeit der aus Asbest bestehenden Scheiben reicht völlig aus, um sie auf diese Weise aufzustellen. Außerdem wird auch beim Pflanzenblatt, für dessen Taugenuß ja gerade diese Tauplatten einen Anhaltspunkt geben sollen, Ober- und Unterseite von Tauperl- oder Nebeltröpfchen beschlagen.

Daraus ergab sich dann ganz natürlich folgende Aufstellungsart:

Sollte der Taufall innerhalb eines Zweiges oder Busches bestimmt werden, dann wurden die Platten zwischen kleineren Ästchen leicht eingeklemmt, bei festem und dichtem Blattwerk auch wohl unmittelbar auf die Blätter selbst gelegt. In gleicher Weise wurde bei krautigen Pflanzen, Grasbüscheln usw. verfahren. Um den Taufall in einer gewissen Höhe über dem Erdboden zu bestimmen, wurden 3 kurze Hölzchen oder Stäbchen in den Erdboden eingetrieben; über ihre oberen Enden wurden dann die Tauplatten in einer bestimmten Höhe oberhalb des Erdbodens gelegt. In dieser Art wurden täglich — natürlich mit Ausnahme der Regentage — 10 Asbestplatten dicht nebeneinander ausgelegt und ein halbes Jahr hindurch der Tauniederschlag durch Wägung bestimmt. Bei dieser Art der Aufstellung ergaben sich nur Differenzen von höchstens 10 Prozent, die bei Bestimmungen dieser Art schon in Kauf genommen werden müssen.

Versuche, den Einfluß der Färbung von Asbestplatten auf die Menge des abgeschiedenen Taus festzustellen, führten zum Ergebnis, daß kein Anlaß bestand, von der normalen grau-weißen Färbung abzugehen.

Leider hat diese Methode der Taumessung eine ganze Reihe von Nachteilen. Einmal müssen die Tauplatten sehr früh, zumindest noch vor Sonnenaufgang eingesammelt und gewogen werden. Dadurch kann ein noch später einsetzender Taufall der Bestimmung verlorengehen. Sodann wird bei gewissen Wetterlagen ein Teil der schon niedergeschlagenen Feuchtigkeit wieder verdampfen. Außerdem vermag die einfache Wägung der Platten nichts über den Zeitpunkt des Taufalls auszusagen. Ein gleichzeitig aufgestellter Hygograph, dessen Haarbündel in gleicher Höhe mit den Tauplatten steht, vermag hierbei zu helfen, jedoch kann er keine Auskunft über die Mengen des Tauniederschlags, die

zu einer bestimmten Zeit ausfallen oder wieder verdunsten, geben. Deshalb wurde noch ein Evaporimeter neben den Tauplatten untergebracht, aus dessen Wasserverlust die Verdunstungsgröße während der Nachtstunden mit einiger Genauigkeit ermittelt werden konnte.

Alle diese Unsicherheiten kommen bei der Benutzung eines selbstregistrierenden Taumessers in Wegfall. Daher arbeitete der Verfasser auch mit solchen „Drosographen“, von denen schon verschiedene Konstruktionen im Handel zu haben sind, und stellte mit ihnen Parallelversuche zu den gleichzeitig ausgelegten Asbestplatten an. Die Ursache für die dabei auftretenden Differenzen ist wohl hauptsächlich in der Art des für die Herstellung der Tauplatten verwandten Materials zu suchen. In einigen Fällen werden Metallplatten zum Auffangen der Tautropfen benutzt, wieder andere Systeme gebrauchen Scheiben aus Cellon oder ähnlichen Stoffen. Die Strahlungs- und Leitungsverhältnisse dieser so verschiedenartig gebauten Platten sind natürlich stark unterschiedlich. Außerdem fallen bei besonders starker Kondensation größere Tröpfchen von den glatten Scheiben ab, da die Haftfähigkeit des Wassers an den Metall- und Cellonscheiben dann nicht ausreicht.

Alle diese Gründe bewogen den Verfasser, einen Taumesser zu konstruieren, dessen Auffangfläche aus dem gleichen Asbest bestand, der auch zur Herstellung der oben erwähnten Tauplatten benutzt wurde.

## 2. Messungen mit einem selbst konstruierten Tauschreiber

Die von einer Anzahl Firmen in den Handel gebrachten Tauschreiber ließen sich nicht ohne weiteres durch das Anbringen von Asbestplatten umbauen, da deren Gewicht um ein Vielfaches höher ist als das der vorher verwandten Auffangflächen. Durch das Anbringen von Gegengewichten verringert sich aber andererseits die Empfindlichkeit der Anzeigeorgane ganz beträchtlich.

Diese Schwierigkeiten lassen sich leicht beheben, wenn man die Tauplatte mit einem Schwimmer verbindet, der in Wasser oder eine andere Flüssigkeit eintaucht und das Gewicht der Platte durch Verdrängen einer entsprechenden Flüssigkeitsmenge kompensiert. Damit der nach Art eines Aräometers arbeitende Schwimmer sich nur in einer senkrechten Linie auf und ab bewegt, ist er mit einem Hebelsystem verbunden, das sich in der Form eines Parallelogramms verschiebt. Auf der oberen Fortsetzung des Trägers ist die Asbestplatte angebracht, die durch zwei kleine Schrauben festgehalten wird. Der Ausgleich zwischen dem Gesamtgewicht des Schwimmers mit der Asbestplatte und dem Auftrieb wird durch Einfüllen von Schrotkörnern (Bleischrot) in die konisch zugehende Spitze des Schwimmers bewerkstelligt. Dadurch wird ein lotrecht Eintauchen des Schwimmers erreicht.

