



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Leitfaden der Wetterkunde**

**Börnstein, Richard**

**Braunschweig, 1901**

Einleitung.

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-77440](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-77440)

## Einleitung.

---

Die Meteorologie (Wetterkunde) oder Physik der Atmosphäre hat als Ziel die wissenschaftliche Erkenntnis der in der Luft stattfindenden Vorgänge und die praktische Anwendung dieser Erkenntnis zur Vorhersagung der kommenden Witterung.

Die atmosphärische Luft besteht hauptsächlich aus Sauerstoff und Stickstoff; dazu kommen noch Argon, Krypton, Neon, Metargon sowie wechselnde Mengen von Ozon, Wasserdampf, Kohlensäure, Ammoniak, schwefliger Säure, Schwefelwasserstoff, Wasserstoff u. s. w. In der trockenen kohlenstofffreien Luft sind 21 Raumtheile Sauerstoff und 79 Raumtheile Stickstoff enthalten, und dies Zahlenverhältniss scheint keinerlei erheblichen räumlichen oder zeitlichen Aenderungen unterworfen zu sein. Die neuerdings entdeckten Gase Argon (1894), Krypton, Neon und Metargon (1898) sind in so geringen Mengen vorhanden, dass sie für meteorologische Vorgänge nicht in Betracht kommen.

Auch das Ozon hat keine eigentlich meteorologische Bedeutung. Seine oxydirende Kraft beschleunigt die Zerstörung etwaiger Fäulnisproducte und begründet damit den hygienischen Werth des Ozons. Eine Vorstellung von der Menge des vorhandenen Ozons ergeben vergleichende Messungen von de Thierry (1), bei welchen im Herbste 1896 in Montsouris (Paris) 2,3 bis 2,4 mg, zugleich am Montblanc in Chamonix (1050 m hoch) 3,5 bis 3,9 mg und auf den Grands Mulets (3020 m hoch) 9,4 mg Ozon in je 100 cbm Luft gefunden wurden. Ueber den in der Atmosphäre vorhandenen Wasserdampf handelt ausführlich das später folgende Capitel „Luftfeuchtigkeit“. Die Kohlensäure ist im durchschnittlichen Betrage von etwa 3 Raumtheilen auf 10 000 vorhanden, schwankt aber nach Zeit und Ort erheblich. Quellen für die atmosphärische Kohlensäure sind Athmung, Verwesung, Verbrennung; Exhalationen aus dem Boden; Grundluft; und das Meer. Verbraucht wird andererseits Kohlensäure durch die Vegetation, namentlich unter Einwirkung des Lichtes, also bei Tage. Wie Ebermayer (2) berechnet hat, verbraucht ein erwachsener Mensch in einem Jahre zum Athmen so

viel Sauerstoff, als eine bewaldete Fläche von 3 Ar producirt, und liefert in der ausgeathmeten Kohlensäure genügenden Kohlenstoff, um bei mittlerem Ertrage des gleichen Waldes die Holz- und Blattbildung zu unterhalten.

Die Luft ist in den Städten reicher an Kohlensäure als auf dem Lande; ferner ist im Freien der Gehalt an Kohlensäure Nachts und bei trübem Wetter grösser als am Tage und bei Sonnenschein, an der Küste bei Seewind grösser als bei Landwind, und in der Bodenluft grösser als darüber in der freien Atmosphäre. Die sonst noch vorkommenden Luftbestandtheile sind meistens an örtliche Zustände gebunden und ohne wesentliche Bedeutung für die Witterungsverhältnisse.

