

Werk

Jahr: 1938

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:14

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0014

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0014

LOG Id: LOG_0016

LOG Titel: Leipzig - Bergen. Festvortrag zur 25-Jahrfeier des Geophysikalischen Instituts der Universität Leipzig

LOG Typ: article

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

Leipzig—Bergen.

Festvortrag zur 25-Jahrfeier des Geophysikalischen Instituts der Universität Leipzig

Von V. Bjerknes

Es ist mir eine große Ehre und eine große Freude, bei dieser Jubiläumsfeier des Geophysikalischen Instituts zu reden, dessen Begründung mir vor 25 Jahren anvertraut wurde.

Gestatten Sie mir, kurz die wissenschaftliche Situation zu schildern, aus der die Begründung des Instituts hervorging, den speziellen Plan anzudeuten, dem ich bei der Begründung folgte, und in kurzem Umriß die darauf folgende Entwicklung zu geben.

Bei der Begründung des Instituts steuerte ich gegen die Lösung eines einzigen Problems, des Problems von der Wettervorhersage. Das Problem ist so alt wie das Beobachten und das Denken der Menschen. Von Anfang an war dies Denken mit allerlei Aberglauben verflochten. Und noch heutzutage sind nicht alle Spuren dieses Aberglaubens verschwunden.

Ein ausgezeichnetes Bild des Schwankens zwischen Aberglauben und erwachender Kritik gibt folgende Stelle bei Herodot: „Der Sturm dauerte drei Tage. Aber indem man Gefangene den Winden opferte, indem man sich bei ihnen durch Beschwören einschmeichelte, und indem man an Thetis und den Nereiden opferte, gelang es endlich den Magiern, den Sturm zu stillen, vier Tage, nachdem er angefangen war.“ „Oder“ — fügt Herodot hinzu — „vielleicht hat der Sturm von selbst aufgehört“.

Wie stark von Anfang an der Glaube an ein unmittelbares Eingreifen übernatürlicher Mächte war, so haben sich die vom Wetter Abhängigen, wie Seefahrer, Fischer, Bergbewohner, Landwirte, dennoch nie ganz dem Aberglauben hingeeben. Sie haben ihre Beobachtungen gemacht, ihr Denken eingesetzt, die Reihenfolge der aufeinander folgenden Wettersituationen beobachtet, und gesehen, wie ähnliche Situationen ähnliche Folgen hatten. Im Besitz eines großen Vorrates von Gedächtnisbildern von Wettersituationen und deren Reihenfolge sind sie tüchtige, praktische Meteorologen geworden. In dem norwegischen Buch „Der Königsspiegel“, geschrieben etwa um 1250, zu einer Zeit, als noch ein lebhafter Verkehr mit Island, Grönland und selbst Vinland, d. h. nach Nordamerika hinüber, bestand, liest man folgendes: „Lange Seereisen macht man am besten im Sommerhalbjahr. Aber kürzere Reisen, wie nach England hinüber, kann man zu jeder

Jahreszeit wagen. Dazu braucht man nur zu wissen, ob das Wetter auf ein paar Tage sicher bleibt, und das ist nicht schwer zu beurteilen für diejenigen, die das Wetter verstehen.“

Solange nur okulare Beobachtungen zur Verfügung standen, konnte man den Zustand der Atmosphäre nur qualitativ angeben. Dann erfand, etwa um 1600, Galilei das Thermometer, und ein Menschenalter später sein Schüler Toricelli das Barometer. Man lernte den Druck der Atmosphäre kennen, und beobachtete den Zusammenhang der Druckänderungen mit den Änderungen des Wetters.

Viel war aber noch nicht zu erreichen, solange Beobachtungen nur an einer Stelle zu Verfügung waren. Aber vor etwas mehr als hundert Jahren fingen fleißige Wissenschaftler — besonders Brandes hier in Leipzig — an, Beobachtungen von einer großen Anzahl von verschiedenen Stellen einzusammeln, sie auf Karten einzutragen, und *die ersten synoptischen Karten* zur Darstellung der Wetterlage zu zeichnen. Die durch die Post eingesammelten Beobachtungen kamen aber zu spät, um der praktischen Wettervorhersage zu dienen. Als sich aber dann auch ein Telegraphennetz auszubilden anfang, mußte sich der Gedanke an einen *telegraphischen Wetterdienst* melden.

Regierungen reagieren jedoch nicht allzu schnell auf wissenschaftliche Anregungen. Dann kamen aber gewichtigere Argumente. Am 14. November 1854 — während des Krimkrieges — machte ein Sturm im Schwarzen Meere großen Schaden für die Flotten der verbündeten Westmächte: das französische Linienschiff Henri IV. ging zugrunde. Und dann wandte man sich an die Wissenschaft. Leverrier, der berühmte Entdecker des Planeten Neptun, erhielt den Auftrag, zu untersuchen, ob der Sturm hätte vorausgesagt werden können. Er sammelte Beobachtungen aus ganz Europa für die Tage vor dem Sturme, zeichnete synoptische Karten und stellte fest, daß der Sturm hätte vorausgesagt werden können, wenn ein telegraphischer Wetterdienst vorgelegen hätte. Und am Tage, nachdem dieser Rapport dem Kaiser Napoleon III. vorgelegt worden war, erhielt Leverrier den Auftrag, einen telegraphischen Wetterdienst für Frankreich einzurichten.

Diesem Beispiel folgten bald die meisten anderen Kulturländer, und zwar um so mehr, als in verschiedenen derselben, besonders in England und U. S. A., einleitende Schritte vorlagen. Es entstand voneinander getrennt ein europäischer und ein amerikanischer Wetterdienst. Beiderseits fing man mit großen Illusionen an.