Bei dieser Konstruktion spielt das Gewicht der Tauplatte überhaupt keine Rolle mehr, da es durch Wegnahme oder Zufügen von Schrotkugeln ausgeglichen werden kann. Eine genaue Einstellung wird durch ein mit der Hebelübertragung verbundenes Laufgewicht oder eine regulierbare Spiralfeder ermöglicht. Deshalb kann auch die Fläche der zum Auffangen der Tautropfen dienenden Scheibe gegenüber den bisherigen Konstruktionen vergrößert werden.

Die verwandten Tauplatten wiesen eine Größe von 50 qcm auf. Durch eine Vergrößerung der Auffangfläche nimmt natürlich die Empfindlichkeit gegenüber Windstößen ganz beträchtlich zu. Das in die Flüssigkeit eintauchende Aräometer dämpft aber die durch Windstöße verursachten Bewegungen ganz beträchtlich ab.

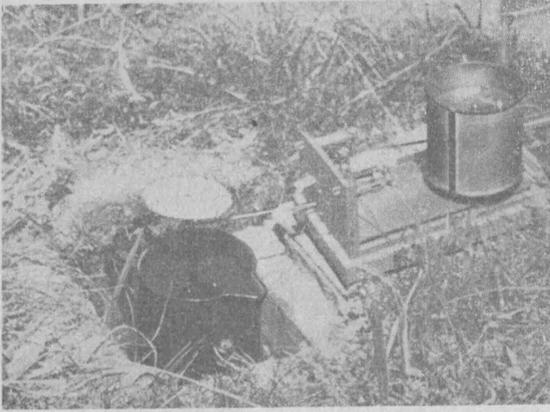


Abb. 13a

Registriergerät für Taumessungen

Von dem Aräometer ist nur der obere Teil, der die Tauplatte trägt, zu sehen. Um das mit Öl gefüllte Gefäß, dessen oberer Rand fast die Erdoberfläche erreicht, sichtbar zu machen, ist die Abdeckplatte, die mit abgestochenen Rasenstücken bedeckt ist, entfernt worden.



Abb. 13b

Registriergerät für Taumessungen

Nach dem Entfernen der Abdeckplatte wurde die gesamte Apparatur so weit angehoben, bis das Aräometer völlig sichtbar wurde.

Durch Verwendung einer stark viskosen Flüssigkeit wird die Aufzeichnung schwächerer Luftbewegungen völlig verhindert. Selbst bei Windgeschwindigkeiten von 6 bis 10 m/sek. weisen die Kurvenzüge nur einzelne schwächere Ausschläge auf. Dickes Motorenöl, dessen Viskosität je nach der jahreszeitlichen Temperatur wechseln muß; oder auch entsprechend schwerflüssiges Paraffinöl sind bei Wetterlagen mit lebhafterer Luftbewegung zu empfehlen.

Die Aufzeichnung erfolgt auf berußtem Glanzpapier, das um die Registriertrommel gelegt wird. Dadurch wird die Reibung der aufzeichnenden Spitze des Schreibhebels ganz beträchtlich vermindert. Außerdem besteht die Möglichkeit, durch entsprechende Zusammensetzung des Ölgemisches wesentliche Veränderungen des spezifischen Gewichtes, die durch Temperaturschwankungen hervorgerufen werden, zu vermeiden.

Nach dem Abnehmen des berußten Streifens muß eine Fixierung in Schellacklösung erfolgen. Zur Auswertung des Kurvenzuges wird sodann ein Deckblatt über den Streifen gelegt, das sofort ein Ablesen des Taufalls in Millimetern (mm) ermöglicht. Beim Anlegen des Deckblattes ist zu berücksichtigen, daß die Tauplatte im Laufe des Tages geringe Gewichtsschwankungen erleidet. Unter der Einwirkung der Sonneneinstrahlung und dem damit parallel laufenden Rückgang der relativen Feuchte sinkt das Gewicht der Asbestscheibe ab, und zwar bei der vorgeschlagenen Größe von 50 qcm um etwa 0,1 g gegen-

über dem Zustand bei einer Luftfeuchte zwischen 90 und 95%. Deshalb muß das Ableseblatt etwas nach oben gerückt werden, so daß die Nullpunktlinie bei 0,02 mm, entsprechend der Gewichtsschwankung von 0,1 g der 50 qcm großen Asbestscheibe, zu liegen kommt.

Wie zu erwarten war, zeigten die so gewonnenen Werte des Taufalls gute Übereinstimmung mit den durch Wägung der 100 qcm großen Asbestplatten erhaltenen Taumengen.

