
Heinz Kautzleben

Geschichte und Philosophie der Geophysik

Es folgen die Thesen des Vortrages, den ich im Vorfeld des 300. Jahrestages der Gründung der Kurfürstlich Brandenburgischen Sozietät der Wissenschaften am 18.05.2000 in der Sitzung der Klasse Naturwissenschaften der Leibniz-Sozietät e.V. gehalten habe. Die vollständige Fassung meiner Arbeit zu diesem Thema wird demnächst in den „Abhandlungen der Leibniz-Sozietät“ veröffentlicht werden.

Forschungen zur Geschichte und Philosophie der Geophysik in der Leibniz-Sozietät sind wohlbegründet und notwendig. Die von Leibniz inaugurierte Sozietät und die sie weiterführende Königlich Preußische bzw. Preußische Akademie der Wissenschaften, Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin (DAW) und schließlich Akademie der Wissenschaften der DDR (AdW) haben den Geo-, Montan- und Kosmoswissenschaften, darunter der Geophysik und ihren Teilgebieten, stets hohe Aufmerksamkeit gewidmet und bedeutende Beiträge zu deren Entwicklung geleistet. In der Liste ihrer ordentlichen und korrespondierenden Mitglieder (AkM) finden sich viele bedeutende Geophysiker und Vertreter der Gebiete, aus denen die Geophysik sich herausbildete, der Teil- und der Nachbargebiete. Einige werden schon in den Thesen genannt. Zu verschiedenen Zeiten bestanden bei der Akademie auch Forschungseinrichtungen zur Geophysik. Bereits an der Sternwarte der Akademie wurden geophysikalische und Geophysik relevante Forschungen betrieben. Die DAW bzw. AdW unterhielt mehrere große Institute für geophysikalische Forschungen, die mit ihren Leistungen internationale Anerkennung erreichten. Es gibt viele Studien über Einzelfragen zur Geschichte der Geophysik in der Leibnizschen Sozietät bzw. Akademie. Eine zusammenfassende Darstellung steht noch aus.

1. Die Konstituierung und die Anerkennung der Geophysik als selbständige Wissenschaftsdisziplin erfolgte erst zum Ende des 19. Jhd., allerdings nach sehr langem Vorlauf von mehreren ihrer Richtungen innerhalb der benachbarten Wissenschaftsgebiete. Die Konstituierung der Geophysik als eigener Disziplin ist nur zu verstehen in Verbindung mit der Entwicklung der Nachbardisziplinen und den politisch-wirtschaftlichen Entwicklungen jener Zeit. Im Vortrag werden der Begriff „Geophysik“ und die heute übliche Definition rückschauend auch auf die frühere Zeit angewendet.

2. Eine genaue Definition der Disziplin Geophysik hat sich nicht eingebürgert. Der Begriff wird im weiteren und im engeren Sinne verwendet. Die

Geophysik im engeren Sinne befaßt sich allseitig mit der Erde als Planeten, umfassend und eingehend mit dem Erdkörper (der „festen Erde“).

3. Als eigene Wissenschaftszweige neben der Geophysik im engeren Sinne gelten die Meteorologie, die Ozeanologie, die Hydrologie, die solar-terrestrische Physik sowie die Angewandte Geophysik. Aber auch die heutige Geophysik im engeren Sinne ist untergliedert in mehrere Teilgebiete, die ihre eigene Geschichte haben und zum Teil so umfangreich und selbständig sind, daß sie als eigene Wissenschaftszweige behandelt werden könnten. Deren Beziehungen zu den Nachbardisziplinen waren über mehr oder weniger lange Zeiten und sind manchmal auch heute enger als ihre Verbindungen mit Teilgebieten innerhalb der Geophysik.

4. Als Hauptprobleme und -gebiete der Geophysik im engeren Sinne gelten heute:

- a) Ortsbestimmung, Figur und Schwerefeld der Erde – Geodäsie und Gravimetrie;
- b) Erdbeben und Struktur des Erdinnern – Seismologie;
- c) Erdmagnetismus – Geomagnetismus und solar-terrestrische Physik;
- d) Erdwärme – Geothermie;
- e) die Synthese – Theorie der Erde, Geodynamik.