Die Methode des Meteorologen nach der Einführung der Wetterkarte war nicht im Prinzip von der Methode des alten völkischen Wetterpropheten verschieden: beide arbeiteten mit Gedächtnisbildern, der eine, von dem, was er am Himmel, der andere von dem, was er auf der Wetterkarte sah. Die Entdeckung der über die Wetterkarte hinwandernden Hochs und Tiefs gab der Wettervorhersage einen entschiedenen Erfolg. Man hoffte bald Gesetzmäßigkeiten in den Bewegungen dieser Gebilde zu finden, entsprechend denen der Gestirne. Anfängliche Mißerfolge wirkten nicht entmutigend: was unerwartet eintraf, hatte seine Ursachen außerhalb des Rahmens der noch beschränkten Karten. Mit der Aus-

dehnung des Telegraphennetzes würde sich alles bessern. Trotz allen Erweiterungen der beiden Telegraphennetze wurde man aber doch nicht Herr der unerwarteten Ereignisse. Aber man tröstete sich: Sobald ein *transatlantisches Kabel* die beiden Netze zu einem einzigen verbindet, werden wir alle Stürme voraussagen können, die die europäischen Häfen erreichen. Es kann jetzt überraschend erscheinen, aber eben dieser Optimismus der Meteorologen war eines der wirksamsten Argumente für das Legen des ersten transatlantischen Kabels. Auch das Kabel hat aber nur wenig geholfen.

Noch ließen sich aber die Meteorologen nicht entmutigen. Sie schlossen, das Geheimnis des Wetters muß auf den Meeren liegen: von den Meeren aus wird das Wetter gesteuert.

Wenn man deshalb nach den Schiffsjournalen Wetterberichte einsammelt und tägliche synoptische Karten für das Meer zeichnet, so wird man rein wissenschaftlich den Zusammenhang erkennen, selbst wenn diese verspäteten Wetterkarten nicht unmittelbar dem praktischen Wetterdienst dienen können.

In dieser Weise entstanden die sogenannten *Hoffmeyer-Karten* für das atlantische Meer, von dem dänischen Meteorologischen Institut und der deutschen Seewarte im Verein ausgearbeitet.

Nachdem aber die Meteorologen diese Karten einige Jahre auf ihren Tischen gehabt hatten, gaben sie jede Hoffnung auf — so hat mir der Senior unter den englischen Meteorologen, Sir Napier Shaw, erzählt —: *Sie konnten die Sprache der Wetterkarten nicht deuten*. Es trat Mißmut ein unter den Pionieren der Meteorologie, die mit so großen Illusionen angefangen hatten. Auf Fortschritte der Wettervorhersage war nicht zu hoffen. Den schon begründeten Wetterdienst ließen sie schematisch weiterlaufen, der machte seinen Nutzen. Und ihre für Wettervorhersage errichteten Institute wendeten ihre wissenschaftlichen Interessen besonders einem friedlicheren Zweig der Meteorologie zu: der Klimatologie.

Noch sollte zur Jahrhundertwende ein letzter Vorstoß kommen. Beobachtungen lagen bis jetzt nur vom Erdboden vor. Wird vielleicht nicht das Wetter von der Höhe aus gesteuert? Es hieß deshalb Beobachtungen von der Höhe zu beschaffen. Die Versuche fingen an in Deutschland mit Freiballonfahrten, in Amerika mit Drachenaufstiegen, in Frankreich mit Registrierballons. Bald entstanden in den verschiedenen Ländern *aerologische Institute*, die alle drei Methoden in Anwendung brachten, und es gelang Hergesell, die aerologischen Aufstiege international zu organisieren, so daß an bestimmten Tagen oder in bestimmten Wochen möglichst viele gleichzeitige Aufstiege in den teilnehmenden Ländern angestellt wurden.

Diese Aerologie hat uns sehr viel neues Wissen über unsere Atmosphäre gebracht, in erster Linie steht *die Entdeckung der Stratosphäre*. Aber das Geheimnis des Wetters wurde auch nicht in der Höhe gefunden: Die Höhenbeobachtungen wirkten — anfänglich — nicht wesentlich auf die Wettervorhersage ein, selbst mit dem Hinzuziehen dieser neuen Beobachtungen war die Sprache der Wetterkarten nicht zu deuten.

Wo ist aber dann diese Sprache zu lernen?

Um dieser Frage näher zu treten, müssen wir wieder einen Rückblick auf die Geschichte der Wissenschaft nehmen, um dem Entwicklungsfaden der eigentlichen *Grundwissenschaften* zu folgen.

Galilei, der der empirischen Meteorologie das Thermometer gab, hat auch die Entwicklung eingeleitet, die zur Begründung der Mechanik und der Physik führte. Sein Fallgesetz leitete den Aufbau der Mechanik ein, der Lehre von der Bewegung der Körper. Newton gab den Prinzipien dieser Lehre ihre endgültige Form. Auf der Galilei-Newtonschen Grundlage entwickelte Euler die spezielle Wissenschaft von der Bewegung flüssiger und gasförmiger Körper, die *Hydrodynamik*. Die hydrodynamischen Gleichungen geben — in impliziter Form — den Zusammenhang zwischen zwei der meteorologischen Fundamentalgrößen: Luftdruck und Luftbewegung. Dann folgte in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, durch Mayer, Helmholtz, Carnot, Kelvin, Clausius, die Entwicklung der Wissenschaft der *Thermodynamik*, die, mit der Hydrodynamik verbunden, in der gleichen impliziten Form, den Zusammenhang von Luftdruck, Luftbewegung auch mit der Lufttemperatur gibt. Die kombinierte *Thermo-Hydrodynamik* muß unser Lehrbuch in der Sprache der Wetterkarten sein.

Die Fortschritte in dieser Richtung gingen aber langsam. Die Mathematiker fanden die reine, von Thermodynamik getrennte „klassische“ Hydrodynamik schon mehr als reichlich schwierig, und dazu in ihrer klassischen Begrenzung so wunderschön, gipfelnd in den berühmten Sätzen von Helmholtz über die *Erhaltung der Wirbel*, und von Kelvin über die *Erhaltung der Zirkulation*. Mit diesen Sätzen war aber nichts in der Meteorologie anzufangen, wo uns die Beobachtungen ein ewiges Bilden und ein ewiges Vernichten von Zirkulationen und Wirbelbewegungen vorführen. — Das Betreten des allgemeineren Gebietes ist hoffnungslos, so dachten allgemein die Hydrodynamiker, und so dachte auch ich.