Anmerkung:

Bevor die Asbestplatten zu Versuchszwecken benutzt werden, müssen sie zunächst vorbehandelt werden, damit die Gewichtsschwankungen bei verschiedenen Feuchtegraden der Luft nicht allzu groß werden. Nachdem die käuflichen Asbestscheiben der geforderten Größe und Form entsprechend zurechtgeschnitten sind, werden sie einige Zeit kräftig durchgeglüht. Dabei entweichen gerade die Stoffe, die infolge ihrer hygroskopischen Eigenschaften zu stärkeren Gewichtsunterschieden führen. Nach dem Abkühlen werden die Platten in destilliertem Wasser gewaschen, an der Luft getrocknet und nochmals durchgeglüht. So behandelte Platten weisen nur geringe Gewichtsschwankungen auf.

Bei starken Regenfällen weichen die Asbestplatten völlig auf und verlieren leicht ihre Form. Um dies zu vermeiden, werden die Platten in zwei gleiche Hälften gespalten und sodann wieder zusammengepreßt, nachdem man ein dünnes Drahtnetz zwischen die halbierten Scheiben gelegt hat. Besonders bei den kreisförmigen Asbestplatten des Drosographen ist das Einlegen einer solchen Versteifung unbedingt erforderlich.

### 3. Messungen mit lebenden Pflanzen

Die gleiche Apparatur erlaubt auch, den Taugenuß verschiedener Pflanzen zu bestimmen und mittels der Registrierung in den einzelnen Phasen zu verfolgen. Zu diesem Zweck wird die Tauplatte durch ein kleines zylindrisches Gefäß aus Aluminiumblech ersetzt, das zur Aufnahme der Wurzeln der betreffenden Versuchspflanze dient. Die Öffnung selbst wird durch eine dünne Plastilinscheibe verschlossen. Die Wurzel wird eingeführt, durch einen kleinen Wattebausch in ihrer Lage gehalten und so in das Aluminiumgefäß eingesetzt. Vor dem Verschließen der Öffnung mit Plastilin wird eine entsprechende Menge Wasser oder bei längerer Versuchsdauer, Nährlösung zugesetzt. Das Gesamtgewicht dieser Versuchsanordnung wird durch Einfüllen von Bleischrot in das tragende Aräometer ausgeglichen, so daß die Schreibfeder an dem unteren Rand des Registrierstreifens zu stehen kommt.

Der Aluminiumzylinder mit der Pflanze wird erst in den Abendstunden vor dem Einsetzen des Taufalls aufgesetzt. Denn zu dieser Zeit ist die Luftfeuchte bereits so stark angestiegen, daß die Transpiration und damit der Gewichtsverlust durch Wasserdampfabgabe fast aufgehört hat.

Läßt man jedoch die Versuchspflanze den ganzen Tag über auf dem Drosographen stehen, dann geht ein erheblicher Teil des im Zylinder befindlichen Wassers durch Transpiration verloren. In den Abendstunden muß deshalb das verlorene Wasser ersetzt werden. Am zweckmäßigsten bedient man sich dazu einer Pipette, von der man so viel Wasser in den Zylinder auslaufen läßt, bis der Schreibhebel gerade anfängt, sich nach oben zu bewegen. Mit der Zunahme der relativen Feuchte wird allmählich die Transpiration ganz eingestellt, und die Kurve verläuft vor Einsetzen des Taufalls ein kleines Stück fast waagrecht. Dieser Teil des Linienzuges ist dann bei der Auswertung mittels des Deckblattes als Nullpunktlinie anzunehmen. Ver-

führt man auf diese Weise, dann kann die gleiche Pflanze über Tage und Wochen hin mit dem Registrierinstrument verbunden bleiben. Da die Pflanze, zumal bei Anwendung von Nährlösung langsam weiterwächst, muß die Größenzunahme der Blätter von Zeit zu Zeit nachgeprüft werden, damit eine Umrechnung der Taumenge auf die Flächeneinheit stattfinden kann.

Der Fehler, der durch Niederschlagen von Tautropfen auf der Außenwandung des Aluminiumzylinders entsteht, kann durch Anbringen einer Schutzhülle vermieden werden. Ein Kupfer- oder Messingzylinder, dessen Durchmesser um einige Millimeter größer als der des Aluminiumbehälters ist, wird so auf der Oberseite des Schutzgehäuses befestigt, daß sich der dann trocken bleibende Aluminiumzylinder innerhalb des gebildeten Ringes auf- und abbewegen kann.

Durch Ausmessen läßt sich die Blattfläche der Versuchspflanze leicht bestimmen. Damit wird ein Vergleich mit der Taumenge, die sich auf den Asbestplatten niedergeschlagen hat, möglich.

Bei Versuchen, die sich über mehrere Monate erstreckten, wurde dieses Verfahren als ziemlich zeitraubend empfunden. Daher wurde eine Abänderung in der Apparatur vorgenommen, die eine dauernde Beobachtung der Pflanzen erlaubte, ohne daß täglich die durch den Vorgang der Transpiration verbrauchte Wassermenge neu ersetzt werden mußte.

