

► CORNELIA LÜDECKE

Über die globale Verteilung von Luftdruck und Temperatur am Beispiel des Ersten Internationalen Polarjahres 1882/1883

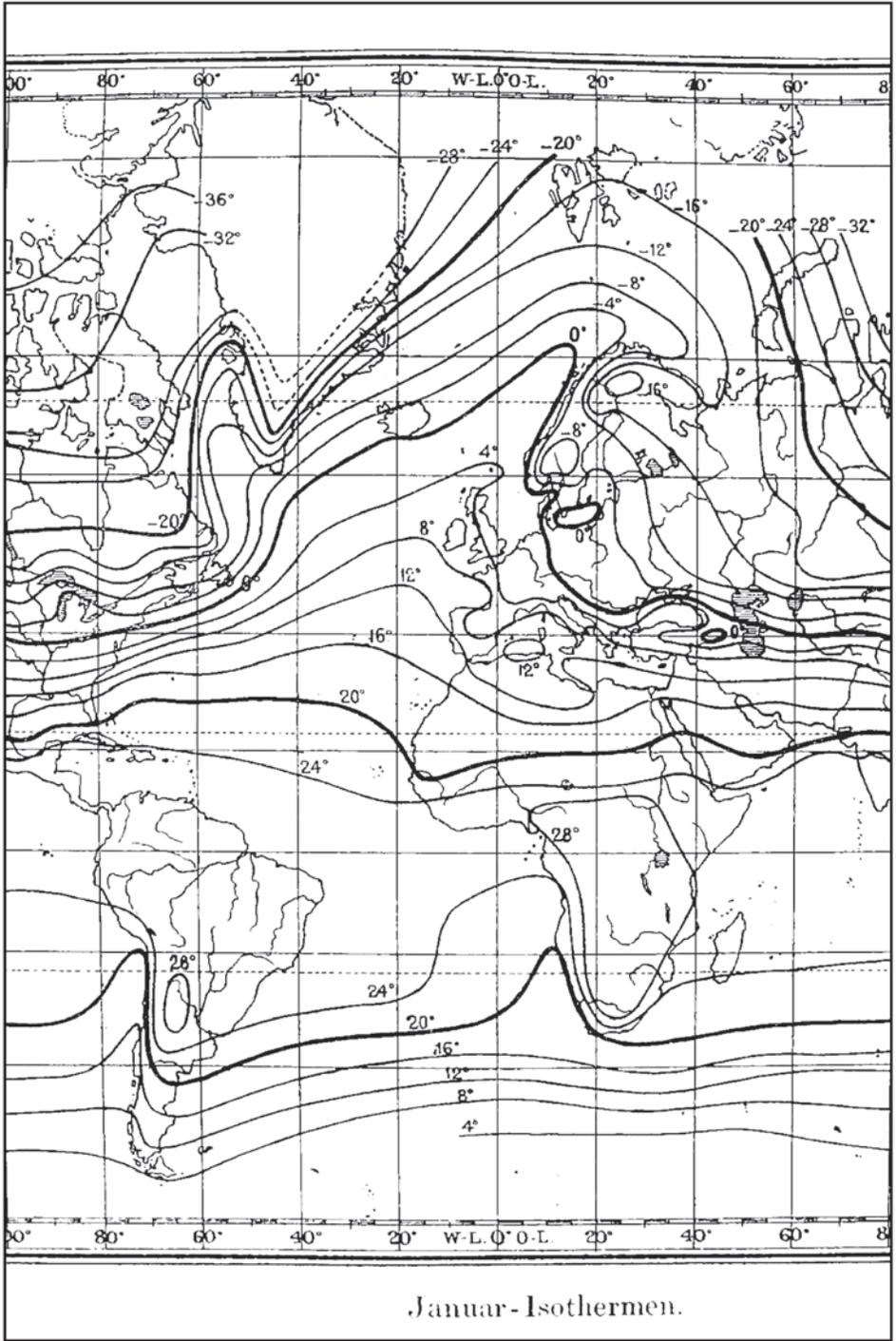
Einleitung

Bislang hatte man immer bemängelt, dass es zu keiner zusammenfassenden Analyse der meteorologischen Daten des Internationalen Polarjahres 1882/1883 gekommen sei. Damit fehlte ein wichtiges Ergebnis des Polarjahres, nämlich die Beschreibung des polaren Klimas der Arktis, denn die Ergebnisbände der beteiligten zwölf Expeditionen in die Arktis und der beiden Expeditionen nach Kap Hoorn und Südgeorgien lieferten nur die eigenen Daten, aber keine Synopsen aller meteorologischen Messungen. Dies geschah erst 1902 im Rahmen einer Dissertation in München, um für die damalige Debatte über Klimaänderungen nützliches Material bereitzustellen.

Untersuchungen zur Klimaänderung Ende des 19. Jahrhunderts

Die Debatte über die Klimaänderung war eines der großen Themen während der 66. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien 1894. Bisher standen nur Karten von Monatsisothermen und Monatsisobaren zur Verfügung, die auf langjährigen Mittelwerten von Temperatur und Luftdruck basierten.¹ In den Abbildungen 1–2 sind beispielsweise Ausschnitte aus solchen Isothermenkarten für Januar und Juli wiedergegeben. Aktuelle Monatsmittelwertkarten gab es nur auf nationaler Ebene, wie z.B. in Frankreich.² Der Weather Service der Vereinigten Staaten hatte ebenfalls über zehn Jahre (1877–1887) aktuelle Karten herausgegeben. Bei der Konstruktion der amerikanischen Karten wurde jedoch einerseits die Schwerekorrektur der Luftdruckdaten vernachlässigt und andererseits das Monatsmittel der Temperatur nicht aus dem Mittelwert von 24 Stunden berechnet, sondern aus den Terminwerten für 7 Uhr morgens (mittlere Washingtoner Zeit). Davon abgesehen lieferten diese Karten eine erste Möglichkeit, um den sich abzeichnenden Klimawandel Ende des 19. Jahrhunderts aktuell abschätzen zu können.

