

# Geodäsie im gesellschaftlichen Kontext

**Hansjörg Kutterer**

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie  
E-Mail: hansjoerg.kutterer@bkg.bund.de

## Zusammenfassung

Die Geodäsie ist eine traditionsreiche Disziplin, deren Bedeutung für Wissenschaft, Politik und Verwaltung sowie für die Gesellschaft insgesamt in den vergangenen zwei bis drei Jahrzehnten im Zuge verschiedener Entwicklungen noch einmal deutlich zugenommen hat. In diesem Beitrag wird diese Situation am Beispiel der Erdmessung aus drei verschiedenen Perspektiven betrachtet: Geodäsie als Wissenschaft, Geodäsie als Methode und Geodäsie als Beruf. Es wird argumentiert, dass die Geodäsie über diese drei Perspektiven hinweg verschiedene Alleinstellungsmerkmale aufweist, die sie mehr denn je zu einer wichtigen Partnerdisziplin im interdisziplinären Umfeld machen.

## 1 Einführung und Motivation

Die Geodäsie ist eine Jahrtausende alte Disziplin, der es stets gelungen ist, sich bei im Prinzip konstantem Gegenstand des Interesses – der Figur des Erdkörpers – unter konsequenter Nutzung des technologischen Fortschritts den jeweils aktuellen Anforderungen anzupassen und diese entsprechend den vorhandenen Möglichkeiten auszugestalten.

Vor allem seit den 1980er Jahren hat die Geodäsie insgesamt durch eine Vielzahl an technologischen Erneuerungen einen enormen Aufschwung erfahren. Zu nennen sind hier z. B. die Laser-, die Satelliten- sowie die Informations- und Kommunikationstechnologien. Außerdem hat in den letzten zwei Jahrzehnten die gesellschaftliche Bedeutung von Geodaten, d. h. sämtlichen Daten mit einem Ortsbezug, stark an Bedeutung zugenommen, auch im Zuge des Digitalen Wandels und der Smart Technologies.

Wohlwissend um die unterschiedlichen Auffassungen zur Bedeutung des Begriffes Geodäsie und um teilweise überlappende Begriffe aus anderen Bereichen, soll es in diesem Beitrag vor allem um die Geodäsie im

Sinne der englischen Bezeichnung Geodesy gehen, die im Deutschen am ehesten mit dem Begriff Erdmessung beschrieben wird. Diesem in sich recht breiten Gebiet ordnen sich Teilgebiete unter wie die Mathematische Geodäsie, die Physikalische Geodäsie, die Satellitengeodäsie, die Astronomische Geodäsie und die Geodynamik.

Der Anlass für diesen Beitrag ist das Ausscheiden von Prof. Bernhard Heck, Ordinarius für Physikalische und Satellitengeodäsie am Karlsruher Institut für Technologie, aus dem aktiven Dienst. Im Folgenden soll die große Bedeutung des Themenbereichs, zu dem Bernhard Heck über Jahrzehnte hinweg in Forschung und Lehre signifikant beigetragen hat, von verschiedenen Seiten aus beleuchtet werden. Da dies hier aus Platzgründen nicht in der für wissenschaftliche Arbeiten üblichen Fokussierung und Tiefe möglich ist, sind die Ausführungen – und die referenzierte Literatur – schlaglichtartig und subjektiv angelegt.

Inspiziert wurden die Darstellungen auch durch den sehr lesenswerten Beitrag von Rummel (2014), der sich mit einer Standortbestimmung der Geodäsie in



den aktuellen Zeiten des Wandels befasst. Getragen wird der folgende Beitrag nicht zuletzt durch die eigene berufliche Vita des Autors, die selbst mit mehreren Perspektivwechseln verbunden ist.

Deshalb sollen im Folgenden von einer übergeordneten Ebene aus drei Perspektiven eingenommen werden, die die heutige Geodäsie am Beispiel der Erdmessung charakterisieren. Diese ergeben sich alle aus der klassischen Definition der Geodäsie nach Helmert (1880) als der Wissenschaft von der Ausmessung und Abbildung der Erdoberfläche, die deshalb als Grundlage für die weiteren Ausführungen genügt.

