

Werk

Titel: Die Wärmeverteilung in den Tiefen des Stillen Ozeans

Untertitel: hierzu Tafel 2 und 3

Autor: Schott, Gerhard

Ort: Berlin

Jahr: 1910

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1910|LOG_0047

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Schon damals waren die Rumpfhöhen und die dazwischen liegende Hochfläche im Keime vorhanden. Im Verlauf der weiteren Entwicklungsgeschichte bildeten sie sich durch verschiedenartige Vorgänge immer markanter heraus. Erst innerhalb der vorgebildeten Hochbödenregion und in Anlehnung an diese wurden die unterpliocänen Talböden geschaffen. Daher ist nur die innere Staffel der Hochbödenregion als eine vollständige Neuschöpfung der Pliocänzeit aufzufassen, während die Gesamtanlage der ganzen Region ins Untermiocän fällt. Während des Pliocäns fand jedoch wiederum eine weitgehende Abtragung und abermalige Einebnung des ganzen Gebirges statt, in Verbindung mit der Entstehung des eigentlichen pliocänen Talbodens (vgl. Abbild. 18). In diesem Sinne ist die ganze Oberfläche der Hochbödenregion und auch der Rumpfhöhen eine jetzt zerschnittene pliocäne Landoberfläche. Und dennoch liegt sie nur wie ein Schleier über den wieder ausgeglichenen Unebenheiten in den Zügen des miozänen Landschaftsbildes.

(Schluß folgt.)

Die Wärmeverteilung in den Tiefen des Stillen Ozeans*.

Von Professor **Gerhard Schott** in Hamburg.

(Hierzu Tafel 2 und 3.)

Die nachfolgenden Ausführungen sollen die Ergänzung und den Schluß der Darlegungen bilden, die in der Fach-Sitzung vom 22. April 1901 vorgetragen wurden und im Auszug ebenfalls seitens der Gesellschaft für Erdkunde veröffentlicht sind ¹⁾. Damals wurden im Anschluß an die Deutsche Tiefsee-Expedition auf der „Valdivia“ die thermischen Verhältnisse der atlantischen und indischen Tiefsee geschildert. Jetzt handelt es sich darum, für den Stillen Ozean — der so groß ist wie die zwei anderen zusammengenommen — in ähnlicher Weise die großen und kleinen Charakterzüge der Wärmeverteilung darzulegen ²⁾ und an der Hand von Horizontalschnitten (flächentreuen Karten) und Vertikalschnitten (Profilen) zu prüfen, ob und in wie weit die bisher für den Atlantischen und Indischen

*) Vortrag, gehalten in der Fach-Sitzung vom 22. November 1909. (Im Auszug mitgeteilt.)

¹⁾ Vgl. Verhandlungen der Ges. f. Erdkunde zu Berlin 1901, S. 226—232.

²⁾ Die vollständige Arbeit, mit allen Karten und Profilen, wird von **Schott** und **Schu** veröffentlicht in den „Annalen der Hydrographie u. s. w.“ 1910, Heft I.

Ozean festgestellten Gesetze auch im Bereiche des Stillen Ozeans Geltung besitzen.

Das Beobachtungsmaterial wird, abgesehen von zahlreichen meist englischen Kabeldampfern und Vermessungsschiffen, besonders sechs Fahrzeugen verdankt: den zwei amerikanischen „Tuscarora“ und „Albatros“, den zwei englischen „Challenger“ und „Penguin“, den zwei deutschen „Gazelle“ und „Planet“. Auch der verdienstvollen Tätigkeit S. O. M a k a r o f f s in den Ostasiatischen Gewässern ist zu gedenken. Im ganzen sind ausführliche Beobachtungen von etwa 660 Stationen benutzt, das sind knapp 60 % der seinerzeit im „Valdivia“-Werk für die atlantisch-indischen Meere verfügbaren 1160 Temperaturreihen. Unsere Kenntnis der pazifischen Tiefsee-Temperaturen steht also noch auf einer erheblich unsicherern Grundlage. Gleichwohl haben sich in aller Deutlichkeit genau die gleichen allgemeinen Grundzüge der thermischen Zustände im Stillen Ozean ergeben, die der Atlantische und Indische zeigen, so daß von weitgehenden und grofsartigen „geographischen Homologien“ auch in dieser Hinsicht gesprochen werden darf.