Während der Tagung in Wien führte der Direktor der kgl. Bayerischen Meteorologischen Centralstation in München, Fritz Erk (1857–1909), die Ursache der damals empfundenen Klimaschwankung auf mögliche Schwankungen der Sonneneinstrahlung zurück, die sich auf die allgemeine Zirkulation und die Verteilung des Luftdrucks auswirkten. Dabei sei die Wärmewirkung für die Verteilung der Hochdruckgebiete verantwortlich. Um eine Veränderung des



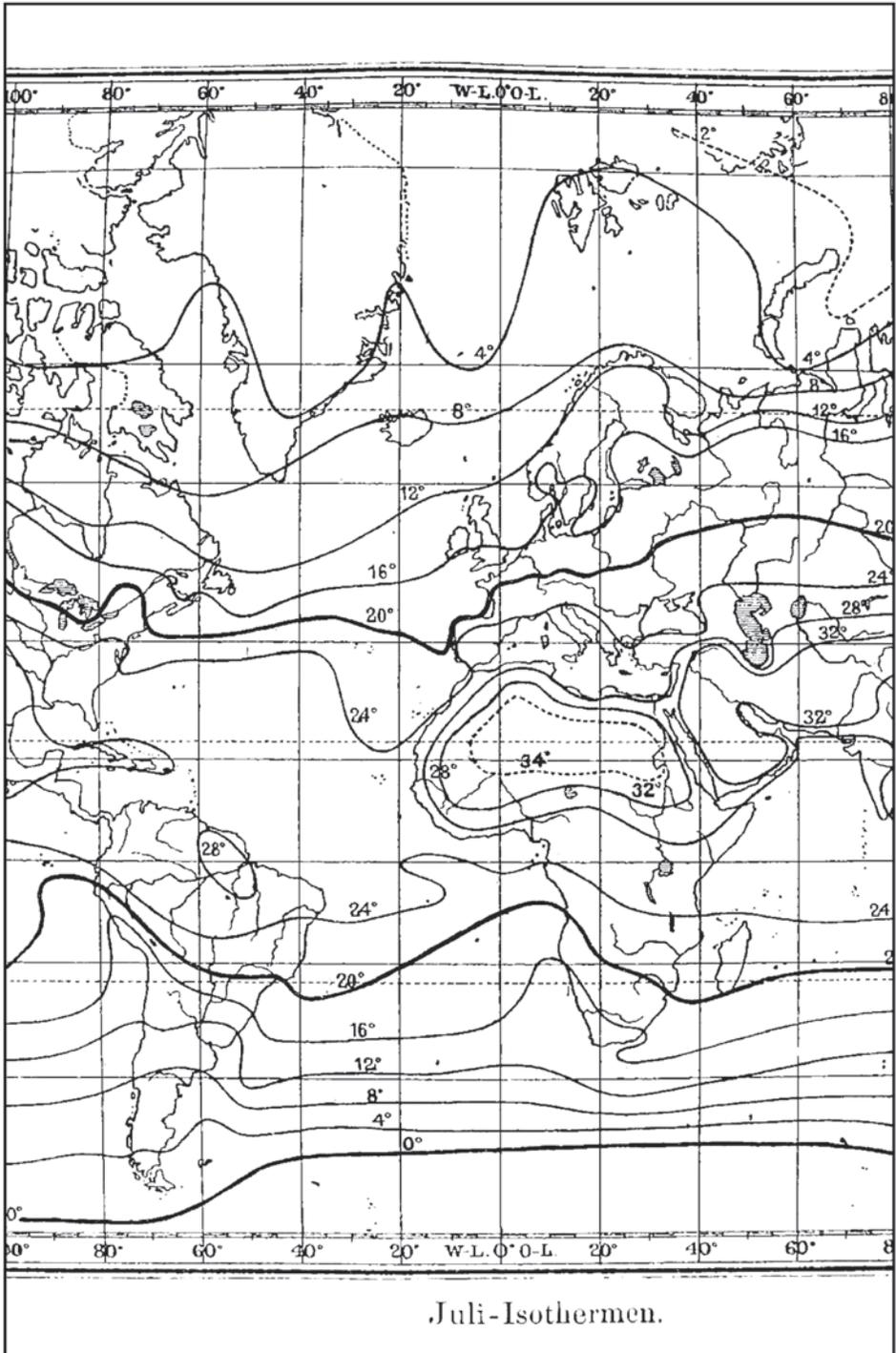


Abb. 1–2 Ausschnitte aus den mittleren Isothermenkarten für Januar und Juli. (Nach: Julius Ferdinand von Hann: Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig 1901)

Klimas nachweisen zu können, müsse *von Jahr zu Jahr die Art der Verteilung der klimatologischen Elemente auf der Erdoberfläche zur kartographischen Darstellung gebracht werden*.³ Dies berge jedoch zwei Schwierigkeiten in sich, nämlich den großen Umfang der Arbeiten und die Beschaffung der Daten aus den vergangenen Jahren. Deshalb könne die Aufgabe nur stichprobenartig durchgeführt werden. Allerdings habe schon Julius Ferdinand von Hann (1839–1921) auf die ungleichmäßige Verteilung der meteorologischen Stationen auf der Erdoberfläche sowie die ungenaue Kenntnis der Seehöhe der dort verwendeten Barometer hingewiesen.⁴

Für die Untersuchung der Klimaschwankungen erschien es nun wünschenswert, *neben monatlichen, für langjährige Mittelwerte der Temperatur und des Luftdruckes hergestellten Isothermen- und Isobarenkarten für die Erdoberfläche auch kartographische Darstellungen der Temperatur- und Luftdruckmittel von zwölf aufeinanderfolgenden Monaten zunächst eines einzelnen Jahres für die Erdoberfläche zu besitzen. ... Um eine sichere Grundlage für diese umfangreiche Arbeit zu haben, ist es in erster Linie notwendig, mit aller auf Grund des publizierten Materials erreichbaren Genauigkeit Isothermen- und Isobarenkarten von zwölf aufeinanderfolgenden Monaten eines einzelnen Jahres für die Erdoberfläche herzustellen*.⁵

Bei der Suche nach einem geeigneten Zeitraum zur Untersuchung der säkularen Klimaschwankungen bot sich die Messperiode des Internationalen Polarjahres (1882–1883) an, weil hier erstmals an zwölf Stationen in der Arktis, bei Kap Hoorn und auf Südgeorgien über zwölf Monate hinweg meteorologische Daten aufgezeichnet und publiziert worden waren, die in anderen Jahren nicht zur Verfügung standen. Die Lage der arktischen Station zeigt Abbildung 3, in der ebenfalls Isodynamen (Linien gleicher magnetischer Total-Intensität) und das magnetische Potential für 1880 angegeben sind.

Anhand der Stichprobe von Mittelwertkarten eines aktuellen Jahres sollte nun der mittlere Zustand der Atmosphäre beispielhaft beschrieben werden. Man erhoffte sich von dieser »Case Study«, die Breitenverschiebung von Hochdruckgebieten bzw. die Nord-Süd-Verschiebung von Tiefdruckgebieten untersuchen zu können. Der Weg bis zur Polarfronttheorie war damals noch weit.

Die Rolle der kgl. Bayerischen Meteorologischen Centralstation in München

Erk war während der Vorbereitungsphase für das (Erste) Internationale Polarjahr im Oktober 1881 unter dem Gründungsdirektor der Centralstation, Prof. Johann Friedrich Wilhelm von Bezold (1837–1907), als Assistent eingestellt worden. Bezold war damals Mitglied der deutschen Polarjahrskommission, so dass man annehmen kann, dass auch an der Centralstation über die Aufgaben des Polarjahres und die Aussendung der deutschen Expeditionen nach Cumberland Sund auf Baffin Island (Ostkanada; Abb. 3) und nach Südgeorgien diskutiert wurde. 1883 promovierte Erk an der Ludwig-Maximilians-Universität über »Die Bestimmung der Tagesmittel der Temperatur«. Als Bezold zum 1. Oktober 1885 nach Berlin ging, um den Direktorenposten des Preußischen Meteorologischen Instituts anzutreten, wurde Erk unter dessen Nachfolger Carl Lang (1849–1893) zum Adjunkt befördert. 1887 habilitierte er sich mit »Zwei Studien über die Anwendung einer räumlich-geometrischen Darstellung auf Probleme der Meteorologie«.