Zum einen hat die Erdmessung mit der Figur der Erde einen konkreten, hinreichend komplexen, sich nicht überholenden Forschungsgegenstand. Zum anderen betrachtet sich die Geodäsie selbst als Wissenschaft von der „Ausmessung und Abbildung“ und stellt damit die Methoden auf die gleiche Stufe wie den eigentlichen Gegenstand. Schließlich ist die Geodäsie auch außerhalb der Wissenschaft eine im Berufsalltag nachgefragte Kompetenz. Entlang dieser Dreiteilung sind die folgenden Ausführungen angelegt. Der Beitrag schließt mit einer Zusammenfassung und Wertung.

## 2 Geodäsie als Wissenschaft

Die Figur der Erde als Forschungsgegenstand der Geodäsie hat im Laufe der Zeiten durch die Verfeinerung der Modelle und die jeweils verfügbaren Beobachtungsdaten eine zunehmende Konkretisierung und weitere Ausgestaltung erfahren; siehe hierzu vor allem Torge (2017), der die geschichtliche Entwicklung der Geodäsie ausführlich darstellt. Für einen aktuellen Überblick über die wissenschaftlichen Arbeitsfelder in der Erdmessung sei insgesamt auf die Beiträge in Rummel (2017) und die dort gegebenen Literaturverweise hingewiesen.

Das sogenannte Drei-Säulen-Modell der Geodäsie, das in Abb. 1.1 dargestellt wird, unterscheidet auf einer eher allgemein gehaltenen Ebene zwischen den primären Teilgebieten Geokinetik, Erdschwerefeld und Erdrotation. Deren modellhafte Kopplung und die sich daraus ergebenden Wechselbezüge sowie der fachwissenschaftliche Kontext werden in der Abbildung schematisch aufgezeigt. Die folgenden Ausführungen

orientieren sich an Kutterer (2017) und den dort gegebenen Literaturhinweisen.

Eine adäquate wissenschaftliche Behandlung der Figur der Erde erfordert aus heutiger Sicht einen systemtheoretischen Ansatz: Die Erde wird als dynamisches System mit verschiedenen, miteinander interagierenden Sphären verstanden, in dem hochkomplexe Prozesse ablaufen. Eine Reduktion der Betrachtungen auf die Figur der Erde allein ist anhand der sie beschreibenden geodätischen Parameter möglich.

Diese muss aber aus Konsistenzgründen stets den systemtheoretischen Kontext berücksichtigen, z. B. in Form von Modellen für relevante, d. h. auf geodätische Parameter wirkende Prozesse in Atmosphäre, Ozeanosphäre und kontinentaler Hydrosphäre. So sind z. B. die Modellierungen von Erdrotation und Erdschwerefeld über physikalische Gesetzmäßigkeiten (Trägheitstensor der Erde) mathematisch miteinander verbunden und sie unterliegen gemeinsam physikalischen Einflüssen identischer Kausalität, z. B. aus Atmosphäre und Ozeanosphäre; siehe hierzu z. B. Heiker (2013).

Die Geodäsie als Wissenschaft ist auch künftig gehalten, ihre Modelle entsprechend weiterzuentwickeln, da nur so der Forschungsgegenstand adäquat beschrieben und behandelt werden kann. Dies betrifft eine Reihe an Aufgaben. Zum einen ist im beschriebenen systemtheoretischen Ansatz eine Modellbildung erforderlich, die die verschiedenen Systemkomponenten konsistent integriert. Zum anderen ergeben sich je nach Fragestellung unterschiedliche Anforderungen an die Modellbildung, beispielsweise im Hinblick auf räumliche und zeitliche Auflösungen. Eine weitere Unterscheidung ergibt sich bei der gleichzeitigen Einführung von diskreten Repräsentationen, wie sie bei Punkten und Netzen vorliegen, und von kontinuierlichen Repräsentationen, wie sie für Felder gelten.

Außerdem ist zu berücksichtigen, dass die Befassung mit geodätischen Referenzsystemen – und ihren Realisierungen in Form von Referenzrahmen und Referenzflächen – ein wesentliches Element der geodätischen Wissenschaft ist, um die Figur der Erde überhaupt eindeutig beschreiben und angeben zu können. Damit schafft die Geodäsie – in Theorie und Praxis – einen Nullpunkt, einen Maßstab und eine Orientierung für alle Disziplinen, die sich mit räumlichen Fragestellungen befassen.

