

Ernst Buschmann

Geodäsie: die Raum+Zeit-Disziplin im Bereich des Planeten Erde

1. Bisherige Auffassungen

Betrachtet man, was bisher als Definition bzw. als Charakterisierung der Aufgaben der Geodäsie zu finden ist, steht man vor einem eher verwirrenden Bild [1]. Von nur geometrisch bis zu nur physikalisch begründeten Aussagen findet man überwiegend gemischte. Die Disziplin wird mit unterschiedlichen Wichtungen sowohl den Geowissenschaften als auch den Technischen Wissenschaften zugeordnet. In der heutigen Fachliteratur stößt man dazu immer öfter auf Ratlosigkeit.

Folgende fünf Beispiele mögen das veranschaulichen. – Zwei Klassiker der Geodäsie, Mathematik und Astronomie, beide gut miteinander bekannt, sagen Ende des 19. Jahrhunderts: „Die Geodäsie ist die Wissenschaft von der Ausmessung und Abbildung der Erdoberfläche“ (Friedrich Robert Helmert [2]), „Das Problem der wissenschaftlichen Geodäsie ist die Ermittlung der Kräftefunktion der Erde“ (Heinrich Bruns [3]). – Eine Darstellung aus jüngster Zeit findet sich im Lexikon der Geowissenschaften [4]: „Die Geodäsie (griech. = Erdteilung) ist eine der Naturwissenschaften von der Erde (Geowissenschaften) mit besonders umfangreichen praktischen Anwendungen (Angewandte Geodäsie) in der Wirtschaft (Ingenieurgeodäsie), der Verwaltung und Gesellschaft (Vermessungs-, Karten-, Liegenschaftswesen, Geoinformationssysteme), im Bergbau (Markscheidewesen) und in der Seevermessung.“ – Eine wesentlich anders gartete Sicht äußerten R. Sigl [5]: „Geodäsie – ordnendes Messen auf der Erde und in ihrer Hülle“ sowie N. G. Viduev [6]: „Geodäsie ist die Wissenschaft von den Methoden zur Bestimmung der gegenseitigen Lage von Objekten, die sich auf, unter oder über der Erdoberfläche befinden“ (Übersetzung). – Besonders die beiden letztgenannten Gedankengänge haben meine Überlegungen gefördert.

2. Eine neue These

Im Promotionsverfahren B an der Akademie der Wissenschaften der DDR verteidigte ich 1986 die These „Geodäsie ist die Wissenschaftsdisziplin vom Erkennen von Raum und Zeit im Bereich des Planeten Erde durch Messungen an der Verteilung und Bewegung geeigneter materieller Strukturen, insbesondere der Erdoberfläche und des Schwerefeldes. Die Geodäsie nimmt teil an Arbeitsprozessen von Disziplinen, die geodätische Erkenntnisse zur ziel- und zweckgerichteten Umgestaltung der erkannten Strukturen nutzen“ ([1], [7]).

Da sich die These als tragfähig erwies, habe ich auf sie weitere wissenschaftstheoretische Überlegungen gegründet. Sie scheinen mir jetzt eine gewisse Abrundung erreicht zu haben [8].

3. Grundzüge einer daraus abgeleiteten Theorie

3.1. Zum Wesen von Raum+Zeit-Disziplinen

Ich gehe von der materialistischen philosophischen Auffassung aus, wonach Materie objektiv existiert und ihre Eigenschaften vom Menschen erkennbar sind. Die Eigenschaft der Materie, sich zu bewegen, macht Raum und Zeit erkennbar: die Bewegung in einem diskreten Gebiet widerspiegelt die Zeit, die Verteilung zu diskreter Zeit widerspiegelt den Raum in diesem Gebiet. So einfach treten die Erscheinungen aber nur unter den physikalischen Bedingungen schwacher Gravitation und kleiner Geschwindigkeiten auf; diese herrschen aber im Bereich des Planeten Erde. Hier gehen die Formeln der relativistischen Mechanik, die die gegenseitige Abhängigkeit von Raum und Zeit unter den Bedingungen starker Gravitation und großer Geschwindigkeiten berücksichtigen, in die der klassischen, der Newtonschen Mechanik über.

Für die Bedingungen im Bereich des Planeten Erde verwende ich den Terminus „Raum+Zeit“ (gesprochen „plus“, Singularetantum, ohne Artikel) und möchte damit sowohl die prinzipielle Einheit verdeutlichen als auch die Möglichkeit offenlassen, beide Komponenten getrennt zu behandeln.

