

ATLAS

der

Meteorologie

(Berghaus' Physikalischer Atlas, Abteilung III).

12 kolorierte Karten in Kupferstich
mit 61 Darstellungen.

Bearbeitet

von

DR. JULIUS HANN,

Direktor der K. K. Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien.

INHALT:

- Vorbemerkungen.
- I. Jahres-Isothermen (4 Karten).
 - II. Januar-Isothermen (4 Karten).
 - III. Juli-Isothermen (4 Karten).
 - IV. Isothermen von Europa (4 Karten).
 - V. Isothermen von Nord-Amerika (4 Karten).
 - VI. Isobaren im Jahre (4 Karten).
 - VII. Isobaren und Winde im Januar (4 Karten).
 - VIII. Isobaren und Winde im Juli (4 Karten).
 - IX. Witterungs-Anomalien in Europa (4 Karten).
 - X. Wetterkarten und Zugstraßen der Luftdruck-Minima (11 Karten).
 - XI. Jährliche Regenmenge (7 Karten).
 - XII. Regenkarte der Erde — Zeitliche Verteilung der Niederschläge (5 Karten,
2 graphische Darstellungen).

GOTHA: JUSTUS PERTHES.

1887.

Vorbemerkungen.

Die Isothermen.

(Blatt I—V.)

Definition, Erörterung prinzipieller Punkte.

Allgemeines. Die Isothermen sollen die Temperaturverteilung an der Erdoberfläche während eines bestimmten Zeitabschnittes zur Anschauung bringen. Orte gleicher Temperatur liegen auf der gleichen Isotherme; es ist aber dabei meist die Voraussetzung gemacht, daß alle diese Orte auch in gleichem Niveau liegen. Um das Bild der Wärmeverteilung zu vereinfachen und demselben eine streng wissenschaftliche Grundlage zu geben, ist dieses Erfordernis sogar unerlässlich. Die Darstellung der Wärmeverteilung in horizontaler und vertikaler Richtung auf derselben Karte ist nicht allein der Ableitung allgemeiner Gesetzmäßigkeiten, der Erkenntnis der Ursachen, welche dem Verlaufe der Isothermen zu Grunde liegen, höchst abträglich, sie stößt auch bei der Ausführung auf solche Schwierigkeiten, daß eine von Willkürlichkeiten freie, wissenschaftlichen Anforderungen entsprechende Konstruktion der Linien gleicher Temperatur geradezu unmöglich wird.

Der Grund hiervon liegt erstlich darin, daß die Wärmeänderung in vertikaler Richtung außerordentlich rascher vor sich geht, als jene in horizontaler Richtung. Selbst in den höheren Breiten, wo die Temperaturabnahme gegen den Pol zu am raschesten ist, verliert dieser Satz durchaus nicht seine Gültigkeit. Die durchschnittliche Wärmeänderung mit der geographischen Breite beträgt auf der nördlichen Hemisphäre zwischen dem 30. und 70. Breitengrad $0,75^\circ$ für einen Grad, d. i. ca. $0,0068^\circ$ pro Kilometer; in vertikaler Richtung aber für die gleiche Distanz mehr als $5\frac{1}{2}^\circ$, und ist demnach nahe 1000mal größer! Da nun zweitens über großen Teilen der Kontinente die Terrainabstufungen so rasch wechseln, daß eine spezielle Wiedergabe derselben nur auf Karten sehr großen Maßstabes möglich wird, so ist eine Darstellung der vertikalen Temperaturverteilung, welche an Genauigkeit und wissenschaftlicher Begründung jener der Verteilung in horizontaler Richtung nur einigermaßen äquivalent wäre, auf demselben Kartenbilde nicht zu erreichen.

Während bei dem relativ einfachen und gesetzmäßigen Verlaufe der auf dasselbe Niveau bezogenen Isothermen die von gewissen Teilen der Erdoberfläche noch fehlenden Beobachtungen durch die graphische Interpolation leicht und meist mit einer den wissenschaftlichen Anforderungen entsprechenden Sicherheit ersetzt werden können, ist dies für Isothermen, welche die reale Temperaturverteilung darstellen sollen, durchaus nicht der Fall. Infolge der ungemein raschen Wärmeänderung mit der Höhe wäre zu letzterem Zwecke eine so große Anzahl von Temperaturstationen notwendig, wie sie nirgends auf der Erde, selbst auch nur auf der Fläche einiger Quadratkilometer eines Gebirgslandes in der That vorhanden sind. Es muß also hier bei der Konstruktion der Linien gleicher Wärme vollkommene Willkür an Stelle wissenschaftlicher Bestimmtheit treten.

Man gibt sich meist der Täuschung hin, daß Isothermenkarten, welche die „reale“ Temperaturverteilung zur Darstellung bringen, für praktische Zwecke geeigneter seien als jene, welche die eigentlich „ideale“ Wärmeverteilung im gleichen Niveau veranschaulichen. In der That ist dies aber nicht der Fall, wenigstens nicht insoweit, als der praktische Nutzen etwa darin bestehen soll, daß man für jeden gegebenen Ort aus der Karte bequem die demselben zukommende mittlere Temperatur ablesen könne. Die Isothermen, welche die „reale“ Temperaturverteilung darstellen, sind notwendigerweise so generalisiert, an jeder Stelle nur auf ein beiläufiges mittleres, ganz willkürliches, durchaus nicht definierbares Niveau bezogen und aus Mangel an genügenden Beobachtungen auch so fehlerhaft, daß man sich den größten Irrtümern aussetzen würde, wollte man mit Hilfe derselben versuchen, für irgend einen bestimmten Ort die mittlere Temperatur denselben zu entnehmen. Die auf ein und dasselbe Niveau bezogenen Isothermen beantworten aber eine derartige Frage mit so großer Bestimmtheit, als man dies überhaupt erreichen kann.

Gesetzt, man wolle unsere Isothermenkarten, welche die Temperaturverteilung im Meeresniveau darstellen, und denen eine mittlere Wärmeabnahme von $0,5^\circ$ pro 100 Meter zu Grunde liegt, die Temperatur eines Ortes entnehmen, so genügt es, die Isotherme aufzusuchen, welche der geographischen Position dieses Ortes entspricht. Man hat dann von der Temperatur, die sie angibt, so viele halbe Grade abzuziehen, als die Höhe des Ortes in Hunderten von Metern beträgt. Wäre z. B. die entsprechende Isotherme $11,5^\circ$, die Seehöhe des Ortes 360 m, so ist dessen Temperatur $11,5^\circ - (\frac{1}{2})(3,6) = 9,7^\circ$. Die Genauigkeit dieser Ableitung der mittleren Temperatur eines Ortes ist so groß, daß sie nur durch direkte vieljährige Temperaturbestimmungen am Orte selbst übertroffen werden kann.

Die Konstruktion von Isothermen, welche die „reale“ Temperatur darstellen, tritt nur dort mit Recht ein, wo es sich um ein schematisches Veranschaulichungsmittel der Wärmeverteilung in ganz großen allgemeinen Zügen handelt; wenn z. B. für kulturgeographische Zwecke die Flächen verschiedener mittlerer Wärme in wenigen Abstufungen für ein bestimmtes Land nach ihren Größenverhältnissen in einem leicht verständlichen eindrucksvollen Bilde erscheinen sollen, oder etwa wenn die Verbreitung der wichtigsten Wärmezonen über die

Erdoberfläche übersichtlich veranschaulicht werden soll, wie dies Köppen (Meteorol. Zeitschrift, I. Bd., 1884) in vortrefflicher Weise erreicht hat.

Reduktion der Temperatur auf das Meeresniveau. Wenn es sich um die Konstruktion von Isothermen im gleichen Niveau handelt, so wird man als letzteres wohl fast immer das Meeresniveau wählen; für Isothermen der ganzen Erde aber bleibt eine andere Wahl geradezu ausgeschlossen. Über den bei dieser Reduktion in Anwendung kommenden Maßstab der Wärmezunahme gegen das Meeresniveau werden aber die Ansichten stets auseinandergehen. Den vorliegenden Karten liegt die Annahme einer konstanten Wärmeänderung von $0,5^\circ$ pro 100 m zu Grunde. Es ist dies der Wert, der für Kontinentalerhebungen nach den vorliegenden Beobachtungen durchschnittlich die größte Annäherung an die Wahrheit für sich hat. Für Gebirgs-erhebungen müßte man allerdings im Mittel $0,6^\circ$ nehmen, es wurden aber grundsätzlich nur Thalstationen zur Konstruktion der Isothermen verwendet. Ich werde Gelegenheit haben, auf die Wichtigkeit dieses Prinzips noch zurückzukommen (bei den Isothermen von NE-Sibirien). Es sei hier nur bemerkt, daß die Herbeiziehung von Bergstationen eine Vermengung von horizontaler und vertikaler Temperaturverteilung bedingen würde, welche nicht allein das klare Bild der Wärmeverteilung trübt, sondern auch einer richtigen Definition der Isothermen widerspricht.

Was den einheitlichen Maßstab der Wärmeänderung mit der Höhe von $0,5^\circ$ pro 100 m anbelangt, so liegt demselben eine reifliche Überlegung zu Grunde. Es mag allerdings sehr auffallen, daß ich zwischen der Wärmeabnahme im Januar und Juli keinen Unterschied mache. Wenn es gilt, für die ganze Erde Isothermen zu entwerfen, so wird es sehr schwierig, eine nach den Jahreszeiten veränderliche Reduktionsgröße in Anwendung zu bringen. Die Beobachtungen ergeben z. B., daß die Wärmeabnahme mit der Höhe auch in den Tropen eine verschiedene ist für die Trockenzeiten und für die Regenzeiten, eine andere für die Luvseite und Leeseite eines Gebirges. Man müßte demnach selbst in derselben Hemisphäre den Reduktionsmaßstab fortwährend örtlich wechseln, und zwar mit ziemlich großer Willkür, ohne demjenigen, der die Karte benutzen will, darüber genügende Nachrichten geben zu können. Es würde dadurch ein Prinzip der Unsicherheit eingeführt, das schädlichere Konsequenzen nach sich zieht, als der scheinbare Vorteil einer vermeintlichen Genauigkeit bei dem Reduktionsverfahren aufwiegen kann.

Wendet man überall und für alle Jahreszeiten das gleiche Maß der Temperaturänderung mit der Höhe an, so erscheinen allerdings jene Teile der gehobenen Erdoberfläche, wo die Wärmeabnahme rascher erfolgt, kühler als ihre Umgebung, und umgekehrt die Örtlichkeiten einer langsamen Temperaturabnahme wärmer. Ich sehe aber keinen Nachteil darin, denn es sind dies ja in der That relativ kühlere oder wärmere Teile der Erdoberfläche, und es erscheint mir geradezu als ein Vorteil, daß diese Verhältnisse auf den Isothermenkarten zum Ausdruck kommen. Auf den derart konstruierten Isothermenkarten ist demnach allerdings der Einfluß der Bodenerhebung auf die Wärmeverteilung nicht vollständig eliminiert, sie stellen die reale Wärmeverteilung vor, nicht jene, wie sie stattfinden würde, wenn die Kontinente vollständig flach wären. Dies letztere ist aber überhaupt nicht zu erreichen. Selbst wenn wir im Besitz der genauen Kenntnis der wirklichen Wärmeabnahme mit der Höhe an jedem Punkt der Erdoberfläche wären, würden wir damit doch nicht imstande sein, den Einfluß der Bodenerhebungen und der Gebirge auf die Temperatur ihrer Umgebung zu eliminieren. Ich erinnere nur an deren erwärmende Wirkung durch Schutz gegen kalte Winde, deren abkühlenden Einfluß durch Behinderung des Abfließens der durch Wärmeausstrahlung erkalteten Luftmassen, oder durch Abschließung gegen die warmen Luftströmungen von der See her. Man muß demnach bei Betrachtung des Verlaufes der Isothermen stets im Auge behalten, daß derselbe zum Teil auch durch die orographischen Verhältnisse mit bedingt wird. Und gerade einige der hervorragendsten Charakterzüge in dem Verlaufe der Linien gleicher Wärme haben in den Reliefformen der festen Erdoberfläche ihren Ursprung. Ich erinnere an das dichte Zusammendrängen der Isothermen an der NE-Küste von Asien, an der N-Küste und E-Küste des Adriatischen Meeres im Winter, an der NW-Küste Amerikas im Winter wie im Sommer, namentlich aber an dem kalifornischen Litorale in letzterer Jahreszeit.

Derart scheint es mir, daß ein einheitlicher Reduktionsmaßstab für die Temperaturänderung mit der Höhe geradezu den Anforderungen, die wir an die Isothermenkarten stellen müssen, am besten entspricht. Er gewährt den großen Vorteil, daß man jede, an irgend einem Punkte der gehobenen Erdoberfläche beobachtete Temperatur mit der entsprechenden Isotherme mit größter Leichtigkeit vergleichen und letztere auf ihre Richtigkeit prüfen kann, sowie man andererseits mit derselben Bequemlichkeit sogleich für jeden Punkt dessen reale Temperatur mittels der ihm entsprechenden Isotherme der Karte entnehmen kann.

Wo die Temperaturstationen einigermaßen zahlreicher vorhanden sind, bietet die Reduktion der Temperaturen auf dasselbe Niveau ein ausgezeichnetes Mittel, fehlerhafte oder überhaupt nicht verwendbare Beobachtungsergebnisse als solche zu erkennen, sie ausscheiden und derart unschädlich machen zu können. Welchen Irrtümern man sich aussetzt, wenn man dieses einfachste Mittel einer Sichtung des vor-

handenen Materials von Temperaturmitteln verschmährt, zeigen wohl am deutlichsten die Temperaturkarten des Deutschen Reiches, welche auf Peschels Vorschlag hin entworfen worden sind. Sehr wichtig ist es namentlich, den Einfluss der Beobachtungen in den Städten, der in einer oft beträchtlichen (scheinbaren) Temperaturerhöhung besteht, zu eliminieren¹⁾. Meine darauf bezüglichen eingehenden Untersuchungen fielen leider in eine Zeit, wo die Redaktion der vorliegenden Isothermenkarten schon vollständig abgeschlossen war, so dass ich aus denselben keinen Vorteil für dieselben ziehen konnte. Ich war aber nach Thunlichkeit bestrebt, im östlichen Nordamerika wie in Europa die ersichtlich zu hohen Temperaturen bei der Konstruktion der Isothermen auszuschließen.

Weitere Nachweise über die Konstruktion der vorliegenden Isothermenkarten. Nachdem die Temperaturmittel in der angegebenen Weise auf das Meeresniveau reduziert worden waren, wurden sie zuerst auf Karten größeren Maßstabes an den entsprechenden Orten eingetragen, und derart zunächst *Spezialkarten* der Temperaturverteilung über den einzelnen Kontinenten und selbst Theilen von Kontinenten erhalten. Solche Spezialkarten gestatten ein Urtheil darüber, wo der Verlauf der Isothermen noch ganz unsicher, wo er einer Stütze durch spätere Beobachtungen bedarf und wo er schon vollkommen gesichert erscheint; letzteres ist gegenwärtig leider erst für sehr beschränkte Theile der Erdoberfläche der Fall. Mit Recht hat James Forbes die Anforderung gestellt²⁾, dass die Isothermenkarten in dieser Form, samt ihrer Beglaubigung veröffentlicht werden sollten, ähnlich wie dies Sabine in seinen magnetischen Karten gethan hat. Auf den vorliegenden Karten war diese Anforderung selbstverständlich nicht zu erfüllen, es muss aber als ein wissenschaftliches Desideratum ersten Ranges hingestellt werden, dass derartige Karten in einem Maßstabe entworfen und veröffentlicht werden, welcher gestattet, das vorhandene Material von brauchbaren Temperaturbeobachtungen darauf einzutragen.

Wo die Temperaturbeobachtungen fehlen, und dies ist leider noch über größere Theile selbst der festen Erdoberfläche der Fall, muss eine Interpolation eintreten, die aber gerade auf graphischem Wege am sichersten erfolgt. Demnach beruht an vielen Stellen der Verlauf der Isothermen ganz auf dem von allgemeinen Grundsätzen geleiteten Takt des Autors. Ein solcher Grundsatz beruht auf der allgemeinen Erfahrung, dass in mittlern und höhern Breiten im Winter das Land kälter ist als das Meer, während im Sommer das Umgekehrte stattfindet, dass der Einfluss des Winters der überwiegende ist, aber mit abnehmender Breite sich verringert, und dass unterhalb 40° etwa das Land im Jahresmittel wärmer ist als das Meer. Natürlich darf man von diesen und ähnlichen allgemeinen Erfahrungssätzen nur den vorsichtigsten Gebrauch machen, namentlich darf man nicht durch zu entschieden ausgeprägte Darstellungen den Eindruck verweihen, dass es sich doch nur um mehr oder minder willkürliche Ergänzungen fehlender Beobachtungen handelt. Wenn wir z. B. auch mit Bestimmtheit wissen, dass im Januar in der nördlichen Hemisphäre jede etwas größere Insel in höhern Breiten ihr geschlossenes System von Isothermen hat, so verbietet uns doch der Mangel an Beobachtungen, welche allein die Abstände und Zahl dieser geschlossenen Kurven feststellen könnte, derartige Isothermen wirklich auf die Karte einzutragen, wie dies z. B. auf den Isothermenkarten in den Annales du Bureau Central 1878. IV. (Paris 1880) geschehen ist. Solche zu freie Darstellungen sind wissenschaftlich nicht zu rechtfertigen und werden deshalb besser vermieden. Auf unsern Karten ist übrigens der Verlauf der Isothermen, wo er nicht durch Beobachtungen festgelegt ist, nur durch Punkte, nicht durch Striche angegeben.

Bei der Zeichnung des Verlaufes der Isothermen über dem großen Ocean und einigen Theilen des südlichen Atlantischen Oceans ließen wir uns zum Theil leiten von den eben erschienenen Isothermen der Meerestemperatur des Londoner Meteorologischen Amtes³⁾ mit gebührender Rücksichtnahme auf die mittlern Differenzen von Wasser- und Lufttemperatur. Die Isothermen der Lufttemperatur über den Oceanen sind der schwächste Theil unserer, wie wohl aller derartiger Karten. Eine vollständige Sammlung des hierher gehörigen Materials von Beobachtungen ist deshalb von höchster Wichtigkeit für eine genauere Konstruktion der Isothermen der ganzen Erdoberfläche.

Hellmann hat zuerst mit Recht darauf hingewiesen, dass infolge der großen Veränderlichkeit der Monatsmittel der Temperatur in höhern Breiten der Verlauf der Isothermen in erheblichem Maße beeinflusst wird von Ungleichheit der Zeiträume, aus welchen die denselben zu Grunde gelegten Temperaturmittel stammen. Dies findet namentlich seine Anwendung auf die Isothermen von Nordamerika, von wo man, wegen des gänzlichen Darniederliegens gründlicher klimatologischer Arbeiten daselbst, keine vergleichbaren Temperaturmittel erhalten kann. Die Veränderlichkeit der Monatsmittel der Temperatur ist im Innern und dem nördlichen Theile der Unionsstaaten sowie im Westen Kanadas sehr groß, und die kurzen Beobachtungsreihen sind zugleich vorwiegend. Für Winnipeg z. B. sind selbst die 12jährigen Monatsmittel des Winters noch bis auf 1° unsicher.

Nachweise über die den Isothermenkarten zu Grunde liegenden Beobachtungsergebnisse und analoge Arbeiten. Was die den Isothermen zu Grunde liegenden Temperaturmittel anbelangt, so habe ich alles nur erreichbare Material, das bis zum Januar 1884 vorlag, gesammelt und zu verwerthen gesucht. Ein Theil davon konnte allerdings erst bei der letzten Korrektur noch mit benutzt werden. Woeikoffs „Bemerkungen über die Temperatur der ostasiatischen Inselreihe“ (Zeitschrift für Meteorologie, Januarheft 1885) konnten aber keine Berücksichtigung mehr finden; noch weniger natürlich meine eignen umfangreichen Tabellen und Untersuchungen über die Temperatur der österreichischen Alpenländer (Sitzungsbericht der Wiener Akademie, November 1884, März und Juni 1885). Eine detaillierte Anführung aller neuern Quellen, auf welchen die Zeichnung der vorliegenden Isothermenkarten beruht, kann hier nicht gegeben werden; ich verweise in dieser Beziehung auf meine Jahresberichte über die Fortschritte der Geographischen Meteorologie in Behm und Wagners Geographischem Jahrbuch und auf die Temperaturtabellen in meinem „Handbuche der Klimatologie“ (Stuttgart 1883). Nur einige größere wichtigere neue Quellenwerke über die Temperatur größerer Theile der Erdoberfläche mögen hier kurz zusammengestellt werden.

Wild, Die Temperaturverhältnisse des Russischen Reiches (Petersburg 1877—81) mit einem großen Atlas der Monats- und Jahresisothermen und Isanomalien.

¹⁾ Ich habe denselben kürzlich spezieller nachgewiesen in der Zeitschrift für Meteorologie, XX. Bd. (1885), S. 457.

²⁾ Inquiries about Terrestrial Temperature. Edinburgh Transactions, Vol. XXII, 1859.

³⁾ Chart showing the surface temperature of the Atlantic, Indian and Pacific Oceans. London 1884.

thermen und Isanomalien. Da, wie Humboldt sich gern ausdrückte, der Flächeninhalt des Russischen Reiches die Größe der sichtbaren Mondfläche übertrifft, so bedeutet eine gründliche kritische Neubearbeitung des gesamten, innerhalb dieses Reiches gesammelten Materials von Temperaturbeobachtungen einen sehr wesentlichen Fortschritt in unsern Kenntnissen über die Wärmeverteilung auf der Erde überhaupt.

Mohn, Klima von Norwegen in Schubelers Pflanzenwelt Norwegens. Neue Auflage, und Zeitschrift für Meteorologie, XIX. Bd. (1884), mit Isothermenkarten. Buchan, The mean Temp. of the British Islands (Journ. Scott. Met. Soc., VI. Bd., 1883) und Scott, Met. Atlas of the British Isles. London 1883. Angot, Étude sur le climat de l'Algérie (Annales du Bureau Central, Année 1881. Tome I). Ch. Schott, Tables of the Atmospheric Temperature in the U. States. Washington 1876 (Smith. Contrib. 277). Es ist sehr bedauerlich, dass weder die Temperaturtafeln noch die Isothermenkarten in diesem großen Werke den wissenschaftlichen Anforderungen entsprechen. Reports of the Met. Service of the Dominion of Canada (seit 1871) und die vom Met. office in London publizierten wertvollen „Contributions to our knowledge of the Arctic Regions“. Gould, Anales de la Oficina Meteorológica Argentina, I—IV. „Report of the Meteorol. Commission“ Cape of Good Hope, seit 1875. Für Asien sind besonders zu erwähnen die vorzüglichen Jahresberichte Blanford's über die Meteorologie von Indien (Report on the Meteorology of India seit 1871). Die neuern, sehr wichtigen Jahresberichte des Meteorol. Amtes für Japan in Tokio (seit 1883) konnten leider nicht mehr benutzt werden, desgleichen Hills Abhandlung: On the Temperature of North Western India (Ind. Met. Memoirs, Vol. II. Mit Isothermenkarten). Für die Erweiterung unserer Kenntnisse über die Wärmeverteilung in Australien sind von besonderer Wichtigkeit die neuen Met. Reports für Südaustralien von Ch. Todd und jene für Westaustralien von Malcolm Fraser.

Für die Verteilung der Lufttemperatur über den Oceanen sind als besonders wichtig zu erwähnen mehrere zum Theil schon ältere Publikationen und Arbeiten des holländischen Meteorologischen Institutes in Utrecht über die Temperatur des Atlantischen Oceans und jene der Umgebung der Südspitze von Afrika; die Monthly Charts of Met. Data for the Nine 10° Squares of the Atlantic between 20° N and 10° S from 10° to 40° WL. London 1876, das oben erwähnte ganz neue Kartenwerk über die Temperatur der Ozeane; die Contributions to our knowledge of the Meteorology of Cape Horn and the West Coast of South America (London 1871), die Contributions to our knowledge of the Met. of the Antarctic Regions, London 1873, sämtlich publiziert vom Meteorological Office in London. Vom Hydrographic Office in Washington: Meteorol. Charts of the North Pacific Ocean from the Equator to Lat. 45° N and from the American Coast to the 180. Meridian. Washington 1878. Für die Zukunft wird von besonderer Wichtigkeit die große Publikation der Seewarte in Hamburg: Resultate der meteorologischen Beobachtungen für Eingradfelder des Nordatlantischen Oceans (seit 1880). Die beste Information über die Verteilung der meteorologischen Stationen über die Erdoberfläche gewährt die von R. Scott entworfene Karte: Distribution of Stations over the globe in dem Quarterly Journal der Roy. Met. Soc., Vol. XI, Pl. 4. Man ersieht aus derselben direkt, von welchen Theilen der festen Erdoberfläche die Beobachtungen noch gänzlich mangeln.

Bemerkungen zu den einzelnen Karten.

Nr. I. Jahres-Isothermen. Die niedrigste Jahrestemperatur fällt, wie jetzt durch mehrere Überwinterungen erwiesen ist, auf den äußersten Nordwesten von Grönland; Lady Franklin-Bai (81° 44' N.) hat ein Jahresmittel von $-19,9^{\circ}$ C.; die kleine Kälteinsel im mittlern Lauf der Jana in N-Sibirien nach Wild, in deren Zentrum Werchojansk (67° 34' N) liegt, scheint nach den seither bekannt gewordenen fast zweijährigen Beobachtungen zu Sagastyr nicht zu existieren, es verschmilzt dieses Kältegebiet in der That mit dem des amerikanischen Nordens, sowie es in dem mittlern Karton (Jahres-Isothermen um den Nordpol) angegeben ist. Die mittlere Jahrestemperatur von Sagastyr ist nämlich $-16,9$, jene von Werchojansk $-16,7^{\circ}$. Die bisher angenommene Jahrestemperatur von Ust Jansk $-15,9^{\circ}$, welche die Isolierung des Kältegebietes von Werchojansk veranlasst hat, scheint zu hoch zu sein, indem die Sommertemperatur von Ust Jansk sicherlich unrichtig (zu hoch) ist. Die höchsten Jahrestemperaturen sind in Nordafrika anzutreffen, und im Meeresniveau auf 30° C. und darüber zu schätzen: Massana $31,8^{\circ}$, Chartum $28,6$ red. $30,5$, Oberer Senegal $29,9$ red. über 30° C., Kuka $28,2$ red. ca 30° . Der Unterschied der Extreme der Jahrestemperatur auf der Erde beträgt demnach rund 50° C.

Karton. Die Isanomalien sind nicht neu konstruiert, sondern nach den besten schon vorliegenden Darstellungen von Dove, Wild, Teisserenc de Bort, mit kleinen Verbesserungen reproduziert. Bei dem kleinen Maßstabe würde sich eine volle Neubearbeitung nicht gelohnt haben, sie hätte ja auch eine Neuberechnung der normalen Temperatur der Parallelgrade vorausgesetzt, eine große Aufgabe, die man nicht so nebenbei bewältigen kann. Überdies wäre das Ergebnis einer so langwierigen, zeitraubenden Arbeit auf den kleinen Karten kaum ersichtlich geworden. Die Isothermen um den Nordpol bilden eine wesentliche Ergänzung der Hauptkarte in Mercators Projektion. Leider ist eine gleichartige Darstellung für die Umgebung des Südpols unmöglich, weil die südlichsten Temperaturstationen noch immer an den Rand einer solchen Karte fallen würden, das eigentliche Gebiet derselben in bezug auf mittlere Wärmeverteilung vollkommen terra incognita ist.

Die Linien gleicher jährlicher Wärmeschwankung nach Supan¹⁾, der sie zuerst für die ganze Erde entworfen hat, und Wild, der sie spezieller und genauer für das Russische Reich konstruierte²⁾, vervollständigen in einem wesentlichen Punkte das Bild der allgemeinen Temperaturverhältnisse der Erdoberfläche. Das Maß der jährlichen Wärmeschwankung ist der Temperaturunterschied zwischen dem wärmsten und kältesten Monat. Die Gebiete des kontinentalen Klimas, welche man durch die Linie einer Jahresschwankung von mehr als 20° begrenzen kann, und jene des Küsten- und oceanischen Klimas mit einer Jahresschwankung von weniger als 20° kommen durch diese Kurven (für welche Supan den etwas schwerfälligen Namen Isotalantosen vorgeschlagen hat) zur klaren Darstellung.

¹⁾ Zeitschrift für wissenschaftl. Geographie, Bd. I, 1880.

²⁾ Temperaturverhältnisse des Russischen Reiches.