Erwähnt seien endlich noch die nicht luftförmigen Beimengungen der Atmosphäre, die man als „Staub“ zu bezeichnen pflegt. Die Zählung der in einem gemessenen Luftvolumen vorhandenen Staubtheilchen kann in der Weise geschehen, dass man eine eingeschlossene Luftmenge sich ausdehnen lässt und dadurch abkühlt. Dann bildet jedes Staubtheilchen den Kern eines durch Condensation entstehenden Wassertröpfchens und sinkt mit dieser Belastung auf den Boden des Gefässes, wo man mit einer Lupe die Tröpfchen zählen kann. So bestimmte Aitken (3) die Stäubchenzahl und fand als untere Grenze auf hohen Bergen und bei günstiger Windrichtung 200, in der Nähe von Städten dagegen Tausende und im Innern der Städte Hunderttausende von Staubtheilchen im Cubikcentimeter Luft. Derselbe Beobachter verglich auf dem Rigi den Staubgehalt der Luft mit den Färbungen des Sonnenunterganges; bei staubfreier Luft erschien die Beleuchtung kalt, aber klar und scharf, bei stauberfüllter Luft dagegen intensiver, wärmer und milder. Bedenkt man, dass in freier Luft gerade wie bei der eben erwähnten Methode der Staubzählung die einzelnen Theilchen als Condensationskerne wirken und Nebel oder Wolken erzeugen können (s. S. 40), so erscheint es verständlich, dass von so vielen Landbewohnern die Färbung des Sonnenunterganges als Anzeichen für die Witterung des kommenden Tages angesehen wird. Einen Begriff von der Gewichtsmenge des über einer Stadt schwebenden Staubes giebt die Beobachtung von Assmann (4), der 1882 über dem westlichen Theile von Magdeburg (also an der weniger staubreichen Windseite) in 31 m Höhe als Mittel zahlreicher Versuche 3 bis 4 mg Staub im Cubikmeter Luft fand und daraus berechnete, dass über der etwa zwei Quadratkilometer grossen Stadt in einer 50 m hohen Luftschicht mindestens 300 kg Staub (sechs Centner!) schweben. Durch Regen wurde die Staubmenge auf ein Zehntel bis ein Zwanzigstel jenes Werthes herabgemindert. Welchen Einfluss die Höhe hierbei hat, zeigen Messungen, die Prim (5) in London anstellte, indem er auf horizontalen Flächen, die in verschiedenen Höhen je fünf Stunden lang ausgespannt waren, die angesammelte Substanz bestimmte. Die reinste Luft fand sich in 9 bis 12 m Höhe, darunter schwebt Staub, darüber Russ. Es braucht wohl kaum erwähnt zu

werden, dass im Staub sich vielerlei organische Bestandtheile vorfinden und insbesondere auch krankheitserzeugende Bacterien. Wahrscheinlich sind die gesundheitlichen Eigenschaften der Wald- und der Seeluft lediglich durch die Abwesenheit schädlicher Beimengungen bedingt, denn abgesehen von etwas mehr Ozongehalt hat man in den gasförmigen Bestandtheilen keinen entsprechenden Unterschied finden können.

In dieser Atmosphäre spielen sich nun die Vorgänge ab, deren Gesamtheit das Wetter ausmacht. Zur Darstellung eines Witterungszustandes gehört die Kenntniss der sechs meteorologischen Elemente, nämlich Temperatur, Feuchtigkeit, Bewölkung, Niederschlag, Luftdruck und Wind; wir werden sie in gesonderten Capiteln besprechen, und wollen hier nur noch erwähnen, dass man die Gesamtheit jener Elemente für irgend einen Zeitpunkt oder Zeitabschnitt als Witterung im engeren Sinne bezeichnet, während die durchschnittlichen Werthe der Elemente für einen Ort oder Landstrich, wie sie auf Grund langjähriger Beobachtungen hergeleitet werden können, das Klima der betreffenden Oertlichkeit bilden.