Im August 1891 nahm sich Erk der ehrenvollen Aufgabe an, in München die erste Konferenz der Direktoren meteorologischer Dienste zu organisieren, zu der auch Bezold aus Berlin angereist kam (Abb. 4). Erst während dieser Konferenz wurde beschlossen, spätestens ab 1901 die Barometerstände weltweit auf Normalschwere zu reduzieren.⁶ Außerdem wurde es als höchst wünschenswert angesehen, die Beobachtungen zu den gebräuchlichsten Stunden (7 Uhr, 14 Uhr und 21 Uhr, entsprechend den Mannheimer Stunden, die 1780 von der Societas Meteorologica Palatina eingeführt worden waren) zu koordinieren.⁷ Damit hing der Wunsch zusammen, die

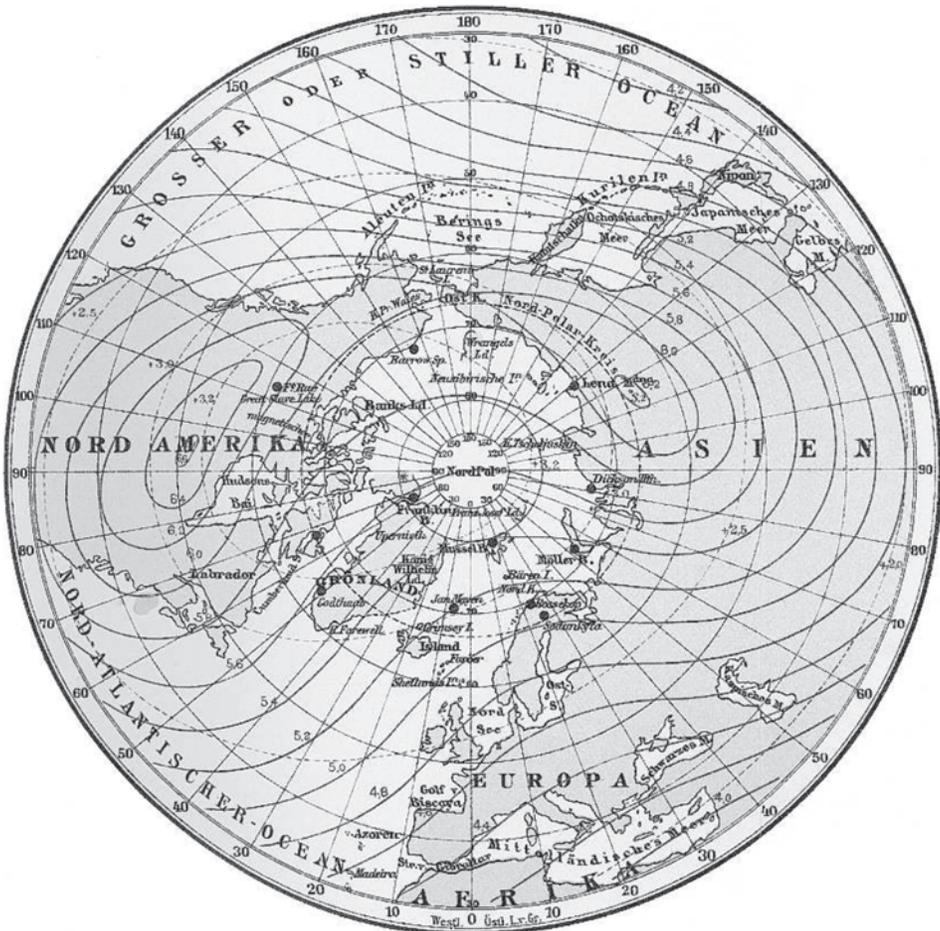


Abb. 3 Verteilung der Stationen im Messnetz um den Arktischen Ozean während des Ersten Internationalen Polarjahres: Isodynamen (—) und magnetisches Potential (-----) für 1880; * = Nordlichtpunkt. (Aus: Georg von Neumayer: Auf zum Südpol! 45 Jahre Wirkens zur Förderung der Erforschung der Südpolarregion 1855–1900. Berlin 1901, Tf. II)

*Art und Weise, wie die Tagesmittel in den verschiedenen meteorologischen Systemen berechnet worden sind, in den jeweiligen Jahrbüchern genau zu beschreiben mit Angabe der Methode und der benützten Coeffizienten.*⁸

Als Lang 1893 überraschend starb, wurde Erk Direktor der Meteorologischen Centralstation. 1901 folgte schließlich die Ernennung zum Prof. honoris causa an der Ludwig-Maximilians-Universität. Nun betätigte er sich neben den Vorlesungen auch als Doktorvater. Vor dem Hintergrund der Münchener Meteorologenkonferenz formulierte er ein Promotionsprojekt für den Lehramtskandidaten Sebald Bernhard Ehrhart (geb. 1871), der Anfang 1898 als Assistent an der Centralstation angefangen hatte und am 1. März 1900 zum Adjunkt aufgestiegen war. Die Themenstellung lautete: *Es sind Isothermen- und Isobarenkarten der zwölf aufeinanderfolgenden Monate des Polarjahres September 1882 mit August 1883 für die Erdoberfläche so zuverlässig, als es das publizierte Material gestattet, herzustellen.*⁹ Durch Bezolds Mitgliedschaft in der Polarkommission lagen alle Ergebnisbände des Ersten Polarjahres in der Bibliothek der Central-



Abb. 4 Teilnehmer der ersten Konferenz der Direktoren der Meteorologischen Dienste in München 1891: Erk (ganz links), Neumayer (1. Reihe, 2. von rechts), Bezold (1. Reihe, 1. von rechts). (Aus: Howard Daniel: One Hundred Years of International Cooperation in Meteorology [1873–1973]. A Historical Review. [= WMO Series, no. 345]. Geneva 1973, S. 15)

station in München vor; weitere Daten standen in Form von Wetterkarten und Einzelveröffentlichungen in meteorologischen Zeitschriften vor Ort zur Verfügung. Damit boten sich optimale Bedingungen, die gepaart waren mit Erks eigenen profunden Kenntnissen.

Ehrharts »Case Study«

Zunächst mussten Kriterien festgelegt werden, nach denen weltweite Stationen zur Bestimmung der aktuellen Monatsmittel ausgewählt werden sollten. Lage und Güte der Beobachtungen sowie die gleichmäßige Verteilung auf der Erdoberfläche und die Stationsdichte in den einzelnen Ländern bedingten die Vorauswahl. Für die Bestimmung der Isobaren wurden Stationen mit einer Ortshöhe von über 600 m ausgeschlossen, jedoch für die Bestimmung der Isothermen berücksichtigt, falls keine anderen Stationen in der jeweiligen Region, wie z.B. im Westen der Vereinigten Staaten, zur Verfügung standen. Schließlich wählte Ehrhart insgesamt 924 Temperatur- bzw. 655 Luftdruckstationen aus, von denen 799 bzw. 581 auf der Nordhalbkugel sowie 125 bzw. 74 auf der Südhalbkugel lagen und miteinander vergleichbare Daten lieferten. Hinzu kamen noch 101 Punkte mit Temperatur- und Druckdaten des nördlichen Atlantischen Ozeans.