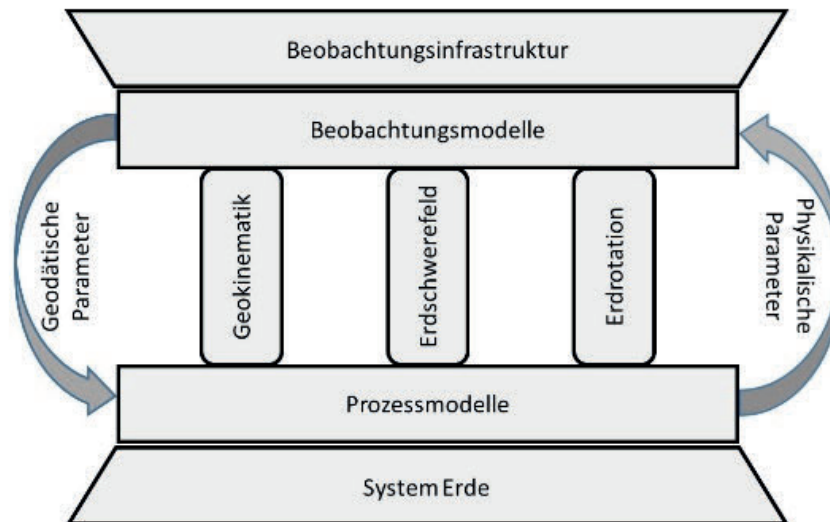


Abbildung 1.1: Drei-Säulen-Modell der Geodäsie (gemäß Kutterer, 2017)

Schließlich ist dafür zu sorgen, dass neben den theoretischen Entwicklungen auch bestmögliche quantitative Erkenntnisse zur Figur der Erde erhalten werden. Hierzu ist eine hinreichende Datenlage zu schaffen. Mit dieser Aufgabe befasst sich die internationale Geodäsie schon lange. Ein frühes herausragendes Beispiel ist die mitteleuropäische Gradmessung vor über 150 Jahren, die als Ausgangspunkt der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG) gilt; siehe hierzu auch Torge (2017, S. 37ff).

Mit ihren internationalen wissenschaftlichen Diensten trägt die IAG heute wesentlich dazu bei, geodätische Messungen und Datenprodukte der internationalen Gemeinschaft offen und geldleistungsfrei bereitzustellen. Zu nennen sind z. B. der International GNSS Service (IGS), der International VLBI Service (IVS), der International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS) und der International Gravity Field Service (IGFS). GNSS bezeichnet hierbei die Globalen Navigationssatellitensysteme, VLBI das Verfahren der Very Long Baseline Interferometry. Weitergehende Informationen finden sich auf den jeweiligen Webpräsenzen, die zentral über die IAG ([www.iag-aig.org](http://www.iag-aig.org)) zu erreichen sind.

Zwischen den verschiedenen geodätischen Verfahren bestehen Querbeziehungen. Diese ergeben sich zum einen aufgrund von funktionalen, mathematisch-physikalischen Beziehungen zwischen den geodätischen, primär positionsbezogenen Parametern und

weiteren Größen wie z. B. zur Laufzeitverzögerung von Signalen beim Durchqueren der Troposphäre. Zum anderen entstehen sie aufgrund von stochastischen Kopplungen mit unregelmäßigem, aber systematischem Charakter.

Dies ermöglicht der geodätischen Wissenschaft im Zuge der Bearbeitung ihres eigenen Forschungsgegenstandes unabhängige, originäre Beiträge zu den Fragestellungen der anderen Fachdisziplinen, die an der Erforschung des Systems Erde mitwirken. In diesem Zusammenhang stellt sich derzeit auch die Frage nach den wesentlichen Variablen der Geodäsie („Essential Geodetic Variables“) in Analogie z. B. zu den „Essential Climate Variables“ der World Meteorological Organization (WMO, 2017).

Die heutigen terrestrischen und raumgeodätischen Verfahren werden deshalb sukzessive zu einem konsistent integrierten Beobachtungssystem ausgebaut. Dies ist der zentrale Gedanke hinter dem Global Geodetic Observing System (GGOS) der IAG; siehe hierzu insbesondere auch Plag und Pearlman (2009).

