

## Zur Schätzung des Niederschlages auf den Meeren.

Von **Wilhelm Schmidt**.

---

Fritz Kerner von Marilaun hat in seinem Aufsatz (S. 411 unserer „Mitteilungen“, 1918) erwähnt, daß für den mittleren Regenfall auf den Meeren vollkommen abweichende Werte erhalten werden, je nachdem man von den Niederschlagskarten, also vornehmlich der Supanschen, ausgeht (v. Kerner), oder von tatsächlichen Verdunstungsmessungen auf See (Lütgens), oder aber von der theoretisch errechneten Verdunstung der Meeresfläche (Schmidt)<sup>1)</sup>. Die Frage ist zu bedeutsam, als daß sie nicht zu einer Entscheidung dränge, die sich naturgemäß auf eine Abschätzung der Zuverlässigkeit der einzelnen Verfahren zuspitzt.

Während die ersten beiden Wege bekannt und einfach genug sind, wird es doch nötig sein, den dritten, von mir eingeschlagenen, kurz darzulegen. Ich ging von der Tatsache aus, daß dem Wasser eine bestimmte, genau angebbare Wärmemenge zugeführt werden muß, um es zu verdunsten, von dem flüssigen in den dampfförmigen Zustand überzuführen; ohne jene Zufuhr hört die Verdunstung eben auf. Damit konnte man nun die ganze Frage auf ein anderes

---

<sup>1)</sup> In dem Brücknerschen Schema des Kreislaufes des Wassers ist das wesentliche Bestimmungsstück, die Verdunstung auf dem Meere, wohl zu hoch eingeschätzt, da eine geeignete Umrechnung von dem im Lande aufgestellten Verdunstungsmesser auf die weite Meeresfläche (vgl. das weiter unten zu Lütgens Bemerkte) unterlassen wurde. Deshalb mußte der Niederschlag auf den Meeren zu groß ausfallen, ein Fehler, der auch in die von Fritzsche durchgeführte Ermittlung überging. Von diesen beiden können wir hier füglich absehen, wollen nur anmerken, daß sie voraussichtlich nach Anbringen der Verbesserung wesentlich die gleichen Werte liefern, wie ich sie erhielt.

Feld hinüberspielen, sie etwa so stellen: Welche Wärmemengen stehen überhaupt der Meeresfläche zur Verfügung, um den Aufwand für Verdunstung zu decken? Bei genauerer Betrachtung gehen schließlich alle aus Strahlung hervor, und zwar Strahlung der Sonne, der Luft, der Wolken, dagegen wirkend die Ausstrahlung des Wassers. Alle die einzelnen Beträge vermag man heutzutage mit ziemlicher Sicherheit anzugeben, besonders wenn man, wie ich es tat, obere Grenzwerte für die Verdunstung anstrebt.

Hatte man so die gesamte der Wasserfläche im Jahresmittel zukommende Wärme bestimmt, so folgte daraus unmittelbar die mögliche Verdunstung im Jahr, die auf keinen Fall zu übertreffen war. Der so erhaltene Wert lag erheblich unter dem von Lütgens, er lag sogar tiefer als der von Brückner und Fritzsche angenommene. Natürlich durfte ich ein solches Ergebnis nicht ohne eingehende Prüfung veröffentlichen, doch konnte ich weder in meinem Gedankengang eine Lücke, noch in den zahlenmäßigen Grundlagen eine unberücksichtigte Unsicherheit entdecken. Ein einziges Mal stiegen mir Zweifel auf, als ich darauf geführt wurde, daß durch den „Austausch“, das beständig vor sich gehende Mischen der Luft, in höheren Schichten ganz erhebliche Wärmemengen bodenwärts wandern<sup>2)</sup>. Gelangten diese bis zur Wasserfläche, so mußten sie die Verdunstung merklich erhöhen. Nun ergab aber eine einfache Rechnung, daß der abwärts gerichtete Wärmestrom schon in einiger Höhe über dem Boden sein Ende findet, denn sonst müßte hier eine Temperaturabnahme von 1° C auf 1 m Höhenzunahme bestehen, die mittlere Lufttemperatur in 20 m Höhe um etwa 20° C tiefer sein als am Boden. Von einem solchen Zustand — er ist außerordentlich labil — ist natürlich keine Rede, also konnte sich der erwähnte Wärmestrom an der Meeresfläche nicht mehr unmittelbar äußern, sondern nur durch Luftstrahlung, war aber mit dieser schon berücksichtigt.