Soll nun das Klima eines Ortes durch die Beobachtungsergebnisse eines längeren Zeitraumes oder das Wetter eines Tages durch die Beobachtungsergebnisse vieler Orte dargestellt werden, so tritt in beiden Fällen die Nothwendigkeit ein, grosse Zahlenmassen übersichtlich zu gruppieren und zu einem der Auffassung leicht zugänglichen Bilde zu vereinigen. Diesem Zweck dienen die verschiedenen Arten der graphischen Darstellung. Soll ein einziges meteorologisches Element mit den zeitlichen Aenderungen, welche an einem Beobachtungsorte stattfinden, dargestellt werden, so kann man dies mittels einer einfachen Curve bewirken, deren Abstände von einer horizontalen Geraden die für jeden einzelnen Zeitpunkt ermittelten Werthe erkennen lassen. Soll z. B. das durchschnittliche Verhalten der Lufttemperatur während eines Tages durch eine solche Curve aufgezeichnet werden, so wird man zunächst auf der horizontalen Geraden in Punkten gleichen Abstandes die sämtlichen Tages- (und Nacht-) Stunden anschreiben und in jedem dieser Punkte eine Senkrechte von solcher Länge errichten, wie es der mittleren Temperatur der betreffenden Stunde entspricht; verbindet man alsdann die oberen Enden der Senkrechten durch eine Linie, so bezeichnet diese den täglichen Gang der Temperatur (Fig. 1 a. f. S.). Wählt man statt der Tagesstunden die Monate des Jahres und benutzt die entsprechenden Temperaturwerthe (Monatsmittel), so erhält man auf gleiche Art den jährlichen Gang der Temperatur. Dergleichen Curven ermöglichen es, den Inhalt einer ganzen Zahlenreihe mit einem Blicke zu überschauen, insbesondere auch die Art der Schwankung, die Eintrittszeiten der Extreme (Maximum und Minimum) sowie deren Unterschied (Amplitude) zu erkennen. So lehrt z. B. der Anblick jener in Fig. 1 (a. f. S.) dargestellten Curven, dass der mittlere tägliche Temperaturgang eine einmalige Schwankung hat (im Gegensatze dazu

zeigt z. B. der durchschnittliche tägliche Gang des Luftdruckes eine zweimalige Schwankung, s. Fig. 17, S. 75); ferner sehen wir die niedrigste Temperatur früh morgens gleich nach Sonnenaufgang eintreten, im Januar um 6<sup>a</sup> 1) und im Juli zwischen 4 und 5<sup>a</sup>, während die höchste Tagestemperatur auf den Nachmittag fällt, im Januar auf 2<sup>p</sup>, im Juli auf 3<sup>p</sup>; und endlich zeigen die Curven, dass die Grösse der Schwankung im Winter offenbar geringer ist als im Sommer, denn der Unterschied zwischen dem Maximum und Minimum der Tagestemperatur beträgt im Januar nur etwa  $2\frac{1}{4}^{\circ}$ , im Juli dagegen  $7^{\circ}$ .

Will man auf einem Blatte zugleich den täglichen und den jährlichen Gang eines Elementes zur Darstellung bringen, so kann dies durch sogenannte Isoplethen geschehen. Man trägt dazu in horizontaler Richtung die Tagesstunden auf (wie in Fig. 1), in verticaler Richtung

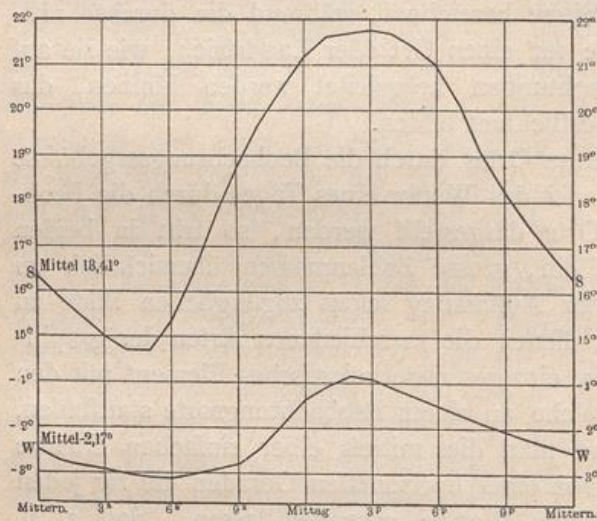


Fig. 1. Täglicher Gang der Temperatur in Berlin im Januar (W) und Juli (S).

