

Werk

Titel: Die geographische Verteilung des Luftdrucks und deren Änderung vom Sommer zum Win...

Autor: Baschin, Otto

Ort: Berlin

Jahr: 1907

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1907 | LOG_0099

Kontakt/Contact

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

✉ info@digizeitschriften.de

Die geographische Verteilung des Luftdrucks und deren Änderung vom Sommer zum Winter.

Von Otto Baschin.

Die nachfolgenden Betrachtungen sollten einen Teil der Festschrift bilden, welche Freunde, Mitarbeiter und Schüler dem hochverdienten Meister der meteorologischen Forschung, Wilhelm von Bezold, zu seinem siebenzigsten Geburtstage am 21. Juni 1907 darzubringen gedachten. Während die Vorbereitungen zu dieser Ehrung sich noch im Anfangsstadium befanden, traf die erschütternde Nachricht von dem Hinscheiden des allverehrten Mannes ein, wodurch die Ausführung des Planes vereitelt wurde. Möge daher die Veröffentlichung dieses bescheidenen Beitrages in der Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin der Erinnerung an ein hervorragendes Mitglied dieser Gesellschaft gewidmet sein, das sich nicht nur in zuvorkommendster Art mehrfach bei den Unternehmungen der Gesellschaft betätigt, sondern auch durch seine meteorologischen und erdmagnetischen Untersuchungen unsere Kenntnis von den physikalischen Verhältnissen des Erdganzen in bahnbrechender Weise erweitert hat.

In den Arbeiten, die sich mit dem Luftmeer der Erde beschäftigen, ist es nächst der Ableitung physikalischer Gesetzmäßigkeiten in dem Verhalten der einzelnen meteorologischen Elemente namentlich ihre Verteilung in vertikaler und horizontaler Richtung, die v. Bezold in letzter Zeit mit Vorliebe zum Gegenstand von Untersuchungen gewählt hat, nachdem die Möglichkeit, solche Untersuchungen anzustellen, durch die stetig wachsende räumliche Ausdehnung meteorologischer Beobachtungen jetzt in weit höherem Maße als früher gegeben ist. Dies gilt allerdings in erster Linie von der Ausdehnung der Beobachtungen auf die höheren Schichten der Atmosphäre, wo Berg-Observatorien, Ballons und Drachen in erfolgreichem Wettstreit mit einander begriffen sind und bereits reiches Material für grundlegende Untersuchungen geliefert haben. Sind doch v. Bezolds „Theoretische Schlussbetrachtungen“ zu dem großen

Werk „Wissenschaftliche Luftfahrten“ vorbildlich geworden für die Bearbeitung der Resultate meteorologischer Messungen im Luftballon. Aber auch in anderer Richtung sind erhebliche Fortschritte gemacht worden. Während sich nämlich die meteorologischen Organisationen der einzelnen Staaten früher auf ihr eigenes Staatsgebiet beschränkten, betrachten es heute alle Kulturnationen als ihre ideale Pflicht, die entlegensten Gebiete der Erde auch meteorologisch zu erforschen, oder wenigstens deren Erforschung moralisch und materiell zu unterstützen.

Immer geringer wird das Areal der meteorologisch unbekanntem Teile der Erdoberfläche, und um die Wende des Jahrhunderts sehen wir begeisterte Pioniere der Wissenschaft an der Arbeit, um die unwirtlichsten Gegenden der Erde, ihre Sand-, Eis- und Wasserwüsten zu erforschen und durch mühselige Einzelbeobachtungen die klimatischen Faktoren dieser Gebiete zahlenmäßig zu bestimmen. Je mehr sich aber die Einzelbeobachtungen zu einem großen Netz zusammenschließen, das bereits jetzt zusammenhängende Teile des Erdballs von beträchtlicher Größe umspannt, um so stärker wird auch der Anreiz, die geographische Betrachtungsweise in der Meteorologie nicht auf einzelne Länder oder Kontinente zu beschränken, sondern sie auf den gesamten Erdkörper auszudehnen.