Es ist in diesem Zusammenhang festzuhalten, dass die Beiträge der Geodäsie, die von übergeordneter wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Bedeutung sind, vor allem auch in der Bereitstellung von zeitabhängigen numerischen Werten zu den verschiedenen geodätischen Parametern liegen. Deshalb ist sicherzustellen, dass diese sowohl auf einer strengen, etablierten, mit anderer Erdsystemforschung kompatiblen Theorie auf

dem aktuellen Stand des Wissens beruhen, wobei die verwendeten Konventionen und Modelle eindeutig beschrieben sind, als auch hinsichtlich der verwendeten Auswerte- und Analyseprozesse transparent und nachvollziehbar sind.

Dies ist insbesondere deshalb relevant, weil derartige quantitative Ergebnisse neben den gesuchten geodätischen Parametern und den Signalen der Prozesse im System Erde auch Artefakte enthalten können, die aus der Modellierungs- und Analysemethodik stammen. Deshalb ist ein interdisziplinärer Ansatz eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass die erhaltenen Ergebnisse auf Grundlage einer vertieften fachwissenschaftlichen Expertise sicher interpretiert und weiter genutzt werden können.

Geodätische Modelle gestatten es, die in der Realität gegebene Komplexität des Forschungsgegenstands geeignet zu reduzieren. Die damit verbundene Unsicherheit ist Teil der Modellbildung – also Element der Geodäsie als Wissenschaft – und im Hinblick auf das Verständnis der Ergebnisse geeignet zu quantifizieren. Auf Fragen im Kontext von Genauigkeit, Zuverlässigkeit usw., die selbstverständlich in diesem Zusammenhang zu betrachten sind, soll jedoch in Abschnitt 3 eingegangen werden, da sie aus Sicht des Autors vor allem eine Frage der „Geodäsie als Methode“ sind.

Die gesellschaftliche Relevanz der Geodäsie als Wissenschaft liegt somit zum einen in der Bereitstellung eines globalen geodätischen Referenzrahmens hoher Konsistenz und Genauigkeit (und damit verbundener Parameter wie z.B. zur Erdrotation). Dies ist wiederum eine zentrale Grundlage allen quantitativen wissenschaftlichen Arbeitens mit Geo-Bezug und der Übernahme in nationale Hoheitsbereiche zur Begründung amtlicher geodätischer Bezugssysteme.

Zum anderen besteht die Relevanz in der Bereitstellung einer Vielzahl an Zielgrößen hoher Qualität zu Prozessen im System Erde, die über die reine Wissenschaft hinausweisen und z.B. für Prognosen im Hinblick auf den Klimawandel (Meeresspiegelanstieg) oder die Katastrophenvorsorge verwendet werden können.

### 3 Geodäsie als Methode

Im Gegensatz zu den Naturwissenschaften sind die Ingenieurwissenschaften – und eine solche ist die Geo-

däsie, wenn auch mit starkem Bezug zu den Geowissenschaften – weniger auf Erkenntnisgewinn im engeren Sinne und mehr auf die Werkzeuge ausgerichtet, die sie zur Erfüllung ihrer jeweiligen Aufgaben im technischen Umfeld benötigen. Dies gilt zum einen für die unmittelbare Nutzung und Weiterentwicklung von Grundlagen aus Mathematik, Physik und Informatik, die als wesentliches Merkmal des Handelns anzusehen sind.

Zum anderen besteht aufgrund des großen Aufgabenbezugs in den jeweiligen Ingenieurdisziplinen auch eine starke eigene Tradition der Methodenentwicklung. Ein besonders geeignetes Beispiel hierfür ist das Lehrbuch von Heck (2003), in dem die Methoden im geodätischen Kernbereich der Landesvermessung umfassend und theoretisch fundiert entwickelt und eingehend erläutert werden.

Dieser Abschnitt widmet sich daher einer Würdigung der Methoden, wie sie in der Geodäsie und insbesondere in der Erdmessung erarbeitet und eingesetzt werden. In der Tat stellt die Geodäsie per definitionem eine beobachtende und darstellende Methode bereit und dar, um die Figur der Erde unter den jeweils geltenden Prämissen und Auffassungen auszumessen und abzubilden.

Die Geodäsie als Methode zu betrachten bedeutet somit, auf die geodätischen Mittel einzugehen, die auf wissenschaftlicher Grundlage entwickelt und verwendet werden, um eine geodätische Aufgabe bzw. Fragestellung zu bearbeiten, die aber grundsätzlich auch darüber hinaus zur Verfügung stehen. Offensichtlich transzendiert die „Geodäsie als Methode“ die Beobachtung und Darstellung im engeren Sinne: Die Beobachtung muss zudem auf Modellierung, Auswertung und Analyse und die Darstellung auch auf die Interpretation und Nutzung der Ergebnisse ausgerichtet sein.