Nachdem der Beobachtungszeitpunkt der einzelnen Stationen bislang auf internationaler Ebene noch gar nicht koordiniert, sondern von nationalen Gesichtspunkten geprägt war, wurden auch die Tagesmittel sehr unterschiedlich berechnet. So musste sich Ehrhart der Mühe unterziehen, die Temperaturmittel unter Verwendung aktueller, für die Messperiode bestimmter Korrekturgrößen aus zwei bis fünf Messungen (vormittags, mittags, abends, Maximum- und Minimumtemperatur des Tages) auf wahre oder 24-Stunden-Mittel umzurechnen. Neben der einfachen Mittelwertbildung aus 6, 7, 8, 12 oder 24 Beobachtungen pro Tag entwickelte er

39 verschiedene Gleichungen, die auf die speziellen Landesbedingungen abgestimmt waren. Die 101 Temperaturmesspunkte in den »ozeanischen Vierecken« im Atlantischen Ozean hatte Ehrhart den »Bulletins of International Meteorology« entnommen. Sie bezogen sich auf den 7 Uhr Frühtermin Washingtoner Zeit, entsprechend 12 Uhr mittags in Greenwich. Die Reduktion der Daten orientierte sich zum Teil an den Monatsmitteln nahegelegener kontinentaler Stationen bzw. es waren Interpolationen. Die so berechneten Tagesmittel der Temperatur mussten anschließend noch auf Meeressniveau reduziert werden, wobei ein einheitlicher Temperaturgradient von $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ pro 100 m verwendet wurde, wie es Hann in seinem »Lehrbuch für Meteorologie« angegeben hatte.¹⁰

Die Bestimmung der Luftdruckmittel war wegen der geringeren Variation wesentlich einfacher. Ehrhart rechnete die Messwerte nicht in wahre Tagesmittel um, sondern brachte nur die Instrumentenkorrektur an, soweit dies noch nicht geschehen war. Dabei benutzte er ausschließlich Daten, die mit einem Quecksilberbarometer gemessen bzw. auf ein solches reduziert worden waren. Daraus berechnete er die Luftdruckmittel auf Meereshöhe gemäß der von Hann angegebenen Formel, die auch den Einfluss der Luftfeuchtigkeit berücksichtigte.¹¹ Abschließend führte Ehrhart die Korrektur auf die Normalschwere am 45° Breitengrad für das Jahresmittel des Luftdrucks durch. Dies ergab eine konstante Schwerekorrektur für alle Luftdruckmittelwerte einer Station.

Mit den auf diese Weise berechneten homogenen Tagesmittelwerten konstruierte Ehrhart insgesamt 24 Monatsmittelwertkarten und zwei Jahresmittelkarten, jeweils die Hälfte für die globale Luftdruck- bzw. die Temperaturverteilung. Die erste Version bestand aus einer Mercatordarstellung im Äquatorialmaßstab 1:35 Millionen. Ehrhart verwendete dafür die von E. Debbes entworfene Umrisskarte der Erde in der Größe 80 cm x 120 cm, in der er die Isolinien möglichst genau interpolierte. Dann übertrug er die erhaltenen Isolinien in kleinere Mercatorkarten, die den Vollkarten aus Hanns »Atlas der Meteorologie« entsprachen. Des Weiteren reichte er für seine Dissertation 24 Monatsmittelwertkarten und zwei Jahresmittelkarten als flächentreue Zirkumpolardarstellungen der Nordhemisphäre ein, in denen sich der Radius des zugrunde gelegten Globuses zum Erdhalbmesser verhielt wie 1:50 Millionen. Der Abstand der Isobaren betrug in allen Karten 2 mmHg und jener der Isothermen $2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Als Quellen dienten ihm vor allem die Ergebnisse der Polarexpeditionen, Jahrbücher der meteorologischen Zentralstationen, Monographien einzelner magnetischer und meteorologischer Observatorien sowie Dissertationen. Außerdem wertete er Beobachtungsergebnisse ausländischer Stationen aus, die in der »Meteorologischen Zeitschrift« veröffentlicht wurden bzw. in Einzelfällen auch in den Zeitschriften anderer meteorologischer Gesellschaften. Als besonders ergiebige Quelle außereuropäischer Daten erwiesen sich die »Meteorological Observations at the Foreign and Colonial Stations of the Royal Engineers and the Army Medical Department 1852–1886«. Die Datenlage auf der Südhalbkugel war bedauerlicherweise recht spärlich: Im Rahmen des Polarjahres konnte neben der deutschen Station auf Südgeorgien (siehe Abb. 5) nur noch die französische Station in der Orange Bay am Kap Hoorn zuverlässige Beobachtungsergebnisse aus dem tiefsten Süden beitragen.

Der Direktor der Deutschen Seewarte in Hamburg, Georg von Neumayer (1826–1909), der einer der beiden maßgeblichen Initiatoren des Ersten Internationalen Polarjahres war, hatte damals vor, aus Schiffsbeobachtungen und Landstationen synoptische Wetterkarten für den Südatlantik anzufertigen.¹² Mangels ausreichender Datenmenge musste das Projekt jedoch scheitern. Anderenfalls hätten diese Karten eine wunderbare Ergänzung zu Ehrharts Monatsmittelkarten geliefert.

Tatsächlicher Gang der Temperatur, des Luftdruckes, der Windgeschwindigkeit u. der Bewölkung.
Süd-Georgien 1882-83.