Versuche dieser Art lagen bereits mehrfach vor, als es v. Bezold gelang, durch seine Arbeit „Über klimatologische Mittelwerte für ganze Breitenkreise“¹⁾ der geographischen Betrachtungsweise, soweit sie sich mit dem Erdganzen befaßt, neue Bahnen zu weisen. Unter Anwendung einer graphischen Darstellungsmethode, die mit großer Einfachheit mathematische Exaktheit vereinigt, zeigte er u. a., „wie die Verteilung der wichtigsten meteorologischen Elemente, die selbstverständlich in erster Linie durch die Sonnenstrahlung bedingt ist, durch jene des Luftdrucks modifiziert wird“. In überzeugender Weise wird diese Tatsache durch die Kurven der hemisphärischen und der holosphärischen Mittel des Luftdrucks veranschaulicht. Auch kurz vorher schon hatte v. Bezold die Wichtigkeit der Luftdruckverteilung hervorgehoben und in seinem Vortrag auf der Tagung der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft in Stuttgart „Die Meteorologie um die Wende des Jahrhunderts“²⁾ betont, daß die Klimatologie die mittlere Luftdruckverteilung weit mehr berücksichtigen müsse, als dies bisher geschehen sei. In der Tat darf auch die Verteilung des Luftdrucks an der Erdoberfläche ein ganz besonderes

¹⁾ Sitzungsberichte der Königl. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1901, LIII, S. 1330—1343.

²⁾ Meteorologische Zeitschrift, Wien 1901, Band 18, S. 433—439.

Interesse beanspruchen. Denn während die anderen meteorologischen Elemente, Temperatur, Bewölkung und Niederschlag, nur im Zusammenhang mit der Erdstelle, wo sie gemessen worden sind, betrachtet werden dürfen, wohnt dem Luftdruck eine selbständigere Bedeutung inne, da der hydrostatische Druck, den die Luft auf die Erdoberfläche ausübt, zugleich ein Maß für die Masse der Luft ist, die sich im gegebenen Augenblick über dem Beobachtungsort befindet. Während also Änderungen der anderen meteorologischen Elemente zunächst im wesentlichen nur Anzeichen für eine Änderung des physikalischen Zustandes der Luft am Beobachtungsorte sind, sind erheblichere Änderungen des Luftdrucks stets Beweise für einen Transport von Luftmassen. Wenn man sich also nicht auf eine Darstellung der Verteilung des Luftdrucks über die Erde im Jahresmittel beschränkt, sondern größere räumliche und zeitliche Änderungen desselben ins Auge faßt, so darf man wichtige Aufschlüsse über die allgemeine Luftzirkulation in der Atmosphäre erwarten und kann versuchen, die Frage, ob ein jahreszeitlicher Luftaustausch zwischen der Nord- und der Süd-Halbkugel stattfindet, durch Untersuchungen über die zeitlichen Änderungen in der geographischen Verteilung des Luftdrucks ihrer Lösung näher zu führen.

Die vor 20 Jahren nach dieser Richtung von Kleiber¹⁾ und v. Tillo²⁾ angestellten Untersuchungen waren nicht beweiskräftig, da beide nicht den wahren, sondern den auf das Meeresniveau reduzierten Luftdruck ihren Berechnungen zu Grunde gelegt hatten. Herr Heiderich glaubte später durch Berechnung der wahren Luftdruckmittel gezeigt zu haben, daß ein jahreszeitlicher Luftaustausch zwischen beiden Hemisphären nicht nachweisbar sei³⁾. Seine Berechnungen hielten jedoch einer Nachprüfung nicht stand; es ergab sich vielmehr, daß die berichtigten Resultate seiner Rechnungen eher für als gegen einen solchen Luftaustausch zu sprechen scheinen⁴⁾.

1) Joseph Kleiber: Periodische Schwankungen der Atmosphäre zwischen beiden Halbkugeln der Erde. *Meteorologische Zeitschrift*, Berlin 1887, Band 4, S. 11–14.

2) A. de Tillo: *Recherches sur la répartition de la température et de la pression atmosphérique à la surface du globe. Relation entre les amplitudes extrêmes des températures et des pressions atmosphériques moyennes du globe.* St.-Petersbourg, 1887.