Das bei dieser Versuchsanordnung benutzte Aräometer (Abb. 14) ist seiner ganzen Länge nach von einem Metallrohr durchzogen, am oberen Ende des Rohres,

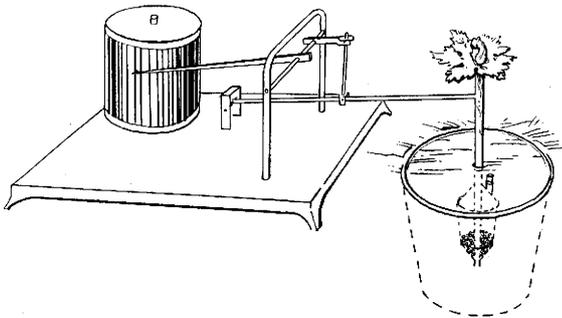


Abb. 14

Registrierenrichtung zum Bestimmen der auf einer Pflanze sich absetzenden Taumenge. Die mit Gras bedeckte Platte, die das mit Wasser gefüllte Gefäß nach oben hin abschließt, ist durch Schraffuren angedeutet.

das etwa 6 cm aus dem Aräometer hervorragt, ist ein Metallbügel befestigt, der rechtwinklig vom Rohr absteht und eine Länge von 10 cm besitzt. Diese Metallstange wird mit dem äußeren Hebel eines von Gambaetta konstruierten Drosographen verbunden, so daß jede nach oben oder unten gerichtete Bewegung des Aräometers über den Schreibarm des Instrumentes auf die Registriertrommel übertragen wird. Wohl beschreibt bei diesen Bewegungen das Aräometer einen leichten Kreisbogen, aber bei dem verhältnismäßig großen Radius von etwa 15 cm kann das kleine Stück des Kreisbogens ohne nennenswerte Fehler als Gerade angesehen werden.

Durch das obere Ende des Metallrohres (vergl. Abb. 14) wird nun das gesamte Wurzelsystem der Versuchspflanze hindurchgezogen, bis nur noch das oberhalb des Wurzelhalses stehende Stammstück aus der Öffnung hervorragt. Damit die Wurzeln bei diesem Vorgehen nicht verletzt werden, hüllt man sie zuvor in einen kleinen Wattebausch ein, der durch Lucker herumgelegte Baumwollfäden die Gestalt eines Zylinders von dem Durchmesser des Metallrohres erhält. An dem frei herabhängenden Ende des Fadens wird der zylinder-

förmige Wattebausch nun vorsichtig in die Röhre gebracht.

Auf dem Aräometer sitzt ein kleiner Abfüllstutzen, durch den Bleischrot zugeführt werden kann. Das Aräometer wird nun soweit beschwert, daß beim Eintauchen im Wasser nur noch 3—5 cm des Metallrohres herausragen. Auf diese Weise gelangt fast die gesamte Wurzel der Versuchspflanze unmittelbar in Wasser, während die oberen Teile des Wurzelwerks von der feuchten Watte umhüllt werden, die auf kapillarem Wege Wasser ansaugt. Dadurch vermag die Versuchspflanze das zur Transpiration nötige Wasser jederzeit aufzunehmen. Der Wasserstand in dem Tauchgefäß muß natürlich immer auf gleicher Höhe gehalten werden. Dies läßt sich am einfachsten dadurch erreichen, daß der Wasserbehälter ein möglichst großes Volumen besitzt, so daß die verbrauchte Wassermenge wenigstens für eine Reihe von Tagen keine Veränderung in der Höhe des Wasserspiegels hervorruft. Selbstverständlich muß die Oberfläche zur Verhinderung der freien Verdunstung mit einer dünnen Ölschicht bedeckt werden. Auch durch Regelung des Zulaufes mittels eines Schwimmers oder einer anderen Einrichtung kann der Wasserstand immer gleich hoch erhalten werden.

Sobald Taufall einsetzt und die Blätter der Versuchspflanze sich mit Wassertröpfchen bedecken, wird das Aräometer tiefer eintauchen und die Taumenge auf dem Registrierstreifen in entsprechender Höhe aufzeichnen. Mit dem Erscheinen der Sonne verdampfen die Tautropfen wieder und die Registrierkurve geht auf den alten Stand zurück.

Um die Menge des auf den Blättern niedergeschlagenen Taues richtig bestimmen zu können, wird vor Beginn der Beobachtungsreihe der Registrierstreifen geeicht. Durch Auflegen flacher Gewichtsstücke wie sie z. B. zum Wiegen der Pilotballons gebraucht werden, bringt man auf dem Streifen selbst Marken von je 1 Gramm Gewichts-differenz an. Aus dem Kurvenverlauf kann dann die Größe des Tauniederschlages ziemlich genau abgeschätzt werden.

Bei starkem Taufall oder reichlichen Nebelniederschlägen vermögen die Pflanzen nicht alle abgesetzten Wassertröpfchen festzuhalten. Es gibt aber auch Pflanzen, die ganz beträchtliche Taumengen festhalten, ohne daß ein Tröpfchen verlorengeht. Diese Pflanzen besitzen Blätter, die dicht mit Drüsenhaaren und hygroskopischen Überzügen versehen sind. Dadurch bleiben selbst größere Flüssigkeitsmengen an den Blättern haften und werden auch z. T. absorbiert. Als geeignete Versuchspflanze erwies sich der Farn *Ceterach cordatum* (der sog. Schuppen- oder Milzfarn), der völliges Austrocknen verträgt, ohne dabei Schaden zu erleiden. Die niedergeschlagenen Wassertröpfchen werden dabei fast völlig von den in trockenem Zustand ausgelegten Blättern absorbiert, so daß durch Wägung die gesamte Menge der Tau- und Nebelniederschläge erfaßt werden kann.

