

500 Fuß merklich, so müßte ein 10,000 Fuß tiefer See eben so leicht zufrieren wie ein anderer, welcher nur 500 Fuß tief ist; denn bei dem ersteren hat ja alles Wasser, welches mehr als 500 Fuß unter dem Spiegel sich befindet, das ganze Jahr hindurch die Temperatur des Dichtigkeitsmaximums; es kann also auf die Erscheinungen der oberen Wasserschichten in keiner Weise wirken.

Wenn vor dem Gefrieren einmal die ganze Wassermasse eines Sees die Temperatur von $4,1^{\circ}$ haben muß, so muß dasselbe nach dem Aufthauen ebenfalls stattfinden, bevor die Temperatur der oberen Wasserschichten über die Temperatur des Dichtigkeitsmaximums steigen kann.

In den Flüssen ist natürlich wegen der beständigen Bewegung, welche die Wasserschichten verschiedener Temperatur fortwährend mischt, die Vertheilung der Wärme weniger regelmäßig als in den Landseen. Das Gefrieren beginnt in der Regel am Ufer; doch beobachtet man auch häufig, daß sich die Eisschollen mitten im Strome bilden und, anfangs ganz klein, bald eine bedeutende Größe erlangen. Eine sehr auffallende Erscheinung ist die Bildung von Grundeis in den Flüssen; diese Eisbildung findet nicht auf der Oberfläche, sondern auf dem Boden Statt; wenn das am Boden gebildete Eis aufsteigt, so hebt es Steine und sonstige Gegenstände vom Boden mit in die Höhe; im Rhein werden oft die Ankerketten der Schiffbrücken durch das Grundeis in die Höhe gebracht.

Die wahrscheinlichste Erklärung des Grundeises hat Arago gegeben; seine Ansicht ist die, daß das Wasser oft unter den Gefrierpunkt erkaltet, ohne fest zu werden, daß aber die so stark erkalteten Wassertheilchen sogleich erstarren, wenn sie, durch die Strömung niedergezogen, mit den festen Körpern auf dem Boden in Berührung kommen.

159 **Temperatur der Meere.** Von tüchtigen Reisenden sind die Aequatorialmeere und die Polarmeere befahren worden; überall haben sie über die Temperatur und die damit zusammenhängenden Erscheinungen zahlreiche Reihen von Beobachtungen gemacht, welche für die Wissenschaft von höchstem Interesse sind.

Ueber dem Meere, in großen Entfernungen von den Küsten, sind die täglichen Schwankungen der Lufttemperatur weit geringer als auf dem Lande. Auf dem Aequatorialmeere z. B. beträgt die Differenz des Maximums und des Minimums der Temperatur eines Tages höchstens 1 bis 2° , während sie auf dem Lande 5 bis 6° beträgt; in der gemäßigten Zone, zwischen dem $25.$ und $50.$ Breitengrade, ist dieser Unterschied nur 2 bis 3° , während er auf dem Lande sehr groß ist; in Paris beträgt er manchmal 12 bis 15° .

Das Minimum der Temperatur findet auch auf dem Meere kurz vor Sonnenaufgang Statt, die Zeit des Maximums soll aber nach einigen Beobachtern dem Mittage näher liegen als auf den Continenten.

Vergleicht man die Temperatur der Luft, welche auf den Meeren ruht, mit der der oberen Wasserschichten, so ergeben sich folgende Resultate.

In den Tropen ist in der heißesten Tageszeit die Luft wärmer als das Wasser; wenn man aber die Temperatur der Luft und des Wassers von 4 zu 4

Stunden bestimmt, wie es der Capitän Duperrey gethan hat, so ergibt sich, daß im Durchschnitt die Temperatur der Luft niedriger ist als die des Wassers. Unter 1850 Beobachtungen, welche er gemacht hat, fand er 1371mal das Meer und nur 479mal die Luft wärmer.

In höheren Breiten, vom 25. bis zum 50. Grade, ist die Luft nur selten in den Polargegenden fast nie wärmer als die Oberfläche des Meeres.

Gehen wir nun zur Betrachtung der Temperatur des Meeres in verschiedenen Tiefen über.