Wenn sich nun gegen die Art, die Verdunstung theoretisch zu errechnen, keine Einwände erheben ließen — auch von anderer Seite geschah dies nicht —, so ging es nicht an,

<sup>2)</sup> Wiener Sitzungsberichte, math.-naturwissenschaftl. Klasse II a, 1917, Bd. CXXVI, S. 757.

ihre Ergebnisse einfach zu übersehen. Man mußte vielmehr prüfen, ob nicht die anderen, zu abweichenden Zahlen führenden Wege, bei denen die Verdunstung vom Meere eine Rolle spielte, eher Einwänden ausgesetzt sind. Diese Prüfung habe ich ausführlich an jener Bestimmung vorgenommen, die am meisten von meiner abwich, der Lütgenschen<sup>3)</sup>. Es ergab sich, daß deren Ausgangswerte, die gemessene Verdunstung, viel zu hoch waren, weil die Umrechnung vom kleinen, höher und dem Luftstrom frei ausgesetzten Verdunstungsmesser auf die weite Meeresfläche unterlassen war. Ich konnte auf Grund anderweitig erfolgter Messungen die Umrechnungszahl annähernd zu rund 0.42 ermitteln. Damit hätte man die Lütgenschen Werte zu multiplizieren, um die tatsächliche Verdunstung vom Meere zu erhalten; man kommt so zu Zahlen, die sogar noch etwas unter meinen theoretischen liegen, mit Rücksicht auf die Unsicherheit der Umrechnung aber zumindest als wesentlich mit ihnen zusammenfallend anzusehen sind. Damit war die Hauptunstimmigkeit beseitigt.

Besteht nun noch die Abweichung zwischen den beiden auf Verdunstung zurückgehenden Wegen einerseits und dem die unmittelbare Bestimmung des Niederschlages auf den Meeren benutzenden anderseits. Da mir die anderen Glieder in dem Brücknerschen Schema des Kreislaufes des Wassers ziemlich sicher erscheinen, bin ich sehr geneigt, den Grund der Abweichung in der Benutzung der Supanschen Karte zu sehen. Supan hat sicher aus dem Stoff alles gemacht, was aus ihm zu machen war, doch mußte er sich für die Gebiete, aus denen nur höchst dürftige Niederschlagsangaben zu Gebote standen, das ist für die Meere<sup>4)</sup>, von allgemeinen Vorstellungen leiten lassen. Sie führten ihn wohl zur richtigen verhältnismäßigen Verteilung der Niederschläge über den verschiedenen Zonen, jedoch, wie ich glaube, über weiten Gebieten zu allzu hohen Absolutwerten. Nach unseren heutigen Vorstellungen ist es z. B. höchst unwahr-

<sup>3)</sup> Annal. d. Hydrogr. usw., 1916, Bd. XLIV, S. 136.

<sup>4)</sup> Er hat ja eigentlich bloß über den Atlantischen und südlichen Indischen Ozean Linien gleicher Niederschlagsmenge gezogen, v. Kerner hat sie aber von jenem auf den Indischen und Pazifischen Ozean übertragen.