3) Franz Heiderich: Der wahre Betrag des Luftdruckes auf der Erdoberfläche. *Geographische Abhandlungen* herausgegeben von Albrecht Penck, Wien 1891, Band 5, Heft 1, S. 102–108.

4) Otto Baschin: Zur Frage des jahreszeitlichen Luftaustausches zwischen beiden Hemisphären. *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*, 1895, Band 30, S. 368–374.

Neuerdings hat Herr Spitaler diese Frage eingehend behandelt¹⁾. Er gelangte auf anderem Wege als ich zu dem gleichsinnigen Resultat, daß auf der Nord-Halbkugel (80° — 0° n. Br.) im Januar ein mittlerer Luftdrucküberschuß gegen den Juli vorhanden sei, den er zu 0,8 mm berechnet. Diesem steht ein Luftdrucküberschuß von 2,1 mm im Juli auf dem zwischen 0° und 50° s. Br. gelegenen Teil der Süd-Halbkugel gegenüber. Die Ausgleichung der noch vorhandenen Differenz wäre also in höheren Breiten der Süd-Hemisphäre zu suchen, wo demnach im Januar ein durchschnittlich um 3,5 mm höherer Luftdruck herrschen müßte als im Juli.

Gegen alle diese Berechnungen läßt sich nun der Einwand erheben, daß es überhaupt nicht möglich sei, zuverlässige Werte des wahren Luftdrucks für die ganze Erde abzuleiten. Denn wenn auch die Reduktion auf ein höheres Niveau für Einzelwerte zulässig ist, so lassen sich doch gegen die Berechnung eines Durchschnittswertes des Luftdrucks für eine größere unebene Fläche verschiedene Bedenken geltend machen, auf die näher einzugehen hier zu weit führen würde. Es sei nur an die Schwierigkeit erinnert, die darin besteht, daß bei Zunahme der Höhe in arithmetischer Progression die Luftdruckabnahme in geometrischer Progression erfolgt. Nach meiner Überzeugung sind solche theoretisch vollständig zutreffenden Einwände für die angeführten Berechnungen nicht von großer Bedeutung, wie ich auch aus der geringen Abweichung der von Herrn Spitaler und mir nach verschiedenen Methoden berechneten wahren Luftdruckunterschiede schließen zu dürfen glaube. Immerhin läßt sich nicht verkennen, daß durch die Reduktionen auf höhere Niveaus eine Unsicherheit in die Berechnungen hineingetragen wird, welche deren Beweiskraft herabzumindern geeignet ist.

Es dürfte daher ein Versuch, in möglichst überzeugender Weise die Existenz eines winterlichen Luftdrucküberschusses für jede Hemisphäre nachzuweisen, nicht überflüssig sein.

Wenn man von einer Bestimmung der Luftmassen über den Kontinenten zunächst absieht und nur die über den Meeren lagernden Luftmassen in Betracht zieht, so fallen alle Reduktionen auf höhere Niveaus fort, und man kann die aus den Karten entnommenen Werte ohne weitere Korrekturen benutzen. Diesen Weg habe ich eingeschlagen, um die Differenzen in der Luftdruckverteilung über den Ozeanen für

¹⁾ Rudolf Spitaler: Die periodischen Luftmassenverschiebungen und ihr Einfluß auf die Lagenänderungen der Erdatmosphäre (Breitenschwankungen). Ergänzungsheft No. 137 zu Petermanns Mitteilungen. 51 Seiten. 1 Karte. Gotha 1901, Justus Perthes.

Januar und Juli zu berechnen. Als Grundlage haben mir die Isobarenkarten gedient, die Herr Hann in seinem Atlas der Meteorologie gegeben hat. Für das Mittelmeer-Gebiet haben dieselben eine Berichtigung erfahren durch die Isobarenkarten desselben Autors für Mittel- und Süd-Europa¹⁾, und für den Nordatlantischen Ozean durch die Karten des Herrn Rung²⁾. Für die hohen südlichen Breiten wurden unter Berücksichtigung der Luftdruckmessungen der verschiedenen Südpolar-Expeditionen approximative Werte angenommen. Die so korrigierten Isobarenkarten wurden auf eine flächentreue Projektion übertragen und die mittleren Werte des Luftdrucks im Januar und im Juli für die einzelnen Meeresteile durch Ausmessen mit dem Planimeter ermittelt.