Nr. II. Januar-Isothermen. In der Darstellung der Isothermen des asiatischen Kältepolen bin ich Wild gefolgt. Die niedrigste Januar-temperatur der Erde hat Werchojansk mit $-49,0^{\circ}$ (der Januar 1885 hatte $-52,7^{\circ}$, das tiefste je beobachtete Monatmittel), der kälteste Monat in Lady Franklin-Bai hat im Mittel von 3 Jahren doch nur $-40,1^{\circ}$ (Februar). Woeikoff hat Einwendungen erhoben gegen die Darstellung von Wild¹⁾. Er will die so niedrigen Isothermen nicht gelten lassen, weil sie bloß nach Beobachtungen in den Thälern konstruiert sind, während die Bergabhänge im Gebiete der Kältezentren des Winters stets wärmer sind. Ich kann ihm hierin nicht beipflichten, weil 1) die Isothermen die Temperatur der untersten der Erdoberfläche nächsten Luftschichten darstellen sollen, die Verhältnisse der vertikalen Temperaturverteilung aber dabei ganz unberücksichtigt bleiben müssen. Sobald man dieses Prinzip verläßt, verliert die Darstellung jede sichere Basis. 2) Die extreme Kälte am Grunde der Thäler und in den untersten Luftschichten überhaupt während der Anticyklonen des Winters ist eine ebenso wichtige als interessante Thatsache, welche, wenn sie in solchem Maße wie in Ostsibirien auftritt, auf den Isothermenkarten auch zur Darstellung kommen muß, und 3) weil die Isothermen überhaupt nur nach den vorhandenen Beobachtungen gezeichnet werden können und nicht nach Mutmaßungen über eine Zunahme der Temperatur an den Bergabhängungen.

Wären die Stationen sehr zahlreich und über alle Höhenstufen verteilt, dann könnte man auf einer Spezialkarte die Isothermen mit Rücksicht auf die lokalen Temperaturunterschiede konstruieren; es würde sich auch wohl dabei zeigen, daß, was horizontale Ausdehnung anbelangt, und darauf kommt es bei den Isothermen an, die kalten Luftschichten der Niederungen die Hauptrolle spielen. Praktisch wichtig ist ferner der Umstand, daß die Thäler die zumeist bewohnten Teile der Erdoberfläche sind, deren Temperaturverhältnisse deshalb besondere Wichtigkeit haben. Es würde überhaupt ein außerordentlich charakteristisches Merkmal der ostsibirischen Temperaturverhältnisse von den Isothermenkarten verschwinden, wenn man die extremen Temperaturen von Jakutsk und Werchojansk, welche noch dazu die einzigen gut bestimmten für die betreffenden Gegenden sind, bei der Konstruktion der Isothermen nicht verwenden würde. Daß die Gestalt der Isothermen in Ostsibirien nur eine schematische ist, und die Erstreckung des ostsibirischen Kältezentrums eine ganz andere sein mag, als sie auf unsern Karten dargestellt ist, das müssen wir selbstverständlich zugeben. Es fehlen eben alle Anhaltspunkte, die Isothermen hier bestimmter zu zeichnen; die Gestalt derselben aber nach Mutmaßungen, etwa nach den Depressionen der Flußthäler abzuändern, halte ich aus früher angeführten Gründen für unrichtig, weil irreführend über die zu Grunde liegenden Beobachtungen.

Das Wärmemaximum im Innern von Südafrika habe ich in zwei Teile getrennt, weil bekanntlich während der Regenzeit die mittlere Temperatur nirgends 28° überschreitet; der hypothetische Verlauf der Isothermen ist aber auch als solcher angedeutet. Bemerkenswert ist, daß das Innere von Australien den bedeutendsten Wärmeherd des Sommers in der südlichen Hemisphäre bildet; die Ursache liegt wohl in der relativ großen Breitenstreckung dieses Kontinentes und in dessen trockner, waldloser Bodenoberfläche (gegenüber Südamerika). Die Januar-Isothermen des subtropischen Südamerika haben eine speziellere Darstellung gefunden, weil die Zahl der Stationen hier dazu ausreicht. Die eingeschriebenen Januarmittel sind nicht auf das Meeresniveau reduziert.

Im mittlern Karton habe ich statt der Januar- die Winter-Isothermen um den Nordpol gegeben. Ich war dazu genötigt, denn die meist einjährigen Beobachtungsreihen der Polarstationen gestatten nicht, einigermaßen verlässliche Januar-Isothermen zu zeichnen. Der Januar ist in den ein- und zweijährigen Mitteln häufig wärmer als der Dezember oder Februar, ja selbst als der März. Übrigens tritt im hohen Norden überhaupt die Tendenz auf zu einem Minimum der Temperatur im Februar, ja selbst erst im März. Da nun im größten Teile der Zirkumpolarregion abwechselnd der Dezember, Januar oder Februar der kälteste Monat ist, so nahm ich bei allen Stationen das Mittel dieser 3 Monate und konstruierte Winter-Isothermen. Für die innere Polarregion dürfen dieselben zugleich als Januar-Isothermen angesehen werden.

Nr. III. Juli-Isothermen. Der Kältepol der nördlichen Hemisphäre liegt im Juli im nordeuropäischen und asiatischen Eismeere, im Norden und Osten von Novaja Semlja und bei Franz Josef-Land; den Verlauf der Juli-Isotherme von 2° , der niedrigsten Julitemperatur an der Erdoberfläche, die wir auf der nördlichen Hemisphäre kennen, zeigt am besten der mittlere Karton *Juli-Isothermen um den Nordpol*. Die Julitemperatur von Lady Franklin-Bai ($81,7^{\circ}$) ist im dreijährigen Mittel noch $2,8^{\circ}$ (zu Floeberg Beach $82,5^{\circ}$ N gab ein Jahr $3,5^{\circ}$) jene bei Franz Josef-Land ($79,6^{\circ}$ N) war bloß $1,5^{\circ}$. Da die Julitemperatur von Sagastyr ($73,4^{\circ}$) an der Lenamündung nur zu $5,1^{\circ}$ gefunden wurde, so mußten die Juli-Isothermen an der Nordküste von Ostasien viel weiter nach Süden hinabgerückt werden, als bisher angenommen wurde, gestützt auf die sicherlich fehlerhaft hohe Julitemperatur ($13,4^{\circ}$) von Ust Jansk ($70,9^{\circ}$).

Neben den bekannten Wärmezentren des Juli im obern Pandschab, Mesopotamien, Nordafrika kommt auf unserer Karte wohl zum erstenmale auch das Wärmezentrum im südwestlichen Nordamerika zur vollen Geltung, wo in Südkalifornien und Arizona die Julitemperatur sehr nahe die gleiche Höhe erreicht, wie in den früher genannten Teilen der Erde. Den wunderbar raschen Übergang zum kühlen Sommer der Küste, einen Gegensatz der nirgends auf Erden mehr seinesgleichen findet, zeigen die dort dicht aneinandergedrängten Isothermen.

Mai-Isothermen von Indien. Da die Temperatur im größern Teile von Indien im Mai ihr Maximum erreicht und mit Beginn der Regen im Juni und Juli wieder abnimmt, schien es zweckmäßig, in einem Karton auch eine Darstellung der Temperaturverteilung über Indien im Mai zu geben. Dieselbe bringt das Wärmezentrum, das sich dann über Vorderindien entwickelt, sehr deutlich vor Augen.

Nr. IV und Nr. V. Isothermen von Europa und Nordamerika. Da Europa und Nordamerika (neben Indien) diejenigen größern Teile der Erdoberfläche sind, von denen die zahlreichsten Temperaturbeobachtungen vorliegen, und die physischen Verhältnisse derselben auch zugleich das größte Interesse für sich in Anspruch nehmen, erschien es zweckmäßig, die Temperaturverteilung über diesen Erdteilen etwas

spezieller darzustellen, als dies auf den Hauptkarten bei deren kleinem Maßstabe möglich war.

Die Karte der Januar-Isothermen von Europa zeigt die Kälteinsel über der oberitalienischen Niederung, während die Wärmeinseln der südlichen Alpenhöher auch bei diesem Maßstabe noch kaum zur Geltung gebracht werden können. Der Verlauf der 0° -Isotherme durch die Balkanhalbinsel konnte hier zum erstenmal auf Grund von Beobachtungen mit einiger Sicherheit niedergelegt werden. Die Kälteinsel auf der Südseite der östlichen Zentralkette der Alpen über Osttirol, Kärnten &c. konnte nicht mehr zur Darstellung kommen. Die Juli- und Jahres-Isothermen geben zu keinen besonderen Bemerkungen Anlaß. Die vierte Karte *Wanderung der Isothermen im Frühjahr* zeigt, wie im Frühjahr die Temperaturzunahme von Süden und Westen über Europa nach Norden und Osten fortschreitet. Das Eintreffen der Isotherme von 9° kann als der Beginn des physischen Frühlings angesehen werden. Hildebrandsson hat auf Grund von normalen Tagesmitteln der Temperatur die Wanderung der Isothermen von 0° , 3° , 6° , 9° und 12° C. über Europa im Frühjahr auf 5 Karten dargestellt in der Abhandl. der Kgl. Gesellsch. der Wiss. von Upsala (1880).

Auf den *Isothermenkarten von Nordamerika* zeigt sich recht deutlich der Einfluß der großen kanadischen Seen auf die Temperatur des Winters wie des Sommers ihrer Umgebung. Namentlich erscheint die Halbinsel zwischen dem Michigan-See und dem Obern See besonders begünstigt gegen ihre nächste Umgebung. Dagegen ist das obere Mississippithal die Einbruchspforte der Kälte-Invasionen („cold waves“), durch deren Plötzlichkeit und Intensität sich das Klima der Vereinigten Staaten östlich vom Felsengebirge so besonders auszeichnet. Bis zu welchen Breiten daselbst strenge Winterkälte momentan vordringen kann, zeigt die Karte, welche neben den detaillierten Januar-Isothermen auch die Linien gleicher mittlerer Jahresminima der Temperatur enthält. Noch in New Orleans in der Breite von Kairo sinkt durchschnittlich in jedem Winter die Temperatur auf -5° (zu Kairo nur auf $+3,7^{\circ}$), während die mittlere Januar- sowie die Jahrestemperatur der beiden Orte fast die gleiche ist. Dies zeigt die große Sprunghaftigkeit in den Temperaturverhältnissen des nordamerikanischen Winters. Mittlere Jahresminima von -30° findet man selbst nahe der atlantischen Küste noch in der geographischen Breite von Florenz.

Die Juli-Isothermen zeigen das merkwürdige Phänomen der unmittelbaren Nachbarschaft eines schottischen und afrikanischen Sommers im kalifornischen Litorale, sowie auch die Abkühlung an der atlantischen Küste durch eine von Norden kommende Küstenströmung oder auch durch das Emporsteigen von kaltem Wasser aus tiefern Schichten.

Die Isobaren.

(Blatt VI—VIII.)

Definition, Erörterung prinzipieller Punkte.

Allgemeines. Über die Prinzipien, nach denen die *Isobaren* oder *Linien gleichen Luftdruckes* zu zeichnen sind, herrscht im allgemeinen keine Meinungsverschiedenheit. Die Isobaren sollen die Luftdruckverteilung im Meeresniveau darstellen. Alle Orte, welche den gleichen Barometerstand haben, liegen auch auf derselben Isobare. Die Isobaren sind die Kurven, in welchen die Flächen gleichen Druckes die Erdoberfläche schneiden, welche letztere überall bis zum Niveau des Meeres abgetragen gedacht wird. Wenn, wie man lange Zeit stillschweigend angenommen hat, der mittlere Luftdruck im Meeresniveau überall der gleiche wäre (etwa 760 mm, d. i. der adoptierte Normaldruck), so gäbe es wenigstens keine Jahres-Isobaren. Daß und in welchem Maße diese Ansicht irrtümlich war, führt Blatt VI sehr deutlich vor Augen. Man hat wohl gegenwärtig fast vergessen, daß noch zu Ausgang der fünfziger Jahre hervorragende Meteorologen auf die Unterschiede des *mittlern* Luftdruckes im Meeresniveau keine Rücksicht genommen haben; und noch 1869 mußte Buchan darauf aufmerksam machen, daß man bei barometrischen Höhenmessungen die Unterschiede des Luftdruckes im Meeresniveau zu beachten habe, wenn man nicht in manchen Fällen sehr fehlerhafte Resultate erhalten wolle¹⁾. Ja selbst gegenwärtig noch wird von Physikern und Meteorologen nicht selten der Ungenauigkeit der hypsometrischen Formel zur Last gelegt, was einfach in der Nichtberücksichtigung des Unterschiedes der mittlern Isobaren zweier Orte seinen Grund hat.

Es war Buchans bahnbrechende Abhandlung: *The mean pressure of the atmosphere and the prevailing winds over the globe for the month and for the year* (Edinburgh Roy. Soc. Transact., XXV, 1869), welche der Erkenntnis von der so ungleichen Verteilung des *mittlern* Luftdruckes im Meeresniveau und den wichtigen Konsequenzen, die sich daraus für die gesamte Meteorologie ergeben, allmählich zum Durchbruch verhalf. Diese Abhandlung ist das Seitenstück zu Doves Monats-Isothermen, sie leistete für die Luftdruckverhältnisse das, was Doves Werk „Die Verteilung der Wärme auf der Erdoberfläche. Berlin 1852“ für die Temperaturverhältnisse geleistet hat. In bezug auf die Anregung aber, die sie zu weiteren Untersuchungen und zur Klärung der Ansichten über die Grundlagen einer wissenschaftlichen Klimalehre gab, war sie ungleich wichtiger als Doves berühmtes Werk.

Schwerekorrektion. Wir messen den Luftdruck zumeist mit dem Quecksilberbarometer, ja zu wissenschaftlichen ganz genauen Luftdruckbestimmungen haben wir gar kein andres Instrument. Die Höhe der Quecksilbersäule, durch welche der Luftdruck gemessen wird, ist aber nicht allein auch bei gleichem Druck verschieden, je nach der Temperatur des Quecksilbers, sondern auch verschieden, je nach der verschiedenen Intensität der Schwere. Die Temperaturkorrektur, Reduktion der Höhe der Quecksilbersäule auf den Gefrierpunkt des Wassers, wird schon seit einigen Dezennien so allgemein beachtet, daß man unkorrigierten Barometerständen kaum mehr begegnet. Anders verhält es sich mit der sogen. „Schwerekorrektion“. Dieselbe wird gegenwärtig noch fast allgemein vernachlässigt. Auch in Buchans Karten ist darauf noch keine Rücksicht genommen. Einige Isobarenkarten neuern Datums, z. B. jene für Rußland von Rykatcheff und Stelling, und jene von Teisserenc de Bort, sowie jene von Mohn für das europäische Nordmeer sind schon mit den wahren Luftdruckwerten konstruiert. Daß dies notwendig ist und den wissenschaftlichen An-

¹⁾ *Klimate der Erde.* Deutsche Ausgabe. Bd. II, S. 326, und *Meteorol. Zeitschrift* I, 1884, S. 450.

¹⁾ Note on the determination of heights, Edinburgh R. Soc. Proc., VI, 1869.

forderungen, die man an Isobarenkarten stellen muß, d. i. den wahren Luftdruck anzugeben, allein entspricht, lehrt eine einfache Überlegung. Einem Luftdruck von 760 mm unter 45° Breite im Meeresniveau entspricht z. B. unter 80° Breite eine Quecksilbersäule von 758,1 mm, am Äquator dagegen von 762,0 mm. Die ohne Rücksicht auf den Einfluß der verschiedenen Intensität der Schwere nach Beobachtungen am Quecksilberbarometer konstruierten Isobarenkarten geben daher den Luftdruck in der Nähe der Pole um ca 2 mm zu niedrig, in den Äquatorialgegenden aber um 2 mm zu hoch an. Dies sind aber Ungenauigkeiten, die man sicherlich nicht gestatten darf, um so weniger, als die nötigen Korrekturen sehr leicht anzubringen sind. Da namentlich in niedrigen Breiten und auch in den höhern zu gewissen Jahreszeiten die mittlern Luftdruckunterschiede, denen die vorherrschenden Winde entsprechen, ziemlich gering sind, kann es geschehen, daß durch Vernachlässigung der Schwerekorrektur örtlich die wahre Druckverteilung so gefälscht wird, daß sie mit den von ihr abhängenden Luftströmungen gar nicht mehr im Einklange steht.

Wer nicht so leicht von der Notwendigkeit dieser Korrektur zu überzeugen ist, und dem es schwer fällt, anzunehmen, daß das Quecksilberbarometer nicht überall den wahren Luftdruck angibt, der mag verwiesen werden auf den Unterschied, der sich in den Angaben eines Metall- (feder) barometers oder Aneroids und eines Quecksilberbarometers herausstellt, wenn dieselben unter verschiedenen Breitengrade gebracht werden. Die Federkraft, mittels welcher das Aneroid den Druck der Luft registriert, ist unabhängig von der Intensität der Schwere und gibt, wenn wir ein vollkommenes Instrument voraussetzen, überall den wahren Luftdruck an. Bringt man daher ein Quecksilberbarometer und ein Aneroid, die unter 45° Breite vollkommen übereingestimmt haben, unter den Äquator, so wird das Quecksilberbarometer nun um 2 mm höhere Luftdruckwerte angeben als das Aneroid. Letzteres gibt aber den wahren Luftdruck an, unabhängig von den Änderungen der Schwerekraft. Auch die Bestimmung der Siedetemperatur des Wassers führt zur Kenntnis des wahren Luftdruckes. Daraus ergibt sich wohl die unbedingte Notwendigkeit, die Höhe der Quecksilbersäule des Barometers, die zur Bestimmung des Luftdruckes dienen soll, auf die gleiche Intensität der Schwere zu korrigieren, gerade so, wie man selbe schon lange auf die gleiche Temperatur reduziert. Man ist übereingekommen, als normale Intensität der Schwere jene unter dem 45. Breitengrad am Meeresniveau anzunehmen.

Der Einfluß der Abnahme der Schwere mit der Seehöhe ist relativ geringfügig und kann unterhalb einer Höhe von 400 m vernachlässigt werden, wo man nicht sehr genau rechnen will. Da man zur Konstruktion der Isobaren nach Möglichkeit hochgelegene Stationen vermeiden muß, so hat diese Korrektur nur ganz untergeordnete Bedeutung für die gewöhnlichen Isobarenkarten, namentlich aber für jene der ganzen Erde. Um überblicken zu können, welchen Einfluß die Vernachlässigung des Einflusses der Änderungen der Schwere auf den Verlauf der Isobaren hat, und bis zu welchem Grade die wahren Druckdifferenzen dadurch gefälscht werden, soll folgende kleine Tabelle hier stehen, welche für Barometerstände bei 760 mm am Meeresniveau gilt:

Breite:	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
Korrektion:	-1,97	-1,85	-1,51	-0,98	-0,34	+0,34	+0,98	+1,51	+1,85

Dies sind die *Korrekturen* (— abzuziehen, + zu addieren), welche an die Quecksilberbarometerstände unter den verschiedenen Breiten anzubringen sind, um den wahren Luftdruck zu erhalten¹⁾.

Isobarenkarten (wie z. B. jene von *Buchan*, oder die jüngsten des Met. office in London für die Ozeane), welche ohne Rücksicht auf die Schwerekorrekturen gezeichnet sind, bedürfen erst einer entsprechenden Korrektur, um sie mit den hier vorliegenden vergleichbar zu machen.

Reduktion der Barometerstände auf dem Meeresniveau. Die vollständig korrigierten Barometerstände sind nun erst auf das Meeresniveau zu reduzieren. Auf die hierbei in Anwendung kommenden Formeln und Grundsätze wird wohl zweckmäßigerweise hier nicht näher einzugehen sein.

Es mag aber manchem, der die Karten benutzen will, erwünscht sein, ihm vorliegende Luftdruckmittel mit den Karten vergleichen zu können, oder umgekehrt aus den Karten den mittlern Barometerstand eines Ortes in gegebener Seehöhe ableiten zu können, ohne erst nach Hilfstafeln greifen zu müssen. Dazu dienen die folgenden einfachen Regeln, welche bis zu Höhen von 200 m und darüber die Benutzung von Tafeln oder gar von logarithmischer Rechnung überflüssig machen.

1. Man dividiere die Zahl 8000 durch das Mittel aus dem beobachteten und dem genäherten, für das Meeresniveau geltenden Barometerstand. Um letztern zu erhalten, genügt es, für je 11 m Seehöhe 1 mm zu dem beobachteten Barometerstand zu addieren.

2. Der derart erhaltene Quotient gibt an, auf wie viele m Seehöhe 1 mm Druckzunahme (oder Druckabnahme nach oben) kommt, bei einer mittlern Luftwärme von 0°. Um auf die herrschende Temperatur Rücksicht zu nehmen, genügt es, den auf angegebene Weise erhaltenen Quotienten um 0,002 ($t + t'$) zu erhöhen (oder zu verringern, wenn $t + t'$ unter dem Gefrierpunkt bleibt), d. h. um $\frac{2}{10} \frac{0}{100}$ seines Wertes für jeden Grad (Cels.) der Summe aus der beobachteten und der entsprechenden Temperatur am Meeresniveau. Letztere erhält man, wenn man zur erstern die Hälfte der in Hunderten von Metern ausgedrückten Seehöhe der Station hinzuzählt (d. h. eine Wärmeabnahme von 0,5° für 100 m annimmt), z. B. beobachtet in 160 m 8,5°, gibt im Meeresniveau $8,5 + 0,8 = 9,3°$, somit $t + t' = 17,9°$.

3. Durch die derart vergrößerte (oder verringerte) Höhenstufe für 1 mm Druckänderung dividiert man die Seehöhe und erhält nun die Zahl, um welche man den beobachteten Luftdruck vergrößern muß, um den ihm entsprechenden Druck im Meeresniveau zu erhalten.

Die Anwendung dieser Regeln ist einfacher und kürzer als ihre Auseinandersetzung. Z. B.: Es sei der mittlere Luftdruck von Wien in 199,3 m Seehöhe auf das Meeresniveau zu reduzieren, und zwar das Jahres-, das Januar- und Julimittel.

Jahr. $B = 744,58$ $t = 9,3°$; $h = 199,3$ m.
 $8000 : 753^2) = 10,63$; korrigiert für $t + t' = 9,3 + 10,3 = 19,6°$
 gibt $11,04$ m³⁾ pro 1 mm. Daher
 $199,3 : 11,04 = 18,05$; $744,58 + 18,05 = 762,63$.

Die ganz genaue logarithmische Rechnung gibt 762,65 mm als Luftdruck im Meeresniveau.

¹⁾ Eine ausführlichere Tabelle dieser Korrekturen sowie jener für die verschiedenen Seehöhen findet man z. B. in Jelineks Anleitung zur Anstellung von meteorologischen Beobachtungen. Neue Auflage (Wien 1884) S. 120.

²⁾ D. i. $\frac{1}{2} (744 + 762)$.

³⁾ $10,63 \times 0,029 = 0,31$ zu $10,63$ addiert gibt $11,04$ m.

Januar. $B = 746,75$, $t = -1,4$; $t + t' = -1,8°$. Der Quotient 10,63 kann für das ganze Jahr beibehalten werden. Für Januar (d. i. für $-1,8°$) korrigiert, wird er $10,56$; $199,3 : 10,56 = 18,87$. Somit Luftdruck des Januar im Meeresniveau $746,75 + 18,87 = 765,62$ mm (logarithmisch findet man 765,65).

Juli. $B = 744,23$, $t = 19,9$ gibt $10,63 + 0,87 = 11,50$.
 $199,3 : 11,5 = 17,33$; $744,23 + 17,33 = 761,56$.

Die genaue Rechnung nach der Formel gibt 761,55.

Aus diesen Beispielen ergibt sich auch unmittelbar, daß, wenn man der Rechnung eine zu niedrige Temperatur zu Grunde legt, der Quotient zu klein ausfällt, die Korrektur somit zu groß wird. Man erhält zu hohe Werte des Luftdruckes im Meeresniveau. Umgekehrt verhält es sich, wenn man die Temperatur zu hoch annimmt. Daraus folgt, daß wenn Orte eine zu niedrige Temperatur haben gegen ihre Umgebung (lokale Kältegebiete), der reduzierte Barometerstand zu hoch ausfällt, und umgekehrt. Für eine richtige Beurteilung der Isobaren, die den Hochebenen der Kontinente entsprechen, ist diese Erkenntnis sehr wichtig.

Die Reduktion der Barometerstände auf das Meeresniveau setzt eine genaue Kenntnis der Seehöhe des Barometers voraus. Die erforderliche Genauigkeit der letztern ergibt sich daraus, daß bei den durchschnittlichen mittlern Landerhebungen 1 mm Luftdruckdifferenz einem Höhenintervall von ca 11 bis 12 m entspricht. Man sollte deshalb die Seehöhe mindestens bis auf 1 m genau kennen. Diese Kenntnis ist nun leider gegenwärtig noch auf jene kleinen Teile von Europa, Nordamerika, Indien &c. beschränkt, welche von genauen Nivellements durchzogen sind. Die trigonometrischen Nivellements, namentlich aber die Eisenbahnnivellements sind bei größern Entfernungen von den Seeküsten mit einer größern Unsicherheit behaftet, namentlich aber die letztern, deren Fixpunkte oder Ausgangspunkte sich zuweilen gar nicht auf das mittlere Meeresniveau beziehen, ohne daß dies beachtet würde. Es verdient hier beispielsweise hervorgehoben zu werden, daß erst durch das Präzisionsnivellement der europäischen Gradmessung sich ergab, daß die bisher angenommene trigonometrisch bestimmte Seehöhe von Wien um nahezu 5 m unrichtig war. Diese unrichtige Seehöhe übertrug sich dann auf einen großen Teil von Österreich, für welchen bei Höhenbestimmungen Wien als Fixpunkt gedient hatte. Man mag daraus beiläufig ersehen, welche Genauigkeit man den Seehöhen im Innern von Rußland, oder gar von Sibirien, sowie jenen im Innern von Nordamerika &c. zutrauen darf. Einer der wichtigsten und bemerkenswertesten Fortschritte in dieser Hinsicht knüpft sich deshalb an das sibirische Nivellement, welches bis Irkutsk fortgesetzt wurde. Die Isobaren von Nordasien bekamen dadurch erst eine wissenschaftliche Grundlage und erfuhren ganz bedeutende Änderungen. Dies mag schon daraus hervorgehen, daß die absolute Seehöhe von Irkutsk sich um 70 m höher ergab, als bisher angenommen wurde. Welche Genauigkeitsgrenze dem sibirischen Nivellement zukommt, ist uns nicht bekannt, sein westlicher Fixpunkt schließt sich an die Triangulation des Gouvernements Orenburg an und ist vorerst nur durch dieses auf das Niveau des Schwarzen Meeres bezogen. Diejenigen Barometerstationen, deren Seehöhe durch dieses Nivellement ermittelt wurde, sind: *Omsk*, Kosakenkirche 81,7, Bar. 79,6; *Tomsk*, Kathedrale 83,2 Bar. 73,5; *Kainsk*, Kirche 107,6, Bar. 109,5; *Irkutsk*, Kathedrale 458,1, Bar. 461,5. Außerdem sollen noch gut bestimmte Seehöhen in Sibirien sein: *Jekaterinburg*, Signal 271,0, Bar. 272,4; *Orenburg*, Preobr. Kathedrale 112,8, Bar. 103,5; *Nukuss*, Bar. 65,9; *Petro Alexandrowsk* 99,5¹⁾. Dies sind die einzigen in dem ungeheuern Gebiet von Nordasien genau bestimmten Seehöhen, ja wir können sagen von ganz Asien, wenn wir Vorderindien ausnehmen! Dies gibt wohl eine eindringliche Vorstellung davon, wie es mit unsern Kenntnissen von dem wahren Verlauf der Isobaren über Asien noch bestellt ist, selbst dort, wo Barometerstationen vorhanden sind.

Man kann nun allerdings mit Hilfe der sicher bestimmten Höhenpunkte des sibirischen Nivellements die Seehöhe der nördlich und südlich davon liegenden Stationen barometrisch berechnen, — dies hat aber für die Kenntnis des Verlaufes der mittlern Jahres-Isobaren nicht den geringsten Wert, denn eine solche Rechnung basiert auf der Annahme, daß diese Orte auf derselben Isobare liegen, wie die der Rechnung zu Grunde gelegten Stationen. Eine solche Annahme ist aber offenbar unzulässig; viel besser ist es, die mittlern Jahres-Isobaren bloß auf Grund der wenigen Barometerstationen zu konstruieren, deren Seehöhe wirklich durch Nivellement bestimmt ist, sowie jener Stationen, deren nahe Lage an einer Küste die Höhenbestimmung erleichtert. Durch graphische Interpolation erhält man auf diese Weise den wahrscheinlichsten Wert der Isobaren jener Stationen, deren wahre Seehöhe unbekannt ist, und nun erst kann man aus dem mittlern Barometerstand den wahrscheinlichsten Wert der Seehöhe ableiten. Die Luftdruckmittel der Stationen, deren Seehöhe derart bestimmt wird, können dann immer noch eine sehr nützliche Verwendung finden bei der Konstruktion der Isobaren der einzelnen Monate. Es ist also nicht ganz richtig, wenn man es zuweilen geradezu einen *circulus vitiosus* nennt, Barometerstationen, deren Seehöhe nur aus dem mittlern Barometerstande des Jahres berechnet werden konnte, zur Zeichnung der Isobaren zu verwenden. Nur von der Konstruktion der Jahres-Isobaren sind sie gänzlich auszuschließen, nicht aber desgleichen von der Konstruktion der Monats-Isobaren. Hierbei können sie immerhin sehr gute Dienste leisten.