scheinlich, daß zwei schmale regenreiche Küstenstreifen an gegenüberliegenden Seiten des Ozeans über diesen weg durch ein breites Band allerstärksten Niederschlages verbunden sind, wie es die Supansche Karte zwischen Afrika und Südamerika zeigt. Wir wissen vielmehr, daß nicht bloß ein richtiges Küstengebirge durch Emporwerfen der vom Meere heranstreichenden Luft deren Wasserdampf kondensiert und ausfällt — was v. Kerner ausdrücklich erwähnt —, sondern auch die bloße über festem Land vergrößerte Reibung der Luft am Boden in gleicher Weise wirkt. Es sei etwa — einigermaßen übertrieben — die Windgeschwindigkeit am Lande unter sonst gleichen Bedingungen halb so groß wie am Meere, dann muß ein beständigerer Luftstrom, gleichgültig ob er land- oder seewärts weht, über festem Boden rund die doppelte senkrechte Mächtigkeit besitzen wie über Wasser. Nehmen wir die gestörte, am Boden gebremste Luftschicht nur zu 500 m an, so verlangt jenes eine Hebung der höheren Luftmassen um 500 m beim Übertritt vom Meere aufs Land, und das käme doch schon der Wirkung eines ganz erheblichen Küstengebirges gleich. Im selben Sinne würden auch die Vorstellungen sprechen, die der offenen ebenen Meeresfläche eine verhältnismäßig geringe Verdunstung zuweisen gegenüber der von einer dichten, in wasserreichem Boden wachsenden Pflanzendecke, wo die dampfausscheidenden Teile, die Blätter der Bäume, bis weit in die freie Luft hineinragen.

Nicht unwahrscheinlich, sondern gar wohl annehmbar, wenn nicht geradezu zu erwarten ist es also, daß über freiem Meere durchschnittlich — von besonderen Einflüssen abgesehen — weniger Niederschlag fiele als auf den angrenzenden Küstenstrichen und in deren Nachbarschaft.

Es fragt sich nun, ob die zur Verfügung stehenden Beobachtungsgrundlagen mit dieser Ansicht in Übereinstimmung gebracht werden können oder ob sie ihr eindeutig widersprechen. Supan hat die jährlichen Niederschlagsmengen als Produkt zweier Größen bestimmt: der Regendichtigkeit — der auf einen Regentag entfallenden mittleren Niederschlagsmenge — und der Regenhäufigkeit — der mittleren Anzahl von Niederschlagstagen im Jahr.

Zunächst die Regendichtigkeit. Wir wollen als Beispiel den Streifen des Atlantischen Ozeans zwischen 12° n. Br. und 4° s. Br. wählen, auf den sich auch die oben gebrachte Bemerkung vor allem bezog. Hält sich da wirklich jeder Benutzer der Supanschen Karte — doch was sage ich jeder: hält sich auch nur einer gebührend vor Augen, daß für jenes Gebiet, auf dem rund die Hälfte des Gesamtniederschlages auf dem Atlantischen Ozean fällt, nur 43 Regentage zu Gebote standen<sup>5)</sup>. Daß von diesen nur 15 sicher vom Meere stammen, während von den übrigen möglicherweise, vielleicht sogar wahrscheinlich, ein Teil in Küstennähe beobachtet wurde? Daß schließlich schon ein einziger Gußregen einen erheblichen Teil des ganzen Jahresniederschlages zu liefern vermag? Nur eine rohe Probe auf die so verursachte Streuung: vom Äquator bis 12° n. Br., wo eine mittlere Regendichtigkeit von 19·6 mm auf den Regentag ausgewiesen wurde, lieferten die englischen — anzweifelbaren — Beobachtungen eine durchschnittliche Regendichtigkeit 24·6, die der „Novara“ 13·5, die der „Gazelle“ 11·4.

Als zweites die Regenhäufigkeit. Jeder, der irgend mit Beobachtungen und Beobachtern wirklich zu tun hatte, weiß, wie fließend die Abgrenzung der „Niederschlagstage“ ist; er weiß, daß deren Anzahl wesentlich vom Eifer des Beobachters, der ihm zuteil gewordenen Anleitung und Aufsicht abhängt; daß schließlich — und das mag den Ausschlag geben — der reine Wetterbuchführer jeden Tag als Niederschlagstag anmerkt, in dessen Verlauf überhaupt Regen, wenn auch in ganz geringer Menge, fiel, hingegen einer, der mit dem Regennmesser beobachtet, nur dann, wenn er meßbaren Niederschlag im Auffanggefäß vorfindet. Diesem entgegen die Tage mit feinem Niederschlag und jene, wo der gefallene aus dem Regennmesser verdunstete<sup>6)</sup>.

