



Gedanken über Raum + Zeit-Disziplinen

Ernst Buschmann

– Eine Skizze –

Geodäsie ist eine wissenschaftliche Disziplin von Raum und Zeit. Sie gewinnt Rauminformationen und Zeitinformationen, wie sie von Materie der Geosphäre bzw. Anthroposphäre widergespiegelt wird. Geodäsie ist somit eine Teildisziplin der Geowissenschaften zum Studium des Erdkörpers. Vermessungswesen mit den Teildisziplinen Topographie, Bauvermessung und Liegenschaften sollte dementsprechend besser als Geodäsie der Anthroposphäre betrachtet werden.

Vor drei Jahrzehnten fragte H. Draheim in dieser – damals „seiner“ – Zeitschrift mehrere international angesehene Geodäten, ob sie die Geodäsie-Definition von F. R. Helmert aus dem Jahre 1880 noch weiterhin für gültig ansähen [1]: „Die Geodäsie ist die Wissenschaft von der Ausmessung und Abbildung der Erdoberfläche.“ Es wurden einige Nuancen und Erweiterungen vorgeschlagen, dem Grundgedanken aber stimmten die Befragten zu.

Inzwischen gab es große, teils umwälzende neue technische Entwicklungen, besonders bei Meßanordnungen und Datenmanagement. Dagegen gibt es zu den wissenschaftstheoretischen Grundlagen der Disziplin kaum neuere Aussagen. Sollten die überlieferten Aussagen wirklich keiner Aktualisierung bedürft haben?

Während der beiden letzten Jahrzehnte haben sich bei mir zwei Überzeugungen gefestigt, die ich im folgenden skizzieren möchte:

- Geodäsie und Vermessungswesen sind wissenschaftliche Disziplinen, die Raum und Zeit in ihrer Einheit zum Gegenstand haben. Sie untersuchen diesen Erkenntnisgegenstand durch Messungen an der Verteilung und Bewegung von Materie: Geodäsie an natürlicher Materie der Geosphäre, Vermessungswesen an natürlicher Materie der physischen Erdoberfläche sowie an menschlichen Werken der Anthroposphäre.
- Zwar haben Geodäsie und Vermessungswesen in den Theorien der Geometrie und Physik sowie in den Verfahren und Techniken der Raum- und Zeitmessungen eine breite gemeinsame Basis; aber in Dingvermessung einerseits bzw. Zwischenraumvermessung andererseits haben sie unterschiedliche Ziele und Methoden.

Der Weg zu diesen Überzeugungen läßt sich in den am Ende aufgeführten Schriften verfolgen, in denen auch die benutzte Literatur nachgewiesen ist. Er schließt ein höheres akademisches Prüfungsverfahren vor Naturwissenschaftlern, Technikern und Philosophen der Naturwissenschaften ein. Widerspruch ist mir bisher nicht, vorsichtige Zustimmung gelegentlich bekanntgeworden. Ohne wiederholt ausführlicher erörtern und argumentieren zu wollen, möchte ich nachfolgend die wissenschaftstheoretische Grundidee sowie einige Aspekte der Terminologie beleuchten. Ich hoffe unbeirrt, daß diese Gedanken als Angebot aufgefaßt werden und Diskussionen auslösen. Zum Entwurf des Manuskripts erhielt ich wertvolle kritische Hinweise zu den naturwissenschaftlichen Aspekten von Herrn Professor Dr. habil. H. Kautzleben, Berlin, sowie zu denen des Vermessungswesens von meinem Sohn Thomas, wofür ich beiden sehr herzlich danke.

1. Philosophische und terminologische Klippen um Raum und Zeit

Fast jede philosophische Strömung hat über Raum und/oder Zeit ihre eigene Auffassung. Ich gehe von der materialistischen naturwissenschaftlichen Auffassung aus, die in Raum und Zeit objektiv existierende Erscheinungen der Natur sieht. Diese werden widergespiegelt von der Verteilung und Bewegung von Materie. Im allgemeinen fällt es gerade Geodäten und Vermessungsingenieuren leicht, dieser Vorstellung zu folgen, da sie räumliche Strukturen und deren zeitliche Änderungen nur vermessen können, wenn sie von deren objektiver Existenz überzeugt sind. Noch Newton (1643–1727) betrachtete Raum und Zeit als voneinander unabhängig bestehende Erscheinungen mit absoluten Eigenschaften, z.B. Nullpunkten. Einstein (1879–1955) zeigte, daß beide Erscheinungen relativ sind und eine Einheit, die „Raumzeit“, bilden. Mit ihr konnte er bis dahin nicht erklärbare Erscheinungen beschreiben, wie sie besonders in kosmischen Fernen unter den Bedingungen hoher Geschwindigkeiten und starker Gravitation auftreten.