Auf die angegebene richtige Weise ist auch Rykatcheff verfahren bei Konstruktion seiner Monats- und Jahres-Isobaren für das europäische Rußland²⁾. Es ist lehrreich, zu erwähnen, wie viel Stationen derselbe zur Zeichnung der Jahres-Isobaren von Rußland verwenden konnte; es sind dies nur 6 Inland-³⁾ und 12 Küstenstationen. Es ist dies ein weiteres Beispiel dafür, wie unsicher noch unsre Kenntnisse sind von dem wahren Verlaufe und den wahren Werten der Isobaren über dem größten Teile der Landflächen von Europa selbst.

Mit einer noch viel größern Unsicherheit sind die Isobaren von Nordamerika behaftet. Es gibt wohl schon gute Nivellements durch die Vereinigten Staaten, wenigstens von der atlantischen Küste bis zum Mississippi und von diesem bis zum mexikanischen Golfe. Leider erhält man aber aus Nordamerika meist nur Luftdruckmittel, die den wissenschaftlichen Anforderungen nicht entsprechen, d. i. ohne die nötigen genauen Angaben, welche deren richtige Korrektur und Reduktion auf das Meeresniveau ermöglichen würden.

¹⁾ Stelling, Über die Seehöhen der met. Stationen in Sibirien. Repert. für Met., Bd. VI., Nr. 11. Petersburg 1879.

²⁾ Rykatcheff, La distribution de la pression atmosphérique dans la Russie d'Europe. Repert. für Meteorologie, Bd. IV, Nr. 6. Petersburg 1874.

³⁾ Unter diesen ist aber auch Kasan, dessen Barometerkorrektur unbekannt war; dazu kommen zwei küstennahe Orte, Dorpat und Tiflis; im Innern von Rußland liegen bloß Moskau, Orenburg, im Westen Wilna, Kiew, Warschau.

Inwieweit nun erst die Isobaren über den Kontinenten von Südamerika, Afrika und Australien allein schon wegen der mangelnden Kenntnis der Seehöhen der wenigen Stationen im Innern derselben unsicher bleiben müssen, bedarf wohl keiner weiteren Erörterung.

Barometerkorrektur. Jedes der gewöhnlichen Barometer an den meteorologischen Stationen bedarf einer Verifikation seines Standes nach einem Normalinstrument, welches den wahren Luftdruck sicher abzulesen gestattet. Die Standkorrekturen der Barometer sind oft sehr erheblich¹⁾, und nur wenn dieselbe bekannt ist, kann man bei genauer Kenntnis der Seehöhe, den richtigen Luftdruck am Meeresniveau ableiten, andernfalls nützt auch erstere wenig. Nun erleiden aber die Barometer auf dem Transporte namentlich bei weiten Inlandreisen häufig Änderungen der Standkorrekturen, und diese letzteren sollten daher immer an der Station selbst ermittelt werden. Es geschieht dies durch die Barometervergleichen bei Inspektion der Station; man versichert sich der Unveränderlichkeit der Korrektur des Reisevergleichsbarometers durch Konstatierung derselben vor und nach der Reise. Leider unterliegen aber die Barometer, selbst wenn sie ruhig an demselben Orte aufgestellt bleiben, zuweilen langsamen oder selbst sprungweisen Standänderungen. Nur wo die Stationen etwas dichter sich zusammendrängen, kann man durch fortwährende Vergleichen der Resultate derselben solchen Fehlern auf die Spur kommen; wo dies nicht der Fall ist, bleiben sie unbekannt und machen die Isobaren mehr oder minder fehlerhaft. Auf eine Erörterung weiterer Fehlerquellen, welche die Richtigkeit der Luftdruckmittel beeinträchtigen, kann hier nicht spezieller eingegangen werden.

Mangel an genügenden Beobachtungen. Der Mangel an verwendbaren Luftdruckmitteln auf den großen Kontinenten ist schon früher zur Sprache gekommen. Noch schlimmer sieht es natürlich in betreff genügender Beobachtungen zur See aus. Die Beobachtungen beschränken sich daselbst einerseits nur auf gewisse Linien, welche den großen Reiserouten entsprechen, die bei dem Seeverkehr eingehalten werden, und welche die ausgedehntesten Teile der Ozeane ganz beiseite liegen lassen, andererseits ist deren Zahl viel zu gering, um einigermaßen zuverlässige Mittelwerte ableiten zu können. Selbst wenn man die Beobachtungen eines ganzen Gradfeldes auf einer der besuchtesten Routen in ein Mittel zusammenfasst, bleibt dasselbe weit unter der Sicherheit des 20jährigen Monatsmittels, weil dasselbe, denn dieses entspricht durchschnittlich 1800 einzelnen Beobachtungen. Der wahrscheinliche Fehler eines Monatsmittels aus 20jährigen Luftdruckbeobachtungen ist aber in höherem Maße, namentlich in den Gebieten des Seeklimas noch sehr beträchtlich. Im Nordwesten von Europa z. B. ist die mittlere Veränderlichkeit der Monatsmittel des Luftdruckes im Januar 4.7 mm, so daß 20jährige Mittel noch mit einem wahrscheinlichen Fehler von nahe 1 mm (0.9 mm) behaftet bleiben. Man mag daraus schließen, was fehlerhaft noch die Monatsmittel von Gradfeldern sind, wo die Zahl der Beobachtungen selbst auf besuchten Routen nicht den zehnten Teil jener der Landstationen erreicht.

Wir müssen demnach sagen, daß, wenn auch die Luftdruckverteilung über der Erdoberfläche schon jetzt in ihren großen allgemeinen Zügen durch die Isobarenkarten richtig zur Darstellung kommen dürfte, und diese letzteren dadurch eine hohe Wichtigkeit für die Meteorologie und Klimatologie für sich in Anspruch nehmen können, man sich doch hüten muß, anzunehmen, daß diese Karten selbst in den gröbsten Details (kleine Teile der Erdoberfläche ausgenommen) schon völlig richtig sind. Es ist sehr nötig, daran zu erinnern, denn die fertigen Bilder der Luftdruckverteilung ohne Mitgabe der ihnen zu Grunde liegenden Daten verleiten leicht zu dem Glauben, daß alles sich in der That genau so verhält, wie es die Karten zeigen. Namentlich derjenige, der nie eine größere Zahl von Luftdruckmitteln auf dasselbe Niveau reduziert und auf ihre Genauigkeit geprüft hat, unterliegt gar zu leicht einer solchen Täuschung. Man muß sich daher namentlich hüten, überall die mittleren Windrichtungen mit dem Verlaufe der Isobaren nach dem Buys-Ballotschen Gesetze in Übereinstimmung bringen zu wollen. Häufig geschieht es, daß man den Verlauf der Isobaren nach den mittleren Windrichtungen modifiziert. Nur wo ein ganzer Komplex von Stationen in der mittlern Windrichtung übereinstimmt, ist ein solcher Vorgang bei fehlenden Luftdruckbeobachtungen gerechtfertigt, ja zuweilen kaum zu vermeiden. Die mittlere Windrichtung einzelner Orte aber, deren Richtigkeit, die auch nicht immer gesichert ist, vorausgesetzt, ist derart von lokalen Einflüssen abhängig, daß man leicht den gröbsten Irrtümern verfallen kann, wenn man überall auf Grund derselben den Verlauf der Isobaren verbessern wollte. Die am Beobachtungsorte in der Nähe des Erdbodens vorherrschende mittlere Windrichtung ist oft durch die orographischen Verhältnisse derart beeinflusst, daß sie zuweilen um 90° und mehr von der wahren mittlern Windrichtung in etwas größerer Höhe über dem Erdboden, abweicht.

Ein wahrer *circulus vitiosus* ergibt sich dann, wenn, wie dies nicht selten geschieht, der Verlauf der Isobaren auf Grund der beobachteten Windrichtungen im Sinne des Buys-Ballotschen Gesetzes korrigiert wird, und hinterdrein ein zweites daraus die Beziehungen zwischen Windrichtung und Gestalt der Isobaren ableitet.

Was in bezug auf Isothermenkarten gesagt wurde, muß hier wiederholt werden. Es wäre von größter Wichtigkeit, Isobarenkarten zu besitzen, auf welchen auch die zu Grunde liegenden reduzierten Luftdruckbeobachtungen an den zugehörigen Orten eingetragen wären²⁾.

Bemerkungen über das den vorliegenden Karten zu Grunde liegende neue Beobachtungsmaterial. Ich habe es mir angelegen sein lassen, namentlich für jene Teile der Erdoberfläche, für welche das bisher vorliegende Material von Luftdruckbeobachtungen mangelhaft oder unsicher war, nach Möglichkeit neue verlässliche Luftdruckmittel zu erlangen. Den Nachweis über einen Teil der aus diesen Bemühungen hervorgegangenen neuen Grundlagen der Isobarenkarten findet man in meiner Abhandlung: Beiträge zur Kenntnis der Verteilung des Luftdruckes auf der Erdoberfläche³⁾. Die Ergebnisse einer speziellen umfangreichen kritischen Untersuchung über die Luftdruckverteilung in Mittel- und Südeuropa, die erst nach Konstruktion der Isobaren der ganzen Erdoberfläche abgeschlossen werden konnte,

wurden wenigstens noch in der letzten Korrektur nach Möglichkeit berücksichtigt. Das ganze von der Erdoberfläche vorliegende Material von Luftdruckbeobachtungen in ähnlicher Weise neu durchzuarbeiten, wäre selbstverständlich nicht möglich gewesen, ich habe mich deshalb, wo gute Vorarbeiten oder verlässliche Zusammenstellungen von Barometermitteln schon vorlagen, auf diese gestützt. Ich mache in dieser Beziehung namhaft: *Rykatcheffs* Isobaren für das Europäische Russland und *Stellings* Isobaren für Sibirien⁴⁾, die früher schon citiert worden sind. Ich bemerke aber, daß ich nicht die Isobaren, sondern die denselben zu Grunde liegenden Werte von Luftdruckmitteln für meinen Zweck benutzt habe. *Wilds* Abhandlung: Beziehungen zwischen Isobaren und Isanomalen (Bull. de l'Acad. Imp. des Sciences de St.-Petersbourg, Tome XI) wurde in derselben Weise verwendet, ferner *Fritsche*: Klima von Ostasien⁵⁾. Die Isobaren für Indien können mit großer Sicherheit konstruiert werden mit Hilfe der so wertvollen Sammlung von mehrjährigen Luftdruckmitteln in Blanford's Report on the Meteorology of India. Für Europa nenne ich: Buchans und Scotts Karten der Isobaren für die Britischen Inseln⁶⁾, Mohns besonders wichtige Isobarenkarten für NW-Europa und den nördlichen Atlantischen Ocean (Zeitschrift für Meteorologie, Bd. XX (1884), S. 145). *Angot*, Klima von Algerien (Annales du Bureau Central Mét. de France, Année 1881, Tome I); für Frankreich selbst fehlen noch vergleichbare verlässliche Luftdruckmittel, und sind selbe erst in einigen Jahren von Herrn Angot bearbeitet zu erwarten. Bis dahin bildet Frankreich die empfindlichste Lücke in der Kenntnis der Luftdruckverteilung über Europa.

Für Nordamerika leistete die größten Dienste die Tabelle von neuen Luftdruckmitteln, die in dem Jahresberichte des Signaldienstes⁷⁾ veröffentlicht worden ist. Sie erfüllt allerdings nicht alle Ansprüche, da die Mittel größtenteils ganz kurzen Beobachtungsreihen entsprechen, und manchmal selbst ganz benachbarte Orte viel zu große Luftdruckdifferenzen aufweisen. Namentlich mit den Resultaten älterer Beobachtungen in den Neuenlandstaaten stehen diese Mittel meist in auffallendem Widerspruch, sie sind zumeist erheblich höher. Wieviel davon auf Rechnung der kurzen Zeitperiode kommt, aus welcher sie stammen, wieviel auf die Standkorrekturen der ältern Barometer, läßt sich nicht entscheiden. Ich gab im allgemeinen den höhern Werten den Vorzug. Man darf wohl von den amerikanischen Meteorologen erwarten, daß sie uns bald mit kritisch bearbeiteten neuen Isobarenkarten ihres Landes beschenken; in Europa fehlen die nötigen Behelfe zu einer solchen Arbeit. Die neuen Jahresberichte des Meteorologischen Amtes von Kanada wurden natürlich gleichfalls benutzt und leisteten gute Dienste; die wahre Seehöhe eines wichtigen Fixpunktes im Innern, Winnipeg, ist wohl nur barometrisch bestimmt, und diese Station daher für die Jahres-Isobaren ohne Wert. Für Argentinien und das afrikanische Südamerika überhaupt konnte ich mich auf die wertvollen neuen Jahrbücher des Meteorologischen Amtes in Cordova stützen, welche *Gould* herausgegeben hat. Im übrigen muß ich auf meine früher citierte Abhandlung verweisen.

Für die Ozeane konnte ich mich noch auf frühe Abdrücke der neuen Isobarenkarten der Ozeane des Meteorological office in London stützen, die ich der Güte meines Freundes R. Scott verdanke. Dieselben sind, weil für Seefahrt bestimmt, ohne Rücksicht auf die Variationen der Schwerkraft konstruiert. Endlich sind noch besonders hervorzuheben die neuen Isobarenkarten der ganzen Erde, die *Léon Teisserenc de Bort* zum Autor haben⁸⁾. Dieselben geben schon den wahren, für die Variationen der Schwerkraft mit der Breite korrigierten Luftdruck an.

Vorherrschende Winde. Auf den Isobarenkarten der extremen Jahreszeiten sind auch die *vorherrschenden* Windrichtungen ersichtlich gemacht. Auf der Karte der Jahres-Isobaren wurde auf eine ähnliche Darstellung verzichtet, weil für größere Teile der Erde, d. i. überall dort, wo es Monsunwinde gibt, vorherrschende Winde des ganzen Jahres eigentlich nicht vorhanden sind, und weil es genügend schien, sich auf die mehr charakteristischen und klar ausgesprochenen Windverhältnisse der extremen Monate in der Darstellung zu beschränken. Dafür wurden auf der Jahreskarte einige bemerkenswerte Wirbelsturmströme eingetragen, welche für die betreffenden Meeresteile als typisch betrachtet werden können.

Die wichtigsten Quellenwerke für die vorherrschenden Winde auf der Erdoberfläche, welche hier benutzt sind, sind: *Coffin*, The winds of the globe: or the laws of atmospheric circulation over the surface of the earth. Washington 1876. *Supan*, Statistik der unteren Luftströmungen, Leipzig 1881. *Wild*, Beziehungen zwischen Isobaren und Isanomalen der Temperatur, Bull. de l'Acad. Imp. des sciences, Tome XI, 1881, enthält eine sehr wertvolle Tabelle der vorherrschenden Winde für das ganze Russische Reich und Nordeuropa. *Stellings*, Über die mittlere Windrichtung am untern Ob und Jenissei. Repert. für Met., B. VIII. *Fritsche*, Klima von Ostasien. *Blanford*, Winds of Northern India. *A. Hettner*, Das Klima von Chile und Westpatagonien. I. Teil, Bonn 1881. *W. H. Dall*, Alaska Meteorology. Coast Pilot of Alaska, App. I. Washington 1879. *Gould*, Anales de la Oficina Meteorologica Argentina, Tomo I bis IV. *Deutsche Seecarte*. Segelhandbuch für den Atlant. Ocean. Hamburg, 1885. *Hann*, Handbuch der Klimatologie, Stuttgart 1883.

Bemerkungen zu den einzelnen Karten.

VI. Isobaren des Jahres (Nr. 32). Auf dem Hauptblatte findet man neben den Isobaren, die zu keinen Bemerkungen Veranlassung geben, auch einige bemerkenswerte Wirbelsturmströme eingetragen, sowohl schematische, welche den allgemeinen Typus der Cyklonenbahnen in den betreffenden Meeren angeben sollen, als auch individuelle Sturmströme. So finden sich zwei westindische Wirbelstürme verzeichnet, welche, westlich von den Kapverdischen Inseln ihren Ursprung nehmend, nach einem Laufe von einer bis zwei Wochen die Küsten von England und Norwegen erreicht haben. Über jenen vom August 1873 besitzen wir eine Monographie von *Toynbee*⁹⁾; den höchst interessanten Wirbelsturm vom August 1883 haben beschrieben *Harding*⁷⁾ und *Großmann*⁸⁾.

¹⁾ Repertorium für Meteorologie, B. VI. St. Petersburg 1879.

²⁾ Dr. L. v. Schrencks Reise und Forschungen in Amur-Lande. B. IV, II. Lieferung, Petersburg 1878. Auch als eignes Werk in englischer Sprache erschienen.

³⁾ Buchan im Journal of the Scottish Met. Soc., Vol. VI, und Met. Atlas of the British Isles. London 1883.

⁴⁾ Annual Report of the Chief Signal officer for the year 1883, Appendix 18, p. 64.

⁵⁾ Nouvelles cartes d'isothermes et d'isobares moyennes à la surface du globe. Janv., Mars, Juillet, Octobre. Annales du Bureau Central Mét. de France. Année 1881, IV. Paris 1883.

⁶⁾ The Meteorology of the North Atlantic during August 1873. London 1878.

⁷⁾ Quarterly Journal of the Roy. Met. Soc. 1884.

⁸⁾ Meteorologische Zeitschrift, Bd. XXII, Januar 1887.

¹⁾ Ich will z. B. nur anführen, daß die Luftdruckmittel der Sternwarte von Palermo, welche die längste und wertvollste Beobachtungsreihe von Italien aufweisen kann, bis zum Jahre 1879 einer Korrektur von +1.4 mm bedurften, was vorher unbekannt war; die in Buchans Sammlung aufgenommenen Mittel sind um diesen Betrag zu niedrig.

²⁾ Dies ist der Fall auf den neuen Isobarenkarten der Ozeane des Met. Office in London.

³⁾ Meteorologische Zeitschrift (21. Band), 1886, S. 97.

Man erkennt in den dargestellten Bahnen alle charakteristischen Merkmale der westindischen Orkane, die zuweilen den ganzen Atlantischen Ocean durchqueren: die langsame Fortbewegung innerhalb der Tropen, wo die Bahn eine westliche und nordwestliche Richtung hat, das Umbiegen derselben in der Gegend des 30. Breitengrades, und die Beschleunigung der Fortbewegung, die sie dann auf ihrem nun östlichen Wege über den Atlantischen Ocean erfahren. An der Küste von Europa wird die Bewegung wieder langsamer. Die Cyklonen der Bai von Bengalen sind in jüngster Zeit von Willson, Blanford und Elliot genauer untersucht worden, einige der von diesen Autoren verzeichneten Cyklonenbahnen wurden auf unsre Karte eingetragen, dergleichen in den ostasiatischen Meeren einige von Knipping und Dobereck festgestellte Teifunbahnen. Dasselbe geschah mit einigen Bahnen der sogenannten Mauritiuscyklonen, mit deren besonderem Studium sich in neuerer Zeit bekanntlich Meldrum beschäftigt hat.

Um die absoluten Schwankungen des Luftdruckes an der Erdoberfläche zu illustrieren, haben einige wenige extreme Barometerstände (auf das Meeresniveau reduziert) auf der Karte Platz gefunden. Paris 17. Januar 1882 786,7 (am 6. Februar 1821 9^h a. m. 780,9 am Observatorium oder 787,2 im Meeresniveau, dagegen am 24. Dezember desselben Jahres 719,4 am Meeresniveau, der höchste und tiefste Stand in diesem Jahrhundert trat demnach im gleichen Jahre ein, und die Barometerschwankung desselben erreichte fast 68 mm!). Im Innern von Sibirien kommen noch viel höhere Maxima vor. Obgleich die Beobachtungen nicht so weit zurückreichen, wie jene zu Paris, und die absolut höchsten Stände nicht genau aufgefunden wurden, findet man dort mehrere Barometerstände, die auf das Meeresniveau reduziert, 800 m und darüber geben. Die in der Karte bei Semipalatinsk, Barnaul und Tomsk stehenden Zahlen entsprechen dem 16./17. Dezember 1877. Direkt abgelesen wurde in Tomsk (73,5 m Seehöhe) 792,8 mm bei -40,3° C. und mäßigem Südost. In Port Kennedy wurde 789 mm beobachtet, Toronto Januar 1866 796 (reduziert). Die tiefsten bekannten Barometerstände sind: 692,9 zu Reikiavik auf Island am 4. Februar 1824 (Max. 23. Dezember 1836, 786,5, somit absolute Schwankung 94,5 mm), 694,2 am 26. Januar 1884 um 10 Uhr abends zu Ochtertyre (Pertschire) an der Ostküste von Schottland (am 9. Dezember 1886 wurde in der Irischen See ein nahezu gleich tiefes Minimum beobachtet), und am 22. September 1885 zu False Point bei Kattak (Orissa) im Zentrum eines Wirbelsturmes sogar 689,2 mm.

Kartons. Der erste Karton links ist nach einer Karte von van Beber in „Einleitung zu den monatlichen Übersichten der Witterung, herausgeg. von der Deutschen Seewarte, 6. Jahrgang, 1881“ reproduziert. Das Kärtchen zeigt die durchschnittliche Tiefe der Barometerminima (8^h a. m. und Mittel von 1876/80) im westlichen und mittlern Europa. Während im Nordatlantischen Ocean zwischen England und Island die Luftdruckminima durchschnittlich 740 mm erreichten, sinkt das Barometer im Gebiete der Alpen nur auf 752,5 mm (reduziert auf das Meeresniveau). Der mittlere Karton stellt die Verteilung der mittlern Größe der täglichen Barometerschwankung nach Buchan dar (Transactions of the Roy. Soc. of Edinburgh, Vol. XXVII). Die Größe der täglichen Barometerschwankung, d. i. der Unterschied zwischen dem mittlern Luftdruck um 9—10^h a. m. und 3—4^h p. m. ist in mm angegeben. Der Karton rechts ist einer detaillierteren Darstellung der Jahres-Isobaren von Europa gewidmet.

VII. Isobaren und Winde im Januar. Dem Barometermaximum im Innern Nordostasiens habe ich nicht den extremen Wert geben zu sollen geglaubt, den Stellung, namentlich aber Wild eingeführt haben; ich beschränkte mich auf die Isobare von 778 (Stellung nimmt 780, Wild sogar 782). Wild führt nur fünf reduzierte Januarmittel in Nordasien an, die 773 mm überschreiten: Irkutsk (461,5 m) 779,3, Werchne-Udinsk¹⁾ (Seehöhe?) 780,9, Nertschinsk (660 m unsicher), 778,3, Jakutsk (163 m unsicher), 778,8 und Urga (Seehöhe?) 776,3 mm. Wenn man nun bedenkt, daß die bezeichneten Orte hoch liegen und eine sehr tiefe Januartemperatur haben, so darf man sich nicht verhehlen, daß die auf das Meeresniveau reduzierten Barometerstände notwendig zu hoch ausfallen müssen. Eine derartige Reduktion führt überhaupt zu fiktiven Barometerständen, denen keine realen Konsequenzen entsprechen²⁾. Die wirklichen Luftdruckdifferenzen gegen die Ostküste von Asien hin im Niveau von 4- bis 500 m betragen ca 16 mm, die fiktiven, durch die Reduktion erhaltenen ca 22 mm; die Isobarenkarten geben demnach hier ein ganz bedeutend karikiertes Bild der Luftdruckunterschiede. Unter solchen Verhältnissen ist es doch wohl das Beste, sich mehr an die untere Grenze zu halten als an die obere, um nicht einen leider unvermeidlichen Übelstand noch auf die Spitze zu treiben.

Besser wäre es wohl, in diesen Fällen so zu verfahren. Das reduzierte Jahresmittel von Irkutsk ist 768,4; die Abweichung des Januarmittels vom Jahresmittel in der Seehöhe der Station ist +6,7, dies gibt als reduziertes Januarmittel 775,1 mm; auf ähnliche Weise erhält man für Nertschinsk 771,8 als Januarmittel im Meeresniveau. Die Luftdruckdifferenz gegen die Ostküste von Asien, die man auf diesem Wege erhält, entspricht hinlänglich dem wahren Werte im Niveau des Hochlandes von Nordostasien, welchem auch die herrschenden Winde ihre Entstehung verdanken. Diese Methode wäre übrigens noch einer namhaften Verbesserung fähig, auf welche spezieller einzugehen hier jedoch nicht der Platz ist.

Die Gestalt der ostasiatischen Maximalzone hat einige Änderung erfahren durch den nun bekannt gewordenen relativ niedrigen Luftdruck an der Lena-Mündung (Sagastyr³⁾).

Der Verlauf der Isobaren von Nordamerika, namentlich an der Nordgrenze der Vereinigten Staaten und in Kanada bleibt einstweilen unsicher, einerseits infolge des Mangels sicherer vergleichbarer Luftdruckmittel, andererseits infolge der großen Seehöhe der Stationen im Westen des Mississippihales und der Unkenntnis der wahren Seehöhe der Stationen im Nordwesten von Kanada. Weder Lage noch Größe des nordamerikanischen Maximums halte ich für sicher gestellt.

Auf der südlichen Hemisphäre, wo der Januar der heißeste Monat, ist die Erscheinung bemerkenswert, daß über Südamerika kein selbständiges Minimum zur Entwicklung kommt, wie über Südafrika und Nordaustralien. Es ist kaum anzunehmen, daß etwa bloß die fehlenden Beobachtungen aus dem Innern des tropischen Südamerika zu dieser Annahme verleiten, denn die vorherrschenden nördlichen und nord-

östlichen Winde in Argentinien bis über den Wendekreis hinauf sprechen gleichfalls dagegen.

In Südafrika bleibt das Hauptminimum ziemlich beträchtlich südlich vom Äquator und erstreckt sich nicht etwa noch weit in die nördliche Hemisphäre hinüber, wie Buchan annahm. In der Äquatorialregion entwickeln sich überhaupt keine Barometerminima, die jenen der außertropischen Breiten der Kontinente analog wären; es war ein Irrtum, dies anzunehmen, der auf einem unbegründeten Analogieschluss basierte. Die ganz unbedeutende jährliche Periode des Luftdruckes an den allerdings wenigen äquatorialen Stationen im Innern von Afrika und Südamerika spricht entschieden dagegen.

Kartons. Die Linien gleicher mittlerer Barometerschwankung im Laufe eines Monats (von Kämtz seinerzeit isobarometrische Linien genannt) sind hauptsächlich nach Köppens größerer analoger Karte gezeichnet worden (Annalen der Hydrographie 1882. Die monatlichen Barometerschwankungen &c.)¹⁾. Die Zahlen geben den mittlern Unterschied der Luftdruckextreme während eines der drei Wintermonate der nördlichen Hemisphäre an, für die südliche Hemisphäre sind es demnach die Schwankungen des Luftdruckes innerhalb eines Sommermonats. Diese Schwankung ist am größten über dem nördlichen Atlantischen Ocean, nimmt aber jenseit des Polarkreises wieder ab. Landeinwärts nehmen die unregelmäßigen Barometerschwankungen, oder, was ziemlich dasselbe ist, die mittlere Tiefe der Barometerdepressionen ebenfalls ab. In der äquatorialen Region ist wohl die unregelmäßige Schwankung des Luftdruckes nicht größer, als die Amplitude der normalen täglichen Barometerschwankung. Der zweite mittlere Karton zeigt den Verlauf der Januar-Isobaren in der Umgebung des Nordpols, so gut sich derselbe nach den vorhandenen Beobachtungen darstellen läßt. Es ist zu beachten, daß von der Lena-Mündung bis hinüber zur Lady Franklin-Bai, und von Spitzbergen und Franz-Josef-Land hinüber bis gegen die Beringsstraße Beobachtungen fehlen. Die Januar-Isobaren von Europa konnten in bezug auf den mittlern und südlichen Teil eben noch den Ergebnissen einer in Vollendung begriffenen neuen Untersuchung angepaßt werden.

VIII. Isobaren und Winde im Juli. Das Hauptminimum von Asien scheint im Juli über dem Pandschab und dem südlichen Persien zu liegen; ein zweites sekundäres Minimum dürfte im untern Amur-Gebiet und landeinwärts vom Ochotskischen Meere sich befinden, allerdings muß man sich bei dieser Annahme fast mehr auf die kräftigen SE-Winde in der Gegend der Amur-Mündung und an den Küsten des Ochotskischen Meeres stützen als auf die Luftdruck-Beobachtungen. Die unerwartete Tatsache eines relativ hohen Luftdruckes im Lena-Gebiete bis zum Baikalsee hin ist zuerst von Stelling konstatiert worden; nach Buchan erstreckte sich das asiatische Minimum bis zur Nordküste Sibiriens. Neben der Konstatierung der wahren Seehöhe von Irkutsk verdankt man diese Richtigstellung der Isobaren zum Teil auch der Anbringung der Schwerekorrektur.