Prägende Merkmale der geodätischen Methoden waren schon immer die Beobachtungsverfahren auf Basis der in den jeweiligen Epochen verfügbaren Technologien. Geodätische Beobachtungen sind dabei zum einen Mittel zum Zweck der Behandlung des Forschungsgegenstands „Figur der Erde“, wie dies in Abschnitt 2 dargelegt wurde.

Zum anderen sind sie selbst Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Arbeiten und – im Falle einer hinreichend generischen Entwicklung – übertragbar in andere Bereiche innerhalb und außerhalb der Geo-

däsie. Die Publikationsreihen der Deutschen Geodätischen Kommission (<http://www.dgk.badw.de/publikationen.html>) sowie der einschlägigen Fachbereiche an Universitäten und Hochschulen zeigen dies eindrücklich auf.

Betrachtet man die Beobachtungsinstrumente und -verfahren als primäre „Sinne“ der Geodäsie, so kann man die angesprochenen methodenorientierten Arbeiten als Schärfen und Erweitern genau dieser Sinne verstehen. Der prinzipielle Zugang erfolgt über die Modellbildung durch Formulierung der Beobachtungsgleichungen einschließlich der Wahl der Parametrisierung. Wesentliche Begriffe sind hier die Genauigkeit und die Sensitivität, die die Empfindlichkeit der Verfahren im Hinblick auf Beobachtungen und Zielgrößen charakterisieren und quantifizieren.

Das auf diesen Betrachtungen aufbauende und darüber hinausgehende gezielte Schaffen und Nutzen von Redundanzen ist wesentliches Element der Geodäsie als Methode: Es bietet einen intrinsischen Schutz gegen Fehler und steigert dadurch die Zuverlässigkeit und die Effektivität der Verfahren.

Ein Beispiel hierfür ist die detaillierte geodätische Modellierung der GNSS-Beobachtungen in Form einer Beobachtungsgleichung. Zum einen ist diese die zentrale Grundlage für die hochgenaue Anwendung der GNSS-Technologie im Hinblick auf die Bestimmung bzw. Übertragung von Position und Zeit. Zum anderen ist sie anhand der eingeführten Parameter der Schlüssel für die Nutzung von GNSS als Sensor für Prozesse im System Erde über die klassischen geodätischen Fragestellungen hinaus.

Führt man solche Beobachtungen in überbestimmten Beobachtungsnetzen oder -systemen zusammen, so können die gesuchten Zielgrößen einheitlich geschätzt bzw. prädiert und mit Genauigkeitsmaßen versehen werden. Etwaige Unterschiede in Bezugs- oder Parametersystemen können durch geeignete Transformationen aufgelöst werden. Insgesamt kann so auch die Zuverlässigkeit der Beobachtungen im Sinne ihrer Fehlerresistenz quantifiziert werden. In Verbindung mit konkreten Fragestellungen wie z. B. der tektonischen Verschiebung von Punkten liefert zudem eine Sensitivitätsbetrachtung statistisch begründete Aussagen zur Aufdeckbarkeit konkreter Verschiebungs- bzw. Deformationsmodelle.

Ist die eingehende Modellierung und detaillierte Parametrisierung der geodätischen Beobachtungen zu Recht als Schärfen der Sinne zu verstehen, so führt das Erproben komplementärer Instrumentarien und Verfahren zu einem Erweitern der Sinne. Ein weiteres, grundlegendes Merkmal der Geodäsie als Methode ist somit die Einführung heterogener Beobachtungstypen in ein gemeinsames, integriertes Modell, um so den bestmöglichen Nutzen aus den individuellen Stärken der Beobachtungsverfahren zu ziehen.

Stets werden auch innovative Beobachtungsverfahren erprobt wie z. B. die Kombination flächenhafter Verfahren wie die Radarinterferometrie und punktbezogener Verfahren wie geometrische Nivellements und GNSS-Anwendungen. Ein weiteres Verfahren sind höchstgenaue Zeitmessungen, die es im Rahmen der Allgemeinen Relativitätstheorie gestatten, Potenzialunterschiede des Erdschwerefelds präzise zu bestimmen (Flury, 2017). Bei hinreichend fundiertem und etabliertem theoretischem und praktischem Verständnis finden derartige Verfahren Eingang in den geodätischen Methodenkanon.