Wir Erdenbewohner machen nichts falsch, wenn wir Raum und Zeit als unabhängige Komponenten behandeln; aber auch unter den irdischen Bedingungen geringer Geschwindigkeiten und schwacher Gravitation bilden beide eine untrennbare Einheit. Offensichtlicher Ausdruck dafür ist jede Bewegung; sie vereint beide Komponenten untrennbar, wie es auch ihre Dimension „Länge pro Dauer“ verdeutlicht.

Die Formeln der relativistischen Mechanik, die unter kosmischen Bedingungen großer Geschwindigkeiten

und starker Gravitation benutzt werden müssen, können auch unter den irdischen Bedingungen benutzt werden: mit den Parametern geringe Geschwindigkeit und schwache Gravitation gehen sie von allein in die der klassischen, der Newtonschen Mechanik über. Im Grenzbereich genügen einfache Korrekturen.

Diese Einheitlichkeit der mathematisch-physikalischen Abbildung von Raum und Zeit unter allen im Kosmos auftretenden Bedingungen ist dagegen bei der verbalen Abbildung nicht anzutreffen. Hier stößt man auf eine ganze Reihe unterschiedlicher Bezeichnungen: „Raum und Zeit“, „Einheit von Raum und Zeit“, „Raum-Zeit“, „Raumzeit“, „Raum-Zeit-Kontinuum“, „Raum-Zeit-Union“. Ich werde mich des Begriffs „Raum + Zeit“ bedienen und möchte damit sowohl die Einheit betonen als auch die getrennte Behandlung beider Komponenten nicht ausschließen. Ich benutze „Raum + Zeit“ (gesprochen: „plus“) als Einzahl (Singular tantum) und ohne Artikel.

Gerade für Geodäsie und Vermessungswesen, in denen elektromagnetische Wellen zur Längenmessung benutzt werden, ist es von großer Bedeutung, daß Einsteins Erkenntnis, nach der die Lichtgeschwindigkeit universell konstant ist und sich nicht mit der Eigengeschwindigkeit der Strahlungsquelle überlagert, auch unter irdischen Bedingungen gilt. Einsteins These wurde von Michelson 1881 in Potsdam experimentell verifiziert, indem er mittels eines Interferometers zeigte, daß die Lichtgeschwindigkeit in Richtung der Erdrotation (Ost-West) gleich groß ist wie senkrecht dazu (Nord-Süd). Infolge der Erdrotation bewegt sich die Strahlungsquelle in der geographischen Breite von Potsdam mit einer Geschwindigkeit von rd. 300 m/s. Würden sich die Geschwindigkeiten überlagern, läge der Effekt bei rd. 1×10^{-6} (am Äquator rd. 2×10^{-6}) und der Unterschied Ost-West zu West-Ost bei rd. 2×10^{-6} (am Äquator rd. 4×10^{-6}). Bei der heutigen Genauigkeit von Längenmessungen mittels elektromagnetischer Wellen wäre er also gut erkennbar. Je nach Lage der Strecke zur Bewegungsrichtung der Strahlungsquelle wären fallweise unterschiedliche, richtungsab-

hängige Korrekturen wegen der Geschwindigkeit der Erdrotation, der Erdrevolution um die Sonne bzw. der Bewegungen des Sonnensystems nötig.

2. Wie erscheint uns Raum + Zeit?

Raum + Zeit erscheint uns als Verteilung von Materie und deren Bewegung. Im Bereich des Planeten Erde, wo geringe Geschwindigkeiten und schwache Gravitation herrschen, dürfen die Komponenten Raum und Zeit getrennt behandelt werden.

Die Existenz des Raumes zeigt uns jedwede für uns wahrnehmbare Materie; seine Metrik zeigen uns die Abstände in den Verteilungen. Die Existenz der Zeit zeigt uns jedwede für uns wahrnehmbare Bewegung von Materie; ihre Metrik zeigen uns die Geschwindigkeiten.