Ich war Hydrodynamiker geworden in der Schule meines *Vaters*, der seinerseits die Hydrodynamik in Göttingen studiert hatte, mit dem großen Mathematiker Lejeune Dirichlet als Lehrer. Aber die Arbeiten meines Vaters fortsetzend, wurde ich, ich kann fast sagen zwangsweise, zu sehr naheliegenden Verallgemeinerungen der Helmholtzschen und Kelvinschen Sätze geführt, Sätze, die das *Prinzip der Bildung und der Vernichtung von Zirkulations- und Wirbelbewegungen* enthielten. Ohne es ursprünglich bemerkt zu haben, hatte ich die Grenzlinie zwischen Hydrodynamik und Thermodynamik überschritten: Die Sätze zeigten sich unmittelbar geeignet, meteorologische Erscheinungen grundlegender Art zu diskutieren.

Die erzielten Erfolge brachten mich auf den Gedanken: *Vielleicht ist die Zeit reif, die bisher parallel verlaufenden Entwicklungsfäden der beobachtenden Meteorologie und der theoretischen Thermo-Hydrodynamik zur Verflechtung zu bringen*. Und das geschieht am besten, dachte ich, wenn man mutig direkt auf die Zentralaufgabe der Meteorologie lossteuert: *aus dem gegenwärtigen Zustand der Atmosphäre den*

künftigen abzuleiten. Dies heißt, das *Problem der Wettervorhersage als ein mathematisches Problem* aufzustellen und womöglich zu lösen.

Die mathematische Formulierung des Problems ist im Prinzip einfach. Der Zustand der Atmosphäre läßt sich durch fünf Variable definieren: eine Vektorvariable, die Geschwindigkeit, und vier Variablen skalarer Natur, Druck, Dichte, Temperatur und Feuchtigkeit. Und wir besitzen die fünf entsprechenden Gleichungen: die vektorielle hydrodynamische Bewegungsgleichung und vier Skalargleichungen, eine für die Erhaltung der Masse, eine für die Erhaltung der Energie, dann die Gasgleichung und die thermodynamische Gleichung für die Kondensations- und Verdampfungsprozesse. Bei gegebenen Anfangsbedingungen und Bedingungen für die äußeren Einflüsse ist dann der künftige Zustand der Atmosphäre mathematisch bestimmt. Wir sind folglich implizite im Besitz des Wissens, um das Problem von der Wettervorhersage zu lösen. Es heißt den Weg zu finden, um dieses Wissen explizite nutzbar zu machen.

Dazu stellen wir das Problem in möglichst einfacher Form, indem wir die Vorhersage nur für *sehr kleine Zeiträume* verlangen. In dem kleinen Zeitraum verschieben sich die Luftmassen nur kurze Strecken und erleiden nur kleine Zustandsänderungen. Das Problem reduziert sich dabei auf zwei prinzipiell einfache Berechnungen: *Berechnung der neuen Lagen der bewegten Luftmassen*, und *Berechnung der Zustände, in denen sie anlangen*. Bei diesen Berechnungen sind aber alle bewegten Massen der Atmosphäre mit in Betracht zu ziehen, die hohen wie die niedrigen, die auf dem Meere wie die auf dem Lande, — bevorzugte Stellen, von wo aus gesteuert wird, kennen die Gleichungen nicht.

Da alle Luftmassen beteiligt sind, können die an die Beobachtungen gestellten Anforderungen nie vollständig erfüllt werden. Es heißt nur, ein möglichst ausgedehntes und möglichst dichtes dreidimensionales Beobachtungsnetz zu schaffen und die Beobachtungen aufs äußerste zu verwerten.

Das somit nie vollständige Rohmaterial der Beobachtungen ist aber gleichzeitig viel zu unübersichtlich, um unmittelbar für das Prognosenprogramm verwertet zu werden. Es heißt, erst aus dem Rohmaterial anschauliche, praktisch brauchbare, und vor allem möglichst *richtige Bilder* der vorliegenden atmosphärischen Situationen auszuarbeiten, wo alle Konsequenzen aus den vorliegenden Beobachtungen gezogen sind. Das ist das Problem der *Diagnose*, ein Problem schon größten Umfanges, wo die Methoden zu schaffen sind und mit feinsten Kritik auszuüben. Ist die Diagnose zuwege gebracht, so folgt das Problem der *Prognose* nach der schon erwähnten Formel: die neuen Lagen der Luftmassen zu berechnen, und die Zustände, in denen sie anlangen, zu finden.

Dies Programm der meteorologischen Forschung publizierte ich im Jahre 1904 in der Meteorologischen Zeitschrift, — vielleicht eigentlich mehr, um das Problem loszuwerden, als um es selbst anzugreifen. Dazu betrachtete ich mich nicht als den rechten Mann. Ich hatte keine Ausbildung als Meteorologe, und das Problem war ein Kolossalproblem, wo Hilfe erforderlich war. Als ich aber im Jahre 1905 auf Einladung in Amerika über meine älteren hydrodynamischen Arbeiten und

diejenigen meines Vaters vorlas, hatte ich Gelegenheit, auch in Washington einen Vortrag zu halten, wo ich dieses meteorologische Forschungsprogramm entwickelte. Das Programm hat das Interesse der Amerikaner geweckt, vielleicht eben durch seine Kühnheit und kolossalen Dimensionen. Das damals gerade begründete *Carnegie Institution of Washington* hat den Entschluß gefaßt, meine Arbeit nach diesem Programm ökonomisch zu unterstützen. Dies ist auch in großzügiger Weise geschehen: Vom Jahre 1906 ab habe ich durch eine jährliche Unterstützung Gelegenheit gehabt, einen oder mehrere wissenschaftliche Privatassistenten für diese Arbeit zu halten.

Dadurch war mein Schicksal besiegelt: Ich betrat — als Eindringling — eine für mich fremde Wissenschaft, die Meteorologie.

Mit meinen Carnegie-Assistenten fing ich gleich an, die Grundzüge des Prognosenproblems auszuarbeiten, unter Anwendung alles zugänglichen Beobachtungsmaterials an den Tagen der aerologischen Aufstiege.

Um diese Zeit bekam mein späterer Kollege, der unvergeßliche Otto Wiener, ein lebhaftes Interesse für meine Arbeiten. Er wünschte sie nach Leipzig umgepflanzt zu sehen, in Verbindung mit der Errichtung eines Spezialinstituts. Im Jahre 1912 erhielt ich den für mich so ehrenvollen Ruf. Das Institut wurde *Geophysikalisch* genannt nach dem Vorgang des schon existierenden Instituts dieses Namens in Göttingen.