die Monate, und zieht in beiden Richtungen die den einzelnen Stunden und Monaten entsprechenden Parallelen, so dass jeder Kreuzungspunkt dieser Linien einer gewissen Stunde in einem gewissen Monate entspricht. Schreibt man nun an jeden Kreuzungspunkt den zugehörigen Werth des darzustellenden meteorologischen Elementes, z. B. der Temperatur, und verbindet die Punkte gleicher Temperatur durch krumme Linien, so erhält man das in Fig. 2 dargestellte Curvensystem. Das gleiche Bild würde man auch auf folgende Art erhalten. In jedem der Kreuzungspunkte sei senkrecht zur Zeichnungsebene ein Stab aufgestellt, dessen Länge der ebendasselbst angeschriebenen Temperatur entspricht. Die oberen Enden dieser Stäbe bilden alsdann eine Fläche, die „Temperaturfläche“, deren höchste (wärmste) Gegend dem Nachmittag des Juli entspricht, während die tiefste (kälteste) Stelle auf den frühen Morgen des Januar fällt. Eine ebene Darstellung dieser Fläche kann ebenso gegeben werden, wie man eine Gebirgsgegend durch Höhenlinien abbildet, nämlich indem man durch die Fläche horizontale Ebenen in gleichen Abständen hindurchgelegt denkt und die Schnitlinien auf die gleichfalls horizontal gedachte Zeichnungsebene

1) Die kleinen Buchstaben a und p sind international gebräuchliche Abkürzungen für Vormittag (ante meridiem) und Nachmittag (post meridiem).