Diese letztere hat auf meiner Karte dazu geführt, eine neue Tatsache zu konstatieren, d. i. das Vorhandensein eines Barometermaximums über dem nordeuropäischen und asiatischen Eismeere, welches sich von Sabine-Insel über Spitzbergen und Franz-Josef-Land gegen die Neusibirischen Inseln hinüberzieht. Dieses Luftdruckmaximum kommt am besten zur Darstellung auf dem mittlern Karton, der den Verlauf der Isobaren in der Umgebung des Nordpols zeigt. Der hohe Luftdruck im Lena-Gebiet ist nur eine nach Nordasien hineingreifende Zunge dieses polaren Maximums. Dasselbe erklärt nun auch befriedigend die vorherrschenden NE-Winde der asiatischen Eismeerküste, die ziemlich weit ins Innere hineinreichen.

Was Nordamerika anbelangt, so scheinen mir die jetzt vorliegenden Luftdruckbeobachtungen auf kein ausgesprochenes Minimum im Innern desselben hinzudeuten, wie es besonders markiert Buchan gezeichnet hat. Ich finde dort nur ein „barometrisches Thal“, sozusagen, das sich zwischen dem atlantischen und pacifischen Luftdruckmaximum einstellt. Ein abgeschlossenes Luftdruckminimum dürfte aber im Gebiete des untern Kolorado, über Arizona, Neumexiko und Südkalifornien existieren und sich längs der Westküste von Mexiko und Mittelamerika hinziehen. Dieses Hineingreifen des Gebietes hohen Luftdruckes über dem Atlantischen Ocean in das Innere von Nordamerika, so wie es meine Karte darstellt, ist eine sehr bemerkenswerte Tatsache, welche auch mit dem Witterungscharakter der amerikanischen Sommerregenzeit viel besser zu harmonisieren scheint, als die frühere Annahme eines abgeschlossenen zentralen Barometerminimums. Die aus dem Barometermaximum herausgehenden südlichen Seewinde, die wasserdampfreich vom mexikanischen Meerbusen bis über die nördliche Grenze der Union hinauf vordringen, erklären die häufigen Gewitterregen, die nach Blodget dem Klima der Vereinigten Staaten östlich vom Felsengebirge im Sommer einen fast tropischen Anstrich geben. Es herrschen dort nicht die mehr kontinuierlichen allgemeinen Landregen, welche dem zentralen Gebiete eines Barometerminimums im allgemeinen eigentümlich sind. Die Erstreckung der südlichen Winde und des vorhin geschilderten Typus der Sommerwitterung über die nördliche Grenze der Union nach Kanada und Manitoba hinein, verbietet an sich ein Minimum im zentralen Nordamerika anzunehmen, steht dagegen mit dem Verlaufe meiner Isobaren in bester Übereinstimmung.

Eigentümlich und vorderhand problematisch erscheint mir das Minimumgebiet im Norden der Baffins-Bai, auf welches aber die jetzt vorliegenden Beobachtungen hinzuweisen scheinen. Der Verlauf der Isobaren des Juli im Innern von Nordafrika ist recht unsicher. So viel scheint aber sicher zu sein, daß ein so erhebliches selbständiges Minimum, wie es Buchan im Sudan angenommen hat, nicht existiert. Die eigentümliche Druckverteilung über dem subtropischen Südbrasilien und die derselben entsprechenden Winde finden ihre Erklärung wahrscheinlich in dem Umstande, daß die kontinuierliche und hohe Scheidewand der Anden den direkten Luftaustausch zwischen der Westküste und dem Innern bis zu einem mittlern Niveau von ca 4000 m verhindert. Über Südafrika und Australien entwickeln sich in den entsprechenden Breiten kleine selbständige Barometermaxima.

Kartons. Mittlere monatliche Barometerschwankung im Juni, Juli, August. Auch hier ist, wie in dem entsprechenden Karton für den Januar, die mittlere Barometerschwankung im Laufe eines Monats zu verstehen, aber im Mittel der genannten drei Monate. Bemerkenswert ist die geringe Zunahme der Luftdruckschwankungen auf der südlichen Hemisphäre, die jetzt Winter hat. So bedeutende Barometerschwankungen, wie sie über dem Nordatlantischen Ocean im Winter vorkommen, sucht man auf der südlichen Hemisphäre vergebens. Auf

¹⁾ Östlich von Irkutsk, nur 4jährige Beobachtungen, Irkutsk hat 20jährige.
²⁾ Siehe darüber meine Abhandlung in der Zeitschrift für Meteorologie, B. XIV (1879), S. 86—89.
³⁾ Siehe Meteorologische Zeitschrift 1886, S. 102.

¹⁾ Man sehe auch: Köppen, Über monatliche Barometerschwankungen, Zeitschrift für Meteorologie, Bd. XVIII (1883).

der nördlichen Halbkugel haben die Luftdruckschwankungen erheblich abgenommen, da dieselbe jetzt Sommer hat. Auf der südlichen Halbkugel dagegen ist in dieser Hinsicht kaum ein Unterschied zwischen Sommer und Winter zu konstatieren; es herrscht also auch bei diesem meteorologischen Element große Gleichförmigkeit das ganze Jahr hindurch.

Auf die Juli-Isobaren in der nördlichen Zirkumpolarregion habe ich schon vorhin aufmerksam gemacht, um das polare Maximumgebiet von 760 mm hervorzuheben. Interessant wäre eine ähnliche Karte für den April, wo der Luftdruck in einem großen Teile der zirkumpolaren Region sein absolutes Maximum erreicht.

Die Juli-Isobaren von Europa geben zu keinen besondern Bemerkungen Anlaß.

Wetter- und Regenkarten.

(Blatt IX—XII.)

IX. Witterungsanomalien in Europa. Diese Karte hat den Zweck, die Darstellung der Wärme- und Luftdruckverteilung über Europa, welche in den vorhergehenden Karten für die durchschnittlichen normalen Verhältnisse gegeben worden ist, zu ergänzen durch ein Bild extremer Verhältnisse nach beiden entgegengesetzten Richtungen hin für einen Wintermonat. Dazu eignet sich vorzüglich der Dezember 1879, als einer der kältesten dieses Jahrhunderts in Mitteleuropa, und der darauf folgende Dezember 1880, welcher einer der wärmsten Dezembermonate war, wenngleich an Abnormität hinter seinem Vorgänger bei weitem zurückstehend. Die beiden Monate boten den Vorteil, rezente Witterungsverhältnisse vorzuführen, die noch im Gedächtnis leben, und von welchen zugleich reichliches Beobachtungsmaterial zur Konstruktion der Karten vorhanden war. Der Unterschied der mittlern Temperatur dieser beiden Monate im mittlern Europa betrug 12 bis 14° und darüber!

Dezember 1879. Temperatur. Die Isotherme von 0° umschließt den ganzen Stamm von Europa und dringt über die Alpen nach Oberitalien hinein vor. Über Süddeutschland, Ungarn und den Ostalpen liegen zwei Kälteinseln, von den Isothermen von -10° umschlossen, im Zentrum derselben sinkt die Mitteltemperatur sogar auf -12°. Ein Blick auf die Karte der Januar-Isothermen von Europa (IV, oder Nr. 30) zeigt, wie abnorm diese Temperaturen sind, welche selbst im Januar in der Regel nur dem äußersten Nordosten von Rußland vorbehalten bleiben. Ja an einigen Punkten finden wir im Dezember 1879 im zentralen Europa geradezu sibirische Mitteltemperaturen.

In Baden hatte Villingen -12,4, Donaueschingen -12,8; in Württemberg: Tübingen -11,3°, Heilbronn -11,7°; in der Schweiz: Basel -9,3°, Schaffhausen -9,7°, Bevers im Engadin -13,6°; in Ungarn: Ogyalla (bei Komorn) -14,6°, Szolnok -12,0°, Losoncz -16,2°, Arvavallja -13,8°, Ipolyvágy -13,9°; in Kärnten: Klagenfurt -14,1°, Tröpolach (im untern Gailthal) -15,1° &c. Die Temperaturminima im SW Deutschlands gingen an vielen Orten bis zu -30° herab und selbst noch darunter, auch in Ungarn sanken die Thermometer an den oben genannten Orten auf -28 bis -30°. Manche Alpenseen, welche seit dem denkwürdigen Winter 1829/30 nicht mehr zugefroren waren, bedeckten sich vollkommen mit Eis und gestatteten freie Passage. Obstbäume gingen namentlich in SW-Deutschland massenhaft zu Grunde, in Wien erfroren die Alleen der Ringstraße; an den oberitalienischen Seen, ebenso im westlichen Frankreich erfroren viele der wintergrünen subtropischen Sträucher und Bäume.

Die diese aufsergewöhnliche Kälte begleitenden charakteristischen Witterungserscheinungen waren Windstille, hoher Luftdruck und, von Bodennebeln abgesehen, heiterer Himmel. Es ist dies jener Komplex von Witterungserscheinungen, wie wir ihn, nur in sehr gesteigertem Maße, am ostsibirischen Winterkältepol antreffen. Hervorzuheben ist noch, daß zu Anfang des Monats ausgebreitete Schneefälle stattfanden, welche ganz Mitteleuropa bis nach Oberitalien hinein, mit einer tiefen Schneelage bedeckten. Darauf stellte sich dann der hohe Luftdruck mit Windstille und heiterem Himmel ein. Die Kälte, die nun über Mitteleuropa eintrat, war Strahlungskälte, eine Folge starker Wärmeabstrahlung von der schneebedeckten Erdoberfläche in den Weltraum während der längsten Nächte des Jahres. Daß die an der Erdoberfläche beobachtete Kälte durch Wärmeabstrahlung entstand, zeigte sich besonders dadurch sehr deutlich, daß die Bergabhänge und Berggipfel viel wärmer waren als die Täler, in denen sich die erkalteten Luftmassen vermöge ihrer größern Schwere ansammelten und stagnierten. Auf den mittlern Höhen war es besonders vom 16.—23. Dezember ganz mild, die Temperatur blieb auf manchen Höhen von 1200 bis 1700 m tagelang über dem Gefrierpunkt, während in den Thälern darunter die strengste Kälte herrschte¹⁾. Und dies war allgemein der Fall in ganz Mitteleuropa, in Frankreich wie in Deutschland und Norditalien.

Die Entstehung der Kälte im Dezember 1879 und die sie begleitenden Erscheinungen sind deshalb so lehrreich, weil in jedem Winter ähnliche Fälle vorkommen, und jeder Winter Kälteperioden aufweist, die jenen des Dezember 1879 ganz analog, nur vorübergehender und weniger intensiv sind.

Luftdruckverteilung. Betrachten wir dieselbe auf der Karte rechts oben etwas näher. Wir sehen ganz Mitteleuropa von einem wohl abgegrenzten hohen Barometermaximum bedeckt. Der sehr niedrige Luftdruck, der sich sonst im Nordwesten von Europa zu dieser Jahreszeit einstellt, ist nicht vorhanden, das Minimum bei Island fehlt, dagegen liegt ein solches im äußersten Norden Europas.

Unter solchen Verhältnissen blieben die vorherrschenden Westwinde aus, die sonst Mitteleuropa mit der warmen, feuchten Luft des Atlantischen Ozeans überfluten. Statt dessen herrschte nun daselbst Windstille, und von dem Barometermaximum strömte die Luft von allen Seiten nach außen ab. Mitteleuropa war durch dieses Luftdruckmaximum vollständig abgeschnitten von der warmen Luft des Ozeans, es erhielt allerdings auch keine Kältezufuhr aus dem Innern des Kontinents, wie dies sonst in manchen Wintern der Fall ist, wenn das Barometermaximum im Norden oder Nordosten liegt. Die lokale Wärmeabstrahlung war aber genügend, daß sich über Mitteleuropa eine Art Winterkältepol ausbilden konnte.

Der Norden von Europa, der unter dem Einflusse des aufsergewöhnlich nördlich und östlich gelegenen Luftdruckminimums stand, hatte vorherrschende Westwinde, welche warme Luft herbeiführten und die Temperatur über die mittlere erhoben; dem sehr kalten Winter in Mitteleuropa entsprach ein milder Winter in Nordeuropa. Lyon, Nantes, Brüssel lagen auf gleicher Isotherme mit Petersburg, das Nordkap und Oberitalien hatten die gleiche Temperatur.

Mr. Léon Teisserenc de Bort hat dem Winter 1879/80 eine eingehendere Untersuchung gewidmet und dieselbe auf die Ursachen strenger Winter im Westen von Europa überhaupt ausgedehnt¹⁾.

Dezember 1880. Temperatur. Der Dezember 1880 steht in seinen Witterungsverhältnissen im größten Gegensatz zu seinem Vorgänger. Er war im Westen Mitteleuropas abnorm warm, trüb, regnerisch und stürmisch, also in allem das Gegenteil des Dezember 1879. In Paris (Parc S. Maur) war der Temperaturunterschied der beiden Dezembermonate 15,4° (1879 -7,95°, 1880, 7,42°) in Basel 16,1°, in Wien 11,2°, in Ogyalla bei Komorn 17,6°. Die Abweichung der Temperatur von der normalen betrug in Mitteleuropa 3 bis 6°; in den letzten 30—40 Jahren war nur der Dezember 1868 durchschnittlich noch etwas wärmer.

Was war nun die Ursache dieses aufserordentlichen Unterschiedes in der Witterung der beiden Dezembermonate? Die Isobaren des Dezember 1880 machen dieselbe ersichtlich. Niedriger Luftdruck bedeckt Nord- und Mitteleuropa bis zum 50. Breitengrade herab, und was besonders wichtig ist, die Isobaren haben ein Gefälle nach SE, wenn man so sagen darf, und der hohe Luftdruck liegt im SW. Dies ist die günstigste Luftdruckverteilung für eine Überflutung West- und Mitteleuropas durch die warme Luft des Atlantischen Ozeans, denn sie bedingt Westwinde, welche das Maximum im SW umkreisen, eigentlich vom SW und S heraufkommen und deshalb hohe Wärme, allerdings auch Feuchtigkeit, Trübung und Regen mit sich bringen. Trübung des Himmels ist aber neben stark aus Westen bewegter Luft die Hauptbedingung eines milden Winters, weil sie die Wärmeabstrahlung verhindert. In normalen Dezembermonaten liegt das Barometermaximum auch im SW, aber die Isobaren verlaufen von SW nach NE (nicht wie 1880 mehr von NW nach SE). Es stellen sich zugleich sekundäre lokale Barometermaxima über Mitteleuropa und SE-Europa ein, welche Windstillen und SE-Winde bedingen, wodurch Wärmeabstrahlung entsteht und kontinentale Kälte herbeigeführt wird. Nur der W und NW von Europa steht dann ganz unter dem Einflusse der milden oceanischen Luftströmung. Im Dezember 1880 dagegen beherrschte diese auch ganz Mitteleuropa.

Lehrreich ist es noch, den Einfluß der eigentümlichen Luftdruckverteilung im Dezember 1880 auf die Temperatur von Nordeuropa zu beachten. Das normale Minimum bei Island existiert nicht, dagegen finden wir dasselbe nach Osten an die Küste von Norwegen vorgerückt. Diese Lage des Minimums bedingt für Nordeuropa südöstliche und östliche Landwinde, und dem entsprechend finden wir ein Kältegebiet über dem nördlichen Schweden und über Lappland. Wo im Dezember 1879, bei einer nördlichen und nordöstlichen Lage des Minimums und dem entsprechenden Westwinden die Isothermen von -8° und -10° zu finden waren, treffen wir im Dezember 1880 die Isothermen von -16° und -18°. Es kommt überhaupt öfter vor, daß Nordeuropa einen milden Winter hat, während Mittel- und Südeuropa zu kalt sind. Der strenge Januar 1848 in Mitteleuropa ist ein gutes Beispiel dafür. Nicht selten trifft es sich, daß auch noch Mitteleuropa nördlich von den Alpen einen milden Winter mit vorherrschenden Westwinden hat, während südlich von den Alpen bei höherem Luftdruck Windstillen herrschen und durch Wärmeabstrahlung negative Temperaturabnormitäten entstehen. Im Januar 1884 z. B. hatte unter solchen Verhältnissen Wien dieselbe Temperatur wie Gries bei Bozen, und war um 1° wärmer als Pisino in Istrien, das mit Wien fast gleiche Seehöhe hat.

X. Wetterkarten und Zugstraßen der Luftdruckminima. Karten, welche die gleichzeitige Verteilung der Witterung durch Isobaren, Isothermen, vorherrschende Winde &c. für einen bestimmten Zeitpunkt zur Anschauung bringen, sind jetzt so verbreitet und jedermann so leicht zugänglich, daß die Aufnahme solcher Darstellungen in einen Atlas, welcher dauernd das Interesse für sich in Anspruch nehmen soll, etwas Bedenkliches hatte. Und doch konnten sie nicht ausgeschlossen werden. Wenn auch die Karten dieses Atlas im allgemeinen der Veranschaulichung mittlerer atmosphärischer Zustände gewidmet sein müssen, so war doch zu bedenken, daß gerade die Darstellung einzelner momentaner Zustände der Atmosphäre besonders lehrreich ist und das Verständnis der mittlern Zustände erleichtert. Die täglichen Wetterkarten sind es ja, denen die Meteorologie und Klimatologie in unsern Tagen so große Fortschritte verdankt. In eine Konkurrenz mit den täglichen Wetterkarten aber, die jetzt von allen meteorologischen Zentralstellen herausgegeben werden und in mannigfachen Reproduktionen in die meteorologischen Handbücher und Schriften übergegangen sind, konnte sich der vorliegende Atlas mit seinem beschränkten Raum nicht einlassen.

Ich glaubte daher, am besten zu thun, einige jener Erscheinungen aus den täglichen Wetterkarten herauszugreifen, welche spezifisch geographisches Interesse haben und in dieser Weise noch nicht verwertet worden sind.

Der Karton links oben sowie der mittlere sind aber noch der Veranschaulichung mittlerer Zustände gewidmet. Der erste Karton, Juni-kälte 1884, bildet eine Ergänzung zu Blatt IX, Witterungsanomalien in Europa. Er zeigt ein Luftdruckminimum über E- und SE-Europa, und ein Maximum über NW-Europa. Dies bedingt für West- und Mitteleuropa vorherrschende N-, NW- und W-Winde, welche vom Ocean her Trübung, Nässe und Abkühlung bringen. Ein Luftdruckminimum über SE-Europa, und hoher Druck über NW-Europa veranlaßt in der Sommerhälfte des Jahres, namentlich aber im Frühling und Frühsommer stets Kälterückfälle und schlechtes Wetter für Mitteleuropa. Im Winter, wo der Ocean viel wärmer ist als das Land, verhält sich die Sache bedeutend anders; für die bezeichnete Jahreszeit aber ist die dargestellte Luftdruckverteilung typisch als Ursache nasser kalter Witterung.

Dieselbe Luftdruckverteilung bedingt aber gleichzeitig für das Innere von Rußland heißes Sommerwetter, denn auf der Ostseite eines Barometerminimums herrschen ja südliche und südöstliche Winde. So sehen wir, daß vom 16.—22. Juni Moskau wärmer war als Neapel, und Petersburg mit Biarritz gleiche Temperatur hatte. Eine ähnliche Wärmeverteilung ist im Sommer nicht so selten: während West- und

¹⁾ Details darüber enthält die Österreichische Meteorologische Zeitschrift, Bd. XV, 1880, S. 76, 139, 376 &c.

¹⁾ Étude sur l'hiver de 1879/80 et recherches sur la position des centres d'action de l'atmosphère dans les hivers anormaux. Annales du Bureau Central Mété. de France, Année 1881, Tome IV. Paris 1883.

Mitteleuropa lange Zeit unter dem Einflusse kühler, nasser, nordwestlicher Seewinde stehen, hat Rußland oft gleichzeitig trockne Sommerhitze bei südlichen und südöstlichen Landwinden. Es entspricht dies dem normalen Witterungsgegensatz zu beiden Seiten eines Barometerminimums, das sich ziemlich stationär über einer Gegend im SE oder über E von Zentraleuropa erhält.

Viel schwieriger, als für die abnorme Kühle und nasse Sommerwitterung ist es, für heisses, trocknes Sommerwetter einen wirklich typischen Fall aufzustellen, weshalb auf eine Darstellung des letztern verzichtet wurde.

Köppen. Häufigkeit und mittlere Zugstraßen der barometrischen Minima. Diese Karte ist eine Reproduktion der Tafel 28 in dem Atlas des Atlantischen Ozeans, herausgegeben von der Deutschen Seewarte (Hamburg 1882). Eine ausführliche Erläuterung und Besprechung derselben findet man in der Zeitschrift für Meteorologie (Bd. XVII, 1872, S. 257—267). Die Karte gehört in den vorliegenden Atlas, weil sie eine der wichtigsten Grundlagen zum Verständnis der durchschnittlichen Witterung, d. i. des Klimas, darbietet. Das Wetter hängt ja in erster Linie, wie man jetzt weiß, ab von dem Auftreten und von dem Fortschreiten der Barometerminima. Die Feststellung der Thatsache, daß diese letztern bei ihrer Fortbewegung in der Regel bestimmte Routen einschlagen, daß es gewisse „Zugstraßen“ für dieselben gibt, ist deshalb von fundamentaler Bedeutung für die Erkenntnis der Ursachen, welche den Unterschieden in den Witterungserscheinungen benachbarter Landstriche zu Grunde liegen. Je häufiger eine solche Zugstraße von den sogen. „Barometerdepressionen“ frequentiert wird, desto größere Bedeutung hat sie für das Klima und erklärt die wichtigsten Erscheinungen in der Aufeinanderfolge der Witterungserscheinungen. Von den am stärksten frequentierten Zugstraßen der Minima ist jene längs der großen canadischen Seen gegen Neufundland hin gerichtete für das Klima der nördlichen Vereinigten Staaten und Kanadas von besonderer Wichtigkeit; in Europa sind es die mehrfachen, über NW-Europa sich verzweigenden Zugstraßen, sowie die vom Mittelmeere und der Adria östlich von den Alpen von S herauf über Ungarn nach Polen hinlaufenden Zugstraßen. Die erstern sind die am meisten frequentierten, und ihnen verdankt Mitteleuropa hauptsächlich seinen Witterungscharakter und die regelmäßige Drehung der Windfahne von SE über S nach W mit den sie begleitenden bekannten meteorologischen Erscheinungen. Schon auf Island, noch mehr aber auf Jan Mayen oder gar an der Ostküste von Grönland, dreht sich hingegen die Windfahne in der Regel im umgekehrten Sinne, von E über NE und N nach NW, also gegen das früher berühmte „Doveische Drehungsgesetz“, nach welchem sich allerorten auf beiden Hemisphären die Winde mit der Sonne drehen sollen. Dieses Gesetz trifft aber nur zu für jene Orte, welche auf der Äquatorseite der im allgemeinen von W nach E gerichteten Zugstraßen der Barometerminima liegen, es gilt nicht mehr für Island, Jan Mayen &c., welche auf der Nordseite der frequentiertesten Zugstraßen der Minima bleiben.

In welcher Weise der Charakter der Witterung in Europa abhängig ist von der jeweilig von einem Barometerminimum eingeschlagenen Zugstraße, hat besonders van Bebbber ausführlicher nachgewiesen, und wir müssen dieserhalb hier auf dessen bezügliche Schriften verweisen¹⁾.

Nordatlantisches Minimum. 11. Jan. 1885. Karton rechts oben. Darstellung eines beliebig herausgegriffenen, typisch entwickelten Luftdruckminimums, mit den dasselbe umkreisenden Winden, d. i. einer Cyklone. Die doppelte, im Zickzack verlaufende Linie verbindet die Morgenpositionen des Minimums vom 10. bis zum 15. Januar und zeigt eine etwas seltenere oder „erratische“ Bahn dieses Minimums an, verglichen mit den „Zugstraßen“. Bei jedem Orte ist angegeben: die Temperatur durch die beige gestellte Zahl; die Bewölkung durch einen ganz oder teilweise geschwärzten Kreis (ganz schwarz: völlig bedeckt, ganz hell: völlig heiterer Himmel); Windrichtung und -stärke (letztere durch den Grad der Befiederung des Pfeiles angedeutet); Regen durch eine Reihe von Punkten; Schnee durch ein Sternchen ausgedrückt. Diese Erläuterung gilt auch für die andern Wetterkarten. Man sieht, daß in einer Cyklone die Winde den Ort des Minimums gegen die Bewegung des Zeigers einer Uhr umkreisen, also von rechts nach links.

Scirocosturm und Staubfall am Adriatischen Meere. 25. Februar 1879. Die vier Kärtchen für den 23., 24., 25. und 26. Februar zeigen das Fortschreiten zweier besonders merkwürdiger Barometerminima, die, rasch hintereinander vom Mittelmeer und Algerien heraufkommend, in der Richtung von SW nach NE die Alpenkette überschritten haben. Am 23. Februar morgens sieht man ein Minimum über Oberitalien, am 24. befindet sich dasselbe schon an den Küsten der Ostsee, während man in Algerien ein neues Minimum bemerkt, das am Morgen des 25. zwischen Rom und Livorno sich befindet und am 26. morgens schon wieder bis nach Preussisch-Polen vorgedrückt ist.

Der Vorübergang dieser Barometerminima war an der Ostküste des Adriatischen Meeres von heftigen Scirocco(SE)-Stürmen begleitet, an den italienischen Küsten von SW-Stürmen, die große Verheerungen anrichteten. Den Scirocosturm vom 25. Februar begleitete an der dalmatischen Küste der Fall eines roten Staubes. Die Erscheinung erstreckte sich auch über die ganzen Ostalpen und trat dort als rot gefärbter Schnee auf. Schon öfter ist in den Alpen ein derartiger Staubfall, meist nur durch die Färbung des Schnees angezeigt, beobachtet worden. Man nannte diesen Staub „Passatstaub“ und dachte an eine Herkunft desselben aus den Tropen. Der Staubfall, der das Sturmzentrum vom 25. Februar begleitete, hatte seinen Ursprung nachweisbar in der Sahara, es war Saharastaub, und ähnlich war dies wohl auch bei den ältern Staubfällen über den Alpen der Fall. Man konnte aber früher, wo es keine täglichen Wetterkarten gab, und der Zusammenhang der Witterungserscheinungen mehr durch phantasievolle Hypothesen als auf Grund von Beobachtungen erklärt wurde, diese Herkunft des Staubes nicht nachweisen. Für den 25. Februar ist dieselbe leicht zu konstatieren, denn das Sturmzentrum, das am 25. morgens über Mittelitalien sich befand, stammte aus der Sahara, wo am 24. bei Tage schon, aber namentlich in der Nacht heftige Stürme herrschten, über welche die meteorologischen Stationen des algerischen Beobachtungsnetzes genügende Nachweise liefern. So berichtet z. B. Tebessa am 24., abends 5^h Wind stark von S, Scirocco sehr intensiv, die Sonne ist durch Sand verdunkelt.

Von der weiten Verbreitung dieses Sturmes zeugen die Mitteilungen von Rohlf's und Dr. Stecker, die sich damals in und bei Sokna auf-

hielten. Dort gab es am 24. einen entsetzlichen Samum, der zugleich von merkwürdigen elektrischen Erscheinungen begleitet war²⁾. Dieser in der Sahara aufgewirbelte Staub zog mit dem Sturmzentrum am 25. über das Mittelmeer und fiel dabei allmählich wieder nieder. Selbst noch in Reichenau am Schneeberg bei Wien wurde gefärbter Schnee beobachtet. Über die besondern Witterungserscheinungen, die außerordentlichen Schneefälle und Gewitter, welche diese beiden merkwürdigen Barometerminima begleitet haben, findet man Berichte zusammengestellt in der „Zeitschrift für Meteorologie“, Bd. XIV (1879), S. 141—149.

Die Luftdruckverteilung am 25. Februar 1879 ist typisch für Scirocostürme an den adriatischen Küsten; an diesem Tage aber herrschte geradezu ein Orkan aus SE von Korfu bis Triest hinauf. Sobald ein Luftdruckminimum über Süditalien heraufkommt, gibt es Veranlassung zu Scirocco im Adriatischen Meer. Sehr interessant ist es, den Gegensatz der Witterung, namentlich der Temperatur auf der Ostseite und Westseite eines solchen Minimums zu beobachten. Gleichzeitig mit dem Scirocco an der adriatischen Küste herrschen NW-Stürme an der französischen Mittelmeerküste mit sehr niedriger Temperatur (Mistral). Korfu hat 7^h morgens 19,6°, Lesina 16,4°, Triest 6,4°, dagegen Toulon 2°, Perpignan 3°, selbst Algier nur 5°, und zu Setif fällt Schnee bei -2°. Diese Temperaturunterschiede sind typisch für die Scirocostürme des Adriatischen Meeres. (Man sehe z. B. die Wetterkarte vom 15. Oktober 1885 nach, wo gleichfalls ein Minimum aus der Sahara über das Mittelmeer vordrang und Staubfälle über Italien und den Südalpen verursachte. Rom hatte damals [7^h morgens] 24°, Livorno 21°, dagegen Toulon nur 10°, Perpignan 6°.)