Unter Berücksichtigung der verschiedenen Areale der einzelnen Meeresteile liefs sich dann der mittlere Luftdruck auch für gröfsere Ozeangebiete ableiten. Die Einzelergebnisse dieser Ausmessungen und Berechnungen gedenke ich anderer Stelle zu veröffentlichen. Hier seien nur die Hauptresultate kurz wiedergegeben.

I. Nördliche Halbkugel

	Mittlerer Luftdruck	
	Januar	Juli
A. Nordpolar-Meer	57,6	57,8
B. Pazifischer Ozean: 1) 9 Nebenmeere	60,1	56,2
2) Offener Ozean	59,8	60,8
C. Atlantischer Ozean: 1) 9 Nebenmeere	61,8	60,6
2) Mittelländisches Meer	63,3	59,7
3) Offener Ozean	61,2	63,0
D. Indischer Ozean	60,0	55,2
Meere der Nord-Halbkugel:	60,1	60,3

II. Südliche Halbkugel

	Januar	Juli
D. Indischer Ozean (bis 50° s. Br.)	59,4	61,1
C. Atlantischer Ozean (bis 50° s. Br.)	59,9	62,6
B. Pazifischer Ozean (bis 50° s. Br.)	1) 2 Nebenmeere 2) Offener Ozean	56,0
		59,8
A. Freies Südmeer (50—66 1/2 s. Br.)	45,1	45,7
(südlich v. 66 1/2 s. Br.)	43,0	43,0
Meere der Süd-Halbkugel:	55,8	57,2

¹⁾ J. Hann: Die Vertheilung des Luftdruckes über Mittel- und Süd-Europa. Geographische Abhandlungen herausgegeben von Albrecht Penck, Wien 1887, Band 2, Heft 2.

²⁾ G. Rung: Répartition de la pression atmosphérique sur l'Océan Atlantique septentrional. Copenhague 1894.

Die Tabelle I zeigt das überraschende Resultat, daß auf den Meeren der Nord-Halbkugel der Luftdruck im Juli nur um 0,2 mm höher ist, als im Januar. Wenn also die gesamte Luftmasse auf der Nord-Hemisphäre im Januar und im Juli die gleiche wäre, so dürfte der Luftdruck über den Kontinenten, entsprechend ihrem geringeren Areal, im Januar nur um 0,3 mm höher sein als im Juli. Ein flüchtiger Blick auf die Isobarenkarten zeigt jedoch schon, daß viel größere Luftmassen im Sommer über den Kontinenten lagern, die im Juli abgeströmt sind. Diese müssen demnach auf die Süd-Halbkugel hinübergeflossen sein. Der zufällige Umstand also, daß der mittlere Luftdruck über den Meeren der Nord-Halbkugel im Januar und Juli beinahe gleich ist, läßt das Hin- und Herströmen der Luftmassen von einer Halbkugel zur anderen besonders augenfällig erscheinen.

Neuere Isobarenkarten der Erde und namentlich längere Reihen von Luftdruckmessungen in höheren südlichen Breiten werden in Zukunft manche Änderungen der berechneten Einzelwerte zur Folge haben, doch dürften die wesentlichen Züge in der Verteilung des Luftdrucks über den Ozeanen bestehen bleiben.

Solche charakteristischen Züge treten mehrfach in markanter Weise hervor. Es zeigt sich z. B., daß die Darstellung, der man häufig begegnet, daß der Luftdruck über den Ozeanen im Winter niedriger als im Sommer sei, in dieser Allgemeinheit jedenfalls nicht zutrifft. Auf der Nord-Halbkugel finden wir z. B., daß dies nur auf der hohen See des Pazifischen und Atlantischen Ozeans der Fall ist, daß dagegen die Nebenmeere, und namentlich der Indische Ozean, sich direkt entgegengesetzt verhalten, so daß man ihnen in dieser Beziehung einen kontinentalen Charakter zusprechen könnte. Beide Regime heben sich auf der Nord-Halbkugel nahezu auf.