Die Dreiteilung der Schichten hinsichtlich ihrer Wärmeverhältnisse ist, wie in den zwei anderen Weltmeeren, so auch im Stillen Ozean nachweisbar. Die oberste Schicht ist die von der Oberfläche bis etwa 100 m; die zweite die von 100 m bis etwa 800 oder 1000 m; die dritte Schicht umfaßt alles tiefer als 1000 m befindliche Wasser.

In der obersten Schicht sind für die Wärmeverteilung — abgesehen natürlich von den allgemein wirksamen Ursachen — die Oberflächenströmungen (kalte und warme Meeresströmungen), Landnähe und klimatische Verhältnisse maßgebend.

Für die mittlere Schicht, für die interessanteste Zone, ist eine sozusagen anormale, jedenfalls höchst auffällige Wärmeverteilung charakteristisch, indem eine äquatoriale oder doch dem Äquator sehr nahe gelegene Kaltwasserzone beiderseits, im Norden und im Süden, flankiert wird von je einer Warmwasserzone in subtropischen und mittleren Breiten. In Tiefen von 100 bis 800 oder 1000 m trifft man nämlich das wärmste Wasser meist nicht in der jeweils niedrigsten geographischen Breite, sondern nördlich, bzw. südlich von einer unter 10° — 7° n. Br. liegenden Rinne abnorm kalten Wassers. Da im Stillen Ozean der meteorologische und auch ozeanologische Äquator in eben diesen Breiten von 10° — 7° n. Br. und nicht auf 0° Br. zu suchen ist, so ergibt sich hieraus die merkwürdige Tatsache, daß die äquatoriale Tiefsee des Stillen Ozeans ausgeprägt kaltes Wasser, die daran anschließende Tiefsee höherer Breiten aber ausgeprägt warmes Wasser beherbergt. Beispielsweise

sind in 200 m Tiefe bei den Palau-Inseln und bei Yap Temperaturen von nur 12° — 13° , in den südlichen Carolinen sogar von weniger als 10° (!) gemessen, dagegen auf 20° n. Br. im Bereich der nördlichen Marianen Temperaturen von über 20° und entsprechend auf 20° s. Br. im Bereich der Fidji- und Tonga-Inseln Temperaturen ebenfalls über 20° beobachtet. Ganz ähnlich sind in 400 m Tiefe zwischen 0° und 10° n. Br. die Wärmegrade nur 8° bis 9° , aber zwischen 20° und 30° n. Br., bzw. 10° und 20° s. Br. in den westlichen Hälften des Stillen Ozeans die Wärmegrade 10° bis 15° und darüber.

Ein Blick auf die Tafel 2 und 3¹⁾ wird schneller, als mit Worten möglich ist, das Wesen dieser Wärmeverteilung in den zwei Niveaus von 200 und 400 m Tiefe erkennen lassen und zugleich zeigen, daß eine Erklärung dieser Tatsachen durch horizontale (Oberflächen-)Strömungen ausgeschlossen ist, vielmehr vertikale Wasserversetzungen irgendwelcher Art bestimmend sein müssen. Ganz entsprechende Gesetze gelten für die zwei anderen Weltmeere, nur mit der charakteristischen Abweichung, daß die äquatoriale Kaltwasserzone im Atlantischen Ozean ziemlich gleichmäÙig beiderseits vom geographischen Äquator sich ausdehnt, im Indischen Ozean ausgesprochen südlich vom geographischen Äquator zwischen 5° und 10° s. Br. liegt. Also auch in den zwei anderen Weltmeeren fällt die kalte Tiefsee der Mittelschicht jeweils annähernd mit dem meteorologisch-ozeanographischen Äquator zusammen, die warme Tiefsee der Mittelschicht aber in die Subtropen und mittleren Breiten.