Unter Raum+Zeit-Disziplinen verstehe ich solche Zweige von Naturwissenschaft bzw. Praxis, deren Erkenntnis- bzw. Arbeitsprozesse die Verteilung und Bewegung von makroskopischer Materie zum Gegenstand haben und dabei von deren stofflichen Eigenschaften abstrahieren. Die Erkenntnis- bzw. Arbeitsmittel der Raum+Zeit-Disziplinen sind diejenigen physikalischen Größen, die auf den Maßeinheiten der Länge, d.h. dem Meter (m) und der Zeit, d.h. der Sekunde (s), aber keinen sonstigen beruhen. Solche Größen

sind: für die Einheit Raum+Zeit Geschwindigkeiten (m/s), Beschleunigungen (m/s^2), Schwerepotentialdifferenzen (m^2/s^2); für die Komponente Raum Länge (m), Fläche (m^2), Volumen (m^3), ebener Winkel (m/m), Raumwinkel (m^2/m^2); für die Komponente Zeit Dauer (s) und Frequenz (1/s).

Materie hat stoffliche, energetische und strukturelle Eigenschaften. Ihr Erkennen führt zu stofflichen, energetischen und strukturellen Informationen, zu raum+zeitlichen nicht. Bewegung und Verteilung von Materie sind Erscheinungen von Raum+Zeit; ihr Erkennen führt zu raum+zeitlichen Informationen.

Im Makrokosmos unterscheide ich Dingraum, erfüllt von Festkörpern, und Zwischenraum, bestehend aus Flüssigkeiten, Gasen und Vakuum. Messungen am Dingraum führen zu Größen wie Länge, Breite, Höhe, Dicke, Durchmesser, Umfang. Messungen im Zwischenraum lassen die Lage der Festkörper zueinander erkennen und führen zu Größen wie Abstand, Entfernung, Weite, Höhenunterschied.

Messungen von Abständen im Zwischenraum sind nur bei geringen Streckenlängen unmittelbar möglich. Im allgemeinen Fall sind dafür geometrische Hilfskonstruktionen im Zwischenraum nötig. Sie werden aus geometrischen Elementen in berechenbaren Figuren gebildet und möglichst starr an geeignete Teile der zu vermessenden Materiekonfiguration gekoppelt. Die Elemente werden gemessen, die Figuren berechnet, und es ergibt sich mittelbar der gesuchte Abstand. Weithin gebräuchlich sind kartesische und polare Koordinatensysteme, Dreiecke sowie einfache Bezugsflächen wie Ebene, Kugel, Ellipsoid. Klassische Beispiele aus der Geodäsie sind Horizontal- und Äquatorialkoordinatensysteme, Triangulationsnetze, Orthogonal- und Polarvermessungen.

3.2. Raum+Zeit-Disziplinen im Makrokosmos

Im Weltall gibt es die Himmelskörper als Dingräume und sonst Zwischenraum. In diesem liegt auch der Lebensraum des Menschen, vorerst fast ausschließlich im direkt an die physische Erdoberfläche grenzenden Bereich. Mit zunehmender Raumfahrt könnte er sich erweitern. Für den vom Menschen geschaffenen, die Geosphäre in ihren Teilen Lithosphäre, Hydrosphäre und Atmosphäre durchdringenden Lebens- und Bewegungsbereich steht der Begriff Anthroposphäre.

Um die Anthroposphäre gestalten zu können, braucht der Mensch zahlreiche Kenntnisse. Stoffliche, energetische und strukturelle Geoinformationen über die Geosphäre erhält er von den Geodisziplinen. Über die

Verteilung von Dingraum und Zwischenraum und deren Änderungen – seien sie natürlich oder anthropogen – erhält er Raum+Zeit-Informationen von den Raum+Zeit-Disziplinen.

Astrometrie gewinnt durch Zwischenraumvermessung (überwiegend Winkelmessung) Raum+Zeit-Informationen über die Bewegung von Himmelskörpern – ohne dabei nach den Eigenschaften ihrer Materie zu fragen. Abgebildet werden die Erkenntnisse beispielsweise in Form von Örtern mit scheinbaren Eigenbewegungen zu bestimmten Epochen oder durch Raum+Zeit-Funktionen (Bahndaten, Ephemeriden).

In der *Geodäsie* sehe ich die Raum+Zeit-Disziplin für den Bereich des Planeten Erde. Dieser Bereich besteht einesteils aus der naturgegebenen Geosphäre, andernteils aus der vom Menschen geschaffenen Anthroposphäre. In beiden Teilbereichen sind andersartige Raum+Zeit-Informationen gesucht. Folglich unterscheide ich *Geodäsie der Geosphäre* von *Geodäsie der Anthroposphäre*. Ob auch weitere Himmelskörper der Anthroposphäre ähnliche künstliche Bereiche haben, ist bis heute unbekannt.

Geodäsie der Geosphäre studiert durch Dingvermessung am Erdkörper dessen Raum+Zeit-Erscheinungen. Es überwiegen die physikalischen Aspekte. Das sind:

- die Orientierungsparameter der Erdachse und die Rotationsphase des Erdkörpers (Präzession, Nutation, Polkoordinaten, UT1-UT0),
- die Parameter des Erdschwerefeldes (Geozentrum, Äquipotentialflächen, Schwerevektoren, Lotlinien),
- kinematische Parameter der Erdkruste.

Die in den entsprechenden Erkenntnisprozessen gewonnenen Raum+Zeit-Informationen gehen mittelbar in die gemeinsame geowissenschaftliche Erforschung der Erde ein, mittelbar deshalb, weil sie Sekundärsignale der primären stofflichen, energetischen bzw. strukturellen Prozesse sind. Beispielsweise: bei Erdbeben sind die energetischen Erscheinungen Primärsignale, die geodätisch meßbaren Krustenbewegungen dagegen Sekundärsignale.

Geodäsie der Geosphäre entspricht damit etwa der Definition von Bruns (s.o.) und dem Tätigkeitsfeld der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG) der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG).

Geodäsie der Anthroposphäre studiert durch Zwischenraumvermessung die Raum+Zeit-Erscheinungen des Lebens- und Bewegungsraums des Menschen und gestaltet sie mit. Es überwiegen die geometrischen Aspekte. Dazu gehört hauptsächlich:

- die Topographie (Ortsbeschreibung mittels geeigneter Objekte) der phy-

sischen Erdoberfläche auf dem Festland (topographische Landesaufnahme) und unter Wasser (Seevermessung) zu vermessen und graphisch (Kartographie) oder digital (Informationssysteme) abzubilden, identisch mit der Begrenzung des Zwischenraums,

- die Anthroposphäre in Raumstücke bestimmter Größe und Lage zu unterteilen und diese zur Gewährleistung rechtssicheren Eigentums an der Erdoberfläche dauerhaft zu markieren (Liegenschaftsvermessung),
- die Anthroposphäre zielgerichtet zweckmäßig umzugestalten, beispielsweise durch Raum-, Regional- und Städteplanungen sowie durch Vermessungen für Hoch-, Tief-, Verkehrswege-, Wasser- und Bergbau (Markscheidewesen) einschließlich nachfolgender Kontrollen (Bauwerkskinematik) (Sammelbezeichnung: Ingenieurgeodäsie).

Geodäsie der Anthroposphäre entspricht damit zum Teil der Definition von Helmert (s.o.) und weitgehend dem Tätigkeitsfeld der Internationalen Geometervereinigung (FIG).

Der Name „Geodäsie“ wurde bisher aus dem Griechischen ausschließlich mit „Erde teilen“ übersetzt. Damit sind aber mehrere, auch klassische, Tätigkeitsfelder nicht inbegriffen, so beispielsweise auch die Erddimensionsmessung des Griechen Eratosthenes. Ich vermute, daß auch eine Übersetzung mit „den Erdraum gliedern“ möglich wäre. „Gliedern“ aber bedeutet „nach Raum und Zeit ordnen“.

Literatur

- [1] Buschmann, E.: Gedanken über die Geodäsie. Vermessungswesen bei Konrad Wittwer, Bd. 22. Stuttgart 1992
- [2] Helmert, F. R.: Die mathematischen und physikalischen Theorien der höheren Geodäsie. 2 Bde. Bd. I, B. G. Teubner, Leipzig 1880
- [3] Bruns, H.: Die Figur der Erde. Publ. Königl. Preußisches Geodätisches Institut, Berlin 1878
- [4] Lexikon der Geowissenschaften. 6 Bde., Bd. 2. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg; Berlin 2000
- [5] Sigl, R.: Geodäsie in Wissenschaft und Praxis. Zeitsch. f. Vermessungswesen 94 (1969)12, S. 469–481
- [6] Viduev, N. G., Polischtschuk, Ju. V.: Geodäsie unter dem Aspekt der Wissenschaftskunde (russ.) Geodezija i Kartografija, Moskau 53 (1977)12, S. 24–27 mit drei Diskussionsbeiträgen in 54 (1978) 9
- [7] Buschmann, E.: Zu methodologischen und wissenschaftstheoretischen Fragen der Geodäsie (Dissertation AdW der DDR, Berlin) und Autorreferat: Vermessungstechnik, Berlin, 34 (1986) 12, S. 398–401

- [8] Buschmann, E.: Gedanken über Raum+Zeit-Disziplinen. Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, Heidelberg, Heft 8-9/2003, S. 299-307