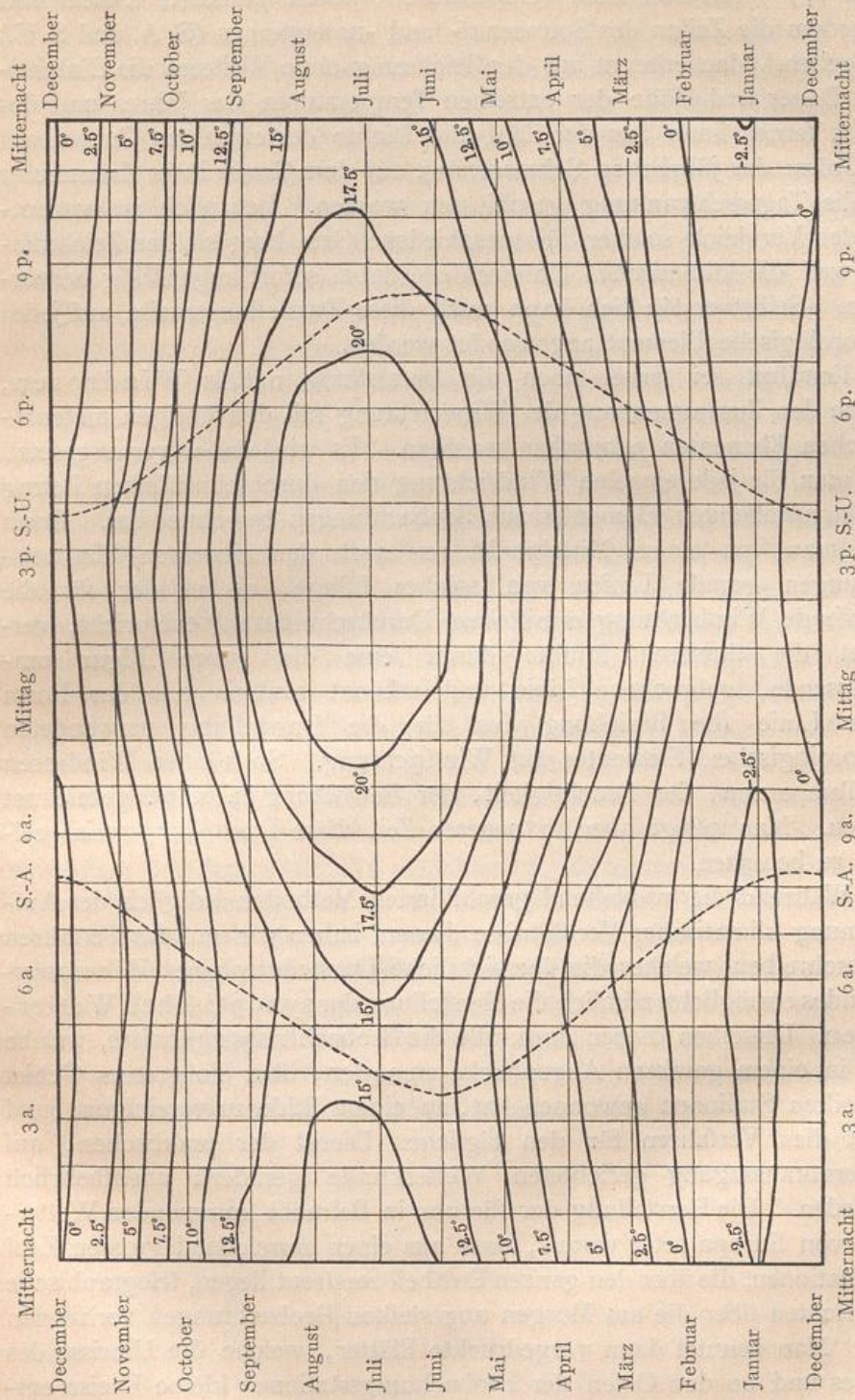


Fig. 2. Thermo-isoplethen (Temperaturfläche) von Berlin.

projicirt. In unserer Fig. 2 (a. v. S.) entsprechen diese Schnittebenen den um je  $2,5^{\circ}$  fortschreitenden Temperaturen; durch punktirt Linien sind ausserdem die Zeiten des Sonnenauf- und -unterganges (S. A. und S. U.) angegeben. Man erkennt aus der Zeichnung ohne Weiteres die Eintrittszeit, Dauer und Höhe der extremen Temperaturen des Jahres und des Tages; ferner kann aus der Zahl und Dichte der einzelnen Curven auf die Grösse der jährlichen Schwankung, aus dem Grade ihrer Krümmung auf die Tagesschwankung geschlossen werden. Lehrreich ist namentlich der Vergleich solcher für verschiedene Orte hergestellter Zeichnungen, weil die klimatischen Unterschiede dabei sofort augenfällig hervortreten. Selbstverständlich kann auch diese Darstellungsweise auf jedes meteorologische Element angewendet werden.

Erwähnt sei ferner noch die Darstellung mittels Windrosen, welche den Zusammenhang der Windrichtung mit den übrigen meteorologischen Elementen erkennbar machten. Es wird dabei vorausgesetzt, dass man für jede einzelne Windrichtung den durchschnittlichen Betrag des darzustellenden Elementes aus Beobachtungen berechnet hat. Dann zieht man von einem Mittelpunkt aus nach den einzelnen Himmelsrichtungen gerade Linien von solcher Länge, als es der für die betreffende Windrichtung ermittelten Durchschnittszahl entspricht, verbindet die äusseren Punkte durch eine die ganze Figur umschliessende, gebrochene Linie und erkennt alsdann aus der Form dieser Linie die Beziehung des für die Darstellung verwendeten meteorologischen Elementes zur Windrichtung. So können Windrosen der Temperatur, der Feuchtigkeit, der Bewölkung u. s. w. gezeichnet werden. Man pflegt aber in neuerer Zeit diese Darstellungsweise seltener zu benutzen.