<sup>5)</sup> Mit Rücksicht auf die Regenhäufigkeit entspricht das etwa 90 Beobachtungstagen. Verlangte man für das Gebiet, der Größe nach gleich ganz Europa, nur ein Dutzend Niederschlagsstationen, so wäre der von Supan verwendete Wert annähernd ebenso zuverlässig, als wenn man den mittleren Jahresniederschlag aus den Beobachtungen einer einzigen Woche ableiten wollte.

<sup>6)</sup> In Wien kann man z. B. damit rechnen, daß an einem schönen Sommertag durchschnittlich 3 mm Niederschlag aus einem offen stehenden Regennmesser wegverdunsten.

Soll nun der Weg, die Niederschlagsmenge aus Regendichtigkeit und Regenhäufigkeit zu rechnen, zum richtigen Ergebnis führen, so ist wesentlich, daß der zur Ermittlung jedes der beiden Bestimmungsstücke benötigte Begriff „Niederschlagstag“ durchaus im selben Sinne gebraucht wurde. Und das ist bei den besprochenen Beobachtungen ziemlich sicher nicht der Fall: die Regendichtigkeit wurde aus Niederschlagsmessungen abgeleitet mit ihrer Unterschätzung der Zahl der Niederschlagstage gegenüber den Wetterbüchern, denen die Regenhäufigkeit entnommen wurde. Ferner haben sich Anforderungen und Zuverlässigkeit im Laufe der Zeit wesentlich gesteigert. Schlee, dessen Ergebnisse Supan mitbenutzte, führt z. B. an, daß von den Segelschiffsjournalen der Jahre 1876—1883 56 v. H. entsprachen, von 1884—1890 aber 73 v. H.! Die Regemessungen stammten aber ausschließlich aus früherer Zeit, aus den Jahren 1857—1881. Deshalb ist jedenfalls die aus ihnen berechnete Regendichte zu hoch gegenüber der Regenhäufigkeit und dieser Fehler geht in seinem vollen Betrag auch ins Produkt beider, die Niederschlagssumme, ein.

Noch eine andere, allem Anschein nach nicht berücksichtigte Fehlerquelle ist denkbar: bei rauhem, also allgemein regnerischem Wetter wird die Fahrt des Schiffes verlangsamt gegenüber schönem, die Zeiten und Strecken, die von jenem betroffen wurden, erhalten also bei Mittelbildung unwillkürlich größeres Gewicht, die Niederschlagssumme erscheint gegenüber dem tatsächlichen Mittel zu hoch.

Einmütig sprechen also alle vorgebrachten Überlegungen dafür, daß die von Supan verwendeten Niederschlagssummen auf den Meeren einerseits wesentlich zu hoch, andererseits reichlich ungenau sind. Supan selbst hat sich über das letzte nicht getäuscht: Man lese nur den zweiten Absatz seiner Arbeit oder jenen Satz, wo er „die Regemengen nur als ganz rohe Näherungswerte“ betrachtet wissen will.

Wenn dem aber so ist, dann darf man auch dem daraus abgeleiteten Gesamtniederschlag auf dem Meere nur bedingte Geltung zuschreiben und es ist wohl berechtigt, daß ich demgegenüber den aus gerechneter oder gemessener Ver-

dunstung auf dem Umweg über den Wasserhaushalt der ganzen Erde ermittelten als vorderhand bei weitem zuverlässiger bezeichne. Den Regennmessungen auf See an sich wird aber dadurch nicht etwa ihr Wert abgesprochen; es wäre vielmehr höchst wünschenswert, durch möglichst zahlreiche, gut verteilte und mit entsprechender Vorsicht verwertete Beobachtungen die für das örtliche Klima wie für die Gesamtumsätze in Luft und Wasser außerordentlich wichtige Größe des Niederschlages auf den Meeren verlässlich festzulegen.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: [62](#)

Autor(en)/Author(s): Schmidt Wilhelm

Artikel/Article: [Zur Schätzung des Niederschlages auf den Meeren. 18-24](#)