In den Tropen nimmt die Temperatur der Meere mit der Tiefe ab, in den Polarmeeren dagegen nimmt sie mit der Tiefe zu.

Während in der heißen Zone die Temperatur der Meeresoberfläche 27° C. ist, sinkt dort die Temperatur des Wassers in der Tiefe unter $+4^{\circ}$. Die Beobachtungen, welche am Bord der Venus unter den Befehlen von Du Petit-Thouars gemacht wurden, ergaben für die Temperatur der Tiefe in der heißen und gemäßigten Zone 3,2 bis $2,5^{\circ}$; unter $27^{\circ} 47'$ südl. Breite fand man z. B. im indischen Meere in einer Tiefe von 990 Faden die Temperatur $2,8^{\circ}$, während sie auf der Oberfläche $23,8^{\circ}$ war; bei Penedo und S. Pedro, $4^{\circ} 23'$ nördl. Breite und $28^{\circ} 26'$ westlich von Paris, an der Oberfläche 27° , in einer Tiefe von 1130 Faden aber $3,2^{\circ}$; Kogebue fand in einer Tiefe von 525 Faden unter einer Breite von $32^{\circ} 11'$ die Temperatur des Wassers $2,5^{\circ}$.

Humboldt hat gezeigt, daß die Erkaltung der Meeresoberfläche während der Nacht nicht die Veranlassung der geringen Temperatur der Meeresstiefen in den Tropen sein kann und daß sie nur die Folge eines Meeresstromes ist, welcher in der Tiefe die Gewässer der Pole dem Aequator zuführt; deshalb findet man auch in der Tiefe des mittelländischen Meeres, wo diese untere Meeresströmung nicht eindringen kann, keine so niedrigen Temperaturen.

Die Beobachtungen von Mulgrave, Scoresby, Ross und Parry geben das übereinstimmende Resultat, daß in den Polarmeeren die Temperatur in der Tiefe höher ist als an der Oberfläche; in einer Tiefe von 700 Faden steigt die Temperatur des Wassers auf 2 bis 3° , während sie an der Oberfläche nicht über 0° war. Beechey dagegen fand in der Behringsstraße in einer Tiefe von 20 Faden die Temperatur des Wassers $-1,4^{\circ}$, während sie an der Oberfläche $+6,3^{\circ}$ betrug; Beechey fand im Allgemeinen die Temperatur der Tiefe niedriger als die der Oberfläche.

Diese Widersprüche lassen sich noch nicht erklären, überhaupt ist man bis jetzt noch nicht im Stande, die Gesetze des Gleichgewichts der Meereschichten so zu entwickeln, wie es bei dem süßen Wasser der Fall ist, weil die Dichtigkeit des Meerwassers nicht allein von seiner Temperatur, sondern auch von seinem Salzgehalte abhängt.

Durch den Salzgehalt des Wassers wird sowohl sein Gefrierpunkt als auch die Temperatur seines Dichtigkeitsmaximums erniedrigt. Desprez fand für den Gefrierpunkt des Meerwassers (das Wasser, mit welchem er experimentirte, war von Freycinet in der Südsee geschöpft) $-2,55^{\circ}$, für die Temperatur des Dichtigkeitsmaximums aber $-3,67^{\circ}$; das Dichtigkeitsmaximum findet also

bei einer Temperatur Statt, welche unter der des Gefrierpunktes liegt, es kann also nur beobachtet werden, wenn das Wasser bis unter den Gefrierpunkt erkaltet, ohne zu erstarren. Desprez untersuchte den Gang der Ausdehnung des Meerwassers, indem er Thermometer damit construirte, und diese Versuchsmethode möchte wohl die einzige sein, welche in diesem Falle ein zuverlässiges Resultat geben kann. Für die Physik der Meere kann jedoch dies Resultat keine Anwendung finden, indem wohl schwerlich eine bedeutende Wassermasse ihrer ganzen Ausdehnung nach unter den Gefrierpunkt erkaltet, ohne fest zu werden.

Beim Gefrieren des Meerwassers bildet sich reines Eis, während die Concentration des flüssigbleibenden Theiles zunimmt; die oberen Schichten nehmen also in den kalten Zonen aus zwei Gründen an Dichtigkeit zu, erstens wegen der Temperaturerniedrigung und zweitens wegen der bei der Eisbildung zunehmenden Concentration des Wassers. Da aber die dichter gewordenen Wassertheilchen niedersinken müssen, so ist es noch nicht ganz klar, wie in den Polarmeeren die Temperatur des Wassers in der Tiefe zunehmen kann.

