



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Joh. Müller's Lehrbuch der kosmischen Physik

Müller, Johann Heinrich Jacob

Braunschweig, 1894

251. Einfluss der Gletscher auf die atmosphärische Feuchtigkeit

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96939](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96939)

bleiben. Gras und Blätter erkalten besonders stark durch die nächtliche Strahlung, theils weil sie ein sehr starkes Strahlungsvermögen besitzen, theils aber auch, weil sie frei in die Luft hineinragen, so dass vom Boden aus nur wenig Wärme zugeleitet werden kann; man findet sie deshalb stärker bethaut als die Steine und den nackten Boden.

Bei der französischen Expedition nach Constantine im October 1836 litten mehr als 100 Mann an erfrorenen Füßen, Händen und Lippen, obgleich das Thermometer nie unter den Gefrierpunkt sank. Der Boden aber, auf welchem man sich nächtlich lagerte, erkaltete viel tiefer.

Alles, was die nächtliche Strahlung hindert oder vermindert, hindert oder vermindert auch die Thaubildung. Wells legte auf ein Brett, welches in horizontaler Lage durch vier Stützen 1 m hoch über dem Boden gehalten wurde, 10 Gran Wolle und befestigte eine gleiche Quantität Wolle auf der unteren Fläche des Brettes. Nach einer heiteren Nacht ergab sich, dass das obere Wollbüschel 14 Gran, das untere nur 4 Gran Feuchtigkeit aufgenommen hatte.

Wenn man über einer Wiese in der Höhe von zwei bis drei Fuss ein Leintuch ausspannt, so wird der durch das Tuch gegen die nächtliche Strahlung geschützte Theil der Wiese nicht bethaut, während in der ganzen Umgebung eine starke Thaubildung stattfindet.

Dadurch erklärt sich auch, warum bei bewölktem Himmel keine Thaubildung stattfindet.

Dass der Thau nicht etwa, wie man früher meinte, ähnlich dem Regen, aus der Luft herabfällt, hat Wells durch folgenden Versuch bewiesen. Auf den Boden eines oben offenen Cylinders von gebranntem Thon, welcher $\frac{1}{3}$ m Durchmesser und 1 m Höhe hatte, wurde ein Bündel von 10 Gran Wolle gelegt. Obgleich nun dieses Bündel nach oben hin in keiner Weise geschützt war, so nahm es doch im Laufe einer heiteren Nacht nur 2 Gran Feuchtigkeit auf, während ein in der Nähe ganz frei auf den Boden gelegtes Bündel Wolle in der gleichen Zeit durch Thau um 16 Gran schwerer wurde.

Selbst bei heiterem Himmel thaut es nicht, wenn ein etwas lebhafter Wind weht, weil er stets von Neuem warme Luft mit dem Boden in Berührung bringt und so theilweise wenigstens den Wärmeverlust ersetzt, welcher durch die nächtliche Strahlung veranlasst wird.

Der Reif ist nichts Anderes als ein gefrorener Thau. Wenn der Körper, an welchem sich der condensirte Wasserdampf absetzt, unter 0° erkaltet ist, so kann er sich nicht mehr in flüssiger Gestalt, sondern nur in Form von Eiskrystallen absetzen.

251 **Einfluss der Gletscher auf die atmosphärische Feuchtigkeit.** Wenn die atmosphärische, nicht ganz mit Wasserdampf gesättigte Luft mit irgend einem feuchten Körper in Berührung ist, so wird an dieser feuchten Oberfläche entweder Verdampfung stattfinden, wenn die Temperatur derselben höher ist, oder es wird eine der Thau-

bildung entsprechende Condensation von atmosphärischem Wasserdampf stattfinden, wenn die Temperatur desselben niedriger ist als der Thaupunkt der Luft.

Aus langjährigen Beobachtungen, welche zu Genf angestellt worden sind, haben Chr. Dufour und Forel ermittelt, dass die mittlere Temperatur des Wassers an der Oberfläche des Sees meist namhaft höher ist, als der Thaupunkt der darüber streichenden Luft. Im Mai und Juni ist die Temperatur des Seewassers durchschnittlich um 3° höher, als der Thaupunkt der Luft. Vom Juli an wird die Differenz grösser, um im December ihr Maximum zu erreichen, wenn der Thaupunkt der Luft 8° unter der Temperatur des Seewassers liegt. Im Allgemeinen wird also an der Oberfläche des Sees Wasser verdampfen. Nur ausnahmsweise steigt an einzelnen sehr feuchten Tagen der Thaupunkt der Luft über die Temperatur des Seewassers, so dass eine Condensation von Wasserdampf an der Oberfläche des Sees stattfindet. Im Jahre 1867 war dies nur an 21 Tagen der Fall, während an 344 Tagen Verdampfung stattfand.