Der Name gab Gelegenheit, oder vielleicht Pflicht, wenn nicht gleich, so jedenfalls mit der Zeit, alle Zweige der Geophysik in das Arbeitsprogramm aufzunehmen. Wieners ursprüngliche Pläne gingen auch mehr oder weniger in dieser Richtung. Ich war aber entschlossen, alle Kraft auf das eine große Problem einzusetzen, in der Hoffnung, einen Durchbruch zu erreichen. Deshalb schob ich — vorläufig — alles andere zur Seite. Mir wurde anboten, den damals schon im Keller des Geologischen Instituts arbeitenden Seismographen zu übernehmen. Ich habe abgelehnt. Eine Anlage für aerologische Aufstiege wurde in Vorschlag gebracht. Ich habe geantwortet, lieber als ein zweites Observatorium Lindenberg anzulegen, begründe ich das erste Institut, um strenge Theorie in die Meteorologie hineinzubringen. Diese Arbeitsrichtung wollte ich auch gleich mit der Begründung einer Publikation unterstreichen, welche Diagnosen atmosphärischer Zustände bringen sollte als Grundlage der eventuellen späteren Prognosen.

Ich hatte als Vorbereitung den ausersehenen ersten Institutsassistenten, Dr. Wenger, schon im Herbst 1912 nach Oslo kommen lassen, um zusammen mit meinem damaligen Carnegie-Assistenten, Dr. Hesselberg (jetzt Direktor des norwegischen Meteorologischen Instituts), und Dr. Sverdrup (später berühmt als Polarfahrer mit Amundsen, nachher Professor in Bergen, und jetzt mit einem ehrenvollen ozeanographischen Auftrage in U. S. A. beschäftigt) die Pläne der Publikation festzulegen und die Ausarbeitung der ersten Diagnose anzufangen.

Am 1. Januar 1913 traf ich in Leipzig ein, und kurz nachher die Assistenten. Die Arbeiten fingen an in dem alten Lokal in der Nürnberger Straße. Bald waren dort 12 Doktoranden erst mit Übungsaufgaben beschäftigt, und dann mit Doktor-

arbeiten, die alle von verschiedenen Gesichtspunkten aus mit dem Hauptproblem in Verbindung standen.

In meiner Antrittsvorlesung am 8. Januar, „Die Meteorologie als exakte Wissenschaft“, habe ich meinen Arbeitsplan entwickelt, *unter schärfster Betonung, daß ich das Prognosenproblem nur als ein rein wissenschaftliches angriff*. Durch den Gedanken an unmittelbare praktische Anwendung wollte ich nicht gestört sein. Ich habe meine Antrittsvorlesung mit den folgenden Worten abgeschlossen:

„Ich würde mehr als froh sein, wenn ich die Arbeit so weit führen könnte, daß ich durch jahrelange Rechnungen das Wetter nur von einem Tag auf den anderen ausrechnen könnte. Wenn nur die Rechnung stimmte, so wäre der wissenschaftliche Sieg errungen. Die Meteorologie wäre dann eine exakte Wissenschaft, eine wirkliche Physik der Atmosphäre geworden. Und wenn wir erst so weit wären, würden sich auch schon praktische Folgen einstellen.“

Es kann Jahre erfordern, um einen Tunnel durch einen Berg zu bohren. Mancher Arbeiter wird den Tag des Durchschlages nicht erleben. Aber das hindert nicht, daß später andere mit Schnellzugsgeschwindigkeit den Tunnel hindurchfahren können.“

Soviel über das Programm, mit dem das Institut anfang.

Das erste Heft der Publikation des Instituts, „Synoptische Darstellung atmosphärischer Zustände über Europa“, verdient besondere Erwähnung. Wegen der internationalen Zusammenarbeit hat die Meteorologie auch — leider — eine *politische* Seite. Ein Erfolg der theoretischen Arbeit erfordert unbedingt *eine Rationalisierung der in der Meteorologie verwendeten Einheiten*. Hier herrschte eine entsetzliche Verwirrung. Im Jahre 1912 hatte die Internationale Aerologische Kommission in Wien getagt, und dort war es mir gelungen, nicht ohne Kampf, durchzusetzen, daß die Kommission die Anwendung rationeller, dem CGS-System entnommener Einheiten, in der Aerologie empfohlen hat. Jetzt hieß es die von der Kommission empfohlene Reform vor einer höheren Instanz in der internationalen meteorologischen Hierarchie zu verteidigen, bei der Tagung des Internationalen Meteorologischen Komitees, die zu Ostern 1913 in Rom stattfinden sollte. Dank forcierter Arbeit aller Mitwirkenden konnte ich das erste Heft der Publikation des Instituts nach Rom mitbringen und an der Hand desselben klar die Vorteile der rationellen und die Nachteile der irrationellen Einheiten auseinandersetzen. Es wurde, wieder nicht ohne Kampf, ein Sieg errungen, und zwar der erste entscheidende Sieg in *einem langen Feldzug*, der schließlich dahin geführt hat, daß jetzt nicht nur in der Aerologie, sondern in der gesamten Meteorologie restlos rationelle Einheiten aus dem CGS-System verwendet werden. Es verdient in dieser Verbindung bemerkt zu werden, daß das Millibar die einzige dem metrischen System angehörige Einheit ist, die in der ganzen Welt eingeführt ist.

Der Erfolg gab Kraft durch Freude, wenn ich mich so aussprechen darf. Die Arbeit am Institut ging mit erhöhtem Eifer weiter. Die Praktikanten bekamen der Reihe nach je einen internationalen Tag zur Ausarbeitung nach dem Muster

des ersten Heftes. In der Weise entstanden eine Anzahl von Heften — einander vorläufig ziemlich gleich. Diese Gleichförmigkeit war aber nicht unser Ziel. Die ersten Ausarbeitungen bezweckten nur, den passenden Rahmen zu finden, in den das noch unbekannte Neue einzufügen war, je nachdem es zum Vorschein kam. Mit Rücksicht hierauf war das *große Format* gewählt und Erweiterung geplant. Für die Karte am Erdboden sollte besonders nicht bloß das unmittelbar zugängliche telegraphische Material der täglichen Wetterkarten verwertet werden, sondern es sollten alle zugänglichen Beobachtungen eingesammelt und benutzt werden.