5. Als Entwicklungsetappen der Geophysik kann man unterscheiden:

- I. Ursprünge und Anlauf – Antike bis 16./17. Jhd.
- II. Aufschwung und Ausprägung – im 17. und 18. Jhd.
- III. Konsolidierung, Entfaltung, Vertiefung – im 20. Jhd.,
Höhepunkt Internationales Geophysikalisches Jahr 1957/58
- IV. Geophysik im Zeitalter der Computer und der Raketen

6. Der Komplex „Ortsbestimmung, Navigation, Landes- und Erdvermessung, Kartendarstellung, Erdfigur“ bildet das erste geophysikalische Problem, das – schon im Altertum - erfolgreich bearbeitet werden konnte. Das Lösungsverfahren ist die sukzessive Approximation. Das Problem ist immer noch nicht genau genug gelöst. Entscheidende Beiträge haben die AkM Maupertuis, Gauß, Helmert u.v.a. geleistet.

Die Deutung der „Erdfigur“ als Gleichgewichtsfigur einer rotierenden gravitierenden flüssigen Masse wurde zum Ausgangspunkt für die Ausarbeitung der mathematisch-physikalischen Potentialtheorie.

Die Gravimetrie hat keine Vorläufer in der Antike. Sie entwickelte sich – beginnend mit dem Pendel – mit der relevanten Meßtechnik.

Die Geschichte von Geodäsie und Gravimetrie ist gut erforscht. Die geophysikalische Begründung und ihr Zusammenwirken mit den anderen Teilgebieten der Geophysik bedürfen weiterer historischer Studien.

7. Erdbeben sind Teilen der Menschheit seit Urzeiten bekannt. Erste Versuche zur natürlichen Erklärung unternahmen die griechischen Naturphilosophen. Die wissenschaftliche Erforschung entwickelte sich im Rahmen der Geographie, sie nutzte/nutzt die Geologie (bezüglich der Ursachenforschung) und die Physik (bezüglich der Beobachtung und Analyse). Sie formierte sich im 19. Jhd. innerhalb weniger Jahrzehnte zum Wissenschaftsgebiet Seismologie, was mit der Konstituierung der Geophysik als selbständiger Disziplin eng verbunden war. An hervorragender Stelle wirkte dabei das AkM Wiechert. Die Seismologie hat sich zum führenden Teilgebiet der Geophysik im engeren Sinne entwickelt; größte praktische Bedeutung hat die angewandte Seismik erlangt. Zu würdigen ist hier u.a. AkM Meißer.

8. Der Erdmagnetismus ist diejenige geophysikalische Erscheinung, deren Wirkung dem Menschen schon früh bekannt wurde, obwohl er sie mit seinen unbewaffneten Sinnen nicht wahrnehmen kann. Die Natur hat ihm mit dem Magneteisenstein ein Hilfsmittel gegeben. Die frühe Erforschung des Erdmagnetismus ist eng mit der Entwicklung und dem Einsatz des Magnetkompasses verbunden. Diese markieren den Übergang zur Neuzeit. Der äußere Anteil am Erdmagnetfeld und damit der Einfluß der Sonne wurde in der ersten Hälfte des 18. Jhd. entdeckt. Die Nutzung von künstlichen Erdsatelliten und Raumsonden führte schließlich zur Abspaltung der solar-terrestrischen Physik. Die Vorstellungen über die Ursachen der geomagnetischen Erscheinungen konnten in der zweiten Hälfte des 20. Jhd. entscheidend verbessert werden: über die äußeren Anteile im Rahmen der sich stürmisch entwickelnden solar-terrestrischen Physik und über das geomagnetische Hauptfeld und seine Säkularvariation durch die Entwicklung der Magneto-hydrodynamik im tiefen Erdinnern; die inneren Anteile, die durch die äußeren Feldanteile induziert werden, erwiesen sich als nützlich für das Studium der elektrischen Eigenschaften des Erdkörpers. Die Beschäftigung mit dem Erdmagnetismus hatte mehrmals eine Pionierfunktion in der Entwicklung der Wissenschaften. Die historische Entwicklung der geomagnetischen Forschung, bei der an entscheidenden Stellen die AkM Alexander von Humboldt, Gauß, Adolf Schmidt, Bartels, Lauter, Steenbeck u.v.a. wirkten, ist recht gut dokumentiert.