Gerade umgekehrt gestaltet sich die Sache im Hochgebirge, wo die Luft mit ausgedehnten Schnee- und Firnfeldern, sowie mit Gletschern in Berührung kommt, deren Temperatur nicht so veränderlich ist, wie die des Sees, indem dieselbe nie über 0° steigen und nur im Winter unter 0° sinken kann, während der Thaupunkt der Luft, welche über die Schnee- und Eisfelder hinzieht, meist über dem Gefrierpunkt liegt.

An der Oberfläche der Gletscher, sowie der Schnee- und Firnfelder, wird also im Allgemeinen Condensation von Wasserdampf stattfinden müssen, welche die Luft trocken macht und nur in seltenen Fällen, wenn der Thaupunkt der Luft unter 0° gesunken ist, kann eine, wenn auch nur unbedeutende Verdampfung eintreten.

Dufour und Forel haben diese theoretischen Consequenzen durch Versuche bestätigt, von denen wir nur einige anführen wollen. Am 5. März 1870, Nachmittags 2 Uhr, wurde in einem Garten zu Morges eine Schüssel von 20 cm Durchmesser, welche mit Schnee gefüllt 711 g wog, ins Freie gestellt. Nach einer Stunde war der Schnee zum Theil geschmolzen, das Gewicht der Schüssel hatte aber um 3 g zugenommen. Nach psychrometrischen Bestimmungen war der Thaupunkt der Luft während jener Zeit $4,4^{\circ}$ C. und ihre Temperatur $10,3^{\circ}$.

Bei einem ähnlichen Versuch, welcher im Mai angestellt, und bei welchem gestossenes Eis statt Schnee angewandt wurde, betrug der Thaupunkt der Luft im Durchschnitt 13° und es ergab sich, dass die Quantität des auf einer Eisfläche von 1 qm Oberfläche in einer Stunde niedergeschlagenen Wassers 410 g betrug, was auf eine geographische Quadratmeile (55 000 000 qm) die enorme Wassermenge von 22 550 cbm ausmacht.

Allerdings sind die thermischen und hygrometrischen Verhältnisse der über den Gletschern und Schneefeldern schwebenden Luft andere

als in einem Garten in der Nähe des Genfer Sees; im Hochgebirge ist die Luft weniger warm und ihr Thaupunkt liegt tiefer als in der Ebene; immerhin muss aber auch dort eine bedeutende Condensation stattfinden, und um diese zu constatiren, stellten Dufour und Forel im Juli und August 1870 ähnliche Versuchsreihen auf der Oberfläche des Rhonegletschers an.

Die Temperatur der Luft schwankte während dieser Versuche zwischen $4,2$ und $10,8^{\circ}\text{C}$., ihr Thaupunkt zwischen $0,6$ und $3,5^{\circ}$ und die Menge des stündlich niedergeschlagenen Wassers zwischen 50 und 360 g für 1 qm . Nehmen wir im Mittel die stündliche Condensation für 1 qm zu 150 g an, so macht dies für eine Schnee- und Eisfläche von einer Quadratmeile schon 8250 cbm Wasser in der Stunde. Die Oberfläche aller Gletscher, Schnee- und Firnfelder des Rhonegebietes bis zum Genfer See beträgt aber 18 Quadratmeilen, sie liefern also unter den angegebenen Verhältnissen durch Condensation $150\ 000\text{ cbm}$ Wasser in der Stunde und $3\ 600\ 000\text{ cbm}$ in 24 Stunden.

Da die Gletscher und Schneefelder der Luft durch Condensation bedeutende Mengen von Wasserdampf entziehen, so tragen sie wesentlich zu ihrer Trockenheit in den Regionen des ewigen Schnees bei, die Allen bekannt ist, welche das Hochgebirge durchwandern und welche sich durch rasches Trocknen nasser Kleider, durch schnelles Austrocknen der Lebensmittel, durch unbedeutende Absonderung von Schweiss u. s. w. bemerklich macht. Die Trockenheit der Luft, welche auf Schneefeldern und Gletschern ruht, wird auch durch psychrometrische Versuche bestätigt, welche Dufour und Forel im Juli und August 1870 zu allen Tagesstunden, theils bei dem Gasthaus zum Rhonegletscher, theils in einer Entfernung von 900 m von demselben auf dem Gletscher selbst anstellten. Jedes Cubikmeter Luft enthielt beim Gasthaus im Durchschnitt 8 g , auf dem Gletscher dagegen nur $5,5\text{ g}$ Wasserdampf.