Ich stelle mir jetzt die Frage: Was wäre erfolgt, wenn wir dieses Programm hätten durchführen können? Die großen atmosphärischen Diskontinuitätsflächen und ihre Schnittlinien mit dem Erdboden hätten uns schwerlich entgehen können. Die gesamte „Polarfrontmeteorologie“ oder „Luftmassenmeteorologie“ wäre dann, sofern ich beurteilen kann, in Leipzig entstanden.

Aber das Schicksal hatte anders bestimmt. Der Weltkrieg kam dazwischen. Der eine nach dem anderen von den Doktoranden wurde zum Kriegsdienst eingezogen, fünf, um zu fallen. Darunter einer, H. Petzold, der als Doktorarbeit eine Untersuchung über Konvergenzlinien bekommen hatte, die — wäre sie nicht unterbrochen worden — vielleicht die Polarfrontmeteorologie angebahnt hätte. Dann kam die Reihe an die Institutsassistenten. Schließlich waren an der Arbeit nur zwei Damen und meine beiden damals sehr jungen norwegischen Carnegie-Assistenten, der eine mein Sohn, J. Bjerknes, jetzt Professor in Bergen, der andere, H. Solberg, jetzt Professor in Oslo.

Unter diesen Umständen war an eine Erweiterung der Arbeit nicht zu denken. Bessere Zeiten erwartend, suchten wir nur innerhalb der Grenze unserer Kräfte die angefangene Arbeit weiterlaufen zu lassen, das verkleinerte Format der Publikation zeigt unsere bescheideneren Ansprüche. Eine Spezialarbeit aus dieser Zeit des Rückschlages muß ich aber erwähnen, die einen wertvollen Keim enthielt.

In den Kolloquien, die in der kurzen Blütezeit des Instituts regelmäßig abgehalten wurden, war nicht nur einmal, sondern mehrmals Helmholtz' meteorologische Abhandlung aus dem Jahre 1888 „Über atmosphärische Bewegungen I“ referiert worden. Mehrmals aus dem Grunde, daß der Referent meinte, einen Rechenfehler bei Helmholtz entdeckt zu haben. Dadurch wurde ich selbst zu einem sehr eingehenden Studium der gedankenreichen, aber dunkel geschriebenen Abhandlung geführt. Der Rechenfehler war beim Referenten, nicht bei Helmholtz. Wenn wir aber die Abhandlung auf Grundlage unseres jetzigen Wissens lesen, so ist sie sehr interessant. Helmholtz hat gewissermaßen die „Polarfront“ *im Geiste gesehen*, allerdings in schematischer Form, als ein einfacher Parallelkreis, der unaufhörlich entsteht, um durch Verwirbeln wieder vernichtet zu werden. Diese „Polarfront“ machte auf mich damals keinen tieferen Eindruck, sie war ja nicht auf den täglichen Karten zu sehen, und offenbar hat auch Helmholtz selbst sie vergebens auf den Hoffmeyer-Karten des Atlantischen Meeres gesucht. Am Ende der Abhandlung macht er aber in Verbindung mit dieser Polarfront darauf

aufmerksam, daß das Verwirbeln immer mit einer Wellenbildung anfangen muß. Dies könnte aussehen, als hätte er die Wellentheorie der Zyklonenbildung vorausgeahnt. Es ist aber sicher nicht der Fall gewesen. Denn in derselben Abhandlung spricht er von Zyklonen und Antizyklonen als selbständigen Gebilden, ohne sie mit seiner Polarfront in Verbindung zu bringen. Und in den beiden folgenden Abhandlungen, wo er die Theorie der durch Instabilität gebildeten Helmholtz-Wellen entwickelt, erwähnt er die Zyklonen überhaupt nicht. Er hat offenbar nur an *Kleinwirbel* gedacht.

Bei mir erweckten aber Helmholtz' dunkle Worte die Frage: Kann eine Verbindung bestehen zwischen Wellen und den Großwirbeln, die wir Zyklonen nennen? *Können die Zyklonen als Wellen anfangen?* Einerseits schien mir der Schluß zwingend: Jede Störung muß klein anfangen, und dabei, wie Helmholtz sagt, eben als Welle. Andererseits schien mir aber der Sprung von Welle zu Zyklone unbegreiflich groß, erst nach der empirischen Entdeckung der Polarfrontfläche sollte sich dieses Paradoxon auflösen. Das Paradoxon ließ mir aber keine Ruhe. Ich hoffte durch Durchmusterung aller möglichen Wellenarten die Aufklärung zu finden, und fing an, mich mit der Theorie innerer Schwerewellen zu befassen — eine einleitende Abhandlung erschien in den Berichten der Leipziger Akademie. Aber die Arbeit wurde mir immer schwerer, es war der „Kohlrübenwinter“ 1916—17, — eine Ernährung, die die geistigen Kräfte aufrechterhalten könnte, war nicht mehr zu haben.

Dies war die Situation, als ich im Frühjahr 1917 einen Ruf nach Bergen in Norwegen erhielt. Dies brachte mich in große Verlegenheit. Einerseits fragte ich mich: Ist es richtig, das neu gegründete Institut in kritischer Zeit zu verlassen? Andererseits: Kann ich jetzt mehr in Leipzig für die Lösung der Aufgabe machen, für die ich gekommen bin? Und als ich erzielt hatte, daß mein erster Assistent und wirklicher Mitbegründer des Instituts, Dr. Wenger, von seinem Dienst als Feldmeteorologe zurückgerufen wurde, um mir als Professor und Direktor des Geophysikalischen Instituts nachzufolgen, habe ich mich entschlossen, nach meinem Vaterlande zurückzukehren. Im August 1917 bin ich von Leipzig nach Bergen umgezogen. Es wurde verabredet, daß, sobald bessere Zeiten kamen, eine intime Mitarbeiterschaft Leipzig-Bergen erfolgen sollte, zur Durchführung des Leipziger Programms.

Was konnte ich aber jetzt in Bergen leisten?

Wenger hatte die Absicht, die Leipziger dreidimensionale Diagnosenarbeit aufzunehmen, sobald wieder im Geophysikalischen Institut brauchbare Arbeitsbedingungen vorhanden waren. Es hatte keinen Zweck, diese Arbeit in Bergen zu doublieren.