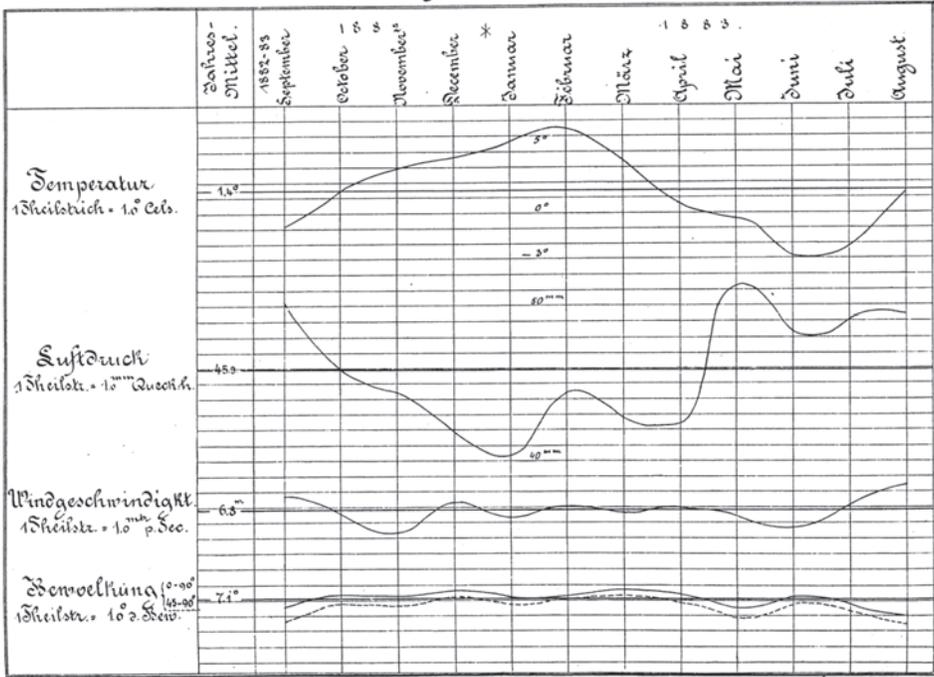


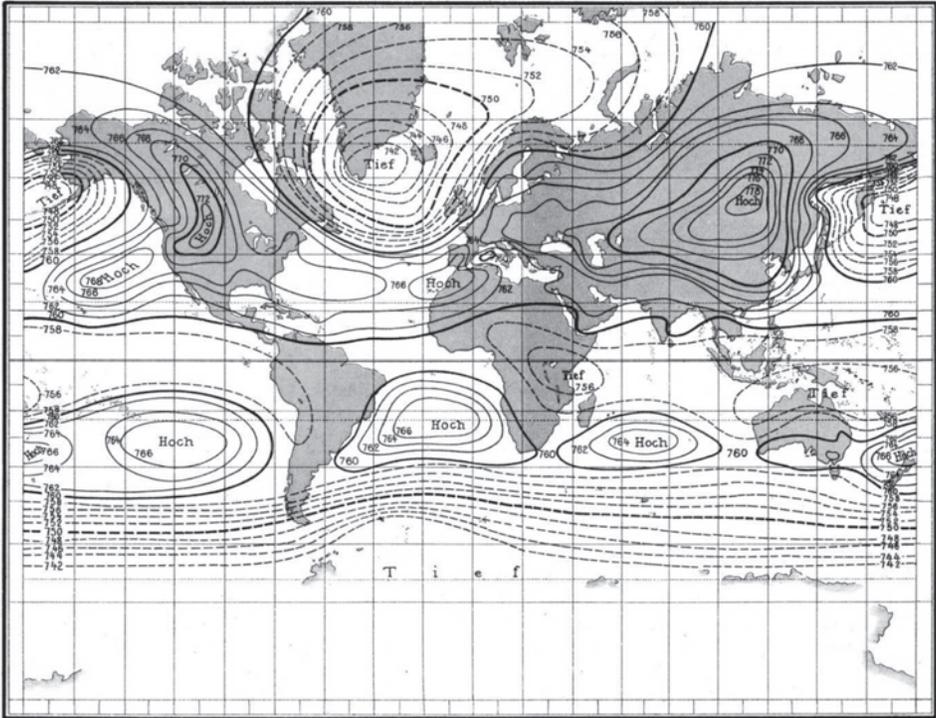
Abb. 5 Meteorologische Daten von September 1882 bis August 1883 und Jahresmittelwerte von Südgeorgien (54°31'S 36°00'W). (Aus: Georg von Neumayer und Carl Börgen [Hrsg.]: Die internationale Polarforschung 1882–1883. Die Beobachtungs-Ergebnisse der deutschen Stationen. Bd. 2: Süd-Georgien und das magnetische Observatorium der Kaiserlichen Marine in Wilhelmshaven. Berlin 1886)

Ergebnisse

Anhand seiner Karten bestätigte Ehrhart Hanns Feststellung, dass die Monate Januar und Juli die größten Gegensätze im Jahr bildeten.¹³ Die dazwischen liegenden Monate zeigten entsprechende graduelle Übergänge. In seiner Analyse stellte Ehrhart fest, dass in Nordwesteuropa der Monat Februar 1884 wesentlich wärmer und der Monat März 1883 erheblich kälter waren, als es die langjährigen Mittelwertkarten andeuteten. Diese Verhältnisse wurden durch die Luftdruckkarten gestützt, die im Februar ein besonders tiefes Luftdruckgebiet von 740 mmHg (986 hPa) – statt im Mittel 752 mmHg (1002 hPa) – über dem Nordatlantik zeigten, so dass warme ozeanische Luft aus Süden nach Westeuropa herangeführt wurde. Außerdem fehlte das üblicherweise im nördlichen Pazifik (Beringmeer) angesiedelte Tiefdruckgebiet von ebenfalls 752 mmHg (1002 hPa), denn hier lag im Februar 1883 ein Hoch von rund 772 mmHg (1029 hPa); d.h. die Abweichung des aktuellen Monatsmittels vom langjährigen Mittel betrug 20 mmHg (26,7 hPa). Im März waren die Verhältnisse umgekehrt. Im Nordatlantik lag ein Hoch statt dem üblichen Tief, das nun über Nordwesteuropa seinen Platz eingenommen hatte.

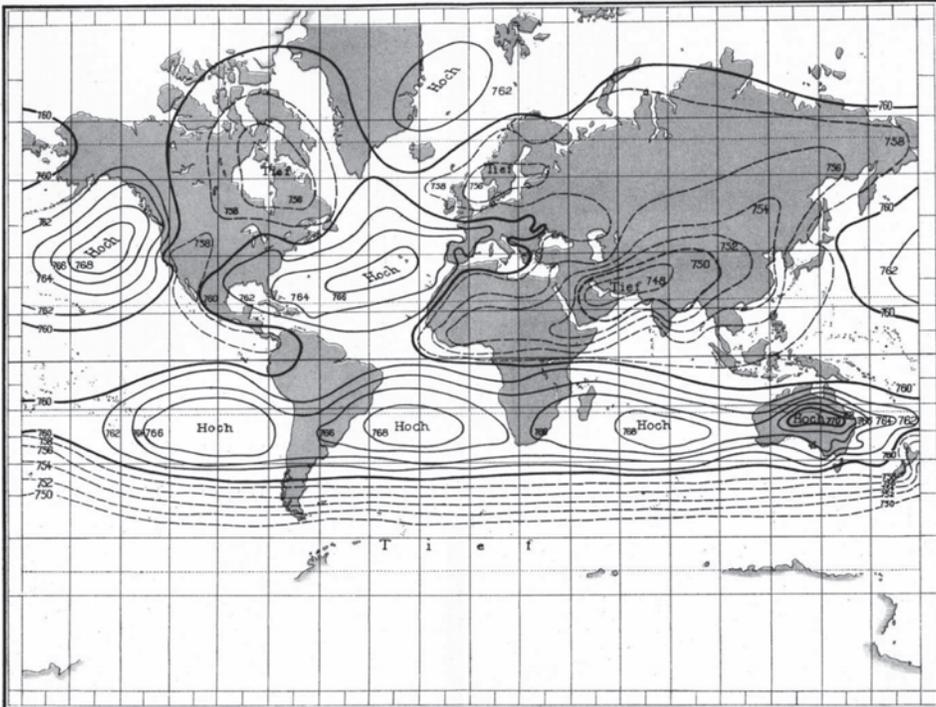
Rechts: Abb. 6–7 Isobaren für Januar 1883 und Juli 1883. (Aus: Sebald Bernhard Ehrhart: Die Verteilung der Temperatur und des Luftdruckes auf der Erdoberfläche im Polarjahre 1882/1883. Stuttgart 1902)

Jsobaren in Januar 1883.