Die oben besprochene massenhafte Condensation von Wasserdampf durch Schneefelder und Gletscher bewirkt aber auch ein bedeutendes Wegschmelzen von Schnee und Eis. Durch Condensation von 1 g Wasserdampf werden nämlich 540 Wärmeeinheiten frei, d. h. so viel Wärme als nöthig ist, um die Temperatur von 540 g Wasser um 1°C . zu erhöhen. Diese frei werdende Wärme kann aber keine Erwärmung der umgebenden Luft bewirken, weil sie nur zur Schmelzung von Schnee und Eis verbraucht wird. Zur Schmelzung von 1 g Schnee oder Eis sind aber nur 80 Wärmeeinheiten nöthig, die Wärme, welche durch Condensation von 1 g Wasserdampf frei wird, reicht also hin, um $\frac{540}{80}$, also $6,7\text{ g}$ Eis zu schmelzen, die Condensation des Wasserdampfes vermehrt also in kolossaler Weise die Wassermenge, welche den Schneefeldern und Gletschern entströmt und trägt also wesentlich zu ihrem Abschmelzen und ihrem Rückgang bei.

Die Condensation des Wasserdampfes durch Schnee und Eis erklärt auch den Nutzen des Winterschnees für die Ernährung der Quellen.

Es ist eine bekannte Erfahrung, dass nach schneerreichen Wintern die Quellen reichlicher fließen als nach regnerischen. Das Wasser, welches als Regen herabfällt, dringt nur theilweise in den Boden ein, ein grosser Theil desselben verdampft an der Oberfläche des feuchten Bodens. Das Wasser dagegen, welches in Form von Schnee herabfällt, bewirkt eine namhafte Condensation von Wasserdampf aus der Luft und die dadurch vermehrte Wassermenge kann bei allmählichem Wegschmelzen des Schnees viel vollständiger in den Boden eindringen als das rasch abfliessende Regenwasser.

Nebel und Wolken. Wenn die Wasserdämpfe, aus einem Topf 252 mit kochendem Wasser aufsteigend, sich in der kälteren Luft verbreiten, so werden sie alsbald verdichtet, es entsteht der Schwaden, welcher aus einer Menge kleiner hohler Wasserbläschen besteht, die in der Luft schweben. Man nennt diese Schwaden auch öfters Dampf, doch ist es kein eigentlicher Dampf mehr, wenigstens kein Dampf im physikalischen Sinne des Wortes; denn es ist ja ein verdichteter Dampf.

Wenn die Verdichtung der Wasserdämpfe nicht durch Berührung mit kalten festen Körpern, sondern durch die ganze Masse der Luft hindurch vor sich geht, so entstehen Nebel, welche im Grossen dasselbe sind wie der Schwaden, den wir über kochendem Wasser sehen.

Die Nebel entstehen häufig, wenn das Wasser der Seen und Flüsse oder der feuchte Boden wärmer sind als die schon mit Feuchtigkeit gesättigte Luft. Die Dämpfe, welche in Folge der höheren Temperatur des Wassers oder des feuchten Bodens gebildet werden, verdichten sich alsbald wieder, wenn sie sich in der kälteren, schon mit Wasserdämpfen gesättigten Luft verbreiten. Bei gleicher Temperaturdifferenz des Wassers und der Luft bilden sich keine Nebel, wenn die Luft trocken ist, so dass sich alle die Wasserdämpfe, welche am Boden aufsteigen, in ihr verbreiten können, ohne sie zu sättigen.

Nach dem, was soeben über die Bildung des Nebels gesagt wurde, erklärt sich leicht, dass sich die Nebel vorzugsweise im Herbst über Flüssen und Seen und über feuchten Wiesen bilden. In England sind die Nebel besonders häufig, weil es von einem warmen Meere umspült ist; ebenso sind die warmen Gewässer des Golfstromes, welcher theilweise bis nach Neufundland hinaufströmt, die Ursache der dort so häufigen dichten Nebel.

Manchmal beobachtet man Nebel unter scheinbar ganz verschiedenen Umständen; so sieht man dichte Nebel über den Flüssen, während die Luft wärmer ist als das Wasser oder das Eis. In diesem Falle ist die warme Luft mit Feuchtigkeit gesättigt, und wenn sie sich mit den Luftschichten mischt, welche durch die Berührung mit dem kalten Wasser oder dem Eise schon eine niedrigere Temperatur erlangt haben, so muss nothwendig eine Condensation des Wasserdampfes erfolgen.