Borasturm in Dalmatien. 19. Januar 1885. Den Gegensatz zum Scirocco bildet an den dalmatinischen Küsten die Bora, welcher an der mediterranen Küste Frankreichs und im Rhonethal der Mistral entspricht. Niedriger Druck im S des Adriatischen Meeres und hoher Luftdruck über Mitteleuropa erzeugt die Bora, sowie ein Barometerminimum über dem Golf von Lyon, oder eine rasche Luftdruckzunahme über Nord- und Mittelfrankreich den Mistral hervorruft. Der große Temperaturgegensatz zwischen dem warmen Meere und dem kalten, meist schneebedeckten Hinterland verstärkt die Heftigkeit dieses Fallwindes, der an der dalmatinischen Küste als ENE oder NE auftritt.

Am 19. Januar 1885 steht Mitteleuropa unter dem Einflusse eines Barometermaximums, der Himmel ist heiter, die Temperatur ist niedrig, die Winde sind fast überall schwach, wie dies im Gebiete einer Anticyklone Regel ist, nur am Adriatischen Meere herrscht schon seit dem 18. NE-Sturm, der in Triest als Maximalgeschwindigkeit 100 km pro Stunde erreicht³⁾. Die Bora dringt nach S vor, in Lesina ist sie erst am 19. auf ihrem Höhepunkt angelangt, die Temperatur sinkt selbst in Lesina bis unter den Gefrierpunkt, der Himmel ist heiter, die Luft sehr trocken (Lesina 7^h a. m. 31 Proz. relative Feuchtigkeit). Das Kärtchen, welches einen Nordföhn zur Darstellung bringt und gerade unter dem der Bora gewidmeten Kärtchen sich befindet, zeigt zugleich eine andre, öfter eintretende Wetterlage für die Bora. Unter dem Einflusse eines relativen Minimums über Süditalien hat die südliche adriatische Küste SE-Winde, Lesina hat Scirocco mit Regen und Gewitter. Die Nordküste der Adria hat aber noch NE-Winde, Bora (Triest und Pola). Es ist nicht selten, daß die südliche dalmatinische Küste Scirocco hat, während im Golf von Triest und im Quarnero Bora herrscht; rückt das Minimum von S herauf, so geht auch im N die Bora in Scirocco über.

Föhn am 31. Januar 1885. Niedriger Luftdruck im W oder NW von den Alpen, hoher Druck im SE ist die typische Wetterlage für den Süd- oder Nordföhn auf der Nordseite der Alpen. Das Kärtchen links unten stellt einen solchen Fall dar, wie er allerdings in mannigfachen Modifikationen, namentlich im Winterhalbjahr recht häufig sich einstellt. Der Föhn vom 30. und 31. Januar wurde besonders deshalb gewählt, weil er recht deutlich einen besondern Charakterzug im Auftreten des Föhns, d. i. dessen lokale Beschränktheit zur Anschauung bringt. In Mittel- und SE-Europa herrscht noch strenge Kälte, nur an den Küsten der Nordsee erhebt sich unter dem Einflusse starker Südwinde die Temperatur schon wesentlich über den Gefrierpunkt. Im nördlichen Alpenvorlande herrscht aber noch Kälte bei Windstille oder schwachen Winden. Im Hintergrunde der Alpentäler dagegen stürzt warme trockne Föhnluft mit Heftigkeit von den Alpenkämmen herab und bringt Temperaturen, die stellenweise höher sind als jene, die zu Palermo und Malta herrschen. Dabei ist die Luft trocken, denn die relative Feuchtigkeit beträgt nur 25—50 Prozent.

Die Karte unten in der Mitte bringt diese merkwürdige lokale Erwärmung und Trockenheit der Luft deutlicher vor die Augen. Das braun angelegte Massiv des Alpenzuges scheidet das warme Gebiet der nördlichen Alpentäler von dem kalten Gebiete auf der Südseite der Alpen, aus welcher Richtung doch scheinbar die warme Luft kommt. Die bei jedem Ortsnamen stehenden Signaturen (für Bewölkung, Windrichtung und -stärke, Regen oder Sturm) und Zahlen (Temperatur und relative Feuchtigkeit) geben die um 7^h morgens herrschende Witterung an.

In Lugano fällt Schnee bei 0,8° Luftwärme, drüben in den Thälern der Nordseite der Alpen aber ist die Lufttemperatur 10—14°. In der ebenen Schweiz draußen herrscht noch Frost. Zürich hat -1,1°, Winterthur -4,4°, Schaffhausen -3,6°. Am St. Gotthard ist die Temperatur -6° bei Südwind, sie ist um 16,5° niedriger als in Altorf, während der Höhenunterschied ziemlich genau 1600 m beträgt. Ein Temperaturunterschied von 1° pro 100 m entspricht aber genau der thermodynamischen Theorie der Föhnerscheinungen, nach welchen die Wärme der Föhnluft durch das Herabsinken derselben aus der Höhe entsteht, und nicht etwa aus der Ferne mit gebracht wird³⁾.

Zu Bozen fällt Schnee bei -3,2°, Brixen hat -4,6°, dagegen Innsbruck auf der Nordseite der Zentralkette 8,5° bei SW. In München herrscht wiederum Frost -3,5, Landshut und Passau haben -8 bis -9°. Ähnlich weiter im Osten: Klagenfurt -17,8, Windisch-Garsten 4,5°, Linz -7,0°. Derart sehen wir überall die Wärme und Trockenheit der Luft auf die innern Alpentäler der Nordseite beschränkt, wodurch bezeugt wird, daß die Luft an Ort und Stelle erst diese spezifischen Eigenschaften des Föhns annimmt. In Altstätten war am 30. Januar 7^h morgens die Temperatur noch -6,8°, um 6^h abends stellte sich der Föhn ein, um 9^h abends war die Temperatur 11,1°, Feuchtigkeit 33 Proz., die Tagesmittel des 31. Januar aber

¹⁾ Typische Witterungserscheinungen. Zeitschrift für Meteorologie, Bd. XVIII, 1883, S. 447—468. Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte, Jahrgang 1882, und in dem selbständigen Werke „Handbuch der ausübenden Witterungskunde“, Bd. II.

²⁾ G. Rohlf's, „Kufra“, S. 131.

³⁾ In den einzelnen Stößen aber natürlich weit mehr.

⁴⁾ Man sehe darüber meine Abhandlung: „Der Föhn in Bludenz.“ Stz.-Ber. der Wiener Akademie, März 1882“ und „Handbuch der Klimatologie“, S. 208 &c.

sind 10,7° und 33 Proz. bei starkem S und SW. In Altorf war am 30. morgens die Temperatur -2,1°, um 11^h vormittags stellt sich der Föhn ein, um 2^h Temperatur 13,9, Feuchtigkeit 23 Proz., um 9^h 11,5°, Feuchtigkeit 36 Proz.; das Tagesmittel des 31. war 10,6° bei 34 Proz. mittlerer Feuchtigkeit und anhaltendem starken Südwind. Die entsprechenden Mittel von Lugano sind 0,9°, 95 Proz. starker Regen und Schneefall; jene von Zürich 3,1° und 82 Proz. bei Windstille und schwachem NW- und E-Wind. Der Föhn erstreckt sich nicht in die ebene Schweiz hinaus; die Südseite der Alpen ist kälter als die Nordseite. Alle diese Verhältnisse sind charakteristisch für das Auftreten des Föhn in den Alpen.

Nordföhn am 5. Oktober 1884. Ist der Luftdruck im W der Alpen hoch, im S oder SE niedrig, dann tritt in manchen der südlichen Alpentäler gern ein warmer trockener Nordwind ein, das vollständige Analogon des Südföhns auf der Nordseite der Alpen. Doch erreicht der Nordföhn nicht die extreme Heftigkeit und die zuweilen außerordentliche Wärme des Südföhns der Nordseite; er ist auch in seiner Verbreitung beschränkter. Das Auftreten des Nordföhns ist bekannt von Lugano, Castasegna, vom Comer See, Riva, dem Etschthal, Brixen; von der Südseite der Zillertaler Alpen (Taufers) und den Hohen Tauern (Maltathal). Die den Alpenkamm überschreitenden NW-Winde werden dabei ebenso erwärmt und relativ trocken gemacht, wie dies mit den Südwinden auf der Nordseite der Fall ist.

Am 5. Oktober 1884 (7^h a. m.) gab es einen derartigen Nordföhn auch in manchen Thälern auf der Südseite der Alpen. Auf der Nordseite derselben herrschten unter dem Einflusse des Barometermaximums über den Britischen Inseln schwache N- und NW-Winde bei niedriger Temperatur und verbreiteten Regen oder Schneefall. Zürich 6,1°, trüb, Regen; Affoltern (bei Bern) 5,9°, N, Regen; Neuenburg 7,5°, NE, trüb, Regen &c. Dagegen hatte Castasegna (700 m) 10,8° bei NE und 36 Proz. Feuchtigkeit; Lugano 15,6° bei NE und 34 Proz. Feuchtigkeit; Riva 16,1° bei starkem NNW und 30 Proz. Feuchtigkeit. In Ober- und Mittelitalien war wieder die Temperatur niedriger und lag bei 13–14°. Auch beim Nordföhn sind die Alpentäler selbst der eigentliche Sitz der Wärme und Trockenheit der Luft.

Das kleine Kärtchen für den 3. Oktober 1884 7^h a. m. zeigt zugleich die normale Luftbewegung um ein Barometermaximum, die man eine „anticyklonale“ nennt. Die Winde drehen sich im Sinne des Zeigers einer Uhr um das Zentrum des Luftdruckmaximums.

XI. Jährliche Regenmengen. Bei keinem der wichtigeren klimatischen Faktoren unterliegt es ähnlichen Schwierigkeiten, deren Verteilung über die ganze Erdoberfläche kartographisch einigermaßen richtig zu veranschaulichen, wie bei der Größe des Regenfalls. Der Grund liegt darin, daß auch die mittlern Regenmengen von einem Orte zum andern auf geringe Entfernungen hin großen Änderungen unterliegen, für welche sich keine allgemeine Regel angeben läßt. Der Einfluß der Seehöhe, so bestimmt er im allgemeinen eine Zunahme des Regenfalls bewirkt, ist doch dem Maße nach so variabel, daß er sich nicht abschätzen läßt. In einem nicht gerade völlig ebenen Lande ist deshalb eine so große Anzahl von gut verteilten Orten nötig, deren mittlere Regenhöhe bekannt sein muß, um eine Karte der Regenverteilung zu liefern, die nicht bloßes Phantasiestück ist, daß es nur wenige Teile der Erdoberfläche gibt, für welche diese Bedingung einigermaßen erfüllt ist. Die Verhältnisse haben sich noch wenig gebessert, seitdem vor mehr als 30 Jahren Dove den Ausspruch machte: „Eine Darstellung der Regenverhältnisse der ganzen Erde auf einer Karte würde verfrüht sein, denn wer wird sich dazu hergeben, das Gleiche in noch nicht gesichtetem (fehlendem) Material durch Linien zu verbinden, oder beanspruchen, willkürliche Übungen im Schattieren für eine Arbeit anzusehen“¹⁾. Noch immer fehlen nicht allein von den Ozeanen (d. i. von nahe drei Viertel der Erdoberfläche) die Regenmessungen gänzlich, auch von den großen Kontinenten gilt nahezu dasselbe. Die in drei Kartons unterhalb der Hauptkarte dargestellten größern Teile der Erde sind so ziemlich die einzigen, von denen eine genügende Zahl von Regenmessungen vorliegt, um in *allgemeinen* Zügen die wirkliche mittlere Regenverteilung durch Linien gleichen Regenfalls darstellen zu können, höchstens würden noch das Kapland und Teile von Australien darauf Anspruch erheben können.

Da ich den Standpunkt Doves auch jetzt noch für berechtigt halte und nicht den Mut und die Phantasie besitze, die nötig sind, um bei den jetzt vorliegenden, ganz unzureichenden Regenmessungen eine Regenkarte der ganzen Erde zu liefern, der Wunsch, ja man darf sagen das Bedürfnis nach einer solchen Karte für den Atlas aber in der That vorlag, hielt ich es für das beste, den neuesten und in seiner Gesamtheit gelungensten derartigen Versuch dem Atlas einzuverleiben. Es ist dies die Regenkarte der Erde von Prof. E. Loomis in Newhaven, welche zuerst im Januarheft 1882 des „American Journal of Science“ erschienen ist, und von der eine verbesserte Ausgabe im Januarheft 1883 derselben Zeitschrift folgte²⁾. Es sind nur die englischen Zolle auf Zentimeter reduziert, und einige auffallende Versehen verbessert worden. Die Karte beruht zum größten Teile auf Mutmaßungen, und kann nur beanspruchen, ein beiläufiges Bild der wahrscheinlichen Regenverteilung auf den Festländern in ganz allgemeinen Zügen zu liefern. Die angenommenen Quantitäten der Regenmengen für das Innere von Südamerika, Afrika, Nord- und Ostasien &c. müssen als ganz rohe Schätzungen betrachtet werden, die um 50 bis 100 Prozent und mehr falsch sein können.

Die drei Kartons am untern Rande der Karte zeigen die Verteilung der jährlichen Regenmengen auf Grund ziemlich zureichender Messungen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, im westlichen Teile Europas und in Indien. Diese drei Karten sind im gleichen Maßstabe gezeichnet, was auch zur Beurteilung der Regenmengen von großem Interesse ist. Man sieht sogleich, daß, wenngleich in Europa örtlich Regenmengen vorkommen, welche mit den tropischen sich messen können, doch die Verbreitung, die örtliche Ausdehnung derselben ganz unvergleichlich beschränkter ist. Was die gleichmäßige weite Erstreckung sehr starken Regenfalls anbelangt, dürfte wohl der Malaiische Archipel mit Hinterindien den ersten Rang beanspruchen können.

Die Regenkarte der Vereinigten Staaten beruht hauptsächlich auf der von Ch. Schott in „Smithsonian Contributions“ Nr. 353³⁾ gegebenen Darstellung; zur Berichtigung derselben nach den neuern Beobachtungen namentlich im westlichen und südwestlichen Teile wurde benutzt: Dunwoody „Charts and Tables showing geogr. Distribution of

Rainfall in the United States“⁴⁾. Professional Papers of the Signal Service No. IX. Washington 1883. An der Nordgrenze der Vereinigten Staaten müssen die Linien gleichen Regenfalls abbrechen, weil, den Osten von Kanada ausgenommen, Messungen des Niederschlags dort fehlen. Die regenreichsten Teile Nordamerikas sind die Westküste nördlich vom 40. Breitengrad und die Golfstaaten. Es ist höchst bemerkenswert und von ungeheurer Wichtigkeit für die Vereinigten Staaten, wie weit landeinwärts vom Golfe ausgehend sich die reichlichen Niederschläge nach N hinauf erstrecken. Dazu kommt, daß sie im allgemeinen als Sommerregen, und zwar großenteils als Gewitterregen fallen. Auf die Entstehung der südlichen Seewinde, welche das Innere der Vereinigten Staaten mit Sommerregen versorgen, haben wir früher schon hingewiesen.

Selbst für Europa ist es noch unmöglich, eine einigermaßen verlässliche Darstellung der jährlichen Niederschlagsmengen zu geben, wenn man den ganzen Erdteil ins Auge faßt. Die publizierten Ergebnisse von Regenmessungen in Spanien und Portugal, Süd- und Mittelitalien, der Balkanhalbinsel natürlich vor allem, dann von Rußland, dem nördlichen Schweden lassen den Konjekturen noch den freiesten Spielraum. Für Rußland wie für Schweden dürfte aber in nächster Zeit schon eine genauere Darstellung der Niederschlagsmengen möglich werden. Gegenwärtig sind England und Schottland, dann Böhmen diejenigen Teile Europas, für welche die Verteilung der Niederschläge am genauesten bekannt ist. In der Abhandlung: „The Annual Rainfall of the British Islands“⁵⁾ konnte Buchan die mittlern, auf die 24 Jahre 1860–83 bezogenen jährlichen Niederschlagsmengen von 547 Orten in Schottland, 1080 Orten in England und Wales und 213 Orten in Irland zusammenstellen und zu einer Regenkarte verarbeiten. Für Böhmen liegt leider eine ähnliche Bearbeitung der Niederschlagsmengen noch nicht vor.

Auch die von Blanford gezeichnete große Regenkarte von Indien, die 1883 in zwei großen Folioblättern erschienen ist, beruht auf den Resultaten von Regenmessungen an 1300 Stationen⁶⁾. Dieselbe zeigt auf den ersten Blick den ungeheuern Regenreichtum der dem SW-Monsun zugekehrten Gebirgshänge in Vorder- wie in Hinterindien; die Abnahme des Regenfalls auf der Südseite des Himalaya von E nach W und die große Regenarmut am mittlern und untern Indus. Auch auf der Lee-seite der West Ghats findet sich ein regenarmes Gebiet, ferner ist bemerkenswert der spärliche Regenfall an der Nordwestseite von Ceylon. Einige der größten bekannten Regenmengen sind in die Karte eingetragen worden. Obenan steht bekanntlich Tscherrapundshi auf dem Plateau der Chassia Hills in 1250 m Seehöhe. Im Mittel von mehr als 20 Jahren fällt dort eine jährliche Regenmenge von 12525 mm, davon 8290 mm von Juni bis August. Im Jahre 1861 sollen 22990 mm gefallen sein! An einem Tage, dem 14. Juni 1876, fielen 1036 mm, was den größten jährlichen Regensummen in Europa gleichkommt. Die Regenmenge ist auf verschiedenen Teilen des Plateaus von Tscherrapundshi ziemlich verschieden, sie scheint aber an manchen Punkten selbst noch größer zu sein, als an der jetzigen Station. Dieses Gebiet ungeheuern Regenfalls ist aber doch nur ein ganz beschränktes.

Die größten Regenmengen in den West Ghats bleiben weit zurück hinter dem Regenfall zu Tscherrapundshi, gehören aber nach diesem zu den größten bekannten Jahresmengen des Niederschlags. Obenan steht hier Mahableschwar (1380 m) mit 663 cm im Mittel von 29 Jahren; dann kommt Baura (12 Jahre) mit 643 cm und dann Matheran (14 Jahre) mit 529 cm. Übrigens finden sich auch noch weiter südlich in Travancore Orte mit Regenmengen von mehr als 400 cm.

Außerdem sind folgende die größten Regenmengen in Indien⁷⁾: Baxa (Bhutan Himalaya, 16 J.) 550 cm, in Burma Sandoway (23 J.) 538 cm, Akyab (28 J.) 501 cm, Tavoy (28 J.) 498 und Malmen (35 J.) 481 cm. Den größten Regenfall auf Ceylon hat Ratnapura (13 J.) mit 381 cm.

In Niederländisch-Indien haben nach den letzten sechsjährigen Regenmessungen (1879–84) folgende Orte Regenmengen über 450 cm: Buitenzorg (265 m nur 58 km von der Küste) 482 (dagegen das nahe Batavia nur 195), Oenarang (313 m) 481, Pelantoeagan (693 m) 455 und Tjilatjap 442 cm. Diese Orte liegen auf Java, auf Sumatra hat Padang 458 cm.

Je mehr die Regenstationen von den Küstenplätzen und den Thälern der tropischen Inseln aus, auch von den Bergabhängen Besitz ergreifen werden, desto rascher wird die Zahl der Orte wachsen, welche mit ihrer Regenmenge sich den indischen West Ghats vergleichen lassen. So ist erst vor kurzem von der Fidschi-Insel Taviuni von einem nur 172 m hoch gelegenen, aber dem vollen Einflusse des SE-Passates ausgesetzten Orte (Qara Vala) eine Regenmenge von 628 cm konstatiert worden, allerdings nur durch 2jährige Messungen, desgleichen von Hilo auf Hawaii (3jährige Messungen) eine mittlere Regenmenge von 395 cm.

Auf Mauritius, Bourbon, den Westindischen Inseln gibt es gleichfalls einzelne Orte, wo die jährliche Regensumme an 400 cm heranreicht; sie hält sich aber meist bei 200 cm. Im Innern des tropischen Südamerika, auf der Ostseite der Anden, sind wohl sehr große Regensummen zu erwarten; Cayenne in Guiana hat sehr nahe 300 cm. An der Ostküste von Mexiko hat Veracruz 456 cm (nur 2 J.), Cordoba (in 930 m Seehöhe) 287 cm, in Mittelamerika Aspinwall 309 cm. An der afrikanischen Westküste ragt Sierra Leone hervor mit 333 cm nach 9jährigen Messungen (in Grand Bassam sollen im Jahre 1859/60 627 cm gemessen worden sein); am Gabun fallen 270 cm.

Doch haben wir auch an der europäischen Westküste Orte, die eine wahrhaft tropische Regenmenge haben. Obenan steht The Sty in Seendistrikt von Cumberland (330 m Seehöhe) mit 472 cm (im Mittel von 12 Jahren), dann kommt das benachbarte Seathwaite (128 m), wo im 24jährigen Durchschnitt 364 cm fallen, in Schottland hat Glenroe an der Westküste (Argyll) die größte Regenmenge 326 cm, in Wales Beddgelert mit 297 cm.

Seit einigen Jahren besteht eine meteorologische Station auf der Nordseite der Serra da Estrella in 1440 m Seehöhe (40° 25' N. Br.), im Mittel von nahe drei Jahren fallen dort 387 cm. Es ist dies die größte von Südeuropa bekannte Regenmenge. Die ungemein regenreichen Thäler der Südseite der Alpen können sich damit nicht messen, da bisher kein Ort daselbst bekannt ist, dessen Regenmenge 300 cm erreichen würde (Krekovse [Krain] 263, Tolmezzo 242, Raibl 218 cm).

In Nordamerika fallen die größten Regenmengen an der NW-Küste nördlich vom 40. Breitengrad: Neahbay (48° 22' N Washington Terr.) hat nach 3½jährigen Messungen 313 cm, Fort Tongass (54° 46'

¹⁾ Dove, „Die Regen der gemäßigten Zone“. Klimatologische Beiträge I, S. 103.

²⁾ E. Loomis, „Contributions to Meteorology“. Sixteenth paper. Am. Journal of Science, Vol. XXIII, Jan. 1882, and Vol. XXV, Jan. 1883.

³⁾ Tables and Results of the Precipitation in Rain and Snow in the U. S. by Charles R. Schott. Second Ed. Washington, May 1881.

⁴⁾ Journal of the Scott. Met. Soc., Vol. VIII, 1885.

⁵⁾ Rainfall Chart of India, showing the average annual distribution of the rainfall according to locality and season. Calcutta 1883.

⁶⁾ Diese wie die vorhergehenden Regenmengen sind dem letzten (X.) meteorol. Jahresbericht für Indien (Calcutta 1886) entnommen und weichen deshalb ein wenig ab von der Karte.

in Alaska) nach 24-jährigen Messungen 300 cm und Sitka ($57^{\circ} 3'$) nach 24-jährigen Messungen 207 cm.

In Südamerika dürfte die patagonische Westküste noch regenreicher sein und wohl bis gegen 400 cm aufweisen können. Schon in Valdivia fallen 277 cm. Zu den größten außertropischen Regenmengen gehören ferner die an der Westküste der Südsinsel von Neuseeland, wo zu Hokitika im vieljährigen Mittel 285 cm Regen fallen. Auch die Golden Bay (Pakaway) kann noch 276 cm aufweisen.

Dies ist ein kurzer Überblick der größten bekannten tropischen und außertropischen Regenmengen.

Es erübrigt mir schliesslich die angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. H. Berghaus meinen herzlichsten Dank auszusprechen für die grosse Mühe, die er aufgewendet hat, meinen in technischer Beziehung oft höchst unvollkommenen Vorlagen jene vollendete Form zu geben, durch welche alle Werke seiner Hand seit langer Zeit als unübertrefflich anerkannt sind. Ich habe meist als Vorlagen Spezialkarten in grossem Mafsstabe geliefert, deren Reduktion und Zusammenpassen erst Prof. Dr. Berghaus vorzunehmen hatte; desgleichen sorgte er für das zweckmässige Arrangement der vielen kleinen Darstellungen, worin er ja eine besondere Meisterschaft besitzt.

Herrn Prof. D. W. Köppen danke ich für die Bereitwilligkeit, mit welcher er es auf sich genommen hat, die zeitliche Verteilung der Niederschläge zur Darstellung zu bringen. Es wäre keine kompetentere Persönlichkeit dafür zu finden gewesen, und seine Arbeit ist für den Atlas eine besonders wertvolle Acquisition.

Auch meinem Assistenten, Herrn Fr. Wařeka, mufs ich an dieser Stelle meinen Dank aussprechen für seine Beteiligung an der Konstruktion der Kurven, in welcher er durch vieljährige Übung sich einen glücklichen Takt und besonderes Geschick erworben hat.

XII. Regenkarte der Erde. Zeitliche Verteilung der Niederschläge. In der Hauptkarte ist der Versuch gemacht, die Niederschlagsgebiete der Erde nach der jahreszeitlichen Verteilung nicht allein der Regenmenge, sondern zugleich auch der Regenhäufigkeit (= Regenwahrscheinlichkeit) und der Bewölkung zu charakterisieren. In den Tropen ist die jährliche Periode dieser drei Elemente sehr nahe die gleiche, in außertropischen Gegenden aber ist diejenige der Regenmenge häufig eine ganz andere, als die der Bewölkung, und steht jene der Regenhäufigkeit zwischen beiden. Letztere mufste der Darstellung vorzugsweise zu Grunde gelegt werden, weil sie für einen grossen Teil der Erde, speziell für die Ozeane, die allein bekannte ist. Die in gleichartiger Weise durchgeführte Zählung der Tage mit Regen in den Schiffsjournalen der Seewarte vom Atlantischen Ocean durch *Sprung* und *Köppen* und vom Indischen Ocean durch *v. Danckelman* lieferte im Verein mit den zugehörigen Insel- und Küstenstationen das Material für fast ein Drittel der dargestellten

Fläche; vom Indischen Ocean konnte dabei durch die Gefälligkeit des Urhebers die zweite (jetzt erschienene) Zählung des Herrn v. D. nach neuem Material im Manuskript benutzt werden. Ein ferneres Drittel der Erdoberfläche — die Festländer umfassend — findet sich etwa zur Hälfte durch regelmässige meteorologische Stationen vertreten, zur Hälfte nur durch Reisebeschreibungen notdürftig aufgehellt. Für die Verarbeitung dieses Materials dienten mir vorzugsweise die Arbeiten von Mühry, Wojeikof und vor allem von Hann zur Stütze, neben eigenen, teilweise schon von mir publizierten Sammlungen. Ein letztes Drittel der Karte endlich, der Grosse Ocean und die Polarländer, konnte nur durch wenige Beobachtungsorte auf den Inseln und Küsten teilweise festgelegt werden, teilweise mufste es aber als unbekannt weifs gelassen werden.

Die Einzelheiten der Karte sind der ausführlichen Legende unter denselben zu entnehmen, und ein noch weiteres Eingehen ist in dem zulässigen Raum dieser Erläuterungen nicht möglich; wir begnügen uns, die Prinzipien, nach denen die Karte entworfen ist, mit wenigen Worten anzudeuten. Um ein möglichst vielseitiges und doch einfaches Bild zu liefern, wurde neben der Qualität (Form) der jährlichen Periode auch das quantitative Moment in die Karte eingeführt, jedoch nur durch Einführung fester Schwellen. Als solche wurden die Regenwahrscheinlichkeit von 0,200 und 0,500 gewählt. Nennen wir Monate, in welchen weniger als ein Fünftel aller Tage Regen bringt, „trocken“, jene, wo dies bei der Hälfte der Tage der Fall ist, „nafs“, so würden einerseits als Gebietsgruppen VI und VII solche Gegenden umschrieben, bei welchen alle Monate „nafs“ oder alle „trocken“ sind. Sodann wurden die Teile der Erdoberfläche, wo mindestens ein Monat „trocken“ ist, durch eine gezähnte Linie umgrenzt; es sind dies die Gebiete mit periodischen Regen, welche jene mit beständiger Regenarmut (Gruppe VII) umschliessen. Die Gruppen I bis V sind von diesen Schwellen unabhängig; nur noch zur Abgrenzung zwischen II und V ist die erste derselben herangezogen; im übrigen war hier nur die Form der jährlichen Periode ausschlaggebend. Die unbestimmte Verteilung der Hydrometeore auf das Jahr in den gemässigten und höhern Breiten bereitete der Darstellung Schwierigkeiten, aus denen wir uns dadurch gezogen haben, dafs wir die Gruppe IV, unter welche sehr viele Untergruppen zusammengefafst sind, durch die Farbe in zwei Abteilungen trennten, welche durch innere Verwandtschaft zusammengehalten werden, ohne dafs sie eine einheitliche Definition erhalten könnten.