Die unterste Schicht. Es beginnt von 800 m Tiefe ab eine starke Ausgleichung der zonalen thermischen Gegensätze einzutreten, die zunächst dahin führt, daß schon in 1500 m Tiefe fast überall — bei ganz geringen Amplituden der absoluten Temperaturwerte — das jeweils wärmste Wasser auch jeweils dem Äquator am nächsten sich findet; weiterhin hören auch diese Unterschiede auf, und am Boden des Stillen Ozeans herrscht eine beispiellose Einförmigkeit der Temperierung des Grundwassers mit $1,6^{\circ}$ bis $1,9^{\circ}$ C, ganz im Gegensatz zu den Verhältnissen im Atlantischen Ozean. Ozeanische Bodentemperaturen von unter 0° sind bisher weder im Bering-See noch im pazifischen Teil des Süd-Polarmeeres konstatiert.

Die nachfolgende Tabelle soll für das gesamte Weltmeer besonders die auffällige Wärmeverteilung in den Zwischenschichten von rund 100 bis

¹⁾ Die beigegebenen zwei Karten sind mit freundlicher Genehmigung der Redaktion der „Annalen der Hydrographie“ wiedergegeben. In der Gesamtarbeit sind solche Karten enthalten für 0, 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 m und den Boden; außerdem ein Längsprofil (180° Lg.) und drei Querprofile (30° n., 10° n. und 10° s. Br.).

1000 m zahlenmäÙig veranschaulichen; sie soll zugleich die 1901 gegebene Tabelle ¹⁾ vervollständigen und ersetzen.

Mittelwerte von Tiefsee-Temperaturen °C.

Zur besonderen Veranschaulichung der auffälligen Wärmeverteilung in den Zwischenschichten von rund 100 bis 1000 m Tiefe.

Tiefe in m	Stiller Ozean			Atlantischer Ozean			Indischer Ozean			Tiefe in m
	25° N bis 15° N	10° N bis 7° N	5° S bis 25° S	40° N bis 20° N	5° N bis 5° S	10° S bis 25° S	15° N bis 10° N	5° S bis 10° S	20° S bis 30° S	
	Zone hoher Temperaturen	Zone niedri- ger Temperaturen	Zone hoher Temperaturen	Zone hoher Temperaturen	Zone niedri- ger Temperaturen	Zone hoher Temperaturen	Zone hoher Temperaturen	Zone niedri- ger Temperaturen	Zone hoher Temperaturen	
0	26.1	26.9	26.3	24.1	26.1	23.9	27.6	27.5	25.2	0
100	24.5	17.0	25.4	21.6	15.9	21.9	24.7	18.6	23.8	100
200	17.9	11.1	21.5	19.9	12.5	16.7	16.8	13.6	19.3	200
400	11.3	8.9	13.1	16.2	7.9	12.0	12.1	9.6	14.1	400
600	7.4	6.9	8.0	13.6	5.3	7.9	11.2	8.1	10.9	600
800	4.8	5.3	6.1	10.5	4.4	5.2	10.4	6.3	8.4	800
1000	3.9	4.5	4.9	8.0	4.1	4.0	8.7	4.8	5.7	1000
1500	2.8	3.3	3.5	5.1	3.9	3.1	6.1	3.5	3.5	1500
2000	2.4	2.6	2.5	3.9	3.3	2.8	4.3	2.6	2.6	2000
3000	2.1	2.0	2.0	3.0	2.7	2.4	2.8	2.0	1.5	3000
4000	1.8	1.9	1.6	2.5	2.2	1.5	—	1.6	1.2	4000
Boden	1.7	1.7	1.6	2.3	2.1	1.2	1.8	1.4	1.0	Boden

