



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Leitfaden der Wetterkunde**

**Börnstein, Richard**

**Braunschweig, 1901**

Barometrischer Gradient. Ablenkungswinkel. Windstärke nach Beaufort-Skala. Allgemeines Windsystem der Erde.

---

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

Was ferner die Werthe der in Betracht kommenden Grössen anbetrifft, so ist die Windstärke natürlich von der den Wind erzeugenden Ursache abhängig, d. h. von der Verschiedenheit des Luftdruckes in benachbarten Gegenden. Als Maass für diese Verschiedenheit dient der barometrische Gradient, d. i. der Unterschied des Luftdruckes zweier Orte, deren Verbindungslinie zu den Isobaren senkrecht steht, und deren Abstand 111 km (einen Aequatorgrad) beträgt. Je grösser der Gradient ist, um so näher liegen die Isobaren an einander, und um so stärker muss der Wind sein. Die Richtung des Gradienten ist, wie leicht einzusehen, diejenige, welche der Wind haben müsste, wenn die ablenkende Kraft der Erddrehung nicht wirkte. Da diese Kraft aber thatsächlich auftritt, besteht zwischen den Richtungen des Gradienten und des Windes ein gewisser Winkel, der Ablenkungswinkel, welcher (wie die Ablenkung selbst) am Aequator gleich Null ist und von da nach beiden Seiten mit wachsender geographischer Breite zunimmt. Im Allgemeinen erreicht er nicht den Werth von  $90^\circ$  und beträgt auf dem Festlande unserer Breiten 50 bis  $60^\circ$ ; er wächst mit abnehmender Reibung, ist also auf dem Meere, wo die Luft weit geringere Reibung hat, grösser als auf dem Lande.

Die Beobachtung des Windes hat dessen Richtung und Stärke festzustellen. Als Windrichtung benennt man diejenige, aus welcher der Wind weht, und bedient sich zum Bezeichnen der Himmelsrichtungen Nord, Ost, Süd, West der Buchstaben N, E, S, W. Das Zeichen E (vom englischen East) ist namentlich im internationalen Verkehr für Ost deshalb gewählt, weil O im Französischen West (Ouest) bedeuten würde und ausserdem mit Null verwechselt werden könnte. Die Windstärke wird bei den täglichen Witterungsbeobachtungen meist schätzungsweise angegeben und zwar nach der sogenannten Beaufort-Scala unter Benutzung der in umstehender Tabelle erwähnten Kennzeichen. Die dazu in Millimetern Quecksilberdruck angegebenen Werthe des Gradienten sind von Sprung (139) aus Schätzung der Windstärke und Messung des zugehörigen Gradienten an deutschen Küstenstationen hergeleitet, die Windgeschwindigkeiten (Meter pro Secunde) durch Hann (140) aus Vergleichen entnommen, welche zwischen geschätzten Windstärken und den Angaben von Messinstrumenten durch Waldo, Mohn und Meyer mit fast übereinstimmendem Ergebniss ausgeführt wurden. Die Kennzeichen der einzelnen Windstärken sind der Instruction für die Beobachter des Königlich Preussischen Meteorologischen Instituts entnommen.

Die Entstehung des Windes aus der Temperaturvertheilung und der ablenkende Einfluss der Erddrehung bilden die Grundlage für eine von Oberbeck (141) gegebene Herleitung der auf der gesammten Erde herrschenden Windcirculation. Ohne Erddrehung würden die vorhandenen Temperaturunterschiede der verschiedenen Breiten dahin führen, dass am Aequator zwischen  $35^\circ 16'$  nördlicher und südlicher Breite