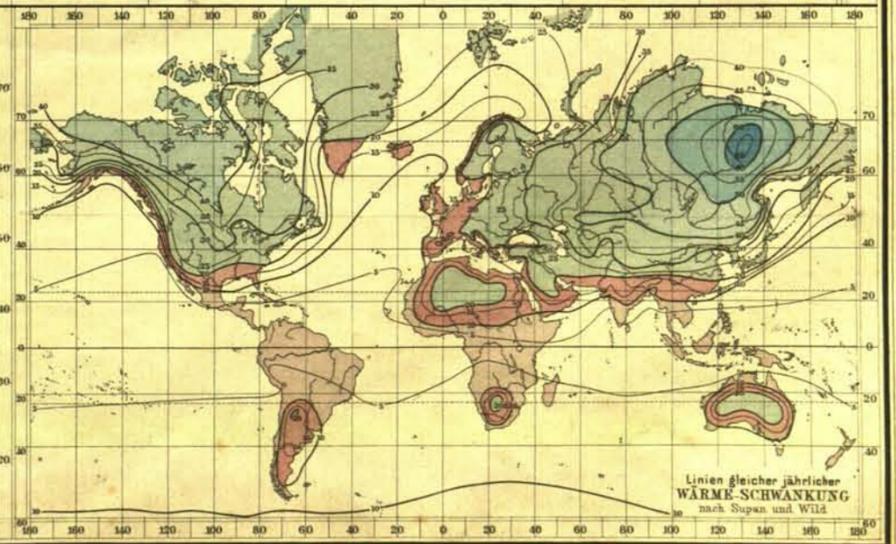
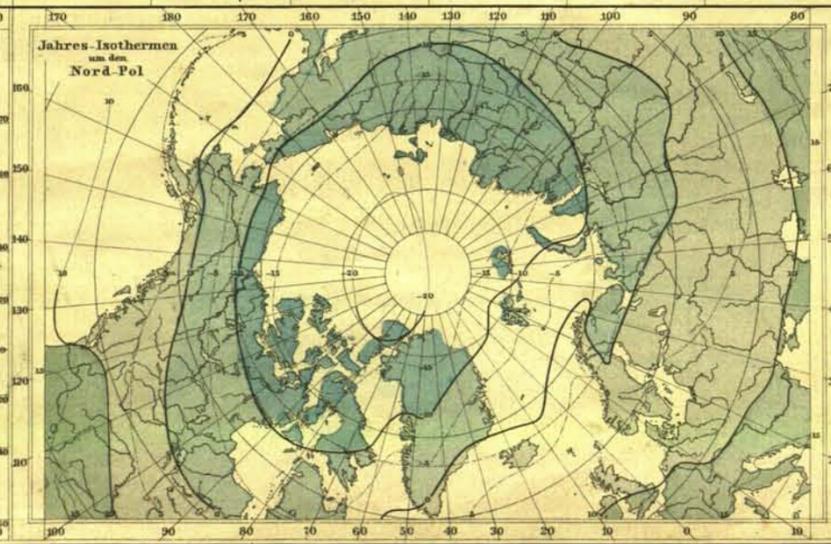
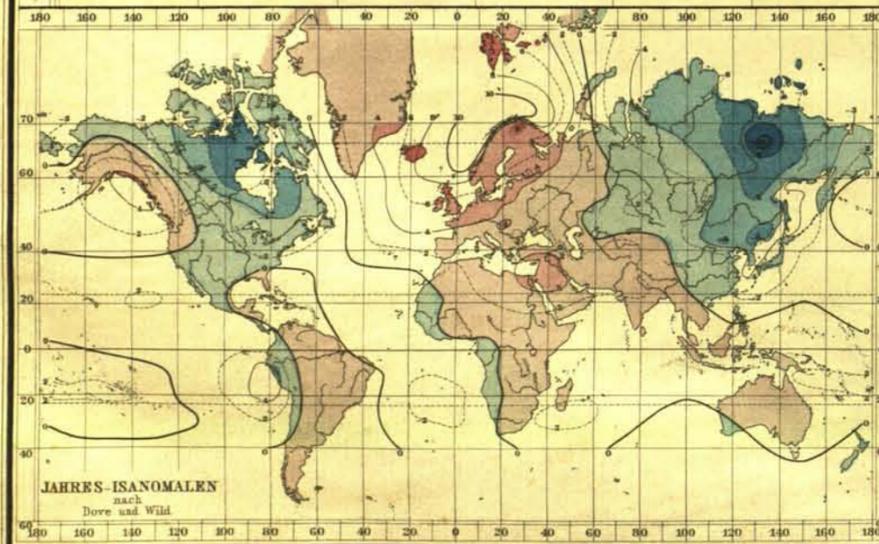
In den Ecken der grossen Karte sind einerseits einige der charakteristischsten Jahreskurven der Regenhäufigkeit, andererseits Ausschnitte aus den demnächst in den Ann. du Bur. Centr. Mët. de Fr. erscheinenden monatlichen Bewölkungskarten der Erde von Teisserenc de Bort gegeben, welche das entgegengesetzte Verhalten von Indien und Europa vorführen.

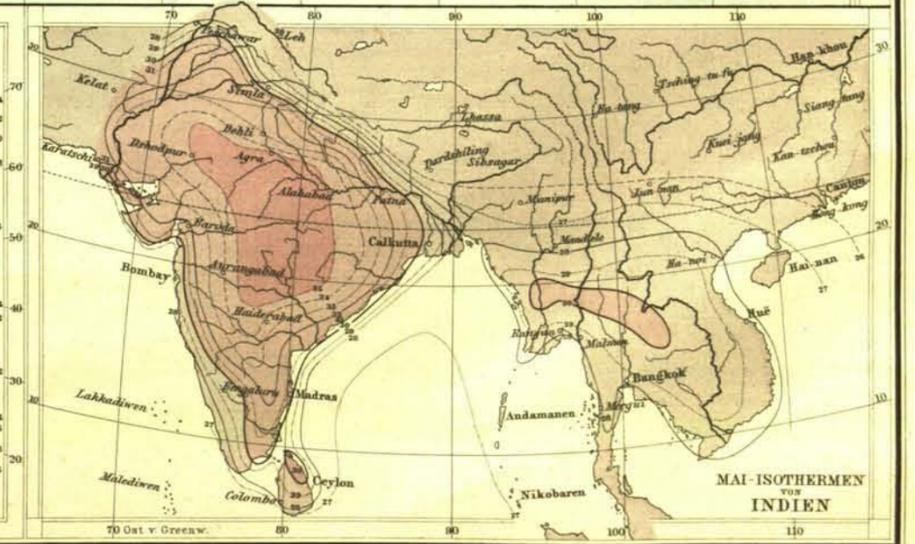
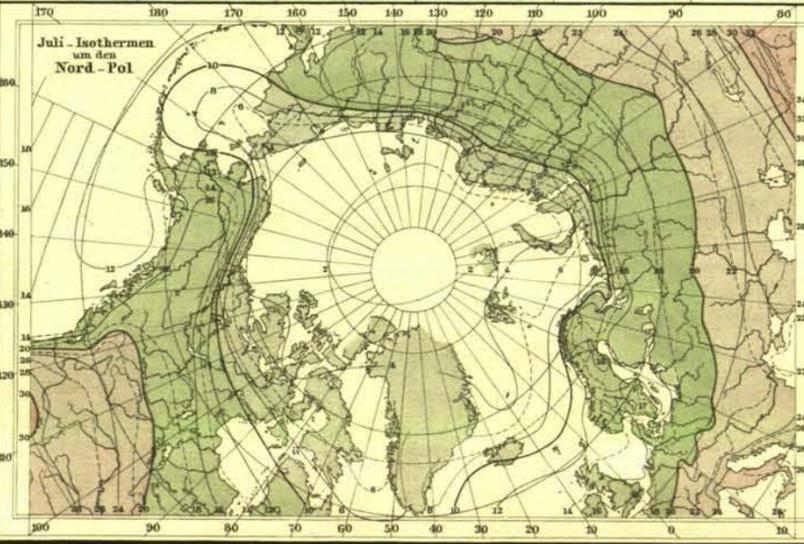
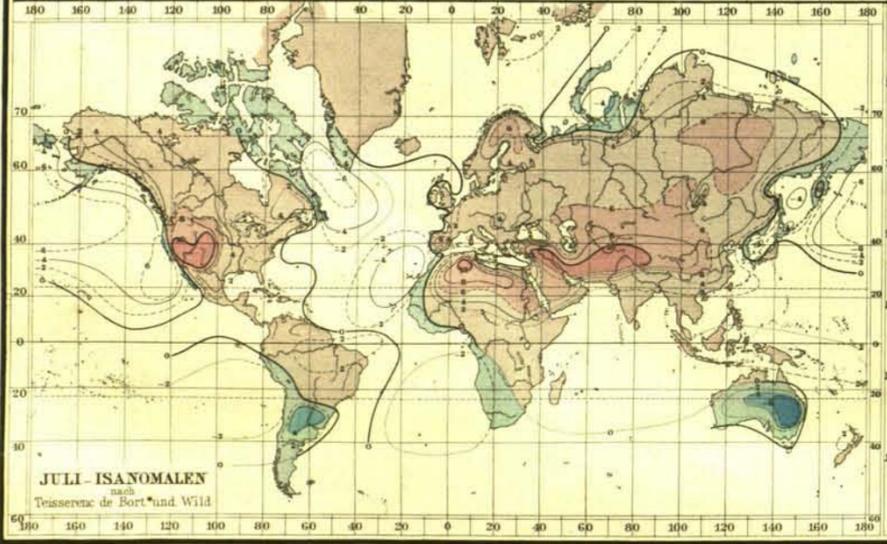
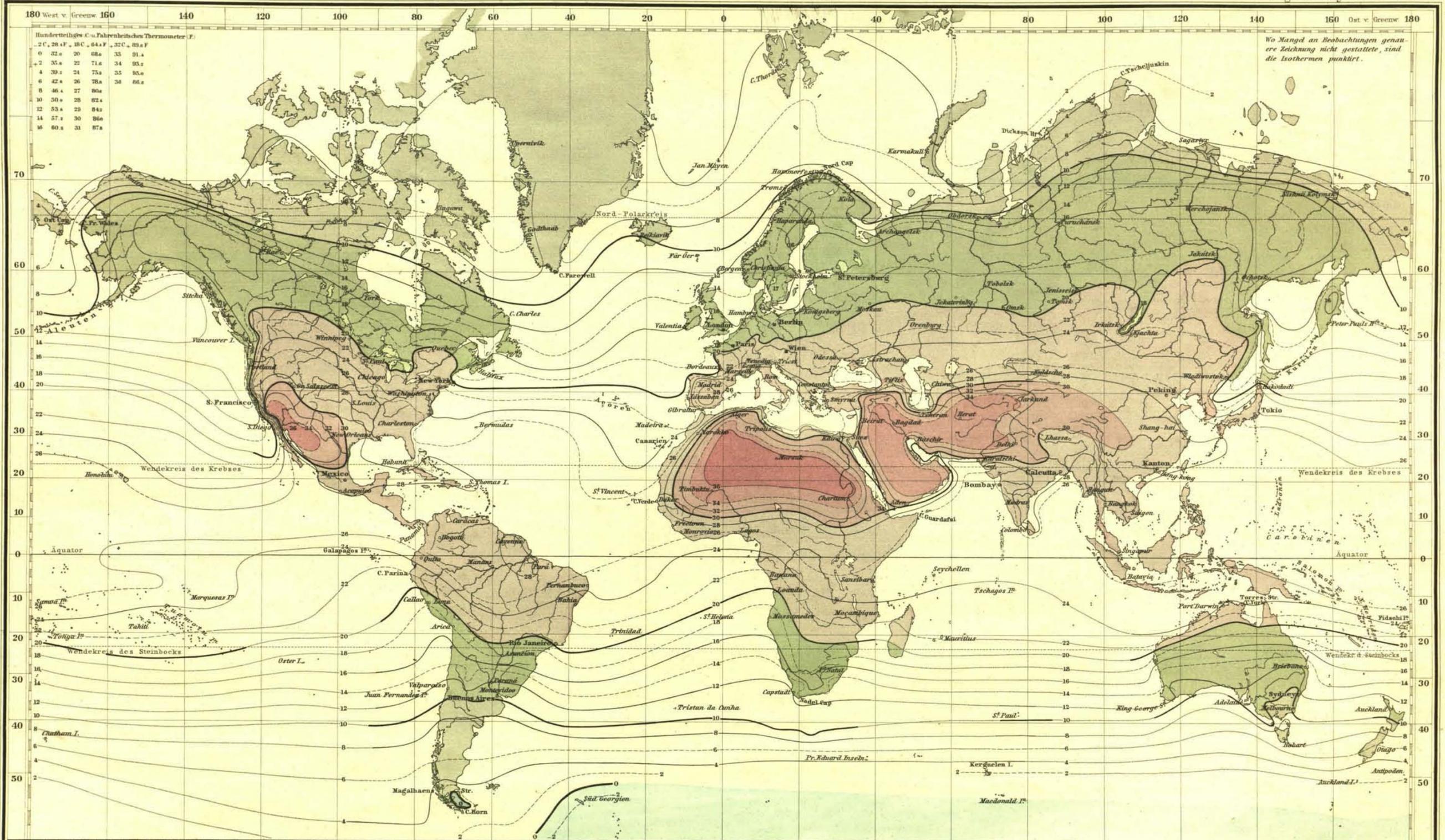
Die beiden Karten von Europa sind ohne weitere Erklärungen verständlich.
(W. Köppen.)

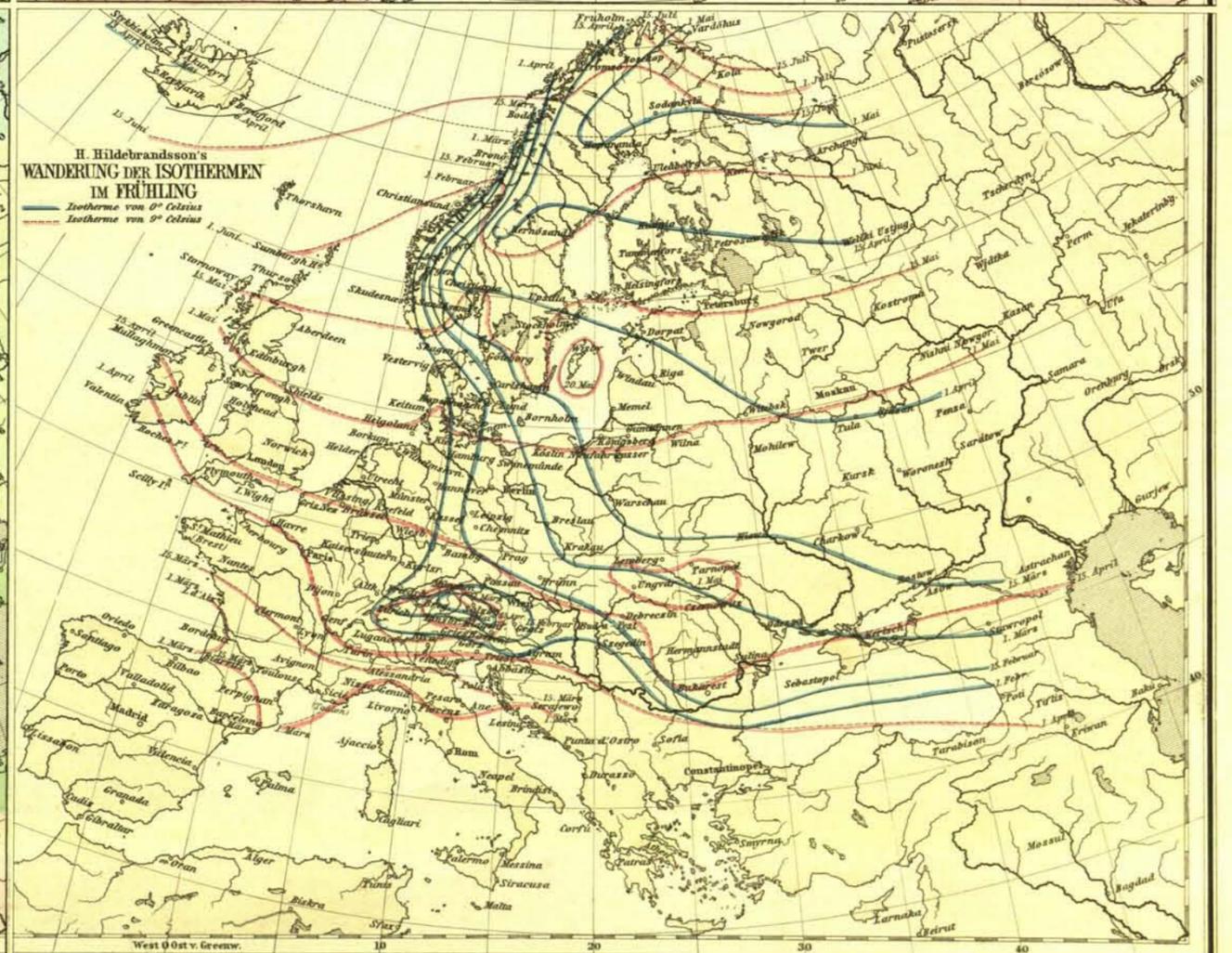
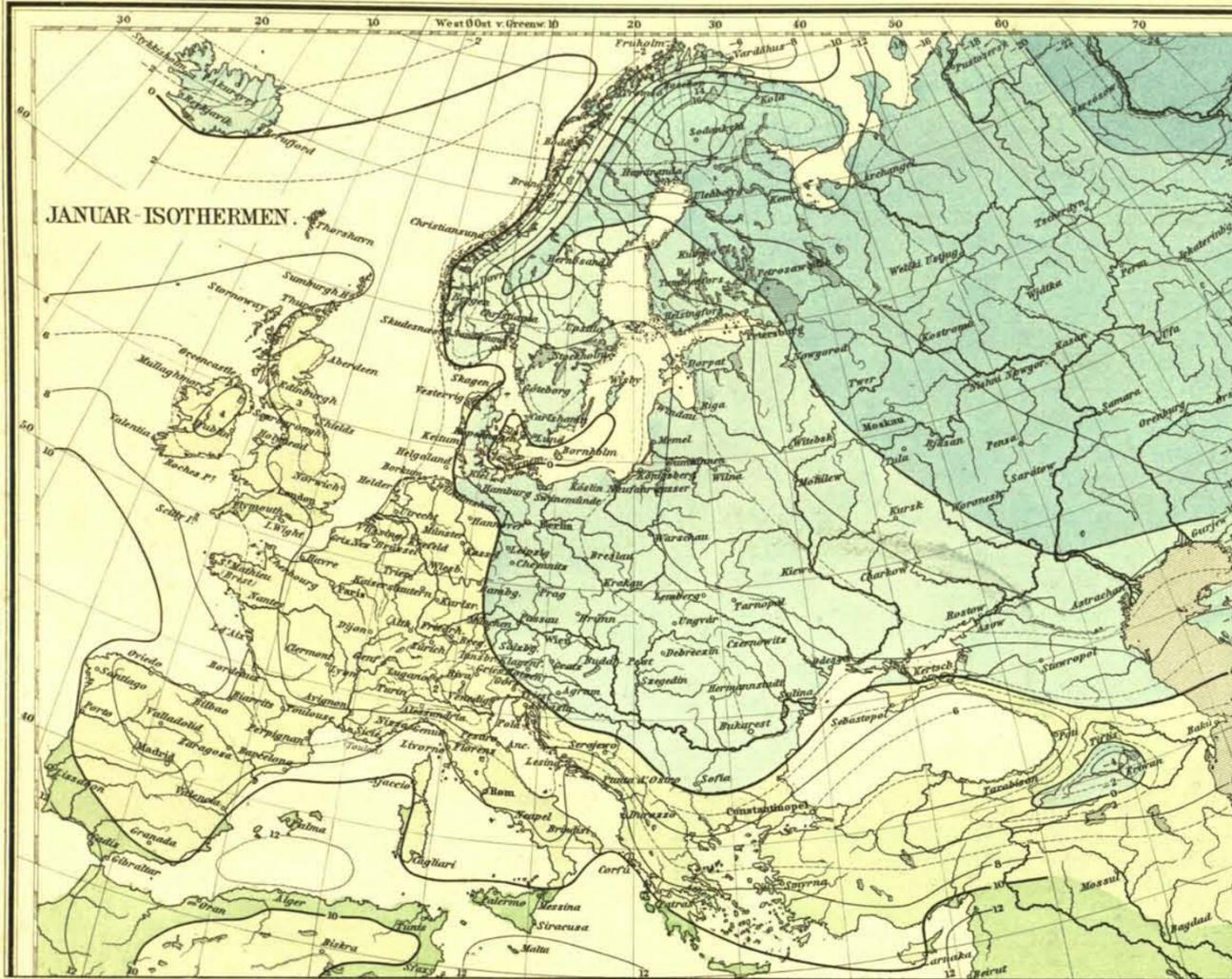
Wien, im Februar 1887.

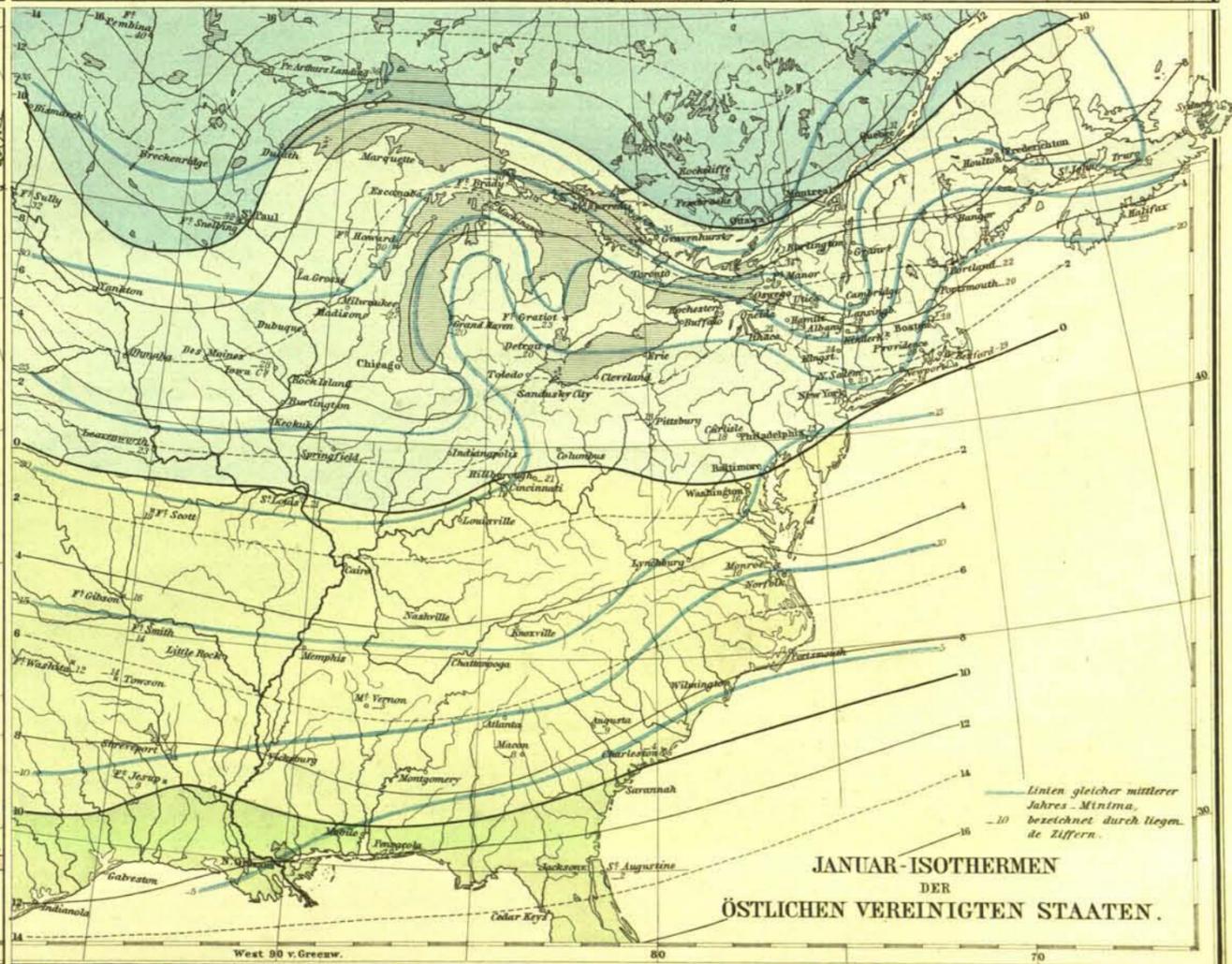
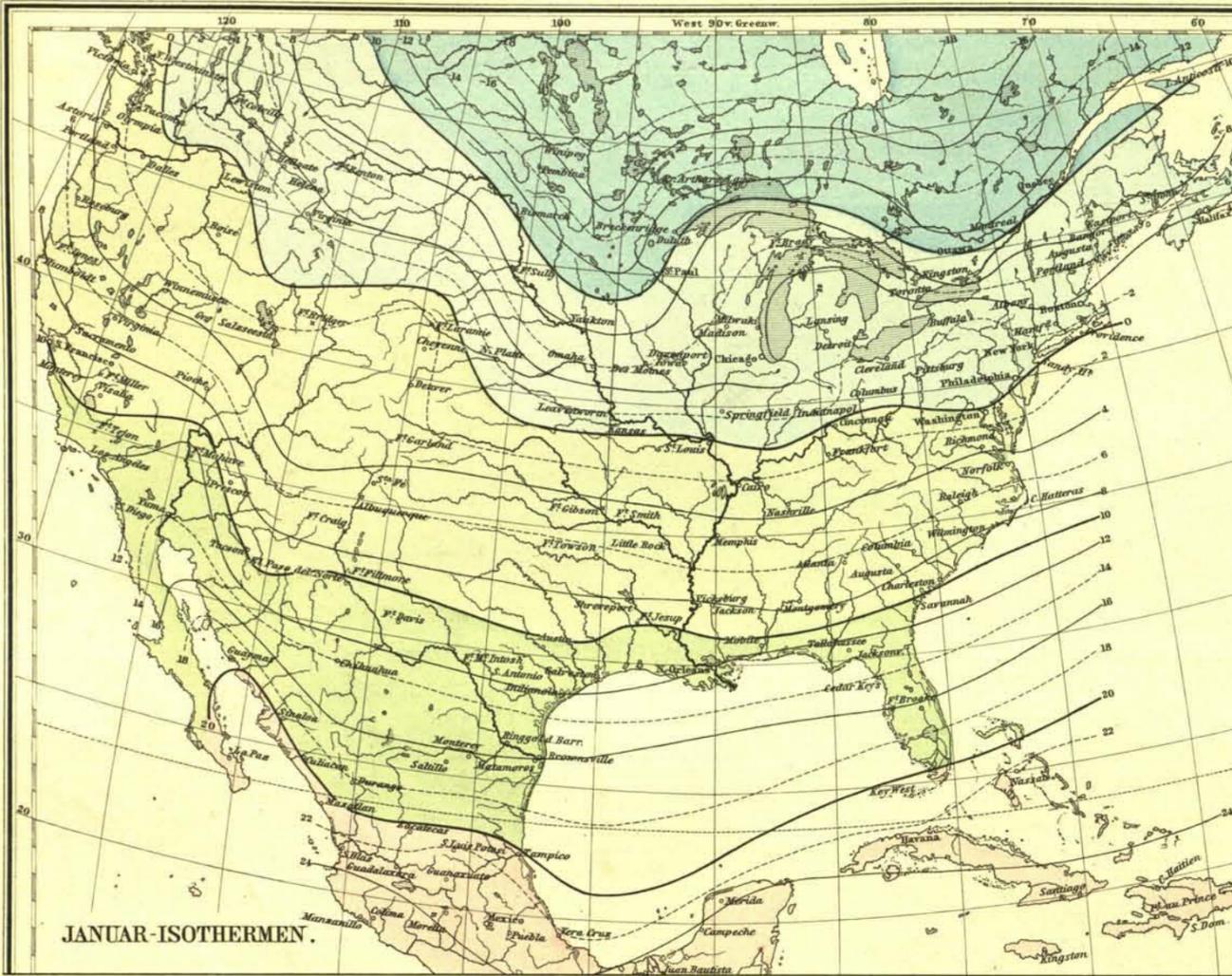
J. Hann.