9. Die thermischen Erscheinungen an und unmittelbar unter der Erdoberfläche sind den Menschen durch ihre sinnliche Wahrnehmung seit Urzeiten bekannt. In Gebieten mit aktiven Vulkanen haben schon die antiken Naturphilosophen ein glutflüssiges Erdinneres angenommen. Messungen wurden nach der Erfindung des Thermometers durch Galilei, seiner Verbreitung im 17. und 18. Jhd. und seiner Entwicklung zum Einsatz im Bohrloch (durch AkM Magnus) in der Mitte des 19. Jhd. möglich. Die Geothermie als besonderes Forschungsgebiet entstand in der ersten Hälfte des 19. Jhd. Bis heute sind die Vorstellungen über die Ursachen des Wärmeffusses, der Temperatur im Erdinnern und die thermische Entwicklung der Erde auf Analogien und Modellrechnungen angewiesen, die stark von den Annahmen über die stoffliche Zusammensetzung des Erdinnern abhängen, die zumeist von der Geochemie und der Kosmoschemie übernommen werden.

10. Bevor zum Ende des 19. Jhd. der Name „Geophysik“ üblich wurde, nannte man die integrierenden, theoretischen Untersuchungen zur Struktur und Dynamik des Erdkörpers „Theorie der Erde“; sie beruhten auf wenigen Beobachtungen. Solche Untersuchungen wurden von Newton, Huyghens und Zeitgenossen begründet, besonders von der französischen Akademie über mehr als ein Jahrhundert gefördert, beteiligt waren die bedeutendsten mathematischen Physiker jener Zeit, in Deutschland die AkM Euler, Gauß, Bessel u.a. Die Physikalisierung der Seismologie gegen Ende des 19. Jhd. brachte innerhalb weniger Jahrzehnte neue direkte Daten über den inneren Aufbau des Erdkörpers. Etwa ab der Mitte des 20. Jhd. war die Zeit reif für die Verbindung der vorwiegend strukturell orientierten Untersuchungen mit den schon seit dem 19. Jhd. von den Geologen angestellten Spekulationen über Langzeitvorgänge im Erdinnern und den Forschungen zur Thermodynamik des Erdinnern. Mit der Formulierung der sog. Plattentektonik rückte in den Mittelpunkt die Dynamik des Erdinnern. Zugleich erfolgte ein Wandel des schon im 19. Jhd. von Geologen und Astronomen geprägten Begriffs „Geodynamik“. Die „Geodynamik“ ist heute eine integrierende Arbeitsrichtung der Geowissenschaften. Ihre zentrale Aufgabe ist die mathematisch-physikalische Durcharbeitung von Hypothesen und Theorien und die Ausarbeitung von in sich konsistenten Modellen.

11. Die Geophysik nimmt einen spezifischen Platz in der Wissenschaft ein. Sie ist Teil der Geo- und Kosmoswissenschaften und gehört zu den Naturwissenschaften wie auch zu den Ingenieurwissenschaften. Die Geophysik leistete und leistet bedeutende Beiträge zur Entwicklung der Wissenschaft allgemein und zur Welterkenntnis. Dabei ist das wissenschaftliche, philoso-

phische und praktische Problem zu lösen, daß das von der geophysikalischen Forschung entwickelte und genutzte Modell für das Erd- und Weltbild soweit verfeinert und mit Details angereichert werden muß, daß es der individuellen und sozialen Erfahrung von Nichtgeophysikern, insbesondere von Laien, zugänglich und für diese überprüfbar wird.

12. Die Probleme, mit denen sich die Geophysik befaßt, ergeben sich aus alten und modernen, praktischen und geistigen Bedürfnissen der Menschheit: Überleben in der natürlichen Umwelt, wirtschaftliche Nutzung der natürlichen Ressourcen, Herrschaft über die Territorien, Herrschaft über die Hirne, Unterhaltungsbedürfnis und Geltungsdrang. Die Bearbeitung ihrer Probleme führte und führt die Geophysik vielfach auf Fragestellungen, die über die ursprüngliche Aufgabe soweit hinaus reichen, daß sie für die Praxis z.T. weniger relevant sind, von der Philosophie diskutiert werden.

13. Die Geophysik ist in Forschung, Lehre und wissenschaftlicher Dienstleistung in die Gesellschaft integriert; sie befriedigt gesellschaftliche Bedürfnisse (politische, militärische, wirtschaftliche; Verhaltensprognose, Katastrophenschutz) unmittelbar; sie verbindet die Befriedigung der gesellschaftlichen Bedürfnisse mit den Fortschritten in Wissenschaft und Technik.