Raum und Zeit sind relative Größen ohne natürliche Nullpunkte. Wird beispielsweise eine Bewegung aus der Sicht eines mitbewegten Bezugssystems betrachtet, so erscheint sie als Ruhe. Ein besonders vertrautes Beispiel dafür sind alle kartographischen Abbildungen der Erdoberfläche. Weil sich Beobachtender und Abbildender mit ihr mitbewegen, widerspiegeln die Karten weder die Erdrotation noch den Erdumlauf um die Sonne noch die Bewegung des Sonnensystems, an denen die Materie der Erdoberfläche jedoch teilnimmt. Von der Vielfalt aller Materiearten kann der Mensch mit seinen Sinnen und ohne Hilfsmittel nur einen Teil wahrnehmen, nämlich den makroskopischen in seinen Aggregatzuständen fest, flüssig bzw. gasförmig (Makrokosmos, Makrosphäre). Die Körper [2] des Makrokosmos bilden seinen Lebensraum, die festen begrenzen seinen Bewegungsraum. Die zwischen den Körpern verlaufenden Grenzflächen und -linien sind es, die für jedermann leicht wahrnehmbare Merkmale der Materieverteilung darstellen. Durch sie markiert sich beispielsweise auch der feste Erdkörper mit dem Relief seiner Oberfläche – sowohl gegen Luft als auch gegen Wasser –, und es markieren sich Küsten- und Uferlinien. In gleicher Weise werden durch ihre Strukturgrenzen

auch die anthropogenen, die vom Menschen geschaffenen und an die Erdoberfläche gekoppelten Festkörper, beispielsweise Gebäude, Verkehrswege, Wasserdämme, Grenzsteine u.ä. erkennbar.

Nicht vom Menschen wahrnehmbare Erscheinungen von Raum + Zeit sind beispielsweise physikalische Felder – Strahlungen, Magnetismus, Gravitation, Luftdruck, Schall –, deren Metrik sehr unterschiedlich ausgeprägt und deshalb nur bedingt für Vermessungen nutzbar ist. Das Erdschwerefeld beispielsweise ist quasistationär und damit eine langfristig nutzbare Raumrepräsentation.

Raubereiche, in denen sich Festkörper befinden, möchte ich im weiteren „Dingraum“ nennen, den übrigen Raumbereich, d.h. Flüssigkeiten, Gase und Vakuum, dagegen „Zwischenraum“.

Nur in den Zwischenräumen kann der Mensch leben, sich bewegen und sein Dasein entfalten. Dazu muß er sie kennen. Der Mensch muß wissen, wo sich Dingraum bzw. Zwischenraum befindet und wie sich diese Verteilung ändert. Er muß diese Erscheinungen erkennen und abbilden, um sie für sich nutzen zu können.

3. Wie können wir Raum + Zeit erkennen?

Erscheinungen lassen sich nur dann erkennen, wenn sie Informationen über ihre Eigenschaften in sich tragen und widerspiegeln. Materie hat drei Eigenschaften: stoffliche, energetische und strukturelle, andere nicht. Folglich lassen sich auch nur solche, nämlich stoffliche, energetische und strukturelle Informationen an ihr erkennen, raum + zeitliche nicht. Diese werden nur von Verteilungen und Bewegungen widerspiegelt, und nur an ihnen können sie erkannt werden. Dazu eignen sich nur die erwähnten natürlichen und künstlichen Strukturgrenzen. An grenzenlosen homogenen Gebilden kann man keine Verteilungen und keine Bewegungen beobachten und daher auch Raum + Zeit nicht erkennen.

Um Raum wiedererkennbar abzubilden ist solche Materie besonders geeignet, die im gewählten Bezugssys-

tem in Ruhe, d.h. quasistationär erscheint. Zum Erkennen und Abbilden der Zeit hingegen eignet sich vorzugsweise Materie, die im gewählten Bezugssystem gleichmäßig schnell und zyklisch bewegt erscheint.

Nach den heutigen Regeln der Metrologie gilt: Die Komponente Raum/Zeit wird durch das Element Strecke/Zeitintervall erkannt und beschrieben (abgebildet), das als physikalische Größe Länge/Dauer meßbar ist und in Vielfachen der Einheit Meter/Sekunde gezählt wird.

Die heutigen Definitionen der Maßeinheiten Meter (m) und Sekunde (s) sind im Internationalen Einheitensystem (SI) festgelegt. Früher beruhen sie auf raum + zeitlichen Erscheinungen des Erdkörpers (1/10 000 eines Meridianquadranten bzw. 1/86 400 einer sonnenbezogenen mittleren Rotationsperiode) und wurden durch geodätisch-astronomische Messungen bestimmt. Später wurden sie mittels zweier verschiedener physikalischer Vorgänge in Labors realisiert. Seit 1983 sind beide Maßeinheiten nicht mehr voneinander unabhängig. Sie beruhen seitdem einerseits auf der Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen als einer Naturkonstanten und andererseits auf der Definition der Sekunde, die durch quantenphysikalische Vorgänge realisiert wird. Damit entsprach die Metrologie schon damals der Erkenntnis von Raum + Zeit als universeller Einheit von Raum und Zeit. Es sollte nicht vergessen werden, daß der Anstoß dazu von der Geodäsie kam: die Messung großer Strecken auf der Grundlage der getrennten, voneinander unabhängigen Definitionen hatte zu Widersprüchen geführt.