Auf den Meeren der Süd-Halbkugel finden wir, soweit die Luftdruckverhältnisse derselben genauer bekannt sind, den höheren Luftdruck durchweg im Winter. Berücksichtigt man, daß auch über den Kontinenten der Süd-Hemisphäre der Luftdruck im Winter beträchtlich höher ist als im Sommer, so gibt uns auch eine gesonderte Betrachtung der Süd-Halbkugel das gleichsinnige Resultat, das uns schon die Nord-Halbkugel allein geliefert hatte, nämlich beträchtlichen Luftdrucküberschufs im Winter.

Wir sind also geradezu gezwungen, die Existenz eines jahreszeitlichen Luftaustausches zwischen beiden Hemisphären anzunehmen, wenn gleich sich der genaue Betrag der Luftmassen, die an diesem Austausch beteiligt sind, nicht zahlenmäßig ermitteln läßt, wenn man die

nicht in exakter Weise zu berechnenden Luftmassen über den Kontinenten außer Betracht läßt.

Dafs an diesem Resultat durch neue Beobachtungen aus hohen südlichen Breiten dem Sinne nach etwas geändert wird, ist höchst unwahrscheinlich. Da nämlich die Kalotte zwischen 50° und 90° geographischer Breite noch nicht ein Viertel der ganzen Halbkugel ausmacht, so müßten mehr als viermal so große Luftdruckdifferenzen in entgegengesetztem Sinne in hohen südlichen Breiten vorhanden sein, um den Ausgleich der Luftmassen auf die Süd-Halbkugel zu beschränken. Es würde also für die Gebiete südlich von 50° s. Br. ein durchschnittlicher Luftdrucküberschuß des Januar über den Juli von etwa 6 mm vorhanden sein müssen, um die Luftdruckdifferenzen über den niedrigeren Breiten zu kompensieren. Andererseits wäre aber dann nicht zu erklären, wo die im Januar über den Kontinenten der Nord-Halbkugel lagernden Luftmassen im Juli geblieben sind.

Immerhin macht sich die geringe Anzahl von Beobachtungen aus höheren südlichen Breiten störend bemerkbar. Die Verteilung des Luftdrucks in diesen Gebieten ist noch zu wenig bekannt, als dafs wir irgendwelche Luftmassen-Verschiebungen mit einiger Wahrscheinlichkeit ableiten könnten. Die in Tabelle II unter A angeführten Werte sind nur ziemlich unsichere Schätzungen und können nur als provisorische Annahmen gelten. Jedenfalls scheint in dem Polar- und Circumpolargebiet der Süd-Hemisphäre der Schlüssel zum Verständnis der jahreszeitlichen Differenzen in der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre zu liegen, und es ist zu hoffen, dafs in naher Zukunft durch eine intensive Betätigung der verschiedenen Nationen auf dem Gebiete der Südpolar-Forschung neben manchen anderen Problemen auch dasjenige der geographischen Verteilung des Luftdrucks einer endgiltigen Lösung näher gebracht werden möge. Unter denjenigen, welche die Bedeutung der Südpolar-Forschung für die Klarstellung der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre mehrfach betont haben, finden wir wieder v. Bezold, der in seiner Rede über den Wert der geplanten Deutschen Südpolar-Expedition¹⁾ besonders hervorgehoben hat, welche große Bedeutung gerade denjenigen Luftdruckbeobachtungen innewohnt, die an der polaren Seite des großen ringförmigen Gebietes niedrigen Luftdrucks angestellt werden, das den Südpol umgibt, und das seine Entstehung den Depressionen verdankt, die in schneller Folge von Westen nach Osten das Südpolar-Gebiet umkreisen.

¹⁾ Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1899, Band 26, S. 78–85.

Der Zweck dieser kurzen Ausführungen wäre erfüllt, wenn es mir gelungen sein sollte, an einem kleinen Beispiel zu zeigen, wie vielseitig die Arbeiten und wie fruchtbringend die Anregungen gewesen sind, welche die meteorologische Wissenschaft selbst auf einem so eng umschriebenen Gebiete, wie es die geographische Verteilung des Luftdrucks ist, Wilhelm von Bezold zu verdanken hat.