14. Die Geophysik hat sich bei der Bearbeitung von z.T. sehr alten Problemen entwickelt. Sie hat sich als eigene Disziplin etabliert, als die älteren und die benachbarten Disziplinen diese Probleme nicht mehr bearbeiten konnten oder wollten. Ähnliches gilt für die Anwendung der geophysikalischen Methoden zur Erforschung des Erdmondes, der anderen Planeten und der kleinen Körper des Sonnensystems.

15. Die Geophysik ist eine Kombinationswissenschaft; sie wird charakterisiert durch ihren Gegenstand und ihre spezifische Methode. Sie verbindet verschiedene Zweige der Wissenschaft; sie entwickelt sich in Wechselwirkung mit den Basisgebieten Geographie, Geologie, Astronomie, Physik und Mathematik, auch der Chemie.

16. Methodisch kennzeichnend für die Geophysik – und mit fundamentalen methodologischen und philosophischen Problemen verbunden – sind die Anwendung physikalischer Instrumente und Methoden, die Anwendung mathematischer Verfahren und die Rückführung auf allgemein gültige physikalische Gesetze. Geophysik beginnt in den Geowissenschaften, wenn das Problem mit den qualitativen Methoden der anderen Gebiete nicht mehr gelöst werden kann.

17. Die Geophysik ist eine Approximationswissenschaft. Sie erfordert eine hohe Beobachtungsgenauigkeit; deren weitere Steigerung führt stets auf neue wissenschaftliche Probleme. Die Geophysik entfaltet ihre Eigenheiten z.T. erst dann, wenn die relevanten physikalisch und/oder philosophisch-erkenntnistheoretisch interessanten Gesetzmäßigkeiten und Grundzüge bereits erkannt sind.

18. Die Geophysik arbeitet in einem großen natürlichen physikalischen Labor. Sie macht kaum physikalische Experimente; sie beobachtet - unter Einsatz von Instrumenten, die sinnliche Wahrnehmung genügt ihr nicht. Die Beobachtungen müssen gegen technogene Störungen geschützt werden.

19. Die Geophysik bietet eine „Momentaufnahme“ der Erdentwicklung. Diese muß in das Langzeitverhalten der geophysikalischen Phänomene über möglichst den gesamten Zeitraum seit der Entstehung der Erde eingepaßt werden, zu dessen Ableitung indirekte (archäo- und paläogeophysikalische) Methoden entwickelt und eingesetzt werden. Die Geophysik ist insofern auch eine historische Wissenschaft.

20. Die Entwicklung der Geophysik ist mit der Entwicklung der Technik verbunden und von ihr abhängig, unmittelbar von der Entwicklung der Meßtechnik (Instrumente), der Träger der Meßtechnik (Schiff, Mittel des Landtransports, Flugzeug, Raketen/Satelliten), der Kommunikationstechnik, der Rechentechnik.

21. Geophysik ist Großforschung; die Organisation der Forschung spielt eine entscheidende Rolle: Observatorien; Stationsnetze, Expeditionen/Feldaufnahmen; nationale und internationale Organisationen (Institute, staatliche Dienste, regionale und globale internationale Programme und Organisationen).

22. In der Geophysik spielen die politischen Bedingungen und Bedürfnisse eine maßgebende Rolle.

23. Deutsche Wissenschaftler haben die Geophysik im 19. und beginnenden 20. Jhd. inhaltlich und organisatorisch wesentlich gefördert. Ihr Höhenflug wurde durch den 1. Weltkrieg beendet. Dominierend wurden die britischen, z.T. auch die französischen Geophysiker. Seit mehreren Jahrzehnten dominieren die Geophysiker der USA. Zeitweise hatten auch die Geophysiker der Sowjetunion Weltgeltung.

24. Die Geophysik in Deutschland ist heute institutionell zersplittert; sie glänzt durch einzelne Leistungen, ihr Einfluß im Weltmaßstab ist sporadisch.

Die einzige Großforschungseinrichtung in der BRD – das GeoForschungs-Zentrum Potsdam – entstand erst 1991 auf der Grundlage und in Weiterentwicklung des Zentralinstitutes für Physik der Erde der Akademie der Wissenschaften der DDR.