Wenn wir bei dem Stillen Ozean bleiben, so müssen vom geographischen Standpunkt aus besonders die Unterschiede zwischen der nördlichen und südlichen Hälfte dieses Meeres die Aufmerksamkeit erregen und muß die Frage nach der Ursache dieser Unterschiede zu beantworten versucht werden. Warum ist im südlichen Stillen Ozean der subtropische Wärmeüberschuss über die äquatoriale Kaltwasserzone soviel höher als der entsprechende Wärmeüberschuss im nördlichen Stillen Ozean? und warum reicht er im Stillen Ozean auch in viel größere Tiefen, fast bis in eine doppelt so große Tiefe als auf Nord-Breite? Allgemein zugestanden wird, daß die niedrigen Temperaturen der äquatorialen Zone nur durch Auftriebserscheinungen, d. i. durch vertikale, nach der Oberfläche hin gerichtete, ganz langsame Bewegungen erklärt werden können. Die subtropischen Warmwasserzonen werden daher umgekehrt durch Anstauerscheinungen, d. h. durch

¹⁾ Verhandlungen der Ges. f. Erdkunde zu Berlin 1901, S. 229.

ebenfalls vertikale, aber nach der Tiefe hin gerichtete und äußerst langsame Wasserverschiebungen zu erklären sein. Bleibt nur fraglich und strittig der erste Antrieb zu diesen Bewegungen. Während für den ozeanischen Auftrieb, ähnlich wie in den Fällen lokaler Natur an gewissen Küsten mit ablandigen Winden und ablandigen Strömungen, Bedürfnisse des Ersatzes oder Ausgleiches innerhalb lebhafter Oberflächenströme maßgebend sein dürften, wird man bei dem ozeanischen Anstau der Subtropen, abgesehen von anderen Momenten, hauptsächlich an konvektiven Warmwasseraustausch zwischen Oberfläche und Tiefe zu denken und in ihm letzten Endes klimatische Einwirkungen zu erblicken haben, und zwar ist die Schlußfolge so:

1. In den subtropischen und mittleren Breiten erreicht die jährliche Amplitude, höchstwahrscheinlich auch die tägliche Amplitude der Temperatur des Oberflächenwassers ihre höchsten Beträge; zugleich liegt in annähernd denselben Gegenden jeweils ein nördhemisphärisches und ein südhemisphärisches Maximum des Salzgehaltes des Oberflächenwassers. Beide Tatsachen müssen in diesen Gegenden zu einem relativ sehr starken konvektiven Wasseraustausch führen, der bewirkt, daß die Wasserteilchen der Oberflächenschichten allmählich bis zu einer gewissen, durch die vereinte Wirkung von Temperatur und Salzgehalt, d. h. durch die Dichte des Wassers bedingten Tiefe absinken.

2. Nun ist es zweitens einleuchtend, daß, *ceteris paribus*, das salzige Oberflächenwasser bis in größere Tiefen absinken wird als das weniger salzige Oberflächenwasser. Da nun im südlichen Stillen Ozean das Salzgehalt-Maximum an der Polargrenze des Passates erheblich höhere Beträge aufweist (bis 36,9 ‰) als das entsprechende im nördlichen Stillen Ozean (nur bis 35,9 ‰), so erklärt sich von dieser Betrachtung aus auch die Tatsache, daß die südpazifische Warmwasserzone soviel intensiver ist und bis in soviel größere Tiefen hinabreicht als die nordpazifische Warmwasserzone.

Eine ganze Reihe anderer interessanter Fragen ließe sich ohne weiteres im Zusammenhang mit der kartographischen Festlegung der Wärmeverhältnisse im Stillen Ozean erörtern; hier kann nur noch auf einen Punkt hingewiesen werden. Es ist eine namentlich in zoologischen Kreisen viel erörterte und umstrittene Frage, wo eigentlich die „Tiefsee“ in des Wortes eigentlichem Sinne beginne. Von einem physikalischen Standpunkte aus kann, gerade an der Hand der nun vorliegenden Karten und in Übereinstimmung auch mit den Ergebnissen neuester Salzgehaltsreihen, die Frage dahin beantwortet werden: die Tiefsee beginnt dort, wo es im allgemeinen nicht mehr möglich ist, die wesentlichen physikalisch-chemischen Tat-