Wind- stärke nach Beaufort- Scala	Bezeichnung	Gra- dient	Ge- schwin- digkeit	Kennzeichen
		mm	m p s	
0	Windstille	—	—	Vollkommene Windstille.
1	Leiser Zug	—	1,5	Der Rauch steigt fast gerade empor.
2	Leicht	1,19	3,7	Für das Gefühl eben bemerkbar.
3	Schwach	1,44	6,2	Bewegt einen leichten Wimpel, auch die Blätter der Bäume.
4	Mässig	1,81	8,8	Streckt einen Wimpel, bewegt kleine Zweige der Bäume.
5	Frisch	2,14	11,8	Bewegt grössere Zweige der Bäume, wird für das Gefühl schon unangenehm.
6	Stark	2,61	15,0	Wird an Häusern und anderen festen Gegenständen hörbar, bewegt grosse Zweige der Bäume.
7	Steif	—	18,8	Bewegt schwächere Baumstämme, wirft auf stehendem Wasser Wellen auf, welche oben überstürzen.
8	Stürmisch	—	24,0	Ganze Bäume werden bewegt; ein gegen den Wind schreitender Mensch wird merklich aufgehalten.
9	Sturm	—	32,8	Leichtere Gegenstände, wie Dachziegel u. s. w. werden aus ihrer Lage gebracht.
10	Voller Sturm	—	50,0	Bäume werden umgeworfen.
11	Schwerer Sturm	—	—	Zerstörende Wirkungen schwerer Art.
12	Orkan	—	—	Verwüstende Wirkungen.

ein aufsteigender Strom, in höheren Breiten eine absteigende Strömung herrschte, ausserdem in Richtung der Meridiane eine unten gegen den Aequator, oben gegen die Pole gerichtete Bewegung. Diese letztere horizontale Strömung müsste weitaus die stärkere sein und sich zu der verticalen verhalten wie der Erdradius zur Höhe der Atmosphäre. Tritt hierzu nun die mit der geographischen Breite wechselnde Wirkung der Erddrehung, welche den Wind auf der nördlichen Erdhälfte nach rechts, auf der südlichen nach links ablenkt, so entsteht das in Fig. 19 dargestellte Windsystem. Die am Aequator aufgestiegene Luft wird auf der nördlichen Halbkugel in der Höhe gegen Norden getrieben und gewinnt durch die Rechtsablenkung eine aus Südwest kommende Bewegung. Nachdem sie mit zunehmender Drehung in Westwind übergegangen und zugleich bis zu hohen Breiten gelangt ist, steigt sie dort herab und fliesst unten mit fortdauernder Rechtsdrehung zuerst als Nordwest-, dann als

Nord- und Nordostwind gegen den Aequator zurück, um hier von Neuem den Kreislauf zu beginnen. Die obere, vom Aequator kommende Strömung nennt man Aequatorialstrom, die untere, vom Pol kommende Polarstrom. Entsprechend ist, wie auf der Zeichnung ersichtlich, das Windsystem der südlichen Halbkugel beschaffen. Die obere Westströmung hat auf beiden Hemisphären einen längeren Weg zurückzulegen und ist von erheblich grösserer Stärke als der untere Wind.

Mit den herrschenden Druckverhältnissen erscheint diese Windvertheilung völlig vereinbar. Bedenkt man noch, dass die in der Höhe nach den Polen hin strömenden Luftmassen mit wachsender geographischer Breite immer engere Bahnen finden und in den langsamer fließenden

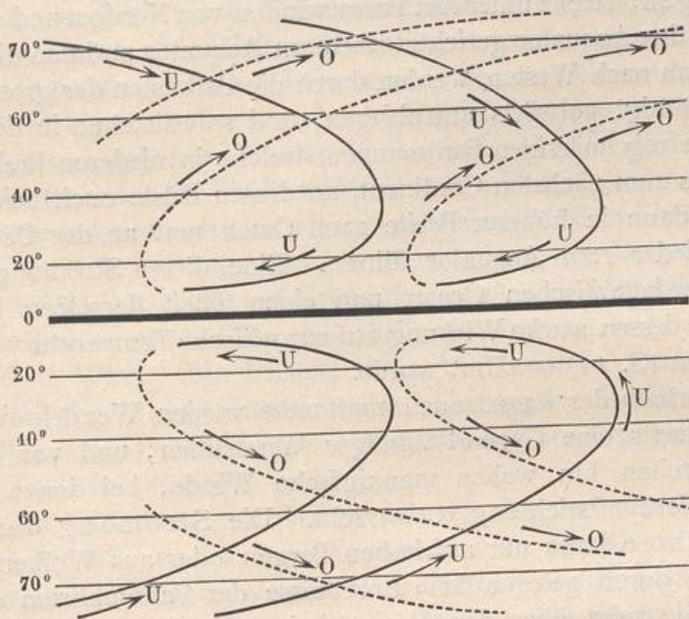


Fig. 19. Allgemeines Windsystem der Erde nach Oberbeck.