Die hierfür erforderliche Auswerte- und Analysemethodik entstammt der Ausgleichsrechnung und Statistik sowie der Kollokation nach kleinsten Quadraten. Infolgedessen ist das geodätische Denken fundamental geprägt durch das Gauß-Markov-Modell – das Modell der vermittelnden Ausgleichung, in dem die durch Korrekturen und Reduktionen modellgerecht aufbereiteten Erwartungswerte (d. h. theoretischen Mittelwerte) der Beobachtungen mit einem adäquat parametrisierten, mathematisch-physikalischen Modell gleichgesetzt werden, um die unbekanntem Modellparameter streng schätzen zu können.

Stochastische Beziehungen zwischen beteiligten Größen werden mittels Varianz-Kovarianz-Matrizen beschrieben. Wesentlicher Bestandteil der geodätischen Methodik – und damit der Geodäsie als Methode – ist somit auch der Umgang mit Unsicherheit weit über die einfache Angabe einer reinen Größenordnung hinaus. Unsicherheiten werden – wie bereits genannt – im Rahmen der Stochastik (oder einer anderen geeigneten, z. B. mengenbasierten Theorie) modelliert und mathematisch behandelt. Nur so können weitergehende Aufgaben wie die Übertragung von Unsicherheit auf Zielgrößen oder Hypothesentests unterschiedlichster Art mathematisch streng und damit



transparent nachvollziehbar durchgeführt werden. Zudem bietet dieses Vorgehen die Grundlage dafür, die gesuchten Parameter im Hinblick auf ihre Bestimmbarkeit insgesamt und ihre Trennbarkeit voneinander quantitativ zu bewerten.

Abschließend zu diesem Abschnitt sei angemerkt, dass sich in der geodätischen Methodenlehre verschiedene Prinzipien etabliert haben, die sich auf vielfältigste Weise in andere Bereiche übertragen lassen. Das Ordnungsprinzip („vom Großen ins Kleine“) verweist auf die Zweckmäßigkeit und ggf. das Erfordernis eines Bezugsrahmens, an den sich alle Arbeiten anschließen können. Das Zuverlässigkeitsprinzip, das durchgreifend kontrollierte Ergebnisse geodätischen Arbeitens einfordert, wurde oben im Text bereits behandelt. Das Wirtschaftlichkeitsprinzip bezieht sich im engeren Sinne darauf, dass lediglich die Zielgenauigkeit zu erreichen ist, darüber hinaus jedoch kein Aufwand erfolgen soll („So genau wie nötig“).

Insofern ergänzen sich diese Prinzipien unmittelbar mit den aus der Ökonomie bekannten Kriterien der Effektivität („Die richtigen Dinge tun.“) und der Effizienz („Die Dinge richtig tun.“). Im Kontext der geodätischen Beobachtungssysteme als wesentliche Bestandteile der Geodäsie als Methode bedeutet dies eine zielgerichtete, konsistente, kontrollierte, optimierte Integration unterschiedlicher Komponenten, aber nicht um jeden Preis. Geodäsie als Methode bedeutet somit immer auch eine Prozessorientierung bei Balancierung von maximaler Sorgfalt und minimalem Aufwand.

Abschließend sei angemerkt, dass sich die gesellschaftliche Relevanz der Geodäsie als Methode unmittelbar in der Bereitstellung eines qualitätsgesicherten Raumbezugs an jedem Ort und zu jeder Zeit zeigt und damit mittelbar in der Schaffung eines umfassenden Ordnungsrahmens für komplexe, heterogene Informationen. Darüber hinaus zeigt sie sich in den vielfältigen Werkzeugen zur Erfassung, Verarbeitung und Nutzung von ortsbezogenen Daten. Schließlich besteht sie, vor allem aufgrund ihres Querschnittscharakters, in ihrer interdisziplinären Ausprägung.

## 4 Geodäsie als Beruf

Geodät/in ist, wer Geodäsie studiert hat. Dies gilt zum einen im Hinblick auf die Inhalte, die im Rah-

men des heute sechs- bzw. zehensemestrigten Fachstudiums vermittelt werden, und die aus ihnen resultierenden Kenntnisse und Fähigkeiten. Dies betrifft zum anderen – und noch viel mehr – die dabei vermittelte bzw. erworbene Denk-, Sicht- und Herangehensweise, wie dies insbesondere in Abschnitt 3 behandelt wurde. Geodäsie ist dadurch nicht zuletzt auch eine professionelle Kompetenz.