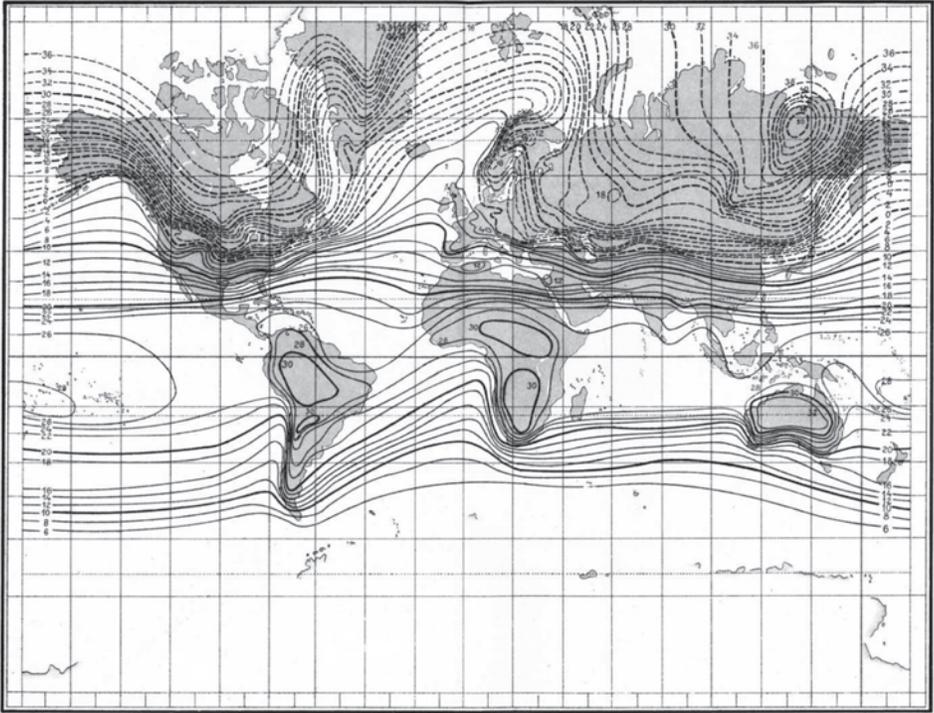
Lith. Anst. v. Robert Krieger, München.

Jsobaren im Juli 1883.

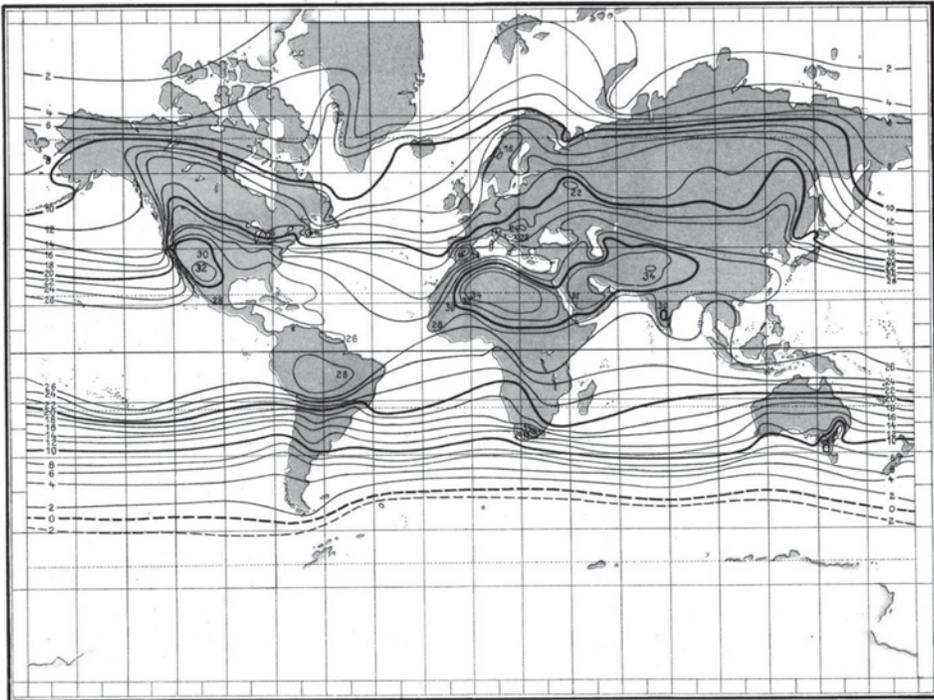


Lith. Anst. v. Robert Krieger, München.

Jsothermen im Januar 1883.



Jsothermen im Juli 1883.



Dadurch wurde aus den höheren Breiten kalte Luft nach Süden transportiert. Leider konnte Ehrhart in seiner Dissertation nur die Mercatordarstellung der Isobaren (Abb. 6) und Isothermen (Abb. 7) für Januar und Juli veröffentlichen.

Ehrhart folgerte aus seinen Karten, dass *das Mass der Abweichungen [...] aber nur für ein bestimmtes Gebiet durch den Vergleich der aktuellen Karten mit den langjährigen nur im Maximum festgesetzt werden könne*.¹⁴ Die Zusammenschau seiner Karten bestätigte das aus den langjährigen Monatskarten abgeleitete Gesetz, *dass die Isobaren eines Monats von den Isothermen desselben Monats insofern abhängig sind, als hohe Temperatur über einer Gegend die Bildung eines barometrischen Minimums über ihr begünstigt, und dass umgekehrt barometrische Maxima die Neigung haben, in der Nähe jener aufzutreten, wo die Temperatur niedrig ist*.¹⁵ Ergänzend leitete Ehrhart aus seinen Karten ein weiteres Gesetz ab: *Die Temperaturkarten eines Monats nehmen wesentlichen Einfluss auf die Luftdruckkarten des folgenden Monats*.¹⁶

Folglich schlug Ehrhart vor, die Abweichung aktueller Isobaren und Isothermen von den jeweiligen langjährigen Monatsmitteln als sogenannte thermische bzw. barische Isametralen zu zeichnen. Dabei müsste jedoch zunächst die Periode, z.B. die Brücknersche Klimaperiode von 35 Jahren, festgelegt werden, auf die sich das langjährige Mittel, d.h. der Normalwert, bezöge. Als Hauptschwierigkeit bezeichnete Ehrhart jedoch den damit verbundenen Arbeitsaufwand, der nur durch eine internationale Kooperation, d.h. entsprechende Mittelwertbildungen durch die meteorologischen Landesinstitute, zu bewältigen sei. Durch die Fortschritte der Telegraphie könnten die Ergebnisse monatlich rasch gesammelt und gleich weiterverarbeitet werden. In Ehrharts Zukunftsvision sollte jedes Landesinstitut in der Lage sein, mit den telegraphischen Informationen nicht nur die täglichen Wetterkarten zu zeichnen, sondern auch die aktuellen Monatsmittelwertkarten. Mit Hilfe der aktuellen Isametralenkarten könnten schließlich seiner Meinung nach die Ursachen der säkularen Klimaschwankung studiert werden.