Bei der Berechnung der so erhaltenen Niederschlags-höhe ergaben sich wegen der veränderlichen Blattoberfläche, die dabei vom zusammengerollten Zustand in eine flach ausgebreitete Form übergeht, ganz beträchtliche Schwierigkeiten. Trotz der großen Absorptionsfähigkeit der Blätter wurde deshalb der Farn als Versuchspflanze aufgegeben. Es mußte eine Pflanze mit glatten Blättern gefunden werden, die ohne wesentliche Veränderung ihrer Gestalt unmittelbar die abgesetzten Tautropfen aufnehmen konnte. Zu diesem Zweck wurden größere Exemplare des Fettkrautes (*Pinguicula vulgaris*) ausgegraben, die Wurzeln sorgfältig von anhaftender Erde gereinigt, und sodann die ganze Pflanze nach dem Abtrocknen der Oberfläche gewogen. Ein Austrocknen bis zu 33% des Gewichtes der mit Wasser gesättigten Pflanze wurde fast durchweg ertragen. Die

Pflanzen erholten sich sehr schnell, sobald man sie in Wasser legte, und nahmen ihr früheres Gewicht wieder an. Die Pflanzen wurden auch dann prall und frisch, wenn man nur die Blätter in Wasser tauchte.

Die angewelkten Pflanzen von *Pinguicula* wurden nun nach neuerlicher Gewichtsbestimmung zum Aufhängen des Taus ausgelegt und auf den Grasbüscheln einer freien Wiese verteilt. Das Aussetzen der Pflanzen durfte erst mit Beginn der Nacht erfolgen, wenn die relative Feuchte über 90% gestiegen war. Andernfalls gaben die Blätter bei geringerer Luftfeuchte noch so viel Wasser ab, daß ein später einsetzender Taufall zum Teil dadurch kompensiert wurde. Diese Vorgänge lassen sich leicht verfolgen, wenn man die Asbestscheibe des Dro-

sographen durch ein größeres Exemplar des Fettkrautes ersetzt. Die Auswertung der Kurve muß dann so erfolgen, daß zur Berechnung der Taumenge der tiefste und der darauf folgende höchste Punkt des Kurvenverlaufs herangezogen wird.

Gebrauchte man aber die Vorsicht, die Pflanzen erst bei relativen Feuchten oberhalb 90%, natürlich in Bodennähe gemessen, auszusetzen, dann zeigte sich eine deutliche Parallele zu den gleichzeitig ausgelegten Asbestplatten. Die Versuche wurden über zwei Monate hin durchgeführt.

Einige der dabei erhaltenen Werte sind in den folgenden Tabellen wiedergegeben:

Tab. 1 Schwacher Taufall in der Nacht vom 4. VI. zum 5. VI. 1944

Gewicht der feuchten Pflanzen, 17,30 Uhr gewogen	3,6	2,9	2,6	2,2	2,1	2,0	1,8
Gewicht der angetrockneten Pflanzen, 21,30 Uhr gewogen	1,5	1,3	1,2	0,9	0,9	0,8	0,6
Gewicht der angetrockneten Pflanzen nach dem Taufall, 05,00 Uhr gewogen	1,6	1,4	1,3	1,0	1,0	0,9	0,7
Oberfläche der einzelnen Pflanzen in qcm	26	25	23	21	20	20	18
Gewichtszunahme der Tauplatten (Oberfläche 100 qcm)	0,7 g						
Verdunstungshöhe des Livingston Atmometers (von 21,30—05,00 Uhr)	2,3 ccm						

Tab. 2 Mäßiger Taufall in der Nacht vom 8. VI. zum 9. VI. 1944

Gewicht der feuchten Pflanzen, 17,00 Uhr gewogen	2,2	2,4	2,2	2,1	2,0	2,1	1,6
Gewicht der angetrockneten Pflanzen, 21,30 Uhr gewogen	1,3	1,3	1,2	1,0	1,1	0,7	0,6
Gewicht der angetrockneten Pflanzen nach dem Taufall, 05,00 Uhr gewogen	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,0	0,9
Oberfläche der einzelnen Pflanzen in qcm	26	25	23	21	20	20	18
Gewichtszunahme der Tauplatten (Oberfläche 100 qcm)	1,7 g						
Verdunstungshöhe des Livingston Atmometers (von 21,30—05,00 Uhr)	0,9 ccm						