Zum Erkennen von Raum + Zeit bzw. der Komponenten eignen sich diejenigen physikalischen Größen, deren Dimensionen die Maßeinheiten Meter und/oder Sekunde enthalten:

Raum: Länge (m), Fläche (m^2), Volumen (m^3), ebener Winkel (m/m), Raumwinkel (m^2/m^2)

Zeit: Dauer (s), Frequenz (1/s)

Raum + Zeit: Geschwindigkeit (m/s), Beschleunigung (m/s^2), Schwerepotentialdifferenz (m^2/s^2).

Diejenigen Disziplinen von Naturwissenschaft und Technik, deren Erkenntnisprozesse bzw. Nutzungspro-

zesse auf der Messung dieser physikalischen Größen beruhen, bezeichne ich als **Raum + Zeit-Disziplinen**. Für ihre Denk- und Arbeitsweise ist typisch, daß sie in Körperstrukturen denken und von den Materieeigenschaften abstrahieren.

Die Gestalt von Körpern wird durch Längenmessungen am Dingraum ermittelt. Ihre Ergebnisse heißen Länge, Breite, Höhe, Dicke, Durchmesser, Umfang. Die Lage von Körpern in Bezug auf andere ergibt sich durch Längenmessungen im Zwischenraum. Für deren Ergebnisse werden andere Bezeichnungen benutzt: Abstand, Entfernung, Weite, Höhenunterschied. Diese Größen konnten früher nur im Nahbereich unmittelbar gemessen werden. Bei größeren Abständen war es nötig, im Zwischenraum geometrische Hilfskonstruktionen zu schaffen, in ihnen Längen zu messen und daraus die gesuchten Größen mittelbar abzuleiten. Technologisch kann das auch heute noch vorteilhaft sein. Die Sprache unterscheidet auch hier: am Dingraum wird eine Länge gemessen, im Zwischenraum aber meist vermessen. „Vermessen“ bedeutet – neben „falsch messen“ – im positiven Sinne: mit geometrischen Elementen modellieren, diese Elemente messen, sie in das benutzte Hilfs- bzw. Bezugssystem einordnen und daraus mittelbar das Ergebnis ableiten.

In den Hilfskonstruktionen der Zwischenraumvermessung müssen die meßbaren geometrischen Elemente so angeordnet sein, daß die Figuren berechenbar sind. Vorzugsweise sind das Dreiecke. Gebräuchlich sind zwei- oder dreidimensionale kartesische oder polare Koordinatensysteme sowie einfache Bezugsflächen wie Ebene, Kugel, Ellipsoid. Geometrische Konstruktionen hoher Genauigkeit im Zwischenraum zu schaffen und sie möglichst dauerhaft an geeignete Materie des Dingraums zu koppeln, das war und ist die typische, sehr anspruchsvolle und auch kostspielige Grundaufgabe von Geodäsie und Vermessungswesen, die – außer in der Astrometrie – in anderen Disziplinen keine Entsprechung hat. Klassische Lösungen sind Triangulationsnetze, Höhenetze, Streckenzüge, Messungslinien. Für Zwischenraumvermessungen sind sie fast im-

mer erforderlich, für Dingvermessungen nur dann, wenn der Körper so groß ist – beispielsweise die Erde-, daß er nur in Teilstücken vermessen werden kann, die zusammenzufügen sind.

Heutige Lösungen beruhen weitgehend auf der unmittelbaren Längenmessung mittels elektromagnetischer Wellen und hochliegender Hilfspunkte (künstliche Erdsatelliten, Erdmond, Quasare), was zu prinzipiell gleichartigen, jedoch stärker ausgeprägten dreidimensionalen geometrischen Hilfskonstruktionen führt, die zudem zeitveränderlich sind. Folglich muß immer als vierte Dimension auch die Zeit gemessen werden; das sind Raum + Zeit-Meßanordnungen reinsten Art, so wie alle geodätisch-astronomischen auch.

Werden die Bezugssysteme der Messung und der Abbildung starr an die zu vermessende Materie gekoppelt, d.h. mit ihr mitbewegt, so treten scheinbar statische Verhältnisse ein. Die Komponente Zeit wird scheinbar eliminiert, und es ergibt sich eine für längere Zeit nutzbare Abbildung der Komponente Raum. Beispiele sind aus dem Alltagsleben wohlbekannt: Zimmer- und Möblierungsplan einer Wohnung, Stadtpläne, Wanderkarten, topographische Karten, Seekarten, Sternkarten.