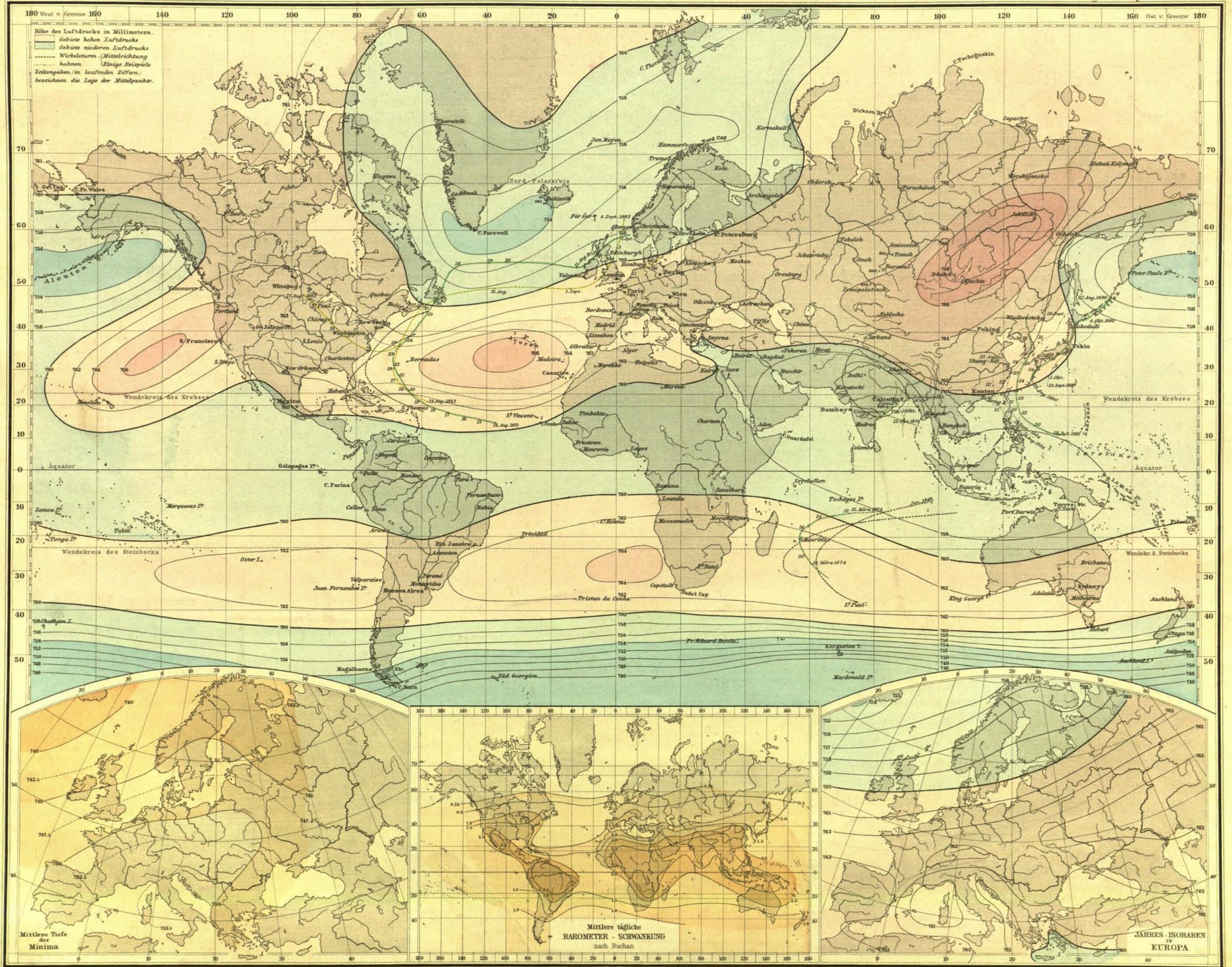


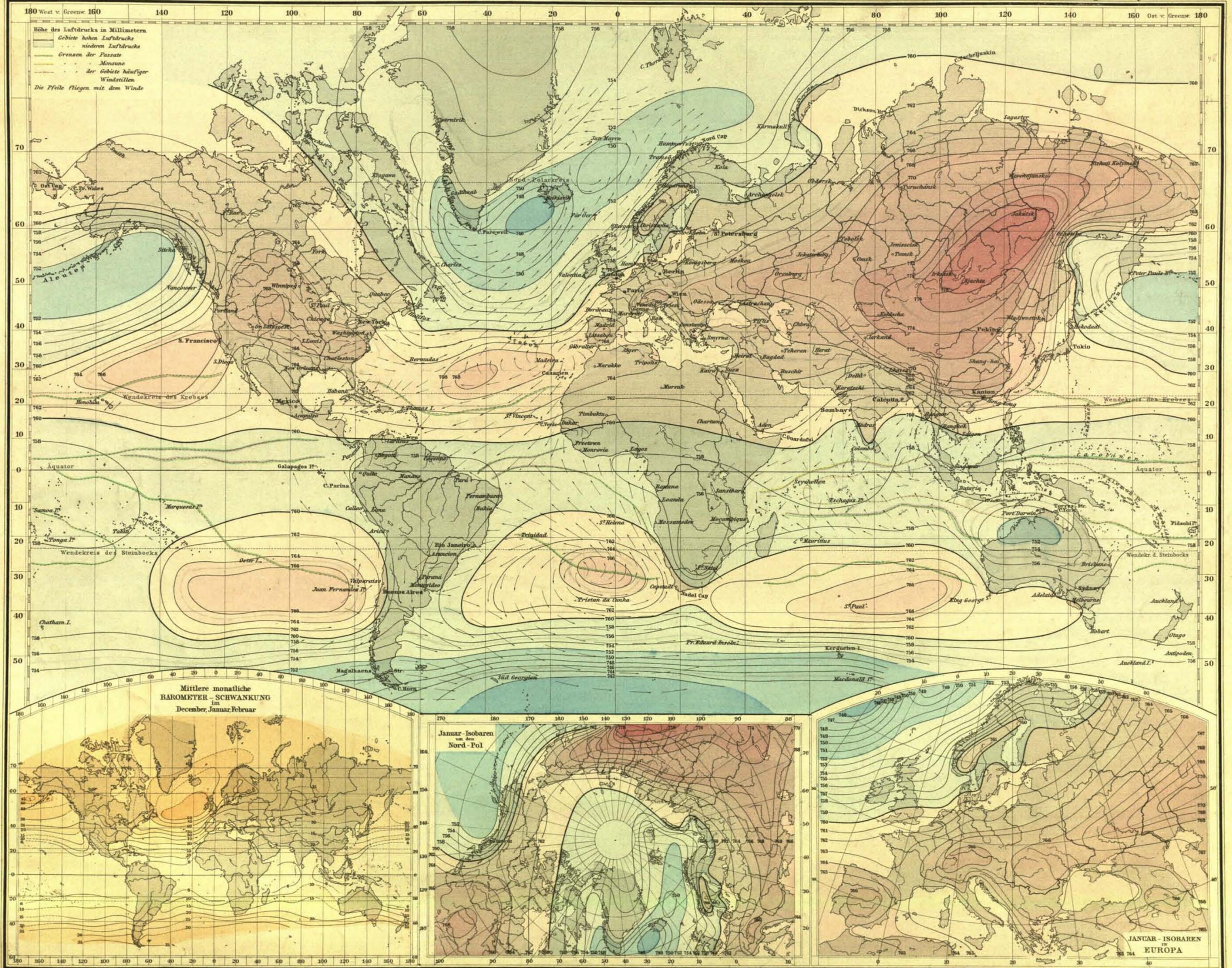






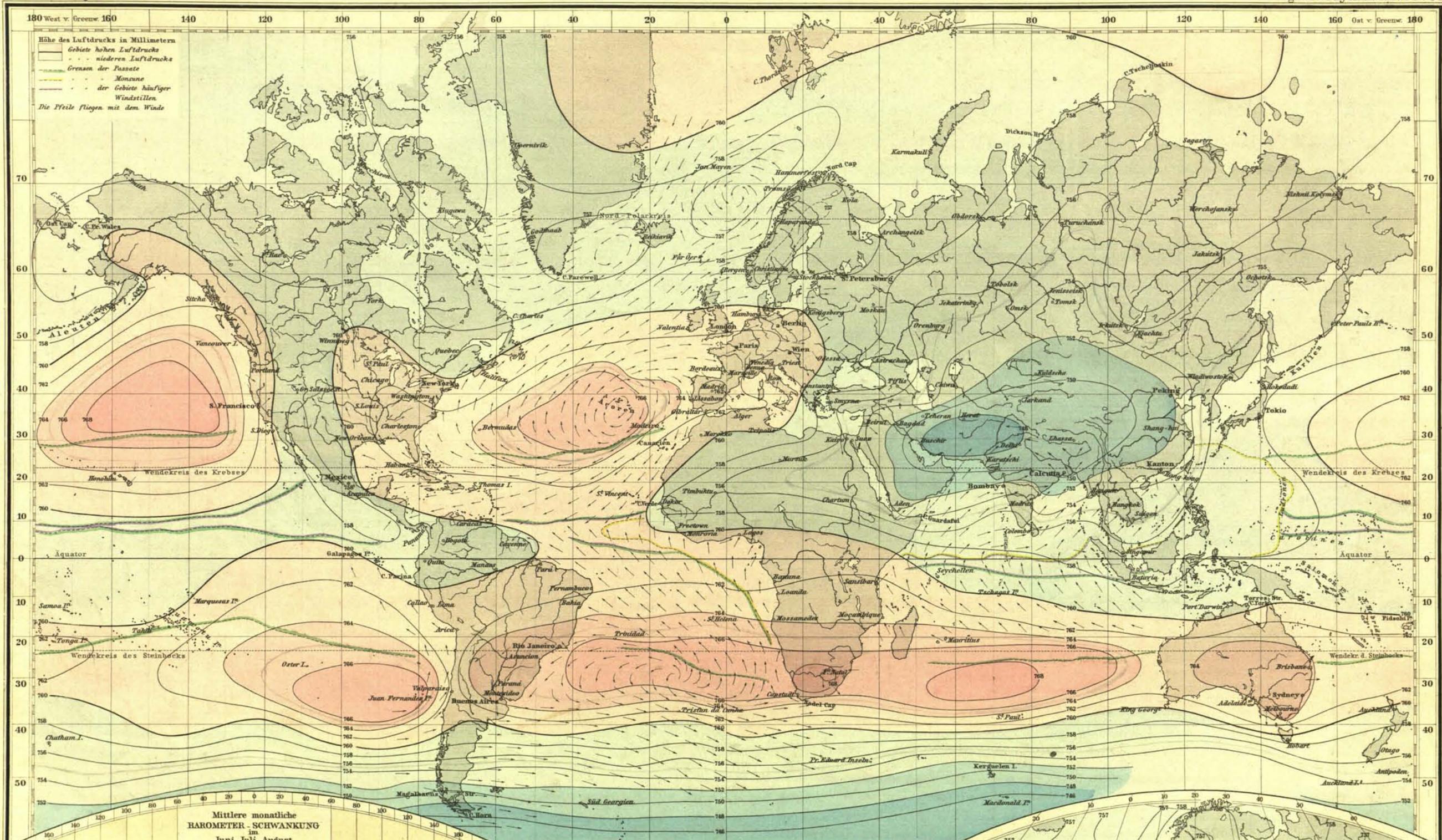




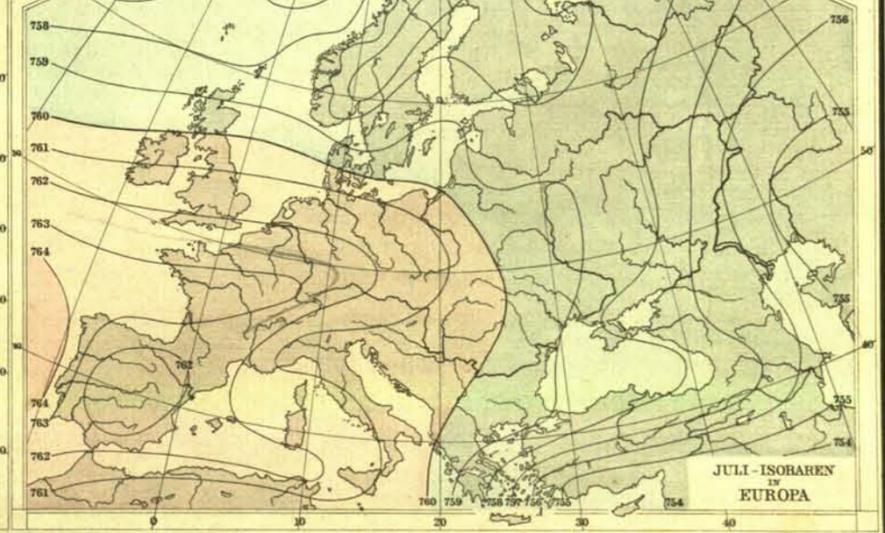
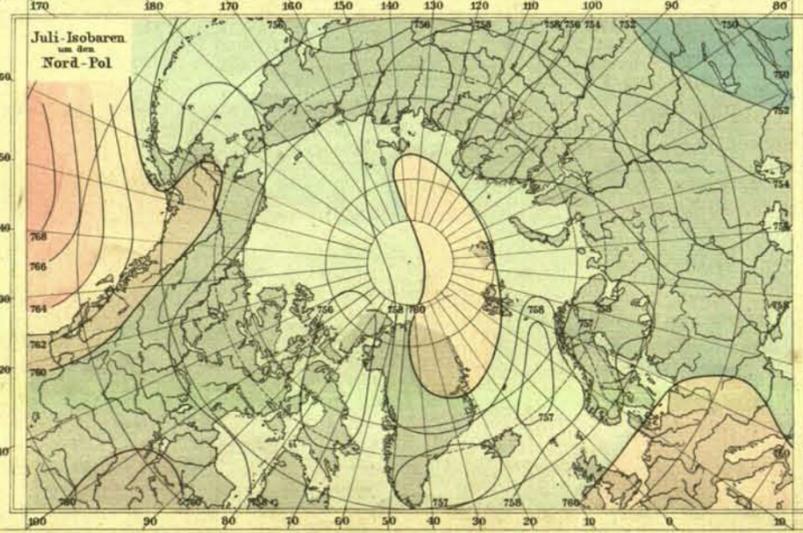
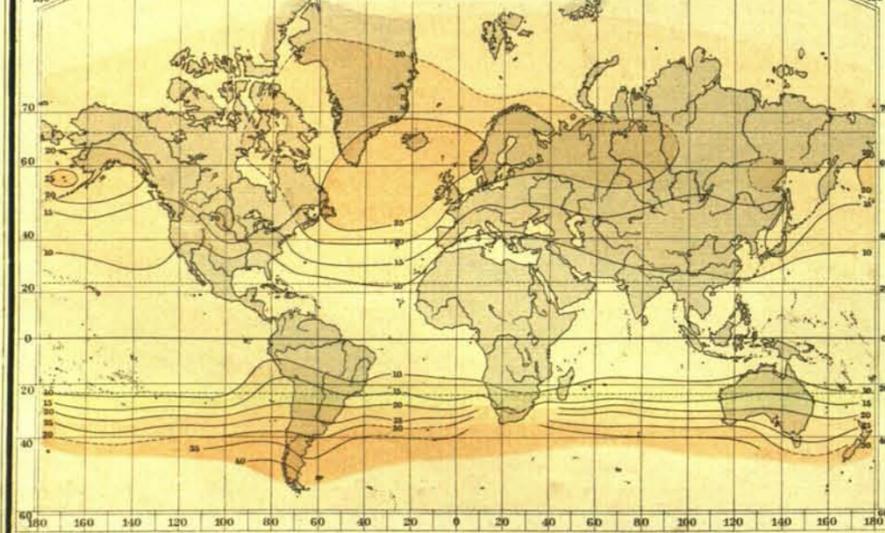


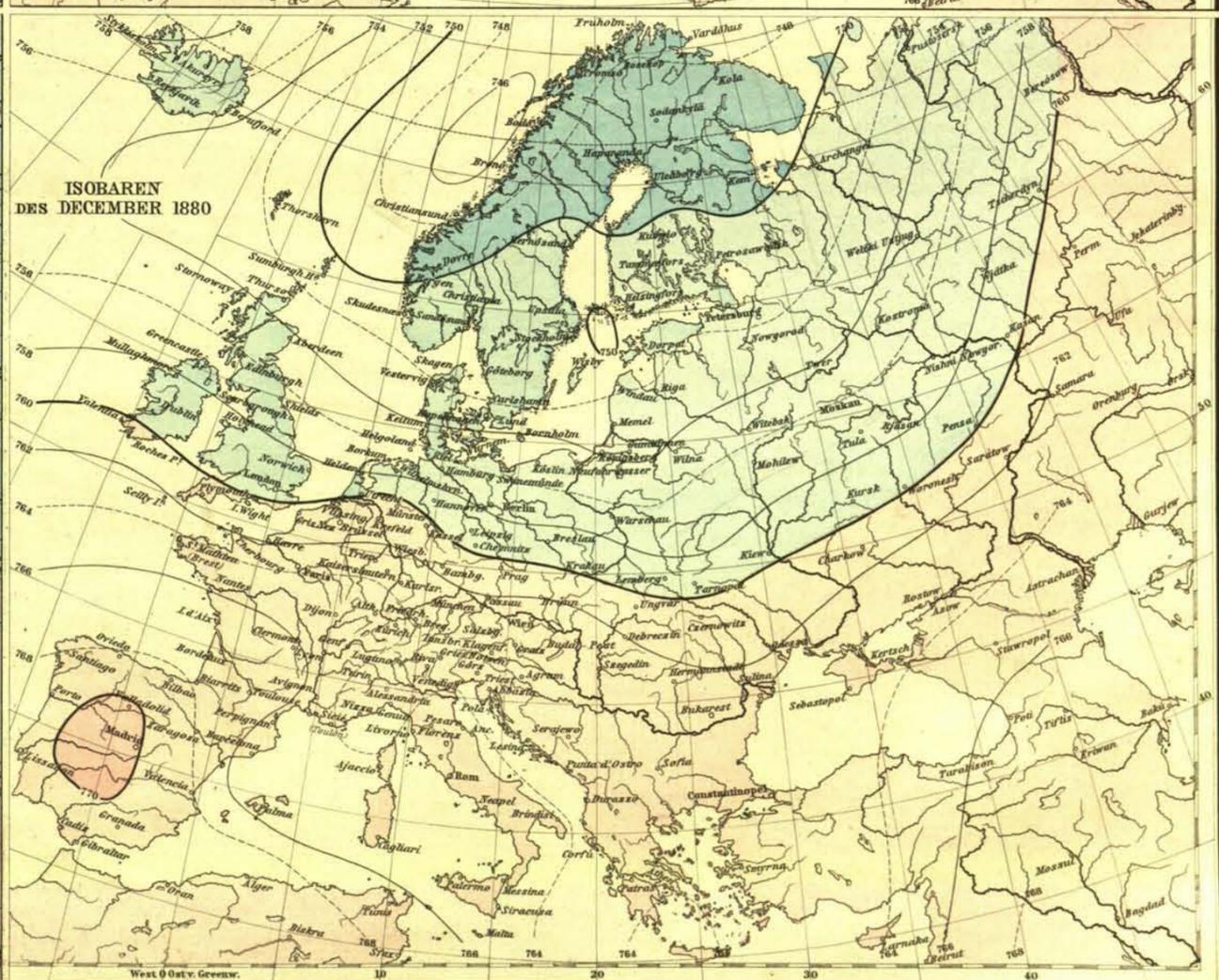
ISOBAREN UND WINDE

IM JULI



Mittlere monatliche BAROMETER-SCHWANKUNG im Juni, Juli, August

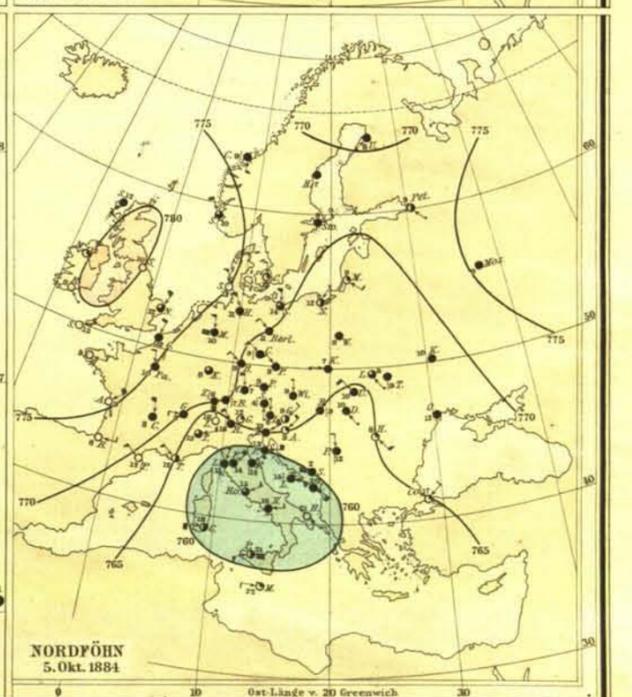
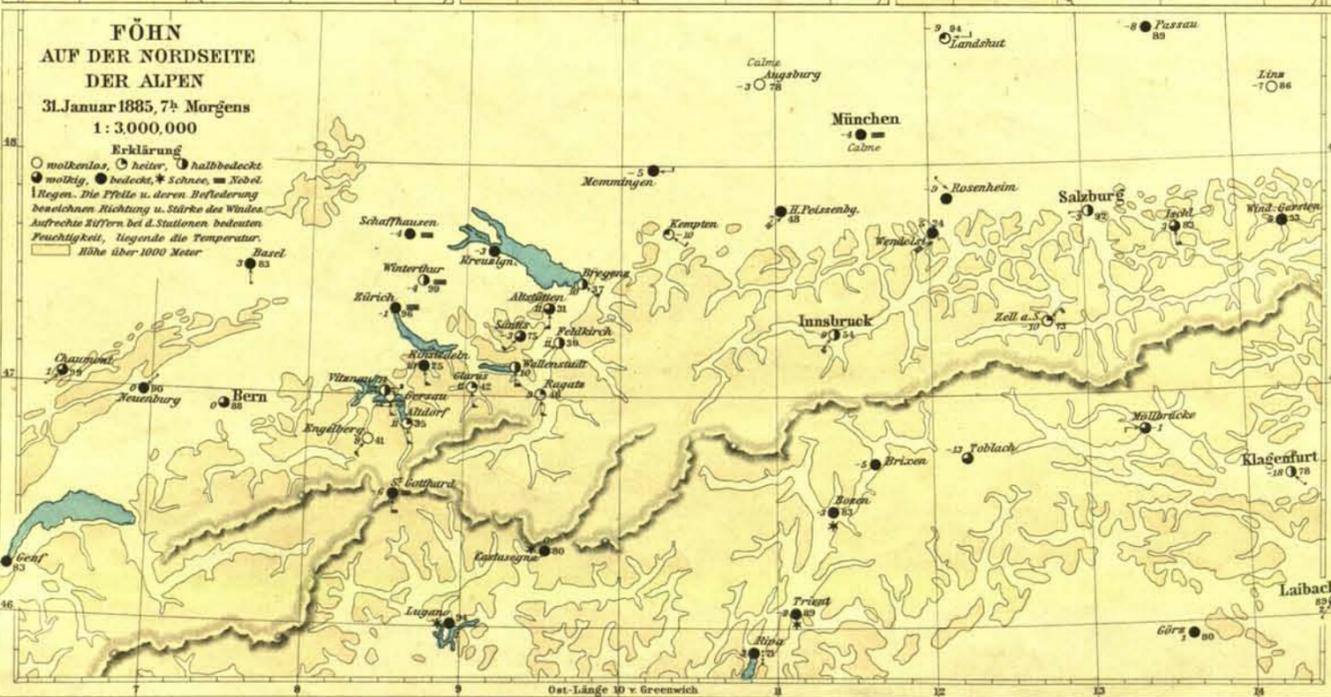
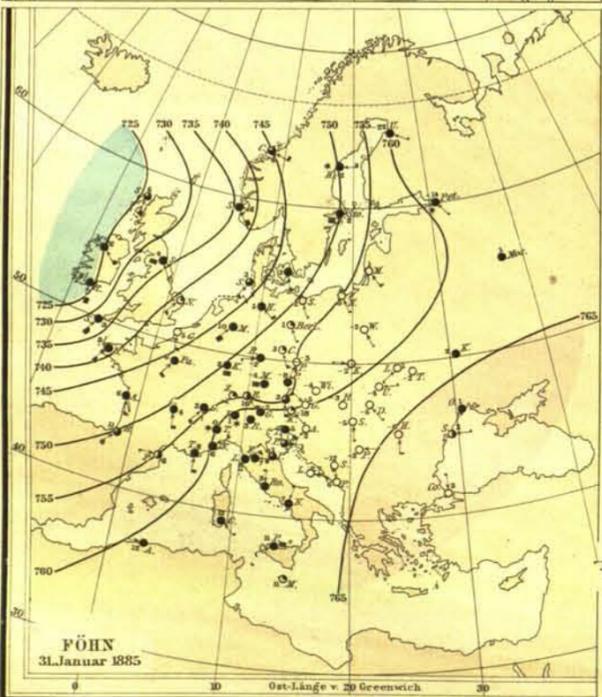
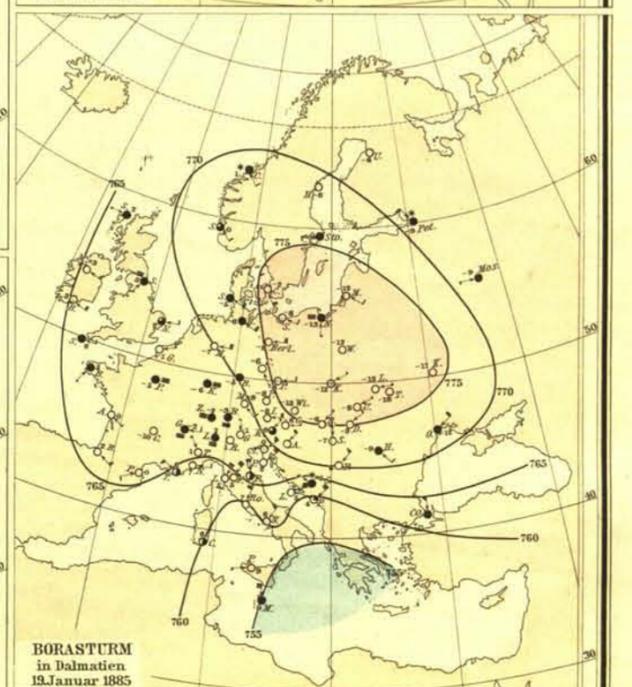
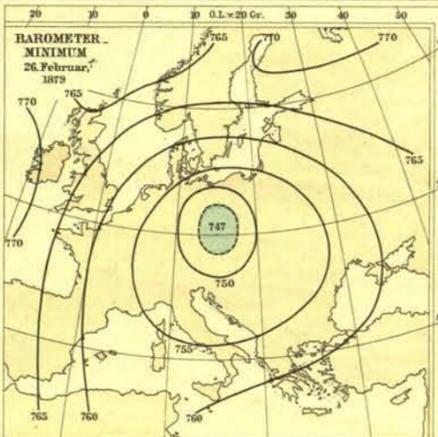
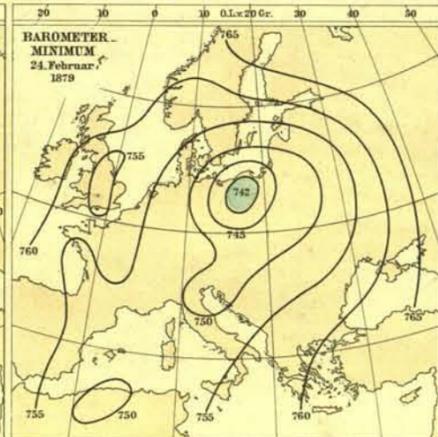
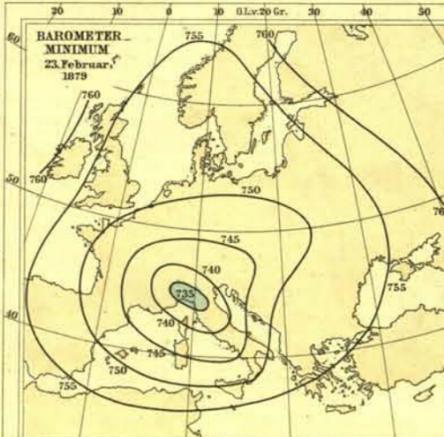
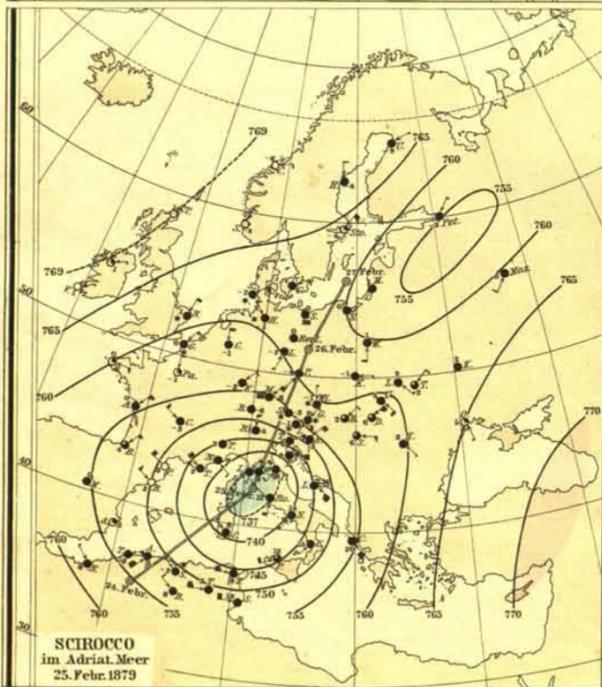
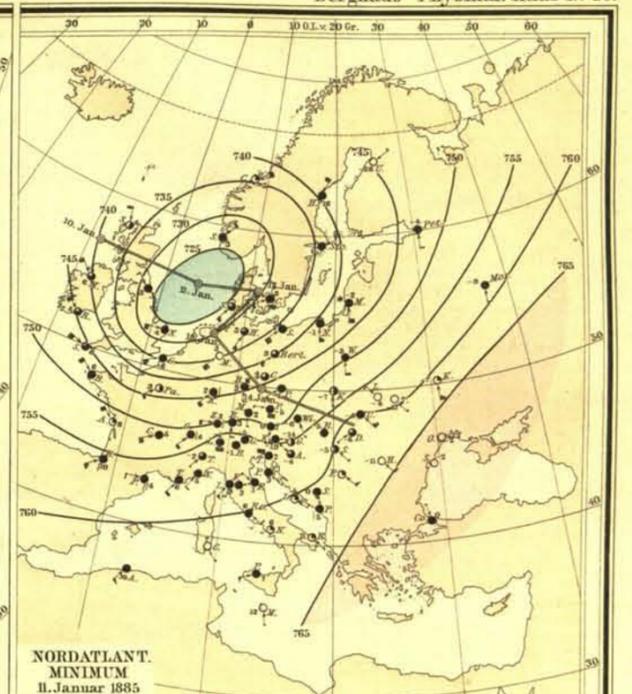
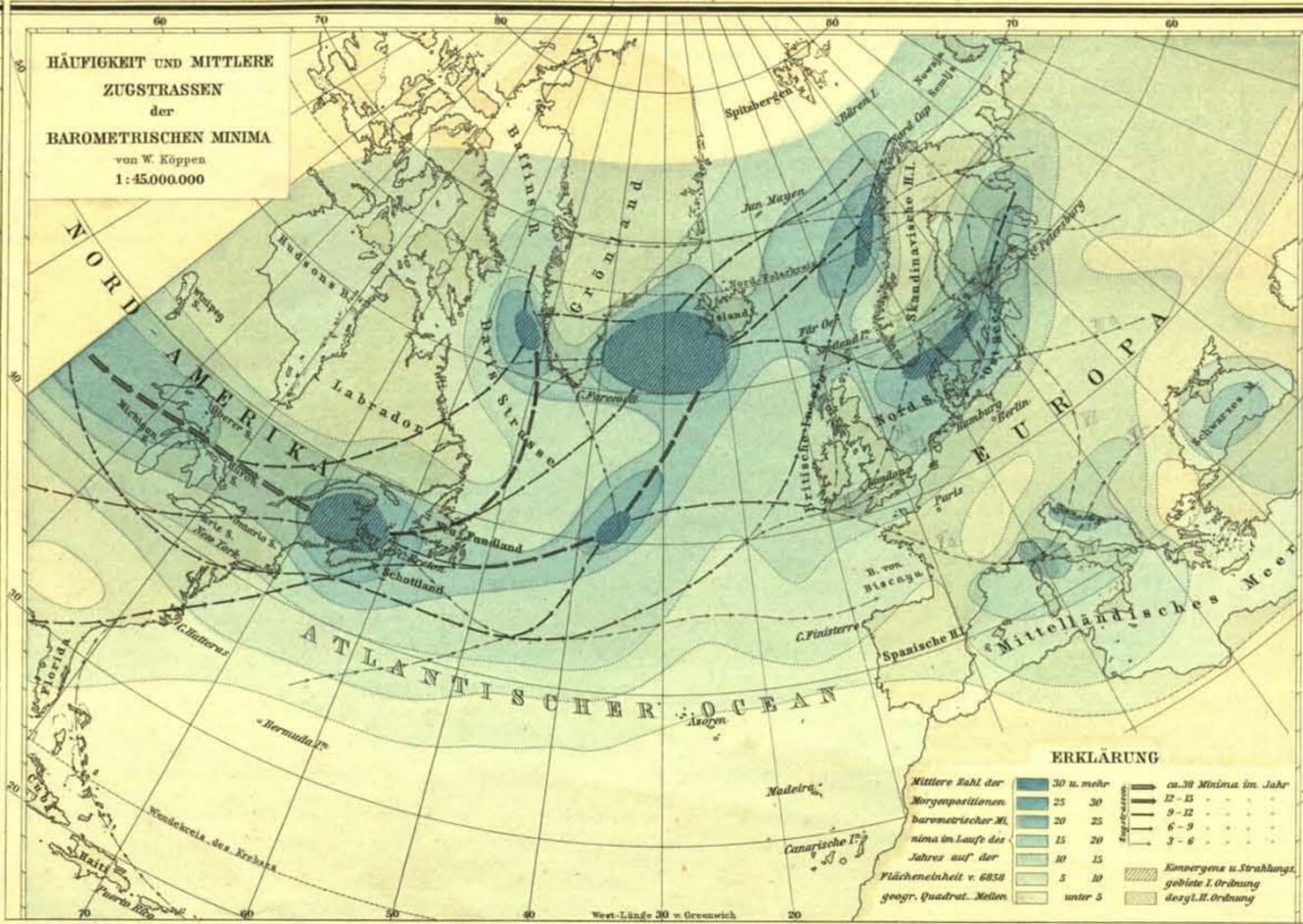
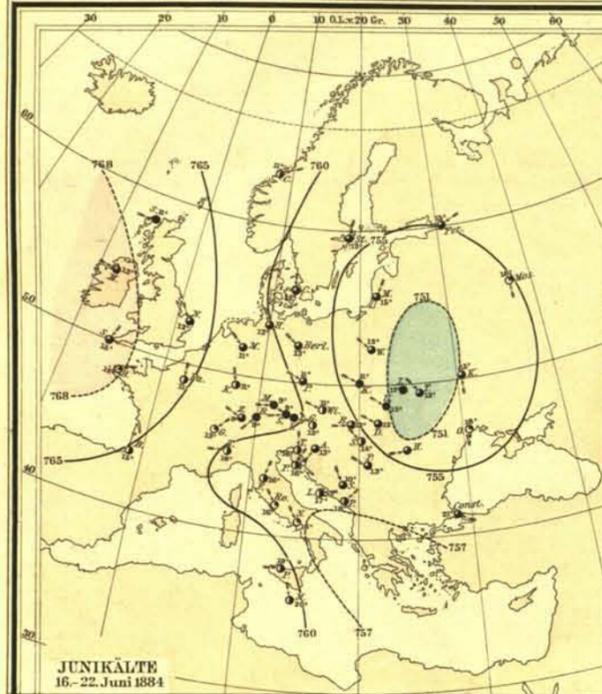