Tab. 3 Taufall vom 9. VI. bis 13. VI. 1944

Datum	Gewicht vor (21,30 Uhr) und nach dem Auslegen (05,00 Uhr)							Gewichtszunahme der Tauplatten	Verdunstung des Livingston Atmometers (21,30-05,00 Uhr)
9. VI. — 10. VI.	21,30	1,8	1,6	1,5	1,2	1,2	1,3	0,9 g	1,3 cm
	05,00	2,0	1,7	1,7	1,4	1,4	1,5		
10. VI. — 11. VI. Gegen Morgen leichter Nieselregen	21,30	2,4	2,0	1,7	1,6	1,5	1,5	2,5 g	0,1 cm
	05,00	3,0	2,6	2,1	2,0	1,9	1,9		
11. VI. — 12. VI.	21,30	2,3	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	0,6 g	2,0 cm
	05,00	2,4	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5		
12. VI. — 13. VI.	21,30	2,2	2,0	1,7	1,6	1,4	1,1	1,2 g	2,8 cm
	05,00	2,5	2,3	2,0	1,9	1,6	1,4		
13. VI. — 14. VI.	21,30	2,2	1,9	1,9	1,5	1,4	1,2	0,8 g	3,3 cm
	05,00	2,4	2,1	2,1	1,7	1,6	1,4		
Oberfläche der einzelnen Pflanzen in qcm	20 20 19 18 17 15								

Am 14. VI. setzte wechselhaftes Wetter mit zeitweisen Regenfällen ein.

Die Größe der Blattflächen wird gemessen, indem man die ganze Pflanze mit der Blattrossette nach unten auf Ozalid-Pauspapier legt und dem Licht aussetzt. Dabei kommen natürlich alle Teile, die von den oberen Blättern überdeckt werden, in Wegfall. Aber in ähnlicher Weise verhindern auch die oberen Blätter einen

stärkeren Tauniederschlag auf die unter ihnen liegenden Abschnitte der tiefer sitzenden Blattspreiten.

Der Vergleich der so erhaltenen Werte mit der auf den Asbestplatten niedergeschlagenen Taumenge zeigt an allen Tagen eine gute Übereinstimmung. Leider waren während der ganzen Versuchszeit die Taunieder-

schläge recht gering. Ein gleichzeitig aufgestellter Hygrograph zeigte nur für verhältnismäßig kurze Zeiten Feuchtwerte oberhalb 95% an. Auch die Verdunstungshöhe eines danebenstehenden Livingston-

Atmometers war fast an allen Tagen für die Nachtstunden recht beträchtlich, was für verhältnismäßig hohe Temperaturen und Feuchtwerte unterhalb 95% spricht.

## C. Nebel und Taufall im Küstengebiet Nordafrikas (Cyrenaika, Marmarika, Nordägypten)

Um genauere Anhaltspunkte für die Höhe der Tau- und Nebelniederschläge zu gewinnen, wurden im Verlauf des nordafrikanischen Feldzuges regelmäßig Taumessungen durchgeführt, die sich fast über ein ganzes Jahr erstreckten. Der Beobachtungsraum reicht vom Ostrand der Cyrenaika bis weit in das ägyptische Gebiet in der Nähe von El Daba hinein.

### 1. Messung des Taufalls

Die Höhe des Taufalls wurde durchweg mit Hilfe der im Teil B näher beschriebenen Asbestscheiben gemessen. Die Größe dieser Platten wurde einheitlich auf 10 cm<sup>2</sup> festgelegt, da sich hierbei der Tauniederschlag sofort in mm umrechnen ließ. Die benutzten Asbestscheiben waren grau-weiß und besaßen eine Dicke von 3 mm. Das Gewicht einer einzelnen Platte belief sich bei dem Ausmaß von 10 cm<sup>2</sup> auf ungefähr 42 Gramm. Eine solche Platte vermag bis zur Sättigung 23—24 Gramm Wasser aufzunehmen, was einem Niederschlag von 2,3—2,4 mm entspricht.

Die Oberfläche der Platten wurde nur gelegentlich abgebürstet und dadurch leicht aufgeraut. Dagegen wurden die Asbestscheiben nach etwa 30maliger Benutzung mit destilliertem Wasser abgewaschen, wodurch die hygroskopischen Salze, die mit dem Nebelwasser in die Tauplatten gelangten, wieder ausgelaugt wurden.

Wenn der Tauniederschlag am Erdboden selbst bestimmt wurde, erhielten die Tauplatten Gummiunterlagen, die ein gleichmäßiges Umfließen der Scheiben mit Luft gewährleisten. Hierzu wurden „Seifenscheiben“ mit durchbrochener Grundplatte benutzt, deren Ränder wie die Asbestscheiben 10 cm voneinander abstanden.

Zur Kontrolle wurde regelmäßig die Taumenge, die sich während der Nacht auf dem Sonnendach der sog. „Ein-Mann-Zelte“ niederschlug, abgestreift und im Meßzylinder abgemessen. Die Größe dieser Zeltplanen betrug etwa 3 m<sup>2</sup>. Trotz festen Abstreifens mit einem Lineal blieb aber etwa  $\frac{1}{3}$  des Niederschlags in dem Gewebe hängen, so daß dieser Betrag zu dem gemessenen Wert zuzuzählen war. Nur bei sehr schwachem Taufall waren die erhaltenen Zahlen unbrauchbar, da dann fast der gesamte Niederschlag an dem Gewebe festhaftete. Die Menge des so erhaltenen Tauniederschlags belief sich an normalen Tautagen auf etwa 100—250 ccm pro 1 m<sup>2</sup> der Zeltplane. Bei Notlandungen von Maschinen im wasserlosen Wüstengelände dürfte es sich empfehlen, den Fallschirm über Büsche oder Steine auszubreiten und die in der Nacht stark benetzte Seide auszuwringen. Da die Größe eines Fallschirms etwa 25—28 m<sup>2</sup> beträgt, kommen unter Zugrundelegen der beobachteten Werte ganz beträchtliche Wassermengen heraus. An einem Tage mit stärkerem Taufall wurden auf diese Weise über 8 Liter Wasser gewonnen.