Unterwind zum Theil hineindringen, so erscheint auch das Auftreten höheren Druckes in etwa  $30^{\circ}$  nördlicher und südlicher Breite (S. 74) verständlich.

Die Vertheilung von Wasser und Land, welche bei den vorstehend geschilderten Studien nicht berücksichtigt wurde, veranlasst natürlich vielerlei örtliche Abweichungen des Windes von jener Vertheilung. Im Allgemeinen nimmt nach Hellmann (142) die Windgeschwindigkeit mit wachsender geographischer Breite zu, von der Küste nach dem Innern der Länder jedoch ab. Ausserdem bewirkt der Wechsel der Jahreszeiten eine regelmässige Verschiebung des Windsystems, so dass dies zugleich mit der heissesten Gegend der Erde im Nordsommer (Juli) gegen die nördliche und im Nordwinter (Januar) gegen die südliche Erdhälfte vorrückt. Die Isobarenkarten, Taf. III, lassen auch die Windvertheilung im Januar und Juli erkennen. In voller Uebereinstimmung mit den in Fig. 19

wiedergegebenen Strömungen finden wir namentlich die Windverhältnisse der niederen geographischen Breiten. In dem jeweils heissesten Erdgürtel am Aequator liegt die Zone der Calmen, in welchen häufige Windstillen herrschen, weil der aufsteigende Strom jener Gegenden nicht als Wind empfunden wird. Diese Gegend ist beiderseits von denjenigen Streifen begrenzt, in welchen die Passatwinde wehen, nämlich die nördlich von den Calmen aus Nordost, südlich davon aus Südost regelmässig fliessenden Strömungen, welche mit den Calmen die schon erwähnte nord-südliche jährliche Schwankung zeigen und durchschnittlich bis beinahe  $30^{\circ}$  nördlicher und südlicher Breite sich erstrecken. Die beständige Reibung dieser Luftströme gegen die Meeresoberfläche und der obersten Wasserschichten gegen die tieferen erzeugt ein ebenso regelmässiges System von Meeresströmungen, welche unter den Passatwinden von Nordost und von Südost her gegen den Aequator gerichtet sind; am Aequator strömen die Wassermassen dann nach Westen, werden durch die Ostküsten der grossen Continente genöthigt polwärts umzubiegen, und so entstehen in den grossen Meeren die regelmässigen Strömungen, welche in niederen Breiten gegen Westen bis zum nächsten Continent, an dessen Küste nach beiden Seiten polwärts, dann in höherer Breite nach Osten und an der Ostküste des Oceans wieder zum Aequator führen. Eine dieser Strömungen finden wir im nordatlantischen Ocean und einen Theil derselben bildet der Golfstrom, dessen starke Wirkung auf europäische Temperaturverhältnisse bereits oben (S. 12) erwähnt wurde.

Ausserhalb der Passatzonen und nahe an den Wendekreisen findet sich beiderseits eine Gegend häufiger Windstillen, und von dort nach höheren Breiten hin wehen mannigfache Winde, bei denen aber die westliche Herkunftsrichtung vorherrscht. Die Strömung der oberen Luftschichten kann nur auf hohen Bergen oder aus Wolkenbeobachtung sowie durch gelegentliche Ergebnisse der Ballonfahrten ergründet werden. Sie zeigt über den Passatwinden die der unteren Bewegung entgegengesetzt wehenden Antipassate und scheint in höheren Breiten vorwiegend aus Westen zu kommen. So hat Berson (143) gelegentlich der Berliner wissenschaftlichen Luftfahrten aus zahlreichen Einzelfällen schliessen können, dass, wenn am Boden westlicher Wind herrscht, dieser nach oben hin an Stärke zunimmt; weht dagegen unten der Wind aus Osten, so wächst seine Stärke nur bis zur Höhe weniger hundert Meter, um dann abzunehmen und oftmals weiter oben in westliche Bewegung überzugehen.

Während alle diese Einzelheiten der in Fig. 19 gegebenen Windvertheilung entsprechen, finden sich auch mancherlei Abweichungen von denselben. Namentlich sind dieselben, wie erwähnt, durch die unregelmässige Vertheilung von Wasser und Land bedingt, sowie durch die hieraus entstehenden Temperaturverhältnisse. Die grössere specifische Wärme des Wassers bewirkt es, dass die See im Sommer kühler, im Winter wärmer ist als das Land (S. 16), und dass also im Sommer