Obwohl die aktuellen Karten des Polarjahres laut Ehrhart noch keinen Rückschluss auf die Ursachen der säkularen Klimaschwankungen ermöglichten, würden sie doch zum Ziel führen, denn sie belegten die von der Sonne verursachte jährliche Wanderung der beiden subtropischen Hochdruckgürtel nach Norden und Süden. Dabei würde die Veränderung der solaren Verhältnisse, wie sie damals z.B. im Auftreten der Sonnenflecken gesehen wurde, ebenfalls eine Rolle spielen. Für eine detaillierte Untersuchung der Ursachen müssten aber wesentlich mehr Jahrgänge von aktuellen Monatsmittelwertkarten zur Verfügung stehen. Insbesondere waren für detaillierte Studien vor allem mehr Schiffsbeobachtungen aus dem Subtropengürtel notwendig.

Ausblick

Leider schied Ehrhart Ende 1903 aus der Centralstation aus, da sich für ihn keine Aufstiegsmöglichkeiten ergeben hatten. Dadurch musste die Fortsetzung seiner Forschungen unterbleiben. Offenbar verdiente er nun sein Geld als Lehrer, denn eine weitere Veröffentlichung von ihm konnte nicht aufgefunden werden. Seine selbstverständlich in deutscher Sprache verfasste Dissertation hatte als sprichwörtlich »graue Literatur« – die Vorder- und Rückseite sind blaugrau gefasst – keine internationale Verbreitung gefunden und ist somit heute völlig unbekannt.

Die Weiterentwicklung der Meteorologie Anfang des 20. Jahrhunderts fand in Form der

Links: Abb. 8–9 Isothermen für Januar 1883 und Juli 1883. (Aus: Sebald Bernhard Ehrhart: Die Verteilung der Temperatur und des Luftdruckes auf der Erdoberfläche im Polarjahre 1882/1883. Stuttgart 1902)

Untersuchung der höheren Luftschichten statt. Als Ehrhart an seiner Dissertation arbeitete, wurden gerade die aerologischen Messmethoden entwickelt und nach der Jahrhundertwende in Lindenberg bei Berlin und in Großborstel (Hamburg) perfektioniert. Schon Erk hatte als Reserveoffizier der kgl. bayerischen Luftschifferabteilung viele wissenschaftliche Ballonfahrten ausgeführt. Die Entdeckung der Troposphäre im Jahr 1902 und die Entwicklung der Polarfronttheorie nach dem Ersten Weltkrieg lenkten den Forschungsschwerpunkt zunächst in andere, sozusagen höhere Bahnen. Als nach dem Zweiten Weltkrieg die elektronischen Rechenmaschinen schrittweise die Durchführung langwieriger Berechnungen erlaubten, konnte man sich mit neuen Methoden wieder der Ursachenforschung der Klimaschwankungen oder – wie es heutzutage heißt – der Klimaänderung widmen.

Erst Ende 2006, über 100 Jahre nach Ehrharts Dissertation, wurde eine Arbeit publiziert, die sich im Rahmen der Klimaforschung wieder mit den Daten des Ersten Polarjahres beschäftigte.¹⁷ Die erneute Auswertung unter heutigen Gesichtspunkten belegt sehr schön, dass während des Ersten Polarjahres die Nordatlantische Oszillation sehr ausgeprägt war und erheblich zur Klimavariabilität beigetragen hat. Dies hatte schon Ehrhart angedeutet.

Literatur:

- Daniel, Howard: One Hundred Years of International Co-operation in Meteorology (1873–1973). A Historical Review. (= WMO Series, no. 345). Geneva 1973.
- Ehrhart, Sebald Bernhard: Die Verteilung der Temperatur und des Luftdruckes auf der Erdoberfläche im Polarjahre 1882/1883. Inauguraldissertation. Stuttgart 1902.
- Hann, Julius Ferdinand von: Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig 1901.
- Neumayer, Georg von: Auf zum Südpol! 45 Jahre Wirkens zur Förderung der Erforschung der Südpolarregion 1855–1900. Berlin 1901.
- Neumayer, Georg von, und Börgen, Carl (Hrsg.): Die internationale Polarforschung 1882–1883. Die Beobachtungsergebnisse der deutschen Stationen. Bd. 2: Süd-Georgien und das magnetische Observatorium der Kaiserlichen Marine in Wilhelmshaven. Berlin 1886.
- Schröder, Wilfried, und Wiederkehr, Karl Heinrich: Über synoptische Wetterkarten des Südatlantik im Ersten Polarjahr und die Beziehungen der Deutschen Seewarte zu Wissenschaftlern in Argentinien. In: Meteorologische Zeitschrift, N.F. 3(6), 1994, S. 337–343.
- Wild, H.: Zusammenstellung der Beschlüsse der Internationalen Meteorologen-Conferenzen von der Conferenz in Leipzig, August 1872, bis und mit der Conferenz in München, August 1891. In: Repertorium für Meteorologie 14(10), 1893.
- Wood, Kevin R., and Overland, James E.: Climate Lessons from the First International Polar Year. In: Bulletin of the American Meteorological Society 87(12), 2006, S. 1685–1697.

Für biographische Angaben zu Bezold und Erk siehe: Hoffmann, Dieter et al. (Hrsg.): Lexikon der bedeutenden Naturwissenschaftler. 3 Bde. München, Heidelberg 2003–2004, hier Bd. 1.

Für weitere Angaben zu Ehrhart und zur kgl. Bayerischen Meteorologischen Centralstation in München siehe: Beobachtungen der Meteorologischen Stationen im Königreich Bayern, Bd. 13, 1891; Bd. 20, 1898; Bd. 22, 1900; Bd. 24, 1902; Bd. 25, 1903. München.

Anmerkungen:

- 1 Hann 1901, S. 139.
- 2 Ehrhart 1902, S. 6ff.
- 3 Ebd., S. 10.
- 4 Hann 1901, S. 169.
- 5 Ehrhart 1902, S. 12.
- 6 Wild 1893, S. 8.
- 7 Ebd., S. 28.
- 8 Ebd., S. 31.
- 9 Ehrhart 1902, S. 13.
- 10 Hann 1901, S. 139.
- 11 Ehrhart 1902, S. 18.
- 12 Schröder/Wiederkehr 1994.
- 13 Hann 1901, S. 140f.; Ehrhart 1902, S. 21ff.
- 14 Ehrhart 1902, S. 23.
- 15 Ebd.