Sollte vielleicht dieselbe Ursache, welche veranlaßt, daß die Temperatur der festen Erdrinde mit wachsender Tiefe immer mehr zunimmt, auch eine Erwärmung des Meeres von seinem Boden aus veranlassen?

Wenn am Boden des Meeres eine solche Erwärmung stattfinden sollte, so könnte das erwärmte Wasser doch nicht bis zur Oberfläche des Meeres steigen, weil es, sich mit den an der Oberfläche erkalteten und niedersinkenden Wassertheilchen mischend, seine höhere Temperatur alsbald verliert.

Die Eisbildung in den Polarmeeren gehört zu den großartigsten Erscheinungen der Natur. Die Eismassen, denen man an den Küsten von Spitzbergen und Grönland begegnet, sind in der Regel 20 bis 25 Fuß dick; sie bilden ungeheure Ebenen, deren Gränzen man oft von den höchsten Masten der Schiffe nicht übersehen kann; es sind dies die sogenannten Eisfelder, deren Oberfläche manchmal 300 bis 400 Quadratmeilen beträgt. Die Oberfläche der Eisfelder ist oft vollkommen eben, oft aber auch uneben und schollig. Manchmal sieht man Erhebungen, gleichsam Säulen von einer Höhe von 20 bis 30 Fuß, welche einen sehr malerischen Anblick darbieten, indem sie bald die schönste bläulichgrüne Farbe zeigen, bald mit einer dicken Schneeschicht überdeckt sind.

Durch den Wellenschlag, vielleicht auch durch andere Ursachen, zerbersten diese Eisberge oft plötzlich und zertheilen sich in Stücke von 1000 bis 2000 Quadratfuß Oberfläche. Diese Stücke werden oft durch einen schnellen Meeresstrom fortgeführt, und wenn sie einem entgegengesetzten Meeresstrome begegnen, welcher die Stücke eines anderen Eisfeldes mit sich führt, so stoßen die Eismassen mit furchtbarem Krachen an einander. Ein Schiff, welches das Unglück hat, zwischen solche Massen zu gerathen, kann der ungeheuren Kraft nicht widerstehen, es wird förmlich zerquetscht. Man hat viele traurige Beispiele, daß Schiffe auf diese Weise zu Grunde gingen.

Wenn die Eismassen zum Theil bei diesem schrecklichen Zusammentreffen zerbersten, wenn sie gleichsam zerbröckelt werden, so nehmen andere an Masse zu und werden noch furchtbarer. Eisstücke, welche durch die Wogen gehoben wer-

den, fallen über die anderen Eisblöcke her, und so entstehen wahre Eisberge, welche oft 30 bis 40 Fuß über den Wasserspiegel emporragen. Da die Dicke des über das Wasser hervorragenden Theils $\frac{1}{4}$ des untergetauchten beträgt, so sind solche Eisberge im Ganzen 120 bis 160 Fuß hoch.

In der Baffinsbay findet man noch weit höhere Eisberge als in den grönländischen Meeren; sie ragen manchmal 90 bis 120 Fuß hoch über den Meeresspiegel empor und haben also eine Totalhöhe von 450 bis 600 Fuß. Solche auf den Meeren umhertreibende Eisberge stammen ohne Zweifel von mächtigen bis in das Meer vorgeschobenen Gletschern her. Fig. 219 stellt einen schwim-

Fig. 219.



menden Eisberg dar, welchen Parry auf seiner ersten Reise beobachtete. Im Sommer, wenn das Eis durch die Wirkung der Sonnenstrahlen geschmolzen wird, strömt das Wasser in ungeheuren Wasserfällen von dem Rande solcher Eisgebirge herab. Es ist dies ein majestätisches Schauspiel, welches die Schiffer jedoch nur aus der Ferne betrachten; denn die gigantischen, hoch in die Lüfte ragenden Eisjacken und Bogen bersten plötzlich und stürzen unter ungeheurem Krachen in das Meer herab.