WETTERKARTEN UND ZUGSTRASSEN DER LUFTDRUCK-MINIMA.

III. Abt. Meteorologie N° X.

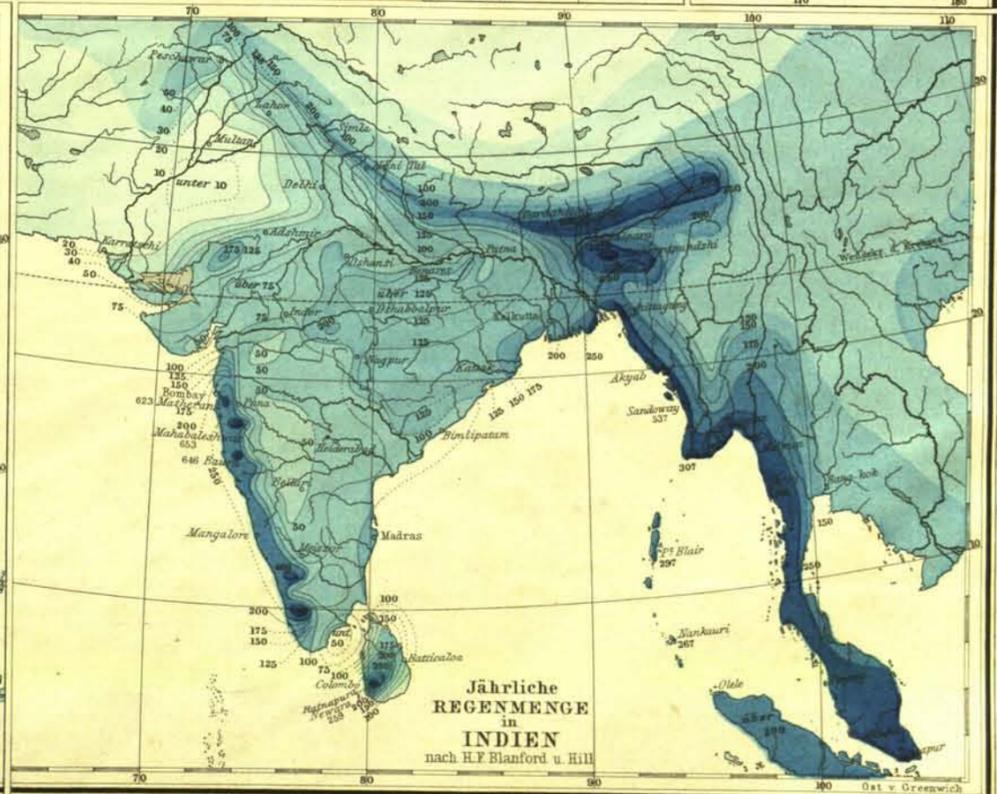
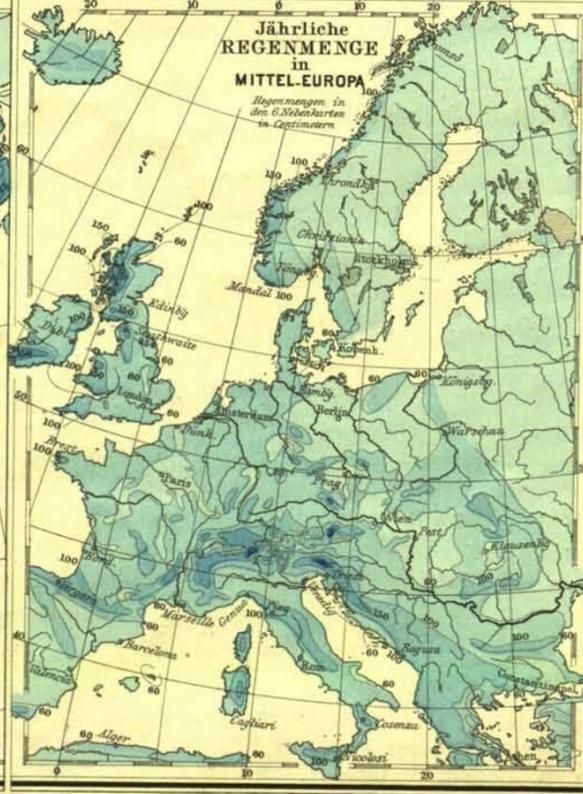
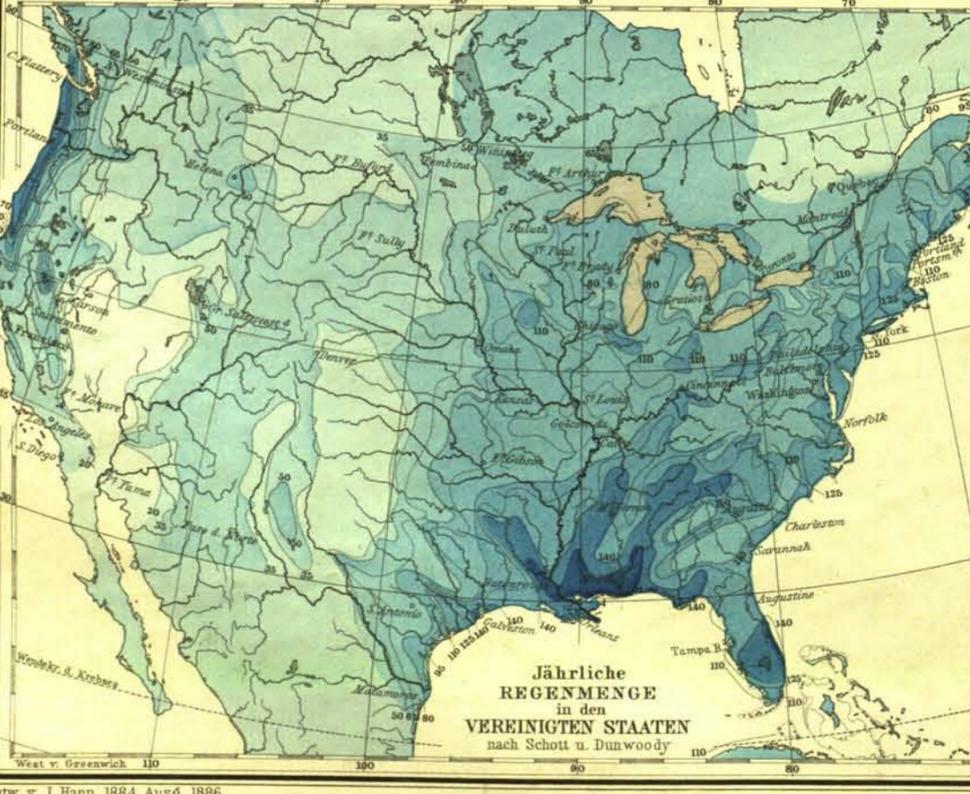
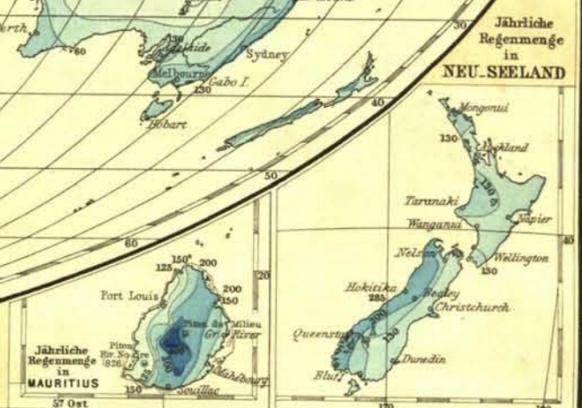
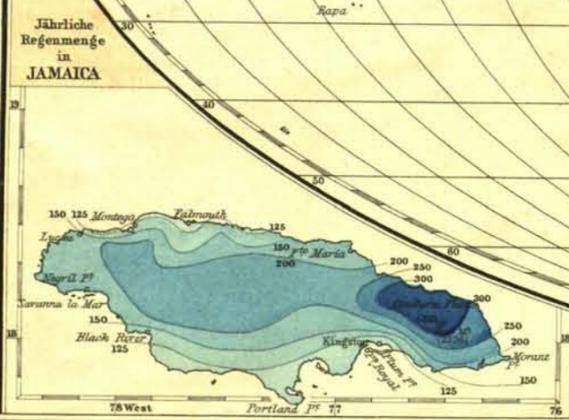
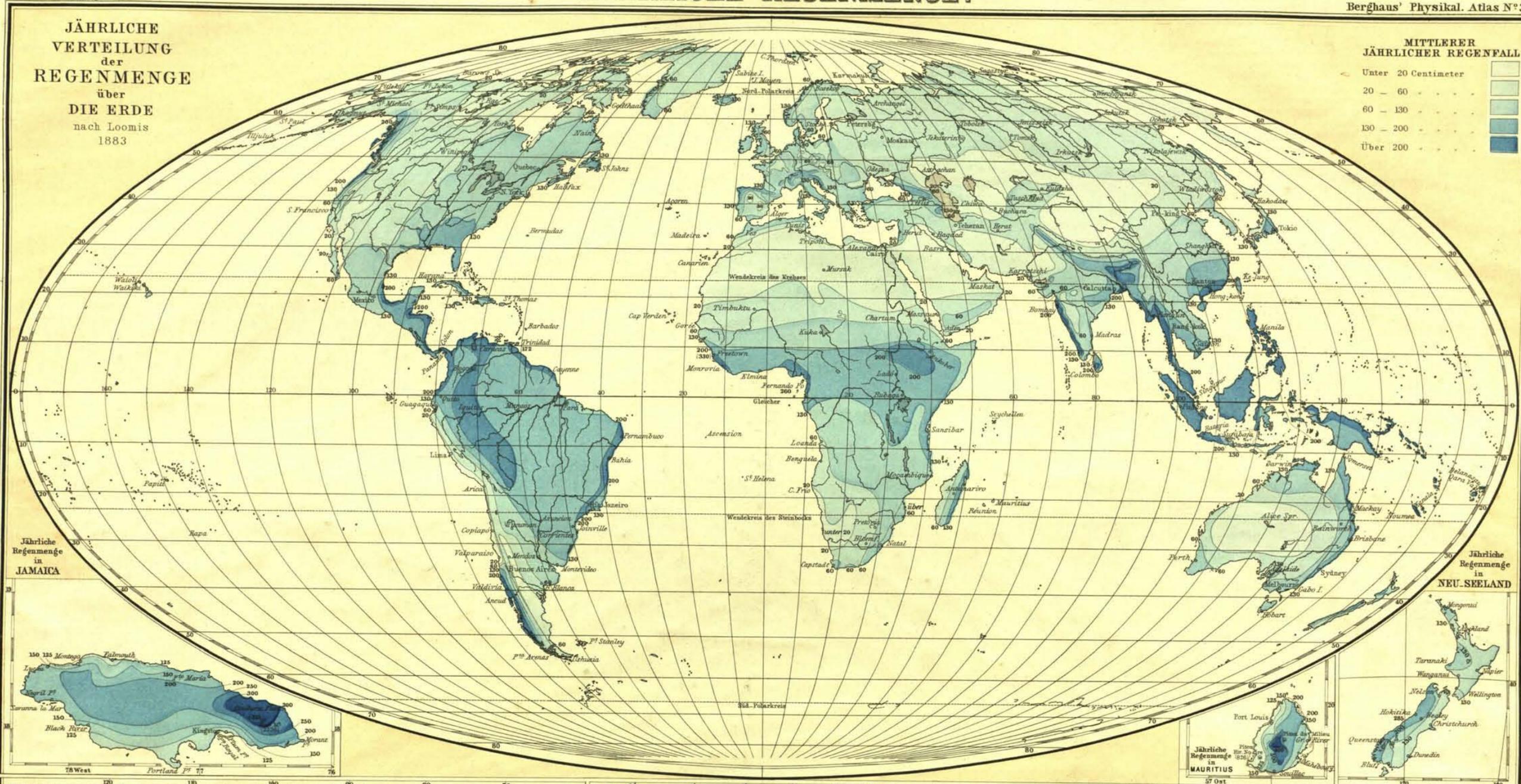
Berghaus' Physikal. Atlas N° 36.



JÄHRLICHE VERTEILUNG der REGENMENGE über DIE ERDE nach Loomis 1883

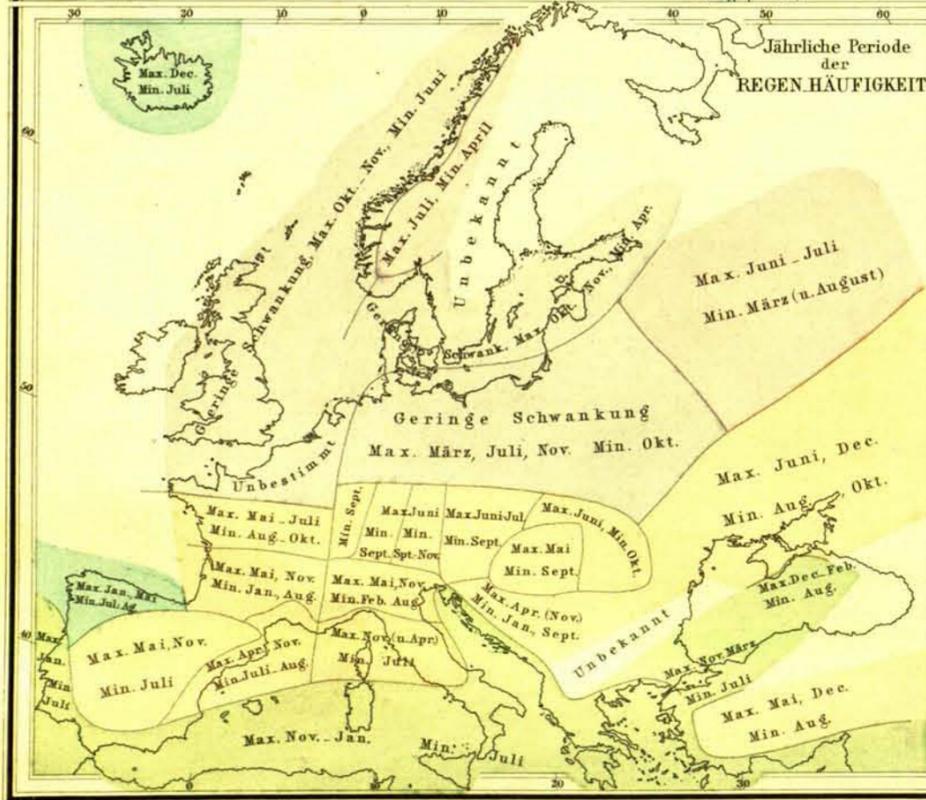
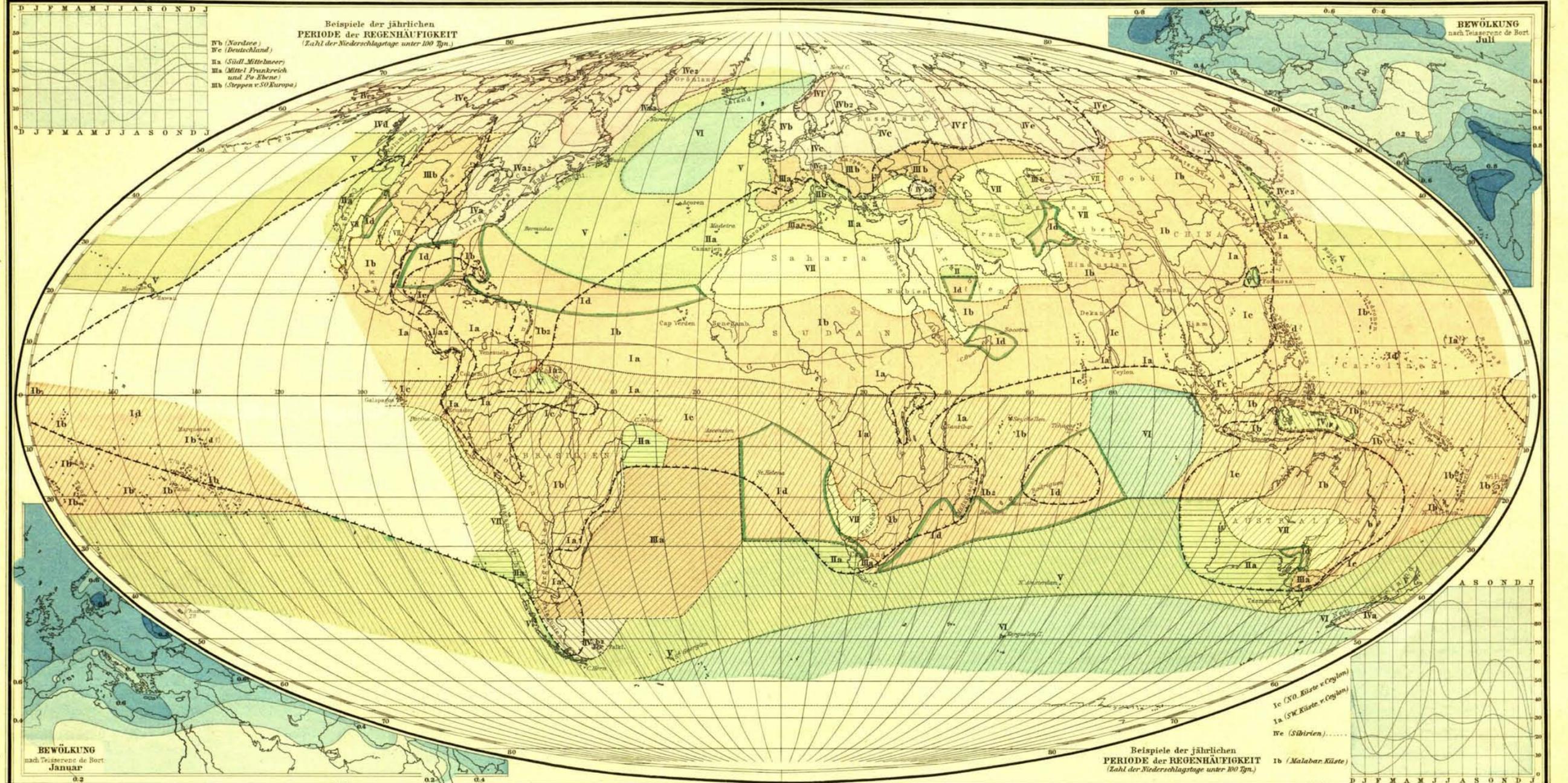
MITTLERER JÄHRLICHER REGENFALL

Unter 20 Centimeter	[Lightest Blue]
20 - 60	[Light Blue]
60 - 130	[Medium Blue]
130 - 200	[Dark Blue]
Über 200	[Darkest Blue]



REGENKARTE DER ERDE

ZEITLICHE VERTEILUNG DER NIEDERSCHLÄGE



W. KÖPPEN
REGENGEBIETE DER ERDE
nach der jahreszeitlichen Verteilung der Hydrometeore.

I Normale tropische Regenzeit mit Haupt-Trockenzeit im Winter und Frühling

a. Doppelte Regenzeit im Frühsummer und Herbst, kleine Trockenzeit dazwischen.

a2 zweite Regenzeit verlängert d. a. Vorwinter

b. Einfache Regenzeit im Hoch u. Spätsommer

b2 desgl. im Spätsommer und Herbst

c. Desgl. im Herbst

d. Übergangsbiet m. Regen im Sommer u. Winter

II Winterregen, Sommer regenarm

a. Einfaches Maximum der Regenhäufigkeit und Regenmenge im Winter

b. Maximum der Regenmenge im Herbst, der Regenhäufigkeit im Winter (im westlichen Teile secundäres Maximum der letzteren im April)

III Regen im Frühling oder Frühsummer, meist auch im Herbst oder Vorwinter, trockener Spätsommer

a. Regen im Frühling und Herbst, absolutes Minimum im Spätsommer

b. Regen im Frühsummer, heiterer Nachsummer, trüber Winter, meist mit secundärem Maximum des Regens im Vorwinter

IV Alle Monate mässig regenreich oder mit Schneedecke

a. Jährliche Periode sowohl der Regenhäufigkeit als der Regenmenge und der Bewölkung gering, resp. veränderlich

a2 wie a, jedoch Bewölkung entschieden Minimum im Spätsommer

a3 wie a, jedoch Regenmenge entschieden Maximum im Herbst

b. Maximum aller drei Elemente im Herbst (teilweise bis Frühwinter), Minimum im Frühling

b2 Maximum der Regenmenge im Spätsommer (August), der Regenhäufigkeit im Herbst, der Bewölkung im Spätherbst

c. Jährliche Schwankung der Regenhäufigkeit sehr gering, ähnlich wie IIIb, jedoch verspätet. Maximum der Regenmenge und Minimum der Bewölkung im Sommer

V Wie c, aber Sommermaximum bei der Regenmenge später und auch auf die Regenhäufigkeit sich erstreckend

d. Maximum der Regenhäufigkeit und Regenmenge im Herbst, Minimum im Frühsummer, Bewölkung wie c.

e. Minima aller drei Elemente im Spätsommer, Maximum der Regenhäufigkeit im Frühsummer und Herbst, der Regenmenge im Spätsommer, der Bewölkung im Spätherbst

e2 Minima wie bei e, Maxima aller drei Elemente im Spätsommer und Herbst

e3 Minima aller drei Elemente im Winter, Regenmaximum wie bei e, jedoch zu allen Jahreszeiten mehr Niederschläge, Maximum der Bewölkung im Sommer

f. Minima wie bei e, Maxima der Regenhäufigkeit und Regenmenge im Hochsummer, der Bewölkung im Spätherbst

V Vorwaltende Winterregen, jedoch auch der Sommer mässig regnerisch (6-15 Regentage im Monat)

VI Alle Monate sehr regnerisch (über 15 Regentage), am meisten im Winter

VII Alle Monate regenarm (weniger als 6 Regentage) unregelmässiges Hinübergreifen spärlicher Regen aus den anstossenden Gebieten

Gebiete mit Trockenzeiten, resp. mit Monaten, deren normale Regenhäufigkeit unter 0.20 (= 6 Regentage im Monat) sinkt (Periodische Regen)

Wo nicht Bewölkung und Regenmenge gesondert erwähnt werden, ist deren jahreszeitliche Periode im Allgemeinen übereinstimmend mit jener der Regenhäufigkeit (resp. der Anzahl der Tage mit Niederschlag), welche der Darstellung der Karte vorwiegend zu Grunde gelegt ist.

Die Gebiete mit südhemisphärischen Jahreszeiten sind durch Strichelung von den analogen mit nordhemisphärischen Jahreszeiten unterschieden. Die höheren Regionen isolirter Gebürge sind aus der Betrachtung ausgeschlossen.