16 Ebd., S. 24.

17 Wood/Overland 2006.

On the Global Distribution of Air Pressure and Temperature as Determined by the First International Polar Year 1882/83

Summary

It has frequently been pointed out that no comprehensive analysis of the meteorological data recorded during the International Polar Year 1882/83 has ever been carried out. An important result – namely a general description of the Arctic climate – was thus missing, since the records of the twelve participating Arctic expeditions as well as the two expeditions to Cape Horn and Southern Georgia in the southern hemisphere supplied only the measurements taken.

At the 1894 conference of the Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte (GDNÄ; Society of German Naturalists and Physicians) in Vienna, a debate on the climate change taking place in that period was initiated. Within that framework, a means of estimating the climate change was sought. Until then, only the isotherm and isobar maps for the months of January and July were published on a regular basis, data based on temperature and pressure averages calculated over many years. Now the attempt was to be made to draw up the average maps of a current year as a basis for a representative description of the average state of the atmosphere. It was hoped that these maps would provide an aid for investigating the latitudinal shifts of high pressure areas as well as the north-south shifts of low pressure areas.

Fritz Erk (1857–1909), director of the Königliche Bayerische Meteorologische Centralstation (Royal Bavarian Central Meteorological Station) in Munich at the time, developed a project to this end which was carried out by a member of his staff, research assistant Sebald Bernhard Ehrhart (1871–?). In the position of assistant to the founding director of the Centralstation, Wilhelm von Bezold (1837–1907), Erk had written his doctoral dissertation on “Determining the Daily Temperature Average”. Now he proved to be the ideal doctoral supervisor. The first step was to find a point in time in which as much data as possible was available. The First International Polar Year was a favourable choice, since an especially large number of measurements had been recorded in the polar regions between September 1882 and August 1883. Thanks to Bezold, who was a member of the German Polar Year Commission, all of the data gathered during the first Polar Year was available at the Centralstation. Ehrhart also had further information at his disposal in the form of weather charts and articles published in meteorological journals.

Ehrhart proceeded by using special criteria to select 924/655 stations, of which 799/581 in the northern hemisphere and 125/74 in the southern supplied comparable temperature / air pressure data, respectively. He moreover had measurements of both values taken at 191 points in the North Atlantic ocean. Ehrhart achieved the necessary standardization of the data with the aid of 39 different equations for the calculation of daily averages, adapted to the varying measurement times in the different countries. The daily averages served as the basis for 26 monthly average maps, which he drew both in Mercator projection as well as in equal-area circumpolar projection. The intervals between the isobars measured 2 mmHg, between the isotherms 2 °C.

Ehrhart obtained his doctorate in 1902 with this study, but published only Mercator charts with average isobars and isotherms for January and July of 1883. For an evaluation of the climate development, the Polar Year charts suggest that the air pressure conditions are often directly related to the temperature conditions of the previous month. For an assessment of the secular climate change, further series of monthly average maps following Ehrhart's would have been useful. Unfortunately his dissertation, written in German and an example of the proverbial "grey literature" – the jacket of the little booklet is grey – was not internationally circulated, and is today entirely unknown both in Germany and abroad.

De la répartition globale de la pression atmosphérique et de la température, d'après l'exemple de la première Année polaire internationale de 1882/1883

Résumé

Jusqu'à présent, l'inexistence d'une analyse récapitulative des données météorologiques de l'année polaire internationale de 1882–1883 a toujours été critiquée. Il manquait ainsi un résultat important, c'est-à-dire la description générale du climat polaire de l'Arctique, car les recueils de résultats des douze expéditions participantes et des deux expéditions au cap Horn et en Géorgie du Sud dans l'hémisphère sud ne livrèrent que les données relevées.

Tandis que lors du congrès de la *Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte* (Société de naturalistes et de médecins allemands) à Vienne en 1894, un débat fut lancé sur le changement climatique de l'époque, on cherchait une possibilité d'estimation actuelle de ce changement climatique. Jusque-là, seules paraissaient, généralement de janvier à juillet, des cartes isothermes et isobares mensuelles, basées sur les moyennes de température et de pression relevées durant de longues années. À présent, des cartes de moyennes d'une année actuelle, à titre d'essai, devraient être établies afin de pouvoir décrire l'état moyen de l'atmosphère de manière exemplaire. On espérait, grâce à l'aide de ces cartes, pouvoir analyser le déplacement de zones de haute pression ou le déplacement nord-sud des zones de basse pression.

Le directeur de la *Königliche Bayerische Meteorologische Centralstation* (Station centrale royale de météorologie de Bavière) de l'époque, Fritz Erk (1857–1909), développa un projet dans ce sens-là, qui fut exécuté par son collègue et adjoint, Sebald Bernhard Ehrhart (né 1871). Erk, de son côté, avait passé sa thèse en tant qu'assistant à la Centralstation sous le directeur et fondateur, Wilhelm von Bezold (1837–1907), sur « La détermination de la moyenne journalière de la température » et s'avéra être à présent un directeur de thèse idéal. Il fallait tout d'abord trouver une période à laquelle correspondait un maximum de données. Pour cela s'offrait la première Année polaire internationale, durant laquelle de septembre 1882 à août 1883 de nombreuses données avaient été relevées dans les régions polaires. Grâce à Bezold, qui était membre de la commission polaire allemande, tous les recueils de résultats de la première année polaire étaient disponibles sur place. D'autres données, sous forme de cartes météorologiques et de parutions isolées dans des revues météorologiques, étaient également disponibles.

Ehrhart choisit selon des critères particuliers en tout 924 stations ou 655 parmi lesquelles 799, respectivement 581 sur l'hémisphère nord et 125, respectivement 74 sur l'hémisphère sud, livraient des données comparables de température ou de pression atmosphérique. S'y ajoutèrent encore 101 points avec les deux relevés de l'océan Atlantique nord. À l'aide de 39 équations différentes pour le calcul de valeurs moyennes journalières, qui concordaient aux heures des relevés différentes de pays à pays, Ehrhart réussit à atteindre l'uniformisation nécessaire des données. Avec ces moyennes journalières, il constitua 26 cartes de moyennes mensuelles, qu'il

dessina aussi bien sous forme de cartes de Mercator que comme représentations circumpolaires équivalentes. L'écart entre les isobares était de 2 mmHg et les isothermes, de 2 °C.

Avec ce travail, Ehrhart passa sa thèse en 1902, n'éditant toutefois que des cartes de Mercator avec des isobares et isothermes moyens pour janvier 1883 et juillet 1883. Pour juger du développement climatique, les cartes de l'année polaire indiquaient que les rapports de pression atmosphérique dépendaient souvent des rapports de température du mois précédent. Selon Ehrhart, pour juger du changement climatique séculaire, il aurait été nécessaire d'avoir d'autres séries de cartes de moyennes mensuelles. Malheureusement, sa dissertation rédigée en allemand est restée, au sens propre comme au sens figuré, une « littérature grise » (la reliure du petit cahier est grise) ne rencontrant pas de propagation internationale, et il n'y a pas qu'à l'étranger qu'elle est ainsi totalement inconnue aujourd'hui.