Auch in Norwegen war aber alles wegen des Weltkrieges abnorm. Der alte Wetterdienst fungierte äußerst unvollkommen. Denn die grundlegenden Telegramme von auswärts kamen während des Krieges nicht. Mehr als je war aber ein solcher Wetterdienst wünschenswert. Denn jede Zufuhr von auswärts war erschwert, und die lebenswichtigen Betriebe der Landwirtschaft und der Fischerei

brauchten jede denkbare Stütze. Ich mußte überlegen, ob es nicht meine Pflicht wäre, etwas in praktischer Richtung zu versuchen. Meine Bedenken waren schwer. Selbst hatte ich keine Ausbildung als praktischer Meteorologe. Dementsprechend hatte ich in Leipzig aufs schärfste mein rein wissenschaftliches und sogar ganz unpraktisches Ziel betont. Bei dem Fehlen der grundlegenden Wettertelegramme von auswärts war auch nur ein sehr beschränkter Erfolg zu erwarten. Nach theoretischen Überlegungen und gestützt auf die in Leipzig gemachten Erfahrungen, glaubte ich jedoch mit der Möglichkeit eines beschränkten Erfolges für ganz kurzfristige Prognosen rechnen zu können, vorausgesetzt, daß wir im eigenen Lande ein *hinlänglich dichtes Beobachtungsnetz anlegen konnten, um das Wetter sozusagen unter das Mikroskop zu bringen*. Und auf wissenschaftlich Neues war dabei auch zu hoffen, um so mehr, als wir das Wetter eben an der stürmischsten und meteorologisch ereignisvollsten Küste Europas vor uns hatten.

Ein günstiger Umstand war die partielle Mobilmachung zur Neutralitätswehr. Auf einer dichten Reihe der äußersten Inseln hatte unsere Marine Beobachtungsposten eingerichtet, wo erfahrene Seeleute jedes Geschehen in unseren Gewässern beobachteten. Die instrumentelle Ausrüstung dieser Posten war ein Doppelfernrohr und eine Peilscheibe, die letztere, um durch Doppelpeilung feststellen zu können, ob was Unerlaubtes in unseren Gewässern stattfand. Als ersten einleitenden Versuch erzielte ich gleich, daß diese Posten dreimal täglich Wettermeldungen telephonisch nach Bergen einsenden sollten, nämlich Windrichtung nach der Peilscheibe, Windstärke und Wetter nach Seemannsschätzung. Als die Regierung später Mittel zur Verfügung stellte, wurde ein Beobachtungsnetz auch im Innern des Landes errichtet, *zehnmal so dicht als das vor dem Kriege existierende*.

War die instrumentelle Ausrüstung der neu errichteten meteorologischen Stationen karg, so hat dennoch selten eine wertvollere Stationsreihe als die längs der Küste existiert. Denn alle diese Stationen waren in höchstem Grade, was wir jetzt *repräsentativ* nennen, d. h. von den lokalen Verhältnissen unbeeinflußt.

In diesem Stationsnetz konnten die schon in Leipzig studierten Konvergenzlinien genauer untersucht und in Beziehung zu den Temperatur- und Wetteränderungen gebracht werden. Es entwickelten sich die verwandten Begriffe der *Diskontinuitätslinie* oder der *Front*, die sich für das Verständnis des Wettergeschehens sehr fruchtbar zeigten. Allerdings waren die Fronten keine wirklichen Neulinge in der Meteorologie. Besonders stark entwickelte Kaltfronten waren schon oft beobachtet und beschrieben (Durand-Greville, Köppen, v. Ficker u. a.), aber durch die jetzt *immer schärfere Wetterkartenanalyse* traten die früher nur als Ausnahmeerscheinungen beobachteten *Diskontinuitätslinien als tägliche Gäste auf den Wetterkarten auf*.

In dieser Weise wurden allmählich die jetzt so bekannten Tatsachen der „*Polarfrontmeteorologie*“ oder der „*Luftmassenmeteorologie*“ gefunden. Man lernte die großen atmosphärischen Diskontinuitätsflächen kennen, die sich, je nach ihrer Bewegungsrichtung, als „*Kaltfronten*“ oder als „*Warnfronten*“ am Erdboden zu erkennen gaben. Es wurde beobachtet, *wie die Zyklonen mit einer wellenförmigen*

Vertiefung in einer Diskontinuitätsfläche anfangen. Die Vertiefung nahm zu, mit dem Erfolg, daß die ursprüngliche Welle durch das Bergeronsche *Okklusionsstadium* sich allmählich in einen Horizontalwirbel umbildete. Das Paradoxon von dem Wellenursprung der Zyklonen war aufgeklärt, und die — schwierige — *Ausarbeitung der mathematischen Theorie der Zyklonenbildung konnte anfangen.* Und schließlich: die praktische Wettervorhersage, die sich auf dieser Grundlage entwickelte, verlief sozusagen von selbst nach dem von Anfang an aufgestellten Programm: die Ortsveränderungen der bewegten Luftmassen zu bestimmen, und die Zustände, in denen sie anlangen. — Alles aber nach schnellen Schätzungen, nicht durch die jahrelangen Rechnungen, die ich in meiner Antrittsrede in Leipzig in Aussicht gestellt hatte. Die Gedächtnisbilder blieben immer noch nützlich, aber nicht mehr die Hauptsache: der Tunnel war, wenn nicht fertig, so doch schon befahrbar.

Damit soll nicht gesagt sein, daß das Problem in endgültiger, exakter Weise gelöst ist. Da aber die Lösung im Prinzip nach dem für das mathematische Problem formulierten Programm verläuft, sind die Aussichten für die weitere Entwicklung in exakter Richtung verheißungsvoll: Man wird immer mehr *von der „Kunst“ zu der Wissenschaft der Wettervorhersage kommen.* Und wie es auch damit in der Zukunft weitergehen wird, so ist es jetzt eine Tatsache, daß sich die neuen Methoden der Wetteranalyse und Wettervorhersage über die ganze Erde verbreiten, von Land zu Land, von Weltteil zu Weltteil, von der nördlichen zur südlichen, von der östlichen zur westlichen Halbkugel.

Ich komme jetzt zu der Frage: *Wie groß ist der Anteil der Leipziger Schule an diesem Umschwung in der Meteorologie?*

Einleitend bemerke ich: Es ist verschiedentlich von einem Gegensatz zwischen der alten Leipziger und der nachfolgenden Bergener Schule geredet worden. Als vermutlich bester Kenner der Sache kann ich sagen: ein solcher Gegensatz hat nie bestanden. Die eine Schule ist die direkte Fortsetzung der anderen, nur nahm die Arbeit zwangsweise verschiedene äußere Formen an.