Zum Abwiegen der Tauplatten diente eine einfache Hand- oder Apothekerwaage sowie der beim Füllen der Pilotballone gebrauchte Gewichtssatz. Die fehlenden

Zehntel-Grammgewichte wurden aus Cellonscheiben mit genügender Genauigkeit hergestellt. Die Gewichtsbestimmung des Tauniederschlags wurde kurz vor Sonnenaufgang vorgenommen.

Bei der Benutzung von Asbestscheiben genügte es, jeden Monat einmal das Gewicht der Platte im trockenen Zustand festzustellen, da die Asbestscheiben kaum Unterschiede bei verschiedener Sättigung der Luft mit Wasserdampf aufwiesen.

### 2. Tau und Nebel

Das Hochland der Cyrenaika mit dem über 800 m reichenden Gebel el Achdar stellt klimatologisch eine Insel inmitten der angrenzenden Wüstengebiete dar. Bereits im Oktober setzt der Taufall in klaren Nächten so stark ein, daß er in großen Tropfen von den Dächern der Häuser abfließt. Besonders hohe Beträge nehmen die Tauniederschläge in den eigentlichen Regenmonaten November—Februar an. Die ausgelegten Tauplatten zeigten mehrfach einen Taufall von über 1 mm an. Die Ausstrahlung im eigentlichen Hochland ist in diesen Monaten oft so stark, daß die Temperaturen mehrere Grad unter den Nullpunkt sinken. Die großen Tauplatten gefrieren dann zu Rauheis; auf glatten Flächen entsteht sogar ein richtiger Eisüberzug.

Neben dem Tauniederschlag treten im Hochland auch häufiger nässende Nebel auf. In den hochgelegenen Gebieten liegt der Nebel bisweilen mehrere Stunden dem Boden auf, ehe es der Sonne gelingt, ihn aufzulösen.

Nach Osten hin, am Abfall des Hochlandes zur Wüste, tritt Bodennebel viel seltener auf. In den Monaten vom Februar bis Juni wurde nur ganz vereinzelt und für kurze Zeit Nebel beobachtet. Dagegen war die Taubildung weit häufiger. Im nach Osten und Süden angrenzenden Steppen- und Wüstengebiet trat während dieser Zeit an einer ganzen Reihe von Tagen Bodennebel auf, der noch im Juni — z. B. bei Hacheim — oft bis gegen 08,00 Uhr anhielt. Schon von dem hochgelegenen Martuba (360 m ü. NN) an konnten nach SE hin häufiger Nebelbänke beobachtet werden, während die Flächen um Martuba selbst frei blieben.

Diese Erscheinung ist auf den verhältnismäßig starken Bewuchs des Ostabhanges der Cyrenaika, wozu Martuba noch gerechnet werden muß, zurückzuführen. Da die Pflanzen sich durch Wärmeausstrahlung tief unter die Lufttemperatur abkühlen, wird die Luft, die mit ihnen in Berührung kommt, unter den Taupunkt abgekühlt. An der kalten Oberfläche der Pflanzen schlagen sich dann zahlreiche Tautropfen nieder, bei deren Kondensation Wärme frei wird. Durch diese Vorgänge, Ausfälle des Wasserdampfes und Wärmebildung bei der Kondensation, wird die Ausbildung von Bodennebel meist verhindert.

Im Gegensatz zur Cyrenaika sind die angrenzenden Steppengebiete, die allmählich zur Marmarica überleiten, weit ärmer hinsichtlich der Pflanzenwelt.

Noch schärfer ist die Grenze zwischen Tau- und Nebelgebieten in der östlichen Marmarica und im ägypt-

tischen Küstengebiet ausgeprägt. Die geringen winterlichen Niederschläge sind auf einen schmalen Küstengürtel beschränkt, der deshalb allein etwas stärkeren Bewuchs aufweist. Weiter südlich werden die mehr oder minder regelmäßigen Regen immer spärlicher, um schließlich oft mehrere Jahre gänzlich auszusetzen. In dieser extremen Wüste fehlt auf weiten Strecken der Pflanzenwuchs überhaupt, so daß diese Gebiete zu den pflanzenärmsten Gegenden der Welt gehören.

In dieser Gegend tritt Bodennebel recht häufig auf. In der kalten Zeit bildet sich z. B. in der Oase Giarabub fast regelmäßig bei Sonnenaufgang Bodennebel aus. Selbst im Sommer kommt es an vielen Tagen dazu. Fast ebenso häufig meldeten unsere Aufklärer ausgedehnte Nebelfelder im Raum der Kattara-Senke.

Im Küstengebiet trat dagegen im Juli und August 1942 nur dreimal Nebelbildung ein. In einem Fall entstand ausschließlich über dem unbewachsenen Flugplatz und in der Nähe der Straßensenke flacher Bodennebel, während sich über dem übrigen Gebiet nur einzelne Nebelschwaden ausbildeten.