Um die zeitliche Komponente erkennen zu können, muß ein Objekt von einem nicht mitbewegten Bezugssystem aus beobachtet werden, beispielsweise Satelliten von der Erde aus oder umgekehrt.

Wird in einem mitbewegten System die räumliche Komponente nach gewisser Zeit erneut gemessen, so wird die zeitliche Komponente nur dann erkennbar, falls einzelne Elemente sich relativ zu den anderen bewegen bzw. falls neue Elemente dazukommen oder vorhandene wegfallen. Beispiele dafür sind: Laufendhaltung von Karten, Erkennen von Erdkrustenbewegungen und Bauwerkskinematik, Entdecken von Planetoiden, Kometen u.ä. auf Fotografien des Fixsternhimmels.

4. Wie läßt sich Raum + Zeit abbilden?

Sind Raum+Zeit, Raum bzw. Zeit durch Messungen erkannt, müssen die erhaltenen Informationen, um von anderen genutzt werden zu können, abgebildet werden. Dafür gibt es vielfältige Möglichkeiten: verbale (Präpositionen, Adverbien), graphische (Diagramme, Skizzen, Karten) und digitale (Tabellen, Dateien). Die verbreitetste klassische Abbildung des Raums ist die Karte zu bestimmter Zeit, die der Zeit die Uhr an bestimmtem Ort. Moderne digitale, rechnergestützte Abbildungen, insbesondere wenn den Raum+Zeit-Informationen Sachinformationen verschiedener Art zugeordnet sind, sind die heutigen Informationssysteme, die variable Möglichkeiten der Datennutzung bieten.

Abbildungen des Raumes beantworten im Dingraum die Frage „wie lang?“, im Zwischenraum die Frage „wie weit?“ sowie, abhängig vom Bezugssystem die Fragen „wo?“, „woher?“ und „wohin?“. Abbildungen der Zeit beantworten die Frage „wie lange?“ sowie, abhängig vom Bezugssystem mit seinem gewählten Nullpunkt, die Frage „wann?“. Abbildungen von Raum+Zeit beantworten die Fragen „wie schnell?“ und „wieviel schneller bzw. langsamer?“. Die Schwerkraftpotentialdifferenz mit der Dimension m^2/s^2 hat für den menschlichen Alltag keine Bedeutung; deshalb kennt die Sprache auch kein entsprechendes Fragewort.

5. Information

Da der Begriff noch relativ jung ist, wird über seine präzise Definition noch immer debattiert. Man begegnet deshalb sowohl unterschiedlichen Anwendungen als auch überzogenem Gebrauch in geschwollener Alltags- und auch Fachsprache. Ungenauer Gebrauch führt aber leicht zu Mißverständnissen. Im hier zu besprechenden Zusammenhang hat „Information“ die einfache Bedeutung von „Nachricht, Auskunft, Mitteilung“. Aber es sind zwei unterschiedliche Anwendungsbereiche zu beach-

ten: die allgemeine Umgangssprache im Verkehr der Menschen untereinander und die naturwissenschaftliche Fachsprache in den Beziehungen der Menschen zur Natur.

In der Umgangssprache können „Information“ und „informieren“ im weitesten Sinne für jede Art des Austauschs von Gedanken, Nachrichten, Neuigkeiten, Mitteilungen usw. benutzt werden. Sie können synonym für „unterrichten, sagen, beantworten, mitteilen“ u.ä. stehen. Ihre Anwendung unterliegt eher dem Sprachgefühl als bestimmten Regeln.

Anders als bei diesem Verkehr der Menschen untereinander ist in der Beziehung zwischen Mensch und Natur der zweite Partner stumm. Die Natur kann die Fragen des Menschen nicht selbst aktiv beantworten. Aber in ihren Erscheinungen sind Informationen über ihre Eigenschaften latent enthalten und werden von ihr widergespiegelt. Der Mensch muß die Informationen aber selbst gewinnen, um die Botschaften zu erhalten, die seine Fragen an die Natur beantworten.

Dafür genügt in vielen Fällen die bloße Anschauung, beispielsweise bei den offensichtlichen Strukturgrenzen zwischen verschiedenen Aggregatzuständen makroskopischer Materie. In anderen Fällen müssen Hilfsmittel benutzt werden, z.B. Lupen, Waagen, Sensoren, chemische Reagenzien. Oftmals aber führt nur naturwissