

Deutsche Meteorologische Gesellschaft (DMG)

Fachausschuß Geschichte der Meteorologie (FAGEM)

Tagung 2003

**„Die Entwicklung der Meteorologie
im 19. Jahrhundert“**

**[Development of meteorology
during the 19th century]**

Zusammenfassung der Vorträge

[Booklet of abstracts]

**25. September 2003
Wissenschaftspark Albert Einstein
Telegraphenberg, Potsdam
Germany**

Der Fachausschuß „Geschichte der Meteorologie“ der DMG hatte seine konstituierende Sitzung während seiner ersten Tagung im Kloster Andechs im März 1997. Ein Großteil der Beiträge sind danach in einem Sammelheft der Meteorologischen Zeitschrift erschienen (Meteorol. Z., N.F. **6**, Heft 6, 1997, S. 239-307).

Die 100-Jahr-Feier der Wetterstation (früher Observatorium) auf der Zugspitze am 18. Juli 2000 diente als Anlaß mit einer zweiten internationalen Tagung die Rolle zu beleuchten, die Observatorien, im Hochgebirge wie im Flachland, bei der Entwicklung der Meteorologie als Wissenschaft im deutschsprachigen Raum seit mehr als hundert Jahren spielen.

Die dritte Tagung von FAGEM befasste sich mit der Rolle von Internationaler Zusammenarbeit in der meteorologischen Forschung vom 19. Jahrhundert bis in die Gegenwart. Im bewährten Format (Nachmittag und folgender Vormittag mit einem gemeinsamen Abendessen dazwischen) wurden sieben Vorträge am 26. und 27. September 2002 im Physikalischen Institut der Universität Leipzig präsentiert.

Dieses Heft vereinigt die ausführlichen Zusammenfassungen der sechs Vorträge, die auf der vierten FAGEM Tagung am 25. September 2003 in Potsdam gehalten werden. Diese Veranstaltung auf dem traditionsreichen Telegraphenberg (heute auch ‚Wissenschaftspark Albert Einstein‘ genannt) schließt sich an die 6. Deutsche Klimatagung an und endet mit einer Mitgliederversammlung einschließlich Neuwahl des FAGEM Vorstands.

Herausgeber: Cornelia Lüdecke (Univ.Hamburg) und Hans Volkert (DLR-IPA)
Layout: Hans Volkert

Hergestellt mit Unterstützung des Deutschen Zentrums für Luft-und Raumfahrt (DLR),
Geschäftsführung Oberpfaffenhofen und Institut für Physik der Atmosphäre (IPA)

Programm (e)

Donnerstag/Thursday 25. Sept. 2003

- 13:30 – 13:45 Eröffnung / Opening
- 13:45 – 14:20 Stefan **Emeis**, FZK-IFU, Garmisch-Partenkirchen:
„Der Prozess der Abgrenzung und der Befruchtung der
Meteorologie von anderen Wissenschaften –
dokumentiert in Lehrbüchern des 19. Jahrhunderts“
*[The process of delineation and cooperation between
meteorology and other branches of science –
documented in 19th century textbooks]*
- 14:20 – 14:55 Michael **Börngen**, Universität Leipzig:
„Die Förderung der Meteorologie durch den Astronomen
Karl Christian Bruns (1830-1881)“
*[The advancement of meteorology by the astronomer
Karl Christian Bruns]*
- 14:55 – 15:30 Karl-Heinz **Bernhardt**, Leibniz Societät, Berlin:
„Ansichten über die Vorhersagbarkeit des Wetters von
Alexander von Humboldt bis Hermann von Helmholtz“
*[Views about the predictability of weather from
Alexander von Humboldt bis Hermann von Helmholtz]*
- 15:30 – 16:00 K a f f e e – T e e / C o f f e e – T e a
- 16:00 – 16:35 Christa **Hammerl**, ZAMG, Wien, A:
„Einrichtung des staatlichen Wetterdiensts in Österreich
durch die Gründung der Zentralanstalt für Meteorologie
und Geodynamik in Wien“
*[Establishment of a state meteorological service in
Austria 1851 through the foundation of ZAMG in Vienna]*
- 16:35 – 17:10 Cornelia **Lüdecke**, Universität Hamburg:
„Die internationale meteorologische Kooperation südlich
30° S (1901-1904): Eine Phase intensiver Beobachtungen
in der Tradition von M.F. Maury“
*[The international met. cooperation south of 30° S: A period
of intense observation in the tradition of M.F. Maury]*
- 17:10 – 17:45 Alan J. **Thorpe**, NCAS, University of Reading, UK:
„The Bjerknes' Circulation Theorem – A historical
perspective starting in the 19th century“
*[Das Bjerknessche Zirkulationstheorem – eine
historische Betrachtung beginnend im 19. Jahrhundert]*
- 17:45 – 18:30 Mitgliederversammlung des **FA GEM** der **DMG** mit
Neuwahl des Vorstands
- 18:30 Ende
- ab 19:30 A b e n d e s s e n / D i n n e r

Der Prozess der Abgrenzung und der Befruchtung der Meteorologie von anderen Naturwissenschaften - dokumentiert in Lehrbüchern des 19. Jahrhunderts

Stefan Emeis

IMK-IFU, FZK, Garmisch-Partenkirchen

Die Abgrenzungen zwischen den einzelnen naturwissenschaftlichen Disziplinen waren früher und sind teilweise noch heute fließend. Mit dazu bei trägt die historisch bedingte, sehr umfassende Definition der Physik. Als Beispiel hierfür sei der erste Satz aus der 14. Auflage des „Grundriss der Experimentalphysik“ von Jochmann et al. aus dem Jahr 1900 genannt:

Physik oder Naturlehre ist derjenige Teil der Naturwissenschaft, welcher die Gesetze der Naturerscheinungen, d.h. der sinnlich wahrnehmbaren Eigenschaften und Veränderungen der Naturkörper zum Gegenstand hat.

Im zweiten Satz wird das Gebiet der Physik auf *die Betrachtung der Erscheinungen der leblosen Natur* eingeschränkt und somit von der Physiologie geschieden. Im Folgenden wird auch der Chemie, wenn auch nur halbherzig, eine eigenständige Rolle zugebilligt:

Obgleich demnach die Chemie ihrem Wesen nach als ein Zweig der Physik betrachtet werden muss und nicht scharf von derselben abgegrenzt werden kann, so erscheint es doch bei der grossen Mannigfaltigkeit dieser Klasse von Naturerscheinungen angemessen, die Chemie als besondere Wissenschaft von der Physik im engeren Sinne zu trennen, (...).

So beginnt denn Jochmanns Lehrbuch auch mit den Grundbegriffen der Chemie, enthält als einen Anhang zur Wärmelehre Grundbegriffe der Meteorologie, und endet seit der vierten Auflage mit Elementen der Astronomie und der mathematischen Geographie.

Nimmt man dieses, im letzten Jahr des 19. Jahrhunderts erschienene und hauptsächlich für höhere Lehranstalten gedachte, Lehrbuch als Grundlage, so erscheint die Meteorologie (wie auch die Astronomie) als Teilgebiet der klassischen Physik, einer Physik, die hauptsächlich nach den einzelnen Sinneswahrnehmungen des Menschen in die Gebiete Mechanik, Akustik, Wärmelehre, Optik und (überwiegend erst im 18. und 19. Jahrhundert hinzugetreten) Elektrizität und Magnetismus gegliedert war. Trotz dieser Darstellung in diesem Physiklehrbuch, der kein Einzelfall ist, muss aber festgehalten werden, dass sich die Meteorologie gerade im 19. Jahrhundert doch als eigenes Fachgebiet herausgebildet hat, was durch die Einrichtung von Lehrstühlen an den Universitäten und die Herausgabe von spezifischen Lehrbüchern deutlich wurde. Was also grenzt die Meteorologie von anderen Naturwissenschaften (insbesondere von der Physik) ab?

Die Antwort hierfür kann nur in der integrativen Natur der Meteorologie liegen, die Ergebnisse aus verschiedenen Naturwissenschaften zu einer Gesamtbeschreibung des komplexen Systems Erdatmosphäre zusammenfügt, und in der praktischen Relevanz, die die durch die Meteorologie beschriebenen und vorhergesagten Wetter- und Klimaerscheinungen für das tägliche Leben haben. Überspitzt könnte man eine

Analogie zu der Aussage *Akustik ist Teilgebiet der Physik, Musik ist eine Kunstform* (Speiser 2000) ziehen.

Aber auch von der, auf eine andere Art zusammenfassende Beschreibungen liefernden Geographie müssen große Teile der Meteorologie getrennt werden. Lediglich die Beschreibung und Klassifizierung der Wetter- und Klimaerscheinungen finden sowohl in einem Teilgebiet der Meteorologie, nämlich der Klimatologie, als auch in der physischen Geographie ihren Platz. Der Unterschied zwischen Meteorologie und physischer Geographie ähnelt in Manchem stark der Unterscheidung zwischen Physik und physischer Erdbeschreibung (Geographie), die Humboldt im ersten Band seines *Kosmos* (Humboldt 1845) klar herausarbeitete:

Die Physik verweilt bei den allgemeinen Eigenschaften der Materie, sie ist eine Abstraction von den Kraftäußerungen der Stoffe, und [in ihr] (...) sind alle Erscheinungen der Natur als bewegende Lebensthätigkeit einer allgemeinen Weltkraft geschildert. (...) Der höchste Zweck der physischen Erdbeschreibung ist aber, (...) Erkenntnis der Einheit in der Vielfalt, Erforschung des Gemeinsamen und des inneren Zusammenhangs in den tellurischen Erscheinungen.

Am Beispiel des ihn besonders interessierenden Magnetismus macht er es deutlich:

Die physische Erdbeschreibung lehrt die Verteilung des Magnetismus auf unserem Planeten (...), nicht die Gesetze magnetischer Anziehung und Abstoßung.

Diese Definition macht deutlich, warum heute Humboldt von der Geographie als einer ihrer Stammväter gesehen wird. In der Meteorologie trifft Gleiches jedoch nur für das Teilgebiet der Klimatologie zu. Denn nach dieser Humboldtschen Definition muss man die Meteorologie im heutigen Sinne der Physik zurechnen.

Die Physik und mit ihr die Meteorologie müssen sich zu dieser Zeit aber nicht nur gegen die physische Erdbeschreibung abgrenzen, viel grundlegender ist die Abgrenzung gegen die Naturphilosophie, die ihre Wurzeln in den Ansichten der griechischen Philosophen hatte. Ein Prozess, der ganz analog ungefähr zur selben Zeit in der Chemie ganz maßgeblich von Lavoisier (1743-1794) angeführt wurde. Bei Fragen der Wärmelehre und der stofflichen Zusammensetzung der Atmosphäre bestanden hier auch enge Verbindungen zwischen Physik und Chemie. Wie erbittert dieser Kampf gegen die Naturphilosophie gewesen sein muss, und wie lange er den Wissenschaftlern noch gegenwärtig gewesen sein muss, kann man aus der Gedächtnis-Rede von Emil Du Bois-Reymond (1818-1896, seit 1851 Professor für Physiologie an der Berliner Universität, auch als Wissenschaftshistoriker hervorgetreten (Brockhaus 2001), 1853 in den Abhandlungen der Berliner Akademie erschienen) auf den Berliner Physik-Professor Paul Erman (1764-1851) entnehmen. Dort heißt es (ADB 1875-1912):

Als besonderes Verdienst müssen wir ihm noch anrechnen, daß er die für eine gesunde Entwicklung der Naturwissenschaften in Deutschland so verderblich gewordene sogenannte Naturphilosophie unablässig bekämpfte und inmitten des Taumels einer zügellosen Speculation das Banner nüchterner empirischer Forschung mit fester Hand emporhielt.

Am Ende des 18. Jahrhunderts umfasste die Meteorologie, geprägt von der Definition des Aristoteles und auch beeinflusst von den naturphilosophischen Lehrmeinungen des 17. und 18. Jahrhunderts, nicht nur die Phänomene, die sich in der Atmosphäre abspielen, sondern auch Meteore und Sternschnuppen genauso wie Erdbeben und Teile der noch jungen Elektrizitätslehre. So heißt es in Zedlers Universal-Lexikon (1732-1754) unter dem Eintrag Meteorologia:

besonderer Theil der Natur-Lehre, darinnen hauptsächlich von denen sogenannten meteoris, oder von der Natur und Beschaffenheit derer hin und wieder vorkommenden Luft-Zeichen oder Luft-Gegebenheiten gehandelt wird.

Die Luftzeichen werden in *wahrhaftige* und in *scheinbare* eingeteilt. Die wahrhaftigen unterteilt er weiter in *wässerige* (Wolken, Regen, Nebel, Thau, Hagel, Reif, Schnee), *feurige* (Irrwische, das leckende Feuer, der fliegende Drache, Donner, Blitz, Strahl, fallende Sterne, Erdbeben) und *lufttuge* (Winde). Zu den scheinbaren gehören Regenbogen, Neben-Sonne, Neben-Mond, Ring um die Sonne oder Mond. Erst im Laufe des 19. Jahrhunderts, als die Naturphilosophie ihren Rang als Naturwissenschaft verliert, wird die Meteorologie auf die heutigen Themenschwerpunkte begrenzt.

Zum Zurückdrängen naturphilosophischer Ansichten hat auch die Entwicklung quantitativer Messgeräte seit dem Ende des 16. Jahrhunderts entscheidend beigetragen. Ende des 18. Jahrhunderts liegen auch alle wichtigen Messgeräte zur Messung des Luftzustandes vor. Auf Grund dieser Tatsache macht der Rigaer Physik-Professor Parrot im Juli 1801 in einem Brief an den Herausgeber der Annalen der Physik, Gilbert, folgenden Vorschlag (Parrot 1802):

*Die jetzige Physik kann also von der Luft ihre Temperatur, ihre Elasticität, ihre spezifische Schwere, ihren Gehalt an Sauerstoffgas, an Luftsäure und Wasser, ihre Feuchtigkeit, die Richtung und Geschwindigkeit ihrer Ströme, mit befriedigender Genauigkeit messen. Wie schätzbar, nicht nur für die Witterungslehre, sondern auch für die physikalische Gesundheitslehre, wäre nicht eine vollständige, ununterbrochen fortgesetzte Reihe von solchen Versuchen über die Luft, nicht bloß an **einem** Punkte der Erdfäche, sondern, wenigstens für jetzt, auf verschiedenen Punkten eines Meridians und eines Parallelkreises, die Europa durchkreuzen, angestellt! Aber dieses Geschäft muss nicht mehr Nebensache der Naturforscher, oder Zeitvertreib gut meinender Müßiggänger seyn, sondern es ist würdig, die ernsthafte Beschäftigung sachkundiger Männer zu werden. Ja, diese Beobachtungen sind so mannigfaltig, erfordern so viel Zeit und Aufmerksamkeit, daß sie billig die einzige Beschäftigung der Männer, die sich ihnen widmen wollen, werden sollte. Wird nicht der goldene, so schwer errungene Friede die schöne Idee der Mannheimer Societät erweitern, vervollkommen und in der That realisiren? Die Reducirung eines einzigen Regiments würde die Kosten dieser wahrhaftig humanen Anstalt reichlich liefern.*

Diese Äußerungen, wenige Jahre nach dem ersten Koalitionskrieg Preußens und Österreichs gegen Frankreich und der dritten polnischen Teilung gemacht, fordern also eine eigene meteorologische Anstalt, die in Preußen aber noch 46 Jahre auf sich warten lassen sollte. Denn zu Parrots Zeit scheint die Meteorologie eine Nebenbeschäftigung der Naturforscher oder gar ein Zeitvertreib von Laien gewesen zu sein. Befremdlich aus heutiger Sicht sind Parrots europa-zentrische Sicht und die Beschränkung auf das

männliche Geschlecht. Geradezu revolutionär ist hingegen der Finanzierungsvorschlag für diese Anstalt nach dem Motto „Schwerter zu Pflugscharen“. Das Zitat macht aber auch deutlich, dass die Mannheimer Societas Palatina eine nicht zu unterschätzende Rolle bei dem Werden der Meteorologie als eigenständiger Wissenschaft gespielt hat.

Schaut man jetzt einmal genauer auf die Meteorologie-Lehrbücher, die im 19. Jahrhundert erschienen sind, so lassen sich drei Phasen ausmachen, die die Meteorologie auf ihrem Weg in die Eigenständigkeit durchschritt:

- 1800-1840 Definitionsphase der Meteorologie: Lehrbücher, geschrieben von Physikern, Mathematikern und anderen Naturforschern
- 1839-1870 Meteorologie als etablierter Teil der Physik: Lehrbücher, basierend auf dem Physik- und Meteorologie-Lehrbuch von Pouillet
- 1875-1901 Weiterentwicklungsphase der Meteorologie und endgültige Eigenständigkeit: Lehrbücher, von Meteorologen geschrieben.

Die erste Meteorologie-Vorlesung wird 1784/85 von Coelestinus Steiglehner an der Universität Ingolstadt gehalten. Das erste Lehrbuch, das sich allein der Meteorologie widmet, stammt aus dem Jahre 1803. Der Landshuter Mathematik-Professor Gabriel Knogler (1759-1838) beschreibt in ihm viele der bei Zedler genannten meteorologischen Elemente, verfasst aber auch bereits die die heutige Meteorologie so prägenden Kapitel „Einfluss der Witterung auf das Wachstum der Pflanzen“, „Einfluss der Witterung auf die Gesundheit der Menschen“ und „Vorkennzeichen der zukünftigen Witterung“. In diesem letzten Kapitel erwähnt er übrigens die Drucktendenz an erster Stelle und unterzieht die Bauernregeln einer kritischen Würdigung. Dennoch sieht er die Meteorologie als Teil der Physik, wenn er in seiner Vorrede feststellt:

Die Meteorologie ist ohnstreitig eines der schwersten Theile der Physik, in welchem wir, besonders was eigentliches Wissen betrifft, noch so weit entfernt sind, daß wir selbe noch kaum wissenschaftlich zu behandeln im Stande sind. Daher mag es wohl kommen, daß wir noch kein eigentliches Vorlesebuch für die Meteorologie haben.

Der Erlanger Chemie- und Physik-Professor Karl Wilhelm Gottlieb Kastner (1783-1857) nimmt 1823 in seinem „Handbuch der Meteorologie“ sogar noch den Vulkanismus mit zur Meteorologie hinzu, die er als die Summe der Wechselwirkungen aller Weltkörper, ja als „cosmischen Lebensproceß“ auffasst. Diese Begriffsbildung finden wir später noch einmal in ähnlicher Form wieder: Julius von Hann (1839-1921) war Professor für kosmische Physik in Wien.

1831 bis 1836 erscheinen die drei Bände des Lehrbuchs der Meteorologie des Hallenser Physik-Professors Kämtz (1801-1867). Auch hier finden der Erdmagnetismus, Meteore und der Einfluss des Mondes auf die Witterung noch ihren Platz. Damit war die Definitionsphase der Meteorologie in ihrer damaligen Form weitgehend abgeschlossen. Die Meteorologie wird als ein Teil der Physik gesehen und findet folgerichtig ihren Platz in den Lehrbüchern der Physik. Wie fest dieser Platz war, sieht man daran, dass es nach der Herausgabe der dritten Ausgabe des „Grundrisses der Physik“ von Johann Müller (1809-1875) im Jahre 1852 zu Leserprotesten beim Verlag kam. Müller hatte nämlich die Meteorologie aus seinem Physiklehrbuch entfernt, weil er sie in einem selbständigen Werk behandeln wollte. 1853 in der vierten Auflage war die Meteorologie dann wieder enthalten. Sie umfasste die folgenden Kapitel: „Vertheilung der Wärme auf

der Erdoberfläche“, „Vom Druck der Luft und von den Winden“, „Von der atmosphärischen Feuchtigkeit“, „Optische Erscheinungen der Atmosphäre“ und „Von der atmosphärischen Elektrizität.“ Meteore und andere kosmische Erscheinungen werden zunehmend von der Astronomie behandelt, Vulkanismus und Erdmagnetismus werden Teilgebiete der Geophysik. Von der Luftchemie, die heute fester Bestandteil der Meteorologie ist, ist im 19. Jahrhundert aber noch kaum die Rede.

Gegen 1875 geht, parallel zu den Fortschritten der theoretischen Physik, die Zeit der rein deskriptiven Meteorologie zu Ende. Mit der Einrichtung der nationalen meteorologischen Dienste hat sich das Berufsbild eines Meteorologen herausgebildet, das sich deutlich von dem eines Physikers unterscheidet. 1885 wird in Berlin der erste Lehrstuhl für Meteorologie an einer deutschen Universität eingerichtet, den als erster Wilhelm von Bezold (1837-1907) bekleidet. Im selben Jahr erscheint Adolf Sprungs (1848-1909) Lehrbuch der Meteorologie, in dem erstmals die hydrodynamischen Bewegungsgleichungen als nicht-lineare Differentialgleichungen explizit hingeschrieben werden. Die Meteorologie ist zur eigenständigen Wissenschaft geworden. Doch kaum endgültig geboren beginnt kurz vor Ende des 19. Jahrhunderts bereits wieder ihre Aufspaltung in Teildisziplinen. Theoretische Meteorologie und Klimatologie gehen, wie die getrennt herausgegebenen Lehrbücher für Klimatologie, in denen die dynamische Meteorologie nicht behandelt wird, zeigen, getrennte Wege, die sich erst ca. 80 Jahre später mit der Schaffung numerischer globaler Klimamodelle wieder vereinigen sollen.

Literatur:

- ADB** (1875-1912): Allgem. Deut. Biographie. Herausgegeben durch die hist. Comm. bei der Königl. Akad. Wiss., 55 Bände und Registerband. Hier: Bd. 6, 229-230.
- Brockhaus**, 2001: Die Enzyklopädie in 24 Bänden. F.A. Brockhaus GmbH, Leipzig.
- Humboldt, A.v.**, 1845: Kosmos. Band 1. Cotta, Stuttgart und Tübingen. 493 S.
- Jochmann, E., O. Hermes und P. Spies**, 1900: Grundriss der Experimentalphysik. 14. Auflage. Winckelmann & Söhne, Berlin. 523 S.
- Kämtz, L.F.**, 1831-1836: Lehrbuch der Meteorologie. 3 Bände. Gebauer, Halle.
- Kastner, K.W.G.**, 1823-1830: Handbuch der Meteorologie. 2 Bände. Palm und Enke, Erlangen.
- Knogler, G.**, 1803: Die Meteorologie - Zum Gebrauch bey seinen Vorlesungen. Hagen, Landshut. 314 S.
- Müller, J.H.J.**, 1853: Grundriß der Physik und Meteorologie. 4. Auflage. Vieweg und Sohn, Braunschweig. 534 S.
- Parrot**, 1802: Vermischte physikalische Bemerkungen von Herrn Prof. Parrot in Riga in einem Briefe an den Herausgeber. Ann. d. Phys., 10, 166-218.
- Speiser, A.P.**, 2000: Regenbogen, Licht und Schall. Naturphänomenen auf der Spur. Hirzel, Stuttgart, Leipzig. 231 S.
- Sprung, A.**, 1885: Lehrbuch der Meteorologie. Hamburg.
- Zedler, J.H.**, 1732-1754: Grosses vollständiges UNIVERSAL-LEXICON Aller Wissenschaften und Künste, Welche bishero durch menschlichen Verstand und Witz erfunden und verbessert worden. Bd. 1-64, Suppl.-Bd. 1-4. Halle und Leipzig.

Anschrift des Autors:

Dr. habil. Stefan Emeis, Bärenmühlweg 64, D-82362 Weilheim

Email: stefan.emeis@imk.fzk.de

Die Förderung der Meteorologie durch den Astronomen Karl Christian Bruhns (1830-1881)

Michael Börngen

Universität Leipzig

Einleitung

“Wenn die Meteorologie dem Dahingeschiedenen auch keine bahnbrechenden Arbeiten verdankt, das Hauptgewicht seiner Thätigkeit lag ja auf anderem Gebiete, so ist dieselbe doch von ihm wesentlich gefördert worden”, schrieb treffend die *Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie* (1881) zum Tode von Karl Christian Bruhns.

Der am 22.11.1830 in Plön (Holstein) geborene Bruhns legte frühzeitig das “Hauptgewicht seiner Thätigkeit” auf die Astronomie. Dank seiner mathematischen Begabung und der wohlwollenden Förderung von Johann Franz Encke (1791-1865) fand er 1852 eine Anstellung als Assistent an der Berliner Sternwarte. 1856 promovierte er mit der Schrift *De planetis minoribus*, und 1859 habilitierte er sich. Zum 1. April 1860 wurde Bruhns, nicht zuletzt aufgrund einer früheren Empfehlung von Alexander von Humboldt (1769-1859), als Professor der Astronomie und Direktor der Sternwarte an die Leipziger Universität berufen. Für die noch auf dem Pleißenburgturm (Reste davon im Turm des Neuen Rathauses erhalten) befindliche Universitätssternwarte wurde nach Bruhns' Angaben im damals am Stadtrand gelegenen Johannistal (jetzt Stephanstraße 3) ein Neubau geschaffen. Am 8.11.1861 nimmt die neue Sternwarte den Betrieb auf und errang bald durch bemerkenswerte astronomische, geodätische und meteorologische Ergebnisse hohes Ansehen im In- und Ausland.

Zu Bruhns' astronomischen Wirken zählt die exakte Bahnbestimmung von Planeten und Kometen, von denen er zudem sechs entdeckte, Arbeiten zur astronomischen Strahlenbrechung und die Herausgabe eines *Atlas der Astronomie* (1872). Als Johann Jakob Baeyer (1794-1885) die mitteleuropäische Gradmessung ins Leben rief, wurden Bruhns die astronomisch-geodätischen Arbeiten in Sachsen übertragen. Längere Zeit war er Direktor der astronomischen Sektion im preußischen Geodätischen Institut und gab in dieser Eigenschaft mehrere Bände der *Astronomisch-geodätischen Arbeiten* (ab 1865) und Schriften über neue Bestimmungen astronomischer Längendifferenzen heraus. Für die Meteorologie wurde Bruhns in dreierlei Hinsicht nachhaltig wirksam: durch die Organisation und die nebenamtliche Leitung des sächsischen meteorologischen Beobachtungsnetzes, durch die Beförderung der internationalen meteorologischen Kooperation und durch die Einrichtung eines Büros für Wetterprognosen. Bevor im weiteren auf diese Leistungen näher eingegangen wird, seien noch Bruhns' wissenschaftshistorische Schriften erwähnt. Neben zahlreichen Beiträgen für die *Allgemeine Deutsche Biographie* und einer Biographie Enckes (1869) ist hierbei besonders die von ihm in Verein mit zehn anderen Gelehrten verfaßte *Wissenschaftliche Biographie Alexander von Humboldts* (3 Bände, 1872) zu erwähnen. Die bald ins Englische übersetzte Humboldt-Biographie hat Bruhns auch international bekannt gemacht. Mit seinem Namen verbindet sich auch das noch bis Mitte des 20. Jahrhunderts in mehreren Ländern und in zahlreichen Auflagen erschienene Werk *Neues logarithmisch-trigonometrische Handbuch auf sieben Decimalen*.

Bruhns' rastloses Schaffen dürfte mit dazu beigetragen haben, dass er bereits im 51. Lebensjahr, am 25.07.1881 in Leipzig, verstarb.

Das sächsische meteorologische Beobachtungsnetz

Gegen Ende der 50er Jahre des 19. Jahrhunderts gab der Zustand der sächsischen Wälder Anlaß zu Besorgnis: "Das Finanzministerium hat mit Rücksicht auf die in den letzten Jahren mehrfach vorgekommenen und für die sächsischen Staatsforsten so verderblichen Forstschäden den Entschluß gefaßt, an verschiedenen Punkten zusammenhängende Beobachtungen zur Ermittlung der Witterungs- und Temperaturzustände anstellen zu lassen, bei welchen ... vorzugsweise gewisse Krankheiten der Waldbäume entstehen" (Akte des Sächsischen Landeshauptarchivs). So wurden nach 1861 auf Verordnung des Finanzministeriums in vier Forsthäusern meteorologische Stationen eingerichtet. Im Auftrag des Sächsischen Innenministeriums arbeiteten schließlich der Geheime Regierungsrat Dr. Hülse zusammen mit dem Gymnasiallehrer Karl Traugott Sachse (1815-1863) und den Professoren Gustav Eduard Lösche (1821-1879) und Hermann Krutzsch (1819-1896), der bereits die Instruktion für die Forststationen geschrieben hatte, sowie Bruhns den Entwurf eines Beobachtungsnetzes für ganz Sachsen nach dem Vorbild des preussischen Beobachtungssystems aus. Nach Genehmigung der Pläne durch das Ministerium und Bestellung der Instrumente bei der Firma J. G. Greiner jun. in Berlin begannen Bruhns und Krutzsch mit der Errichtung der Stationen. Im Dezember 1863 konnten die meisten von ihnen mit ihre Tätigkeit beginnen, die noch fehlenden nach Eintreffen der Instrumente. Mit 22 Stationen, deren Zahl sich bald weiter erhöhte, hatte Sachsen nach der Schweiz das dichteste Stationsnetz. Außer den üblichen meteorologischen Elementen wurden auch Ozon, Grundwasser und Erdwärme gemessen. Bruhns war bis zu seinem Tode sowohl mit der wissenschaftliche Leitung wie auch mit der Verarbeitung der Beobachtungen beauftragt. Danach blieb die Leipziger Universitätssternwarte bis 1909 Teil des sächsischen Wetternetzes, die Zentrale wurde aber nach Chemnitz und später nach Dresden verlegt.

Die Beförderung der Internationalen Meteorologischen Kooperation

Nach Gründung der nationalen Wetterdienste wurde der Wunsch immer größer, für die zahlreichen praktischen Fragen der Meteorologie gemeinschaftlich abgestimmte Lösungen zu finden. Den entscheidenden Schritt zur Beförderung der internationalen meteorologischen Kooperation machten Bruhns, der Schweizer Heinrich von Wild (1833-1902), damals Direktor des Physikalischen Zentralobservatoriums in St. Petersburg, und der Österreicher Carl Jelinek (1822-1876), Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien, indem sie vom 14. bis 16. August 1872 in Leipzig - parallel zur Versammlung Deutscher Naturforscher - eine erste Meteorologenkonferenz veranstalteten. An dieser Versammlung nahmen 52 Wissenschaftlern aus acht europäischen Staaten und den USA teil. Auf der Grundlage eines zusammen mit der Einladung zur Leipziger Konferenz verschickten Katalogs von 26 Punkten wurde eingehend über Probleme der meteorologischen Praxis diskutiert. Die getroffenen Beschlüsse mussten allerdings noch international für verbindlich erklärt werden. Auf Vorschlag von Bruhns empfahl die Leipziger Meteorologenversammlung einstimmig, den dazu erforderlichen Kongreß ein Jahr später in Wien abzuhalten. Im Frühjahr 1873 lud die österreichische Regierung offiziell zu dem vom 2. bis 16. September 1873 stattfindenden ersten Internationalen Meteorologen-Congress ein. Das

hier geschaffene Permanente Meteorologische Komitee unter dem Vorsitz von Christoph Hendrik Diederik Buys-Ballot (1817-1890) hatte die Durchführung der gefassten Entscheidungen zu garantieren und den nächsten Internationalen Meteorologen-Congress (Rom 1879) vorzubereiten. Als Ergebnis dieser drei Kongresse, die in dem relativ kurzen Zeitraum von 8 Jahren stattfanden, kann festgehalten werden, dass das Ziel einer dauerhaften wetterdienstlichen Zusammenarbeit erreicht wurde. Das zeigte sich in der Gründung der Internationalen Meteorologischen Organisation (IMO), die nach dem 2. Weltkrieg als Spezialorganisation der UNO in die heutige Meteorologischen Weltorganisation (WMO) übergegangen ist, wie auch in der Durchführung großer internationaler Vorhaben, wie dem Polarjahr 1882/83.

Das Meteorologische Büro für Wetterprognosen

Die "Deutsche Seewarte" in Hamburg veröffentlichte seit Januar 1876 täglich einen Witterungsbericht. Seit dem 15. Februar wurde dieser durch eine Karte und ab dem September durch eine kurze Prognose erweitert. Bereits im November des gleichen Jahres lag dem "Königl. Sächsischen Landesculturrath" ein Antrag des landwirtschaftlichen Kreisvereins für die Oberlausitz vor, der auf eine Übertragung der (telegraphisch übermittelten) meteorologischen Depeschen der Deutschen Seewarte auf die regionalen Bedingungen Sachsens hinzielte. Der Landeskulturrat setzte sich mit Bruhns in Verbindung und beschloß nach dessen positiven Gutachten einen Versuch zu wagen, der vorerst auf zwei Jahre begrenzt wurde. Damit war der Weg zur Gründung eines "Meteorologischen Bureaus für Wetterprognosen" frei.

Für die Arbeitsräume dieser Einrichtung suchte man aus praktischen Gründen die Nähe des Haupttelegraphenamtes und fand sie im Gebäude Schulstraße 1 (Ecke Burgstraße). Die Arbeitsstelle wurde von Alexander von Danckelmann (1855-1919), der sich vorher am Seewetteramt geschult hatte, geleitet und existierte vom 1. Juli 1878 bis Anfang 1882.

Grundlage der Prognose (oder "Mutmaßung", wie Bruhns lieber sagte) waren in der Regel täglich drei Telegramme aus Hamburg, die übrigens als Staatsdepeschen und damit bevorzugt befördert wurden, aus denen noch am Abend die dann in den Morgenzeitungen publizierte oder öffentlich ausgehängte Vorhersage für den nächsten Tag gemacht wurde. Eine kritische Einschätzung der Prognosen zeigte eine Trefferquote von etwa 80%.

Im eingangs zitierten Nachruf auf Bruhns wurde betont: "Dieser Versuch [eines Wetterprognosedienstes] ... war einer der ersten, der in Europa auf diesem schwierigen Gebiete gemacht wurde".

Anschrift des Autors:

*Dr. Michael Börngen, K.-Tauchnitz-Straße 15/096 ,D-04107 Leipzig
Email: boerngen@uni-leipzig.de*

Ansichten zur Vorhersagbarkeit des Wetters von Alexander von Humboldt bis Hermann von Helmholtz

Karl-Heinz Bernhardt

Leibniz-Sozietät e.V., Berlin

Während im 19. Jahrhundert mit der Fortentwicklung der klassischen Physik, der Vervollkommnung der Meß- und Beobachtungs- sowie den Innovationen der Nachrichtentechnik, aber auch mit der Errichtung meteorologischer Zentralinstitute, der Ausweitung meteorologischer Meßnetze und dem Beginn der internationalen Zusammenarbeit wesentliche Grundlagen für die Entwicklung der modernen Wettervorhersage gelegt wurden, blieben die Meinungen über die Aussichten und den Nutzen einer wissenschaftlichen Wettervorhersage geteilt.

Unterschiedliche Auffassungen zur Vorhersagbarkeit des Wetters widerspiegeln dabei sowohl die zumeist unbefriedigende Zuverlässigkeit zeitgenössischer Prognosen - "diese wunde Stelle im Gewissen des Physikers" (Helmholtz) - , als auch persönliche Erfahrungen und die naturwissenschaftlich-philosophische Grundhaltung der Protagonisten. Alexander v. Humboldt beispielsweise, der die "denkende Betrachtung der Empirie" zum Grundprinzip seiner "physischen Weltbeschreibung" erhoben hatte und auf dieser Basis zu einer frühen Charakterisierung des klimatischen Systems gelangt war, zog im "Kosmos" (Band I, 1845) aus der Feststellung von der Modifikation jedes einzelnen "meteorologischen Prozesses...durch alle anderen gleichzeitigen" und der dadurch bedingten "Mannigfaltigkeit der Störungen" die Schlußfolgerung, eine Vorherbestimmung atmosphärischer Veränderungen sei "größtenteils unmöglich". Mit dieser Konsequenz aus seiner Art einer ganzheitlich-synthetischen Naturbetrachtung befand sich Humboldt in weitgehender Übereinstimmung mit J. W. v. Goethe, der sich nach einem Jahrzehnt intensiver Beschäftigung mit der Witterungslehre in ähnlichem Sinne geäußert hatte.

Zu ganz andersartigen Schlußfolgerungen führte die Konzeption einer Zergliederung des Naturganzen in Teilprozesse und deren analytische Behandlung mit adäquaten mathematischen Methoden ("Nach meiner Ansicht geschieht alles in der Natur auf mathematische Art", hatte bereits Descartes bemerkt). Für diese Denkweise waren im 19. Jahrhundert der Laplacesche Determinismus und, für die Meteorologie von besonderer Herausforderung, die Erfolge der Himmelsmechanik charakteristisch. In diesem Sinne hielt es A. Ja. Kupfer, erster Direktor des 1849 gegründeten physikalischen Hauptobservatoriums in St. Petersburg, für möglich, eine Methode zur Vorausberechnung des zukünftigen Verlaufs meteorologischer Elemente nach Art der Berechnung der Planetenbahnen zu finden. Und M. F. Spasskij, Professor der Physik an der Universität Moskau, erklärte 1851 in einem Festvortrag über den Fortschritt der Meteorologie, ausgehend von seiner Überzeugung vom Bestehen einer strengen Gesetzmäßigkeit in der Natur, die Schaffung einer allgemeinen Theorie des gegenseitigen Zusammenhanges und der Aufeinanderfolge der atmosphärischen Erscheinungen als unabdingbar für die Entwicklung der Meteorologie im Sinne einer exakten Wissenschaft, was nicht anders als durch ausführliche Untersuchung der Wechselbeziehungen zwischen den beobachteten Erscheinungen möglich sei.

H. Mohn, Direktor des Norwegischen Meteorologischen Instituts, sah, wie die Mehrzahl der Meteorologen des 19. Jahrhunderts, die Luftdruckverteilung (an der Erdoberfläche) als entscheidend für das Wettergeschehen an und erhoffte sich von einer vollständigen Kenntnis der "Gesetze für die Bewegungen der Atmosphäre..." die Möglichkeit, "vom Zustande der Atmosphäre in einem gegebenen Augenblick ausgehend, ihren Zustand für jeden früheren oder späteren Augenblick berechnen, und also auch das Wetter in derselben Weise vorausbestimmen (zu) können, wie die Astronomen den Ort am Himmelsgewölbe anzugeben vermögen, an welchem ein Himmelskörper sich zur bestimmten Zeit zeigen wird" (1883).

Somit sind wesentliche Elemente der 1904 von Bjerknes formulierten Konzeption einer Vorausberechnung atmosphärischer Zustände durch näherungsweise Integration der thermo-hydrodynamischen Gleichungen, deren Gelingen vom Autor später zum Kriterium für die Inauguration der Meteorologie als exakter Wissenschaft erhoben wurde, bereits im 19. Jahrhundert nachweisbar. Dies gilt ebenso für Grenzen in der Verwirklichung dieses Konzeptes, die Bjerknes selbst zumindest nicht benannt hat.

So bemerkte Helmholtz (1875), der mit seinen Arbeiten u. a. zur Wirbeldynamik, zur Theorie der Diskontinuitätsflächen und zur Dynamik atmosphärischer Bewegungen wichtige Beiträge zur Herausbildung einer modernen Physik der Atmosphäre geleistet hat, in bezug auf die Wetterprognose, "dass wir nur solche Vorgänge in der Natur vorausberechnen und in allen beobachtbaren Einzelheiten verstehen können, bei denen kleine Fehler im Ansatz der Rechnung auch nur kleine Fehler im Endergebnis hervorbringen", was schon im Falle labilen Gleichgewichtes nicht mehr der Fall sei. Und wiederum mit Bezugnahme auf die Wettervorhersage stellte Poincaré (1908), nun bereits im 20. Jahrhundert, fest, es könne der Fall eintreten, "daß kleine Unterschiede in den Anfangsbedingungen große Unterschiede in den späteren Erscheinungen bedingen; ein kleiner Irrtum in den ersteren kann einen außerordentlich großen Irrtum für die letzteren nach sich ziehen. Die Vorhersage wird unmöglich..."

Die ungeachtet der vorstehend umrissenen Diskussionen in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts verbreitet einsetzende Prognosetätigkeit beruhte auf dem Einsatz der synoptischen Methode unter Anwendung zahlreicher empirischer Regeln, vor allem über das Verhalten der Bodendruckgebilde und deren Zusammenhang mit den Wettererscheinungen. Sehr kritische Bewertungen durch die Öffentlichkeit und schwere Rückschläge blieben nicht aus. So empfahl ein Komitee der Royal Society im Jahre 1866, ein Jahr nach dem Freitod von FitzRoy, dem ersten Direktor des zunächst als meteorologische Abteilung des Handelsbüros organisierten Wetterdienstes, die Einstellung der täglichen Vorhersagen mit der Begründung: "We can find no evidence that any competent meteorologist believes the science to be at present in such a state as to enable an observer to indicate day by day the weather to be experienced for the next 48 hours..."

Sorge um die Wahrung obrigkeitstaatlicher Autorität bewog v. Bismarck im Jahre 1883, unter Hinweis auf zu erwartende Fehlprognosen ausdrücklich davon abzuraten, "daß die Königliche Regierung durch amtliche Organisation des Wetterbeobachtungsdienstes irgendwelche Verantwortlichkeit für die locale Zuverlässigkeit von Wetterprophezeihungen übernehme."

Demgegenüber stand der ungebrochene Optimismus solcher Praktiker wie W. J. van Beber, der in einem Handbuch der "ausübenden Witterungskunde" (1885) die gesamte bisherige Geschichte der Wettervorhersage beschrieb und resümierte, "dass wir jetzt zu der Hoffnung berechtigt sind, dass nach und nach das lang und heiss ersehnte Ziel, eine annähernd sichere Vorausbestimmung des Wetters auf kürzere oder längere Zeit voraus, erreicht werden wird."

Verschiedenartigen Bedürfnissen der Gesellschaft entsprungen, war die Wettervorhersage, wie an den obigen Beispielen demonstriert, im 19. Jahrhundert in all ihrer Unvollkommenheit Gegenstand kontroversen gelehrten Diskurses, öffentlicher Debatte und politischer Einflußnahme - in mancher Hinsicht vergleichbar mit der Situation der Klimaprognose in der Gegenwart. Gerade das Klimaproblem macht aber die Notwendigkeit einer Rückbesinnung auf eine ganzheitlich-synthetische Naturbetrachtung Humboldtscher Prägung deutlich, freilich unter gleichzeitiger Nutzung allen einzelwissenschaftlich-analytischen Rüstzeuges, wie es - auch auf dem Feld der Wettervorhersage - vor, im und nach dem 19. Jahrhundert geschaffen und erprobt wurde.

Anschrift des Autors:

Prof. Karl-Heinz Bernhardt, Platz der Vereinten Nationen 3, D-10249 Berlin

Email: Ha.Kh.Bernhardt@addcom.de

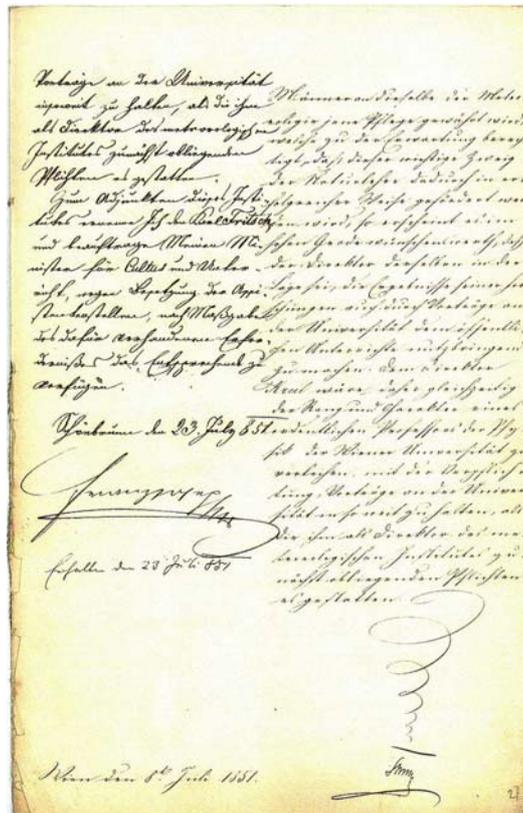
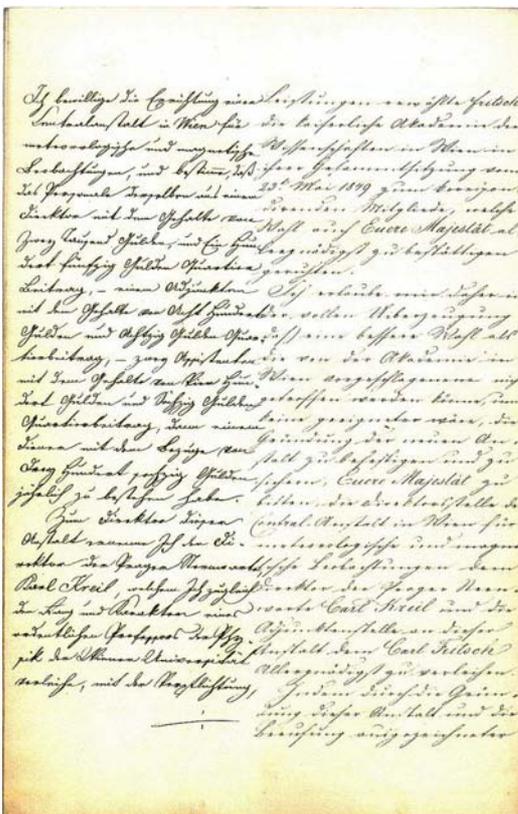
Einrichtung des staatlichen Wetterdiensts in Österreich

Christa Hammerl

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

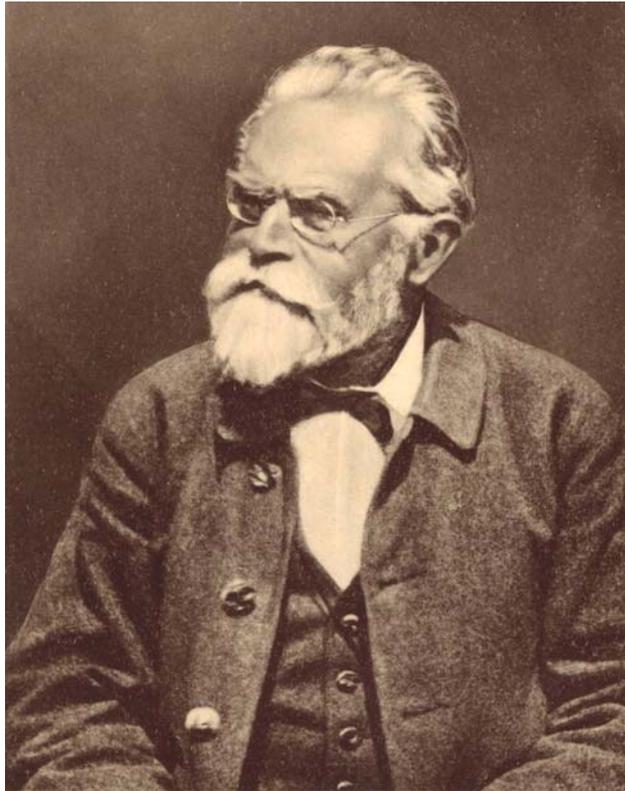
Mit Allerhöchster EntschlieÙung vom 23. Juli 1851 bewilligte Kaiser Franz Joseph die Errichtung der Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus „...eine Centralanstalt für meteorologische und magnetische Beobachtungen“, die auf eine Initiative der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und auf das engagierte Betreiben des damaligen Ministers für *Cultus und Unterricht* Leo Graf von Thun zurückgeht. Im Jahre 1848 richtete die Akademie das Ersuchen an Karl Kreil, Direktor der Sternwarte zu Prag und wirkliches Mitglied der Akademie, ein meteorologisches Beobachtungssystem für die österreichische Monarchie zu entwerfen, bereits ein Jahr später wurde über umfangreiche Beobachtungen auf dem gesamten Gebiet der Monarchie berichtet.

Karl Kreil (1798–1862) wurde erster Direktor der neu gegründeten Zentralanstalt und zugleich Professor für Physik an der Universität Wien. Diese Personalunion, zwischen Direktor einerseits und Universitätslehrer andererseits, blieb bis zum heutigen Tag, wenn auch in anderer Konstellation, erhalten und beeinflusste nachhaltig die wissenschaftliche Forschung an der Zentralanstalt. Kreil richtete nicht nur ein meteoro-



Gründungsurkunde der ZAMG mit den Unterschriften Kaiser Franz Josephs und des Ministers für Cultus und Unterricht Leo Graf von Thun

*Julius Hann
(1839–1921)*



logisches Beobachtungssystem für das Gebiet der gesamten österreichischen Monarchie ein sondern führte für dieses auch die erste geomagnetische Landesaufnahme durch.

1865 begann man an der Zentralanstalt mit der Herausgabe einer täglichen Wetterkarte. 1872 übersiedelte die Zentralanstalt in ihr, vom Ringstraßenarchitekten Heinrich Ferstel erbautes, neues und endgültiges Quartier an der Hohen Warte in Wien Döbling. Ein Jahr später, 1873, organisierte die Zentralanstalt den ersten internationalen Meteorologenkongress in Wien, wo die Internationale Meteorologische Organisation (IMO) als Vorläuferin der Weltmeteorologischen Organisation (WMO) gegründet wurde. Ab 1877 erfolgte die Ausgabe des täglichen telegraphischen Wetterberichtes, mit einer synoptischen Karte und der Prognose für den folgenden Tag. Der neue Wetterbericht enthielt die Morgenbeobachtung von 60 Stationen aus allen Teilen Europas, darunter 24 inländische. Mit Erlass vom 23. Februar 1904, wurde der Zentralanstalt der gesamte seismische Dienst für Österreich übertragen, was auch die Namensänderung in Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik nach sich zog.

Im Amt als Direktor folgten Kreil hervorragende Wissenschaftler, darunter Julius Hann (1839–1921) und Felix Maria Exner (1876–1930). War Hanns Bedeutung in der Klimatologie eine weltweite und begann man in seiner Ära von einer österreichischen Meteorologenschule zu sprechen – Hann verfasste u.a. das umfassende „Lehrbuch der Meteorologie“ –, so denkt man bei Exner an den großen Theoretiker und Verfasser der „Dynamischen Meteorologie“. An der Zentralanstalt arbeiteten u.v.a. Forscher wie Max Margules (1856–1920), Mitbegründer der theoretischen Meteorologie und Victor Conrad (1876–1962), Entdecker der nach ihm benannten Diskontinuität im mittleren Bereich der Erdkruste.

Nach dem Anschluss Österreichs an das Deutsche Reich wurde der Klima- und Wetterdienst nach Berlin übersiedelt und dem Deutschen Reichswetterdienst unterstellt, die Zentralanstalt in Wien wandelte man in ein Forschungsinstitut um. Nach dem zweiten Weltkrieg wurde der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt und es kam zu einer beachtlichen personellen und räumlichen Expansion der Zentralanstalt, die auch in den zahlreichen wissenschaftlichen Forschungsergebnissen reflektiert wird.

Heute ist die Zentralanstalt, mit ihren Regionalstellen für Salzburg und Oberösterreich, für Kärnten, für Tirol und Vorarlberg und für die Steiermark, als teilrechtsfähige Einrichtung des Bundes, ein moderner Dienstleistungsbetrieb: die Synoptikabteilung ist, unter Zuhilfenahme modernster Technik, für den täglichen Prognosedienst zuständig. Die geophysikalische Abteilung führt den Erdbeben- und Geomagnetischen Dienst durch. Die Klimaabteilung erstellt, mittels der aus dem österreichischen Messnetz gewonnenen Daten, Klimastatistiken und -karten. Die technische Abteilung betreut dieses meteorologische Messnetz, das aus teilautomatischen Wettererfassungssystemen (TAWES-Stationen) und teilautomatischen Klimastationen (TAKLIS-Stationen) besteht. Die Abteilung für Umweltmeteorologie untersucht die Ausbreitung von Schadstoffen in der Atmosphäre und gibt in Krisenfällen (z.B. bei Austritt von Radioaktivität in die Atmosphäre) direkte Information an die Bundeswarnzentrale ab. Die Abteilung für elektronische Datenverarbeitung ist mit modernsten Geräten zur Bewältigung der umfangreichen computergesteuerten Abläufe ausgestattet.

Literatur:

Hammerl, Christa: Die Geschichte der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. In C. Hammerl, W. Lenhardt, R. Steinacker, P. Steinhauser (Hrsg): *Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik 1851–2001. 150 Jahre Meteorologie und Geophysik in Österreich*. Leykam, Graz, 2001, ISBN 3-7011-7437-7, S. 19–299.

Anschrift der Autorin:

Dr. Crista Hammerl, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Hohe Warte 38, A-1190 Wien, Österreich

Email: christa.hammerl@zamg.ac.at

Die internationale meteorologische Kooperation südlich von 30 °S (1901-1904): Eine Phase intensiver Beobachtungen in der Tradition von M.F. Maury

Cornelia Lüdecke

Schwerpunkt Geschichte der Naturwissenschaften Mathematik und Technik
Universität Hamburg

Das gezielte Sammeln von Winddaten durch amerikanische Schiffskapitäne versetzte M.F. Maury (1806-1873) in die glückliche Lage, 1855 erstmals eine Karte über die vorherrschenden Windverhältnisse über den Ozeanen konstruieren zu können (Maury 1855). Mit ihrer Hilfe konnten Segelrouten optimiert und die mehrmonatigen Reisen um bis zu 35 % verkürzt werden. Im Südatlantik war eine Route westlich der Falkland-Inseln wesentlich günstiger als östlich davon (Köppen 1899). Insbesondere bei der Umsegelung vom Kap Horn sollte man auch den Luftdruck beachten, um die mit den Tiefdruckgebieten verbundenen Winddrehungen nutzen zu können. Die Windverhältnisse der Polarzonen waren nur in nördlichen Breiten einigermaßen bekannt. Nachdem die Verhältnisse in den südlichen Breiten jedoch für das praktische Bedürfnis des Seemann nicht in Betracht kamen, wurden sie auch nicht in den Lehrbüchern für maritime Meteorologie behandelt.

Der Direktor der Deutschen Seewarte in Hamburg, Georg von Neumayer (1826-1909) hatte nach dem ersten Internationales Polarjahr (1882-1883) versucht, Daten vom südlichen Atlantik zu sammeln, um synoptische Wetterkarten von August 1882 bis Juni 1883 zeichnen zu können (Neumayer 1884, Schröder und Wiederkehr 1994). Ziel war die Untersuchung der Zugstraßen der Tiefdruckgebieten. Leider reichten die finanziellen Mittel nicht aus, um die Karten drucken zu lassen. Sie wurden jedoch von dem Klimatologen der Deutschen Seewarte Wladimir Köppen (1842-1916) genutzt, um nach Maury's Beispiel verschiedene Windkarten des Atlantik zu zeichnen. Eine Karte aus dem Jahr 1894 zeigte neben der Äquatorialzone mit den Kalmen im Nordatlantik bis 70 °N fünf verschiedene Windzonen, während auf der Südhalbkugel nur Informationen über drei Windzonen vorlagen (Köppen 1894). Um jedoch Aussagen über die Allgemeine Zirkulation auf der Südhalbkugel machen zu können, waren dringend Daten aus hohen südlichen Breiten benötigt.

Als während des 7. Internationalen Geographenkongresses in Berlin (1899) die geplante deutsche und englische Antarktisexpedition detailliert vorgestellt wurde, ergab sich die Möglichkeit, eine internationale meteorologische Kooperation zu initiieren, der sich vom 1. Oktober 1901 bis 31. März 1903 neben den Antarktisexpeditionen auch Handels- und Marineschiffe mit Routen südlich 30°S anschließen sollten. Als 1903/1904 zwei Expeditionen ein zweites Mal im Süden überwinterten, wurde die Kooperation um ein Jahr verlängert.

In Deutschland wurden über 600.000 Einzeldaten gesammelt und 913 synoptische Karten und 30 Karten mit verschiedenen Mittelwerten wurden konstruiert und in einem Atlas 1915 veröffentlicht (Meinardus and Mecking 1915). Nur auf den üblichen Schifffahrtsrouten und zwischen Südamerika und der Antarktischen Halbinsel war das

Meßnetz dicht genug, um Isobaren konstruieren zu können. Damit konnte das bisherige Wissen um die Windverhältnisse im Südatlantik erheblich verbessert werden.

Literatur:

Köppen, W., 1894: Ergänzungen zum vorstehenden Aufsatz. Ann. d. Hydrogr. u. Marit. Met 22 (1), 19-23.

Köppen, W., 1899: Grundlinien der Maritimen Meteorologie. Hamburg.

Maury, M.F., 1855: The Physical Geography of the Sea and its Meteorology. New York.

Meinardus, W. und Mecking, L., 1915: I. Atlas: Meteorologie. In: *Deutsche Südpolarexpedition 1901-1903*.

Neumayer, G., 1884: Die Bedeutung synoptischer Studien im Südatlantischen Ocean. Meteorol. Z. 1, 392-396.

Schröder, W. und K. H. Wiederkehr, 1994: Über synoptische Wetterkarten des Südatlantik im Ersten Polarjahr und die Beziehungen der Deutschen Seewarte zu Wissenschaftlern in Argentinien. Meteorol. Z. N.F. 3 (6) 337-343.

Anschrift der Autorin:

Dr. Cornelia Lüdecke, Valleystraße 40, D-81371 München

Email: C.Luedecke@lrz.uni-muenchen.de

The Bjerknes' circulation theorem: A historical perspective starting in the 19th century

Alan J. Thorpe

NERC Centres for Atmospheric Science, University of Reading, UK

Other physicists had already made the mathematical extension of Kelvin's theorem to compressible fluids, but it was not until Vilhelm Bjerknes' landmark paper of 1898 that meteorology and oceanography began to adopt this insight.

This presentation traces the older roots, e.g., by Helmholtz and Schütz from Germany, Lord Kelvin from Great Britain and Silberstein from Poland. It further presents and puts into perspective the instructive figures of Bjerknes' paper, which appeared in the *Proceedings of the Royal Academy of Sciences* in Stockholm (c.f. the sample below for an idealized sea breeze situation). And finally it attempts to bridge the gap to current applications of dynamical meteorology where the integral quantity *circulation* is much less used than its differential relatives *vorticity* and *potential vorticity*.

In passing the value of early international cooperation becomes evident, though this occurred mostly on a very personal basis. This points to the need for more historical perspectives to be developed that cross national borders and language barriers. The development of meteorology as a science tended to ignore those limitations just as the weather does not respect man-made borders. A written account of the presentation can be found in Thorpe *et al.*, 2003.

Literature:

Thorpe, A.J., H. Volkert, M.J. Ziemianski, 2003: The Bjerknes' circulation theorem: A historical perspective. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, **84**, 471–480.

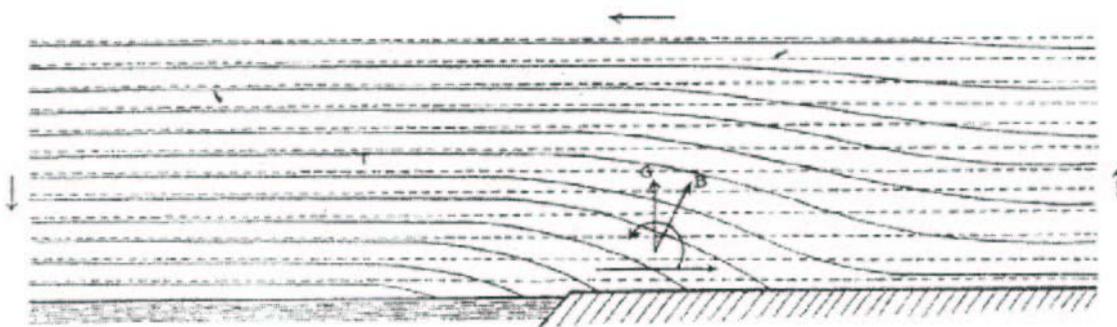


FIG. 7. Reproduction of Fig. 9 from Bjerknes (1898), which shows horizontal isobars across a coastline with less dense air over the land presumably due to solar heating of the ground. The circulation that is thus produced by the baroclinic generation is the sea breeze.

(taken from Thorpe *et al.*, 2003, p. 476)

Address of the author:

Prof. Alan J. Thorpe, Director, NERC Centres for Atmospheric Science, Dept. of Meteorology, University of Reading, Earley Gate, PO Box 243, Reading RG6 6BB, UK
Email: A.J.Thorpe@reading.ac.uk