Wenn also im Osten der Cyrenaika Nebel nur selten beobachtet wird, tritt Taufall auch außerhalb der Regenzeit desto häufiger auf. So wurden in dem 360 m hoch gelegenen Martuba im April noch 18 Tage mit Taufall festgestellt. Die in Form von Tau ausfallende Wassermenge betrug 1,82 mm. Der höchste Taubetrag belief sich in einer Nacht auf 0,30 mm. Im Mai wurden nur 6 Tage mit Taufall beobachtet. Die Gesamtmenge erreichte 0,51 mm, davon fielen an einem Tag maximal 0,22 mm aus. Der geringe Taufall in diesem Monat war auf das häufige Auftreten von „Ghibli-Lagen“ zurückzuführen, wobei die relative Feuchte mehrfach unter 10% absank.

Bis zum 11. Juni fiel an 5 Tagen Tau mit dem Betrag von 0,70 mm. Dann begann mit dem Vormarsch nach Osten die schrittweise Verlegung der Wetterwarte, so daß die während dieser Zeit erhaltenen Werte aus dem Raum zwischen Gazalla und Marsa Matruk stammen. In diesen Tagen kam es noch viermal zur Taubildung mit einem Gesamtbetrag von 0,13 mm; das Maximum belief sich dabei auf 0,046 mm.

Fortlaufende Messungen waren erst wieder im Juli und August möglich. Die Taubestimmungen wurden in der Nähe von El Daba (3 km von der Küste entfernt in etwa 40 m ü. NN) ausgeführt. Die Zahl der Tage mit Taufall belief sich im Juli auf 19, während nur zweimal Bodennebel auftrat. Die gesamte Taumenge betrug 2,88 mm, wovon 0,43 mm an einem Tage gemessen wurden. Bis Mitte August wurden allein 10 Tage mit meßbarem Niederschlag gezählt. Die Menge des gefallenen Taus erreichte 0,92 mm mit einem Tagesmaximum von 0,20 mm.

Die gesamte Niederschlagsmenge, die im Verlauf eines Jahres durch Taufall entsteht, kann aus den vorliegenden Beobachtungsreihen noch nicht abgeschätzt werden; denn die festgestellten Werte erstreckten sich in den

einzelnen Gebieten jeweils nur über einige Monate. Immerhin ergibt sich aus den vorliegenden Zahlen, daß selbst im ägyptischen Wüstengebiet der Tauniederschlag doch bedeutende Werte erreicht; es dürften wohl 25 bis 35 mm im Jahresverlauf zusammenkommen. Unter den Bedingungen des Lagerlebens machte sich dieser häufige und ziemlich starke Taufall störend bemerkbar. In halb geöffneten Zelten saugten sich während der Nacht abgelegte Uniform- und Wäschestücke mit Feuchtigkeit voll. Empfindliche elektrische Geräte usw. ließen vielfach in ihrer Leistungsfähigkeit nach, sobald sie sich unter der Wirkung des Taufalls mit Wasser beschlugen. Die sich absetzende Flüssigkeit leitete den Strom gut, da in dem Tauniederschlag eine erhebliche Menge von Salzen gelöst war. In 1 Liter aufgefangenem Tauwasser wurden z. B. in dem 35 km landeinwärts gelegenen Martuba 0,5 g Salze festgestellt. Es dürfte sich deshalb in diesen Gebieten empfehlen, diese Apparate in einem Holzkasten aufzubewahren, dessen Boden mit einer dünnen Lage von gebranntem Kalk bedeckt ist; über diese Schicht werden einige Brettchen gelegt, die dann als Unterlage des betreffenden Apparates dienen. Bei Abstimmquarzen z. B., die ganz erheblich vom Taubeschlag beeinflusst werden, hat sich dieses einfache Verfahren gut bewährt.

#### Schlußwort

Dem Deutschen Wetterdienst möchte ich am Schluß der Arbeit meinen Dank dafür aussprechen, daß er mehrere ältere Manuskripte, die während des letzten Krieges nicht mehr gedruckt werden konnten, nunmehr zu einem einzigen Bericht zusammenstellte und veröffentlichte. Ich freue mich darüber, daß auf diese Weise die in Afrika gewonnenen Meßergebnisse sowie die methodischen Erfahrungen einem größeren Kreis von Interessenten zugänglich gemacht werden.

Abgeschlossen: Februar 1952.

#### Literatur

- (1) Coutagne, A.: Le déficit d'écoulement et l'évaporation dans la région lyonnaise.
- (2) Boß, G.: Die Brauchbarkeit des Piche-Evaporimeters bei Verdunstungsmessungen. Ber. Dt. Wetterd. US-Zone, Nr. 35, 194 (1952).
- (3) Walter, H.: Die ökologischen Verhältnisse in der Namib-Nebelwüste unter Auswertung der Aufzeichnungen des Dr. G. Boß, Swakopmund. Jb. wiss. Botanik 84, 58 (1936).
- (4) Leick, E.: Zur Methodik der relativen Taumessung. Beih. Bot. Centr. Bl. 49, Erg. Bd., 2 (1932).
- (5) Boß, G.: Niederschlagsmenge und Salzgehalt des Nebelwassers an der Küste Deutsch-Südwestafrikas. Biokl. Beibl. 8, 1 (1941).