Während die vorstehend geschilderten Methoden lediglich der Aufzeichnung klimatischer Verhältnisse dienen, haben wir nun das Verfahren zu beschreiben, welches die übersichtliche Darstellung eines Witterungszustandes ermöglicht, nämlich die Herstellung der synoptischen Wetterkarten. Dieselben dienen dazu, alle die Beobachtungsergebnisse, welche man in einem gewissen Augenblicke an vielen, über ein grosses Gebiet vertheilten Stationen gewonnen hat, zu einem Bilde zu vereinigen, und es ist dies Verfahren für den täglichen Dienst der praktischen, auf Wettersvoraussagung gerichteten Wetterkunde geradezu unentbehrlich geworden. Die Herstellung der für uns in Betracht kommenden Wetterkarte von Europa setzt voraus, dass aus einer hinreichend grossen Zahl von Stationen, die über den ganzen Erdtheil zerstreut liegen, telegraphische Nachrichten über die am Morgen angestellten Beobachtungen vorhanden sind. Man benutzt dann vorgedruckte Blätter, welche die Umrisse des Landes und an den Orten der Beobachtungsstationen kleine Kreise enthalten, und trägt an jeder Station das daselbst beobachtete Wetter ein. Hierbei bedient man sich international vereinbarter Zeichen, so dass die Wetterkarte unabhängig von der Sprache in jedem Lande verstanden

wird. Luftdruck und Temperatur werden mit Ziffern eingetragen, die Bewölkung durch theilweises Ausfüllen der Stationskreise, der Wind durch Pfeile, deren Spitze im Stationsorte liegt, der Niederschlag durch einfache Zeichen, die auf jeder Wetterkarte (z. B. Taf. XIV bis XVII) erklärt sind. Hierauf zieht man die Isobaren oder Linien gleichen Luftdruckes, indem man die Orte mit 760 mm, 765 mm u. s. w. durch je eine gekrümmte Linie verbindet. Es empfiehlt sich, hierbei die Beziehung der Druckvertheilung zum Winde zu beachten, nämlich die Regel, dass der Wind etwa in der Isobarenrichtung und so zu wehen pflegt, dass er den höheren Druck rechts, den niederen links hat. Ferner werden die Isothermen oder Linien gleicher Temperatur gezogen, welche die Orte mit  $0^{\circ}$ ,  $5^{\circ}$  u. s. w. verbinden. Die von der Deutschen Seewarte täglich herausgegebenen Wetterkarten enthalten das Beobachtungsmaterial in zwei getrennten Theilen, nämlich auf einer Karte Isobaren, Wind, Bewölkung und Niederschlag, auf der anderen Isothermen, Niederschlag und Seegang. Die Karte ist dann ein Augenblicksbild der Witterung, deren räumliche Vertheilung für den dargestellten Zeitpunkt leicht übersehen werden kann. Freilich ist das Wort „Augenblicksbild“ nicht ganz streng anwendbar, denn die Beobachtungen, welche der Karte zu Grunde liegen, wurden bisher an den einzelnen Stationen nach jeweiliger Ortszeit (in Russland, Oesterreich, Frankreich, Griechenland um 7 Uhr, im übrigen Europa um 8 Uhr früh) angestellt, und darin liegt bereits für Europa ein Unterschied begründet, der bis zu drei Stunden betragen kann. Dennoch hatte man es unterlassen, durch Einführung von Simultanzeit diese Ungleichheit bei dem gewöhnlichen Witterungsdienst zu vermeiden, weil ja mit der Ortszeit und dem Sonnenstande auch das Wetter der einzelnen Stationen, namentlich die Temperatur, in ursächlichem Zusammenhange steht. Seit Kurzem ist indessen für die an die Seewarte telegraphisch berichtenden deutschen Stationen die mitteleuropäische Zeit eingeführt.

Auf den folgenden Blättern werden wir nun die einzelnen meteorologischen Elemente besprechen, hierauf deren Wechselwirkung, das Wetter, und schliesslich den Witterungsdienst, d. h. die Einrichtungen, durch welche man die Voraussagung des Wetters und deren Ausnutzung für praktische Zwecke zu ermöglichen sucht.