Folgt man den Webauftritten des DVW e.V. – Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement ([www.dvw.de](http://www.dvw.de)) und des „Arbeitsplatz Erde“ ([www.arbeitsplatz-erde.de](http://www.arbeitsplatz-erde.de)), so findet sich dort in Ergänzung der bereits zitierten Definition nach Helmer eine moderne, an die Entwicklungen der letzten Jahrzehnte angelehnte, insgesamt stärker berufsorientierte Charakterisierung der Geodäsie.

„Gegenstand der Geodäsie ist die Vermessung und Visualisierung unserer Umwelt, die Analyse ihrer räumlichen und zeitlichen Veränderungen und die Verwendung dieser Informationen für vielfältige Aufgaben in Gesellschaft und Wissenschaft. [...] Moderne Geodäsie als Disziplin der Geowissenschaften trägt wesentlich bei zur Erfassung und Gestaltung des globalen Wandels im System Mensch-Erde.

Die Geodäsie ist eine Ingenieurwissenschaft; Geodäten sind interdisziplinär arbeitende Ingenieure. Herausragende Tätigkeitsfelder sind die Bereiche „Technik & Industrie“, „Klima & Umwelt“, „Grund & Boden“ sowie „Navigation & Mobilität“. Heute wird die Geodäsie wesentlich geprägt durch die intensive Nutzung digitaler Technologien.

Beispiele sind Satellitensysteme zur Fernerkundung der Erde, zur hochgenauen Vermessung und zur Navigation sowie Geoinformationssysteme zum Management raumbezogener Daten und zu deren Visualisierung mittels digitaler Karten und 3D-Stadtmodellen. Planerische und soziale Kompetenz sind beim Landmanagement in städtischen und ländlichen Räumen gefragt“ (DVW, 2017).

Geodäten geben und halten Maß. Entsprechend ihrem Selbstverständnis ist die Geodäsie eine wissenschaftlich fundierte Ingenieurdisziplin und als solche – bei allem Anspruch auf Erkenntnisgewinn – primär lösungsorientiert. Das klassische Berufsfeld als Ganzes hat damit in den vergangenen Jahrzehnten eine deutliche Erweiterung und einen Wandel erfahren. Aber nach wie vor sind Geodäten jedweder Ausrichtung im

Zusammenspiel mit anderen Disziplinen hervorragend qualifiziert für substantielle Beiträge mit übergreifendem, aber auch mit koordinierendem Charakter.

Die gesellschaftliche Relevanz der Geodäsie als Beruf ergibt sich aus ihrer unmittelbaren, umfassenden und tiefen fachlichen Kompetenz und Expertise für alle praxisrelevanten Fragen zu Ort und Zeit. Angesichts der Beschränkung dieses Beitrags auf den Bereich der Erdmessung sei hier lediglich auf dessen berufspraktische Bedeutung hingewiesen; weiterführende Informationen finden sich auf dem bereits angesprochenen [www.arbeitsplatz-erde.de](http://www.arbeitsplatz-erde.de).

Dies betrifft zum einen die Grundlagen, Handreichungen und Dienstleistungen zur Positionierung und Navigation, die seit jeher zentraler Motor und Getriebe der Mobilität sind. Zum anderen drückt sich die berufliche Bedeutung der Erdmessung im Bereich Klima und Umwelt aus, und zwar in den geodätischen Arbeiten zur mittel- und großräumigen Erfassung, Beschreibung und Interpretation des Zustands und der Veränderungen unseres Planeten und unseres Lebensraums mit geodätischen Methoden. Schließlich manifestiert sich hierin auch deutlich die spannende Perspektive der geodätischen Wissenschaft als Beruf.

## 5 Zusammenfassung und Wertung

Die Geodäsie war und ist eine in höchstem Maße relevante Disziplin. Sie ist nach wie vor auf der Höhe der Zeit, nimmt Innovationen auf und gestaltet diese im interdisziplinären Zusammenspiel aktiv mit. Sie verfügt über eine wissenschaftliche, methodische und berufliche Alleinstellung. Auf künftige – fachliche und überfachliche – Entwicklungen ist sie bestens vorbereitet. Mit ihrem eigenständigen Profil und ihrem Schnittstellencharakter nimmt die Geodäsie eine wichtige Position im gesellschaftlichen Gefüge ein.