Weiter: Über den gegenseitigen Anteil der beiden Schulen läßt sich nichts Gerechtes schließen nach dem, was literarisch vorliegt. Die Arbeit in Leipzig brach zusammen als Folge des Weltkrieges, ehe noch endgültige Resultate allgemeiner Art erzielt waren, geschweige denn literarische Form angenommen hatten. Und zwar ist auch das, was in literarischer Form von Bergen vorliegt, sehr unvollständig, hier aus einem anderen Grunde: Unsere jungen Wissenschaftler arbeiteten als praktische Meteorologen, und machten als solche so großen Nutzen, besonders für die Fischerbevölkerung, daß sie dafür mit immer zunehmender Überhäufung durch Pflichtarbeit bedankt wurden. Es wurde ihnen nur sehr wenig Zeit freigelassen, die in Fülle einströmenden neuen Resultate in Abhandlungen zu publizieren, oder Belege für die vorläufig publizierten Resultate zu bringen, geschweige denn die nicht ausbleibenden Angriffe zu beantworten. Mehr als durch wissenschaftliche Abhandlungen wurden die Resultate der Bergener Schule bekannt durch die immer zahlreicheren Besuche fremder Meteorologen in Bergen, und durch

die dadurch erfolgten Einladungen an die norwegischen Meteorologen, kürzere oder längere Zeit als Instruktore an verschiedenen der großen meteorologischen ausländischen Institute tätig zu sein.

Auf Grundlage der im Druck vorliegenden Dokumente läßt sich somit kein gerechtes Urteil fällen über die gegenseitigen Anteile Leipzigs und Bergens an dem Enderfolg, ja selbst nicht über die persönlichen Verdienste der einzelnen Teilnehmer. Dazu ist diese Umwälzung in der modernen Meteorologie in allzu extraordinärer Weise verlaufen. Nur wer alles selbst durchgemacht hat, ist hier einigermaßen urteilsfähig. Und ich bin der schließlich einzige, der *alles* persönlich mitgemacht oder durchgemacht hat.

Als solcher sage ich: Wie unscheinbar von außen gesehen *der Anteil Leipzigs* an den Enderfolgen in Bergen scheinen kann, so ist dieser Anteil nicht bloß groß, sondern *für den Enderfolg unentbehrlich gewesen*.

An das Wagestück, das ich in Bergen machte, unter scheinbar so schwierigen Verhältnissen einen Wetterdienst zu errichten, hätte ich überhaupt nicht denken können, wenn ich nicht die fünfjährige Arbeit in Leipzig hinter mir gehabt hätte. Ja, ich hätte es auch nicht wagen können, wenn ich nicht zwei Mitarbeiter zur Verfügung gehabt hätte, die sich in Leipzig in die Gedankengänge der Leipziger Schule vollständig hineingelebt hatten, nämlich meine beiden Carnegie-Assistenten, deren Namen ich früher genannt habe. Ich muß hier hinzufügen, daß in Bergen noch ein dritter hinzukam, der gleich von den leitenden Ideen ergriffen wurde, und sich mit Begeisterung, Feuereifer und durchdringender Intuition in die Arbeit hineinwarf: das war der Schwede Bergeron, nicht am wenigsten bekannt als der Entdecker der Okklusion.

Diese drei haben den neuen Wetterdienst geschaffen.

Ich mache hier eine wichtige Digression. Mit der Verzweigung der Wissenschaft folgen immer weiter differenzierte Anforderungen an die geistigen Voraussetzungen der Wissenschaftler. Man kann nicht einem jeden sonst hochstehenden Wissenschaftler die verantwortungsvolle Arbeit an der Wetterkarte anvertrauen. Der moderne Meteorologe hat vor sich eine Arbeitskarte, wo das Rohmaterial der Beobachtungen durch mehrere Tausende von verschiedenen Zahlen und Zeichen (auf der deutschen Wetterkarte z. Z. etwa 10000) eingetragen ist. *Das Bild der Wittersituation, das der Meteorologe ableitet, darf nicht im Widerspruch sein mit einer einzigen der als sicher anzusehenden Beobachtungen*. Zur Lösung dieser Aufgabe gehören zwei unentbehrliche Eigenschaften, ein hoch entwickeltes *Kombinationsvermögen*, und ein sicheres *räumliches Vorstellungsvermögen*. Selbst nicht alle Mathematiker haben diese beiden Fähigkeiten vereint, und es gibt Wissenschaftler, die in beiden Beziehungen schwach sind und dennoch in ihren Wissenschaften gute Erfolge haben. Ich bin einem Fall begegnet, wo ein junger Mann, der ganz ausgesprochene Gaben für Instrumentenbau und physikalische Experimentaltechnik hatte, sich an der Wetterkarte ganz unvernünftig zeigte. Andere können sich durch Fleiß die Methoden der Wetteranalyse aneignen und zuverlässige Techniker in dem Fache werden. Aber nur die bevorzugten, die die

genannten Spezialgaben zugleich mit Intuition und konstruktiver Phantasie verbinden, können auf diesem Gebiete wissenschaftlich vorangehen. In den Händen solcher Forscher hat sich die moderne Wetterkarte zu einem grundlegenden — *immateriellen* — *Instrument der Physik der Atmosphäre entwickelt*, entsprechend den materiellen Instrumenten der Laboratorienphysik.

Ob ich selbst in jüngeren Jahren die erforderliche Kombination von Gaben gehabt hätte, um schöpferisch auf der Wetterkarte zu arbeiten, weiß ich nicht. Es wurde mir aber bald klar, daß ich in dieser Beziehung mit meinen jungen Mitarbeitern gar nicht konkurrieren konnte. Ich fand es deshalb unbedingt vorteilhaft für den Erfolg, die empirische Arbeit auf der Wetterkarte diesen Mitarbeitern zu überlassen, ihnen die volle Ehre für ihre Errungenschaften zu lassen, und mich selbst, indem ich gespannt ihren Resultaten folgte, mit den hinterliegenden theoretischen Fragen zu beschäftigen.

Eine wichtige Lehre für die Zukunft bleibt aber diese: Es heißt die richtige Auswahl für die Meteorologenstellungen zu treffen. Dies darf bei der künftigen Meteorologenerziehung nicht vergessen werden. Wenn man in der Zwangslage ist, plötzlich eine Massenausbildung vornehmen zu müssen, so darf man nicht gleich von Anfang an zu hohe Anforderungen an die Resultate stellen.

Nach dieser, wie ich glaube, wichtigen Digression kehre ich zu der Frage Leipzig-Bergen zurück.

War die Leipziger Vorbereitung eine notwendige Bedingung für den Enderfolg in Bergen, so wäre auch umgekehrt die ganze Arbeit des Leipziger Instituts zu meiner Zeit ein nutzloser Stoß in die Luft geblieben, wäre nicht die Fortsetzung in Bergen erfolgt.

Daß aber dennoch der intime Zusammenhang Leipzig-Bergen so wenig nach außen auffällt, hängt auch mit der Tragödie zusammen, daß mein erster Nachfolger, Prof. Wenger, im Jahre 1922 an der spanischen Krankheit gestorben ist, eben, als er die unterbrochene Leipziger Arbeit unter voller Berücksichtigung der neuen Bergener Errungenschaften wieder aufnehmen wollte.

Ein Nachfolger aus der alten Leipziger Schule war nach ihm nicht mehr zu haben. Dem zweiten Nachfolger, dem jetzigen Direktor Weickmann, wäre es auch nicht leicht gewesen, den jetzt schon zum zweiten Male abgerissenen Faden weiterzuspinnen. Er hatte auch näherliegende Anfangsaufgaben.

Die Erde besteht ja, wie schon früher gesagt, nicht bloß aus Atmosphäre. Es kommen noch die *Hydrosphäre* und die *feste Erde* hinzu, und die Geophysik ist dementsprechend *dreiteilig* verzweigt. Ich hatte alle Kräfte des Instituts auf die Lösung einer einzigen Aufgabe eingesetzt, um auf einem Punkt einen Durchbruch zu erzielen. So kann aber ein geophysikalisches Institut nicht auf die Dauer fortsetzen. Wie im Krieg, so ist es in den friedlichen Feldzügen der Wissenschaft: zwei Wege versprechen große Erfolge, *Durchbruch* oder *Umfassung*. Der Durchbruch war schon zu einem gewissen Grade erfolgt. Der dritte Direktor fand mit Recht, daß jetzt die Zeit der *Umfassung* gekommen war. Er sah es als seine erste Pflicht an, meine alten Versäumnisse gutzumachen und *das Institut allseitig auszubauen*.

Er hat das *Musterobservatorium Kolnberg* errichtet. Dort arbeitet jetzt der Seismograph, den ich zu meiner Zeit abgewiesen habe, dort kann man jetzt seismographisch sowohl den Luftdruck gegen den Erdboden, als auch die Wirkung der Brandung auf die norwegische Küste registrieren; von dort aus wird jetzt an den internationalen aerologischen Aufstiegen teilgenommen, dort wird in verschiedenen Formen Mikrometeorologie und Biometeorologie getrieben. Im Leipziger Institut wird täglicher Wetterdienst zu Forschungs- und Übungszwecken getrieben.

Das *internationale* Vertrauen des Direktors ist durch seine Wahl zum Präsidenten der Internationalen Aerologischen Kommission unterstrichen worden. Sein Ansehen *im Reiche* bezeugt der ihm vor zwei Jahren gegebene ehrenvolle Auftrag, das Reichsamt für Wetterdienst zu leiten. Nach vollführtem Auftrag ist er zu seiner Leipziger Stellung zurückgekehrt, aber um immer noch wissenschaftlicher Berater des Reichsluftfahrtministeriums zu bleiben. Die neue Reichswetterdienst-Organisation ist schon von englischen, japanischen, italienischen, amerikanischen und finnischen Delegationen studiert worden.

Diese Reorganisation ist wesentlich im Geiste der Leipziger und der Bergener Schule ausgeführt worden.

Und zuletzt, als Beweis der vollen Verständigung der Leipziger und der Bergener Schule, kann ich folgendes mitteilen. Die direkte Zusammenarbeit Leipzig-Bergen, die wegen Prof. Wengers Tod nicht zustande kam, wird jetzt zur Wirklichkeit: Die Geophysikalischen Institute in Leipzig und Bergen werden jetzt zusammengehen für die Bearbeitung der Ergebnisse der internationalen aerologischen Aufstiege. Die Aufgabe, auf die ich zu meiner Zeit die ganze Kraft des Instituts einsetzte, wird wieder ein Hauptpunkt in dem Programm des Instituts werden. Und zwar sind die Aussichten auf Erfolg jetzt ganz andere als zu meiner oder zu Wengers Zeit: die Technik der aerologischen Aufstiege hat außerordentliche Fortschritte gemacht. Eine zu frühe Wiederaufnahme dieser Arbeit wäre vielleicht nicht vorteilhaft gewesen. Jetzt können wir aber hoffen, daß die Bearbeitung zu recht vollständigen Diagnosen atmosphärischer Zustände führen wird, und zu eingehenden Kenntnissen des Geschehens in der Atmosphäre. Und vielleicht kann man auf dieser neuen Grundlage auch das Problem von der streng rechnerischen Prognosemethode wieder aufnehmen.

Denn trotz aller Fortschritte ist dies Problem nicht gelöst, und wird es vielleicht nie in befriedigender Weise werden. Aber dabei vergesse man nicht: *Eben die fernen, vielleicht unlösbaren Probleme haben manchmal in der Wissenschaft eine Bedeutung weit über die nahen, unmittelbar greifbaren Probleme hinaus.* Das Steuern nach einem fernen Ziel gibt festen Kurs. Das lehren uns die Seeleute, die nach den Sternen steuern, nicht um sie zu erreichen, sondern eben, um sich festen Kurs zu sichern.

Ich beglückwünsche das Geophysikalische Institut zu den vollführten ersten 25 Jahren. Ich spreche dem Direktor meine Anerkennung aus für das in seiner Zeit Erzielte. Ich schließe mit meinen besten Wünschen für die Zukunft des Instituts, und füge hinzu: *Vergeßt nicht, nach den Sternen zu steuern!*