Der Bereich der Erdmessung sowie die Geodäsie insgesamt werden in den nächsten Jahren im Zuge der genannten gesellschaftlichen Megathemen eine weiter zunehmende Aufmerksamkeit erfahren. Dies gilt für die Positionierung und Navigation und für die vielfältigen räumlichen Referenzsysteme und -rahmen ebenso wie für die integrierten geodätischen Beobachtungssysteme auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen. Darauf lässt sich aufbauen und das lässt

sich ausbauen. Der vorliegende Beitrag soll hierbei als Diskussionsgrundlage dienen.

Schließen soll dieser Beitrag mit einer persönlichen Würdigung des Jubilars. Bernhard Heck hat im Laufe seines Berufslebens wesentliche Beiträge zu diesen Bereichen in Forschung und Lehre geliefert. Der dabei zum Ausdruck gebrachte hohe theoretische Anspruch, getragen durch eine ausgeprägte Modellierungs- und Methodenkompetenz, hat seine Schüler nachhaltig geprägt. Durch seine Arbeiten hat er in besonderem Maße dazu beigetragen, dass die Geodäsie über ein starkes Fundament und einen klaren Fokus verfügt, um zentrale fachliche Bausteine zur Erforschung des Systems Erde zu erstellen. Dafür dankt ihm der Autor recht herzlich und wünscht ihm alles erdenklich Gute für seine Zeit im Ruhestand.

## Literatur

- DVW (2017): Deutscher Verein für Vermessungswesen – Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e. V.: Geodäsie. URL: <http://www.dvw.de/rubrik/beruf/180> (besucht am 21. 12. 2017).
- Flury, J. (2017): Neue Sensorik für die Schwerfeldbestimmung und relativistische Geodäsie. In: Rummel, R. (Hrsg.) Erdmessung und Satellitengeodäsie: Handbuch der Geodäsie, *Springer Reference Naturwissenschaften*. Springer Berlin Heidelberg, S. 423–442. DOI: 10.1007/978-3-662-47100-5\_11.
- Heck, B. (2003): Rechenverfahren und Auswertemodelle der Landesvermessung. Klassische und moderne Methoden. 3. Aufl. Wichmann-Verlag, Heidelberg.
- Heiker, A. (2013): Mutual validation of Earth orientation parameters, geophysical excitation functions and second degree gravity field coefficients. *Deutsche Geodätische Kommission, Reihe C*, no. 697. Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in Kommission beim Verlag C. H. Beck, Munich, Germany.
- Helmert, F. R. (1880): Die mathematischen und physikalischen Theorien der Höheren Geodäsie. Teubner, Leipzig.
- Kutterer, H. (2017): Globales Geodätisches Beobachtungssystem. In: Rummel, R. (Hrsg.) Erdmessung und Satellitengeodäsie: Handbuch der Geodäsie, *Springer Reference Naturwissenschaften*. Springer Berlin Heidelberg, S. 401–421. DOI: 10.1007/978-3-662-47100-5\_3.
- Plag, H.-P. und Pearlman, M. (2009): Global Geodetic Observing System – Meeting the Requirements of a Global Society on a Changing Planet in 2020. Springer Berlin Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-642-02687-4.
- Rummel, R. (2014): Geodäsie in Zeiten des Wandels – Versuch einer Standortbestimmung. *Zeitschrift für Vermessungswesen* 139(4):211–216. DOI: 10.12902/zfv-0034-2014.
- Rummel, R. (2017): Erdmessung und Satellitengeodäsie: Handbuch der Geodäsie. *Springer Reference Naturwissenschaften*. Springer Berlin Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-662-47100-5.
- Torge, W. (2017): Geschichte der Erdmessung. In: Rummel, R. (Hrsg.) Erdmessung und Satellitengeodäsie: Handbuch der Geodäsie, *Springer Reference Naturwissenschaften*. Springer Berlin Heidelberg, S. 1–71. DOI: 10.1007/978-3-662-47100-5\_2.
- WMO (2017): World Meteorological Organization (WMO), Essential Climate Variables. URL: <https://public.wmo.int/en/programmes/global-climate-observing-system/essential-climate-variables> (besucht am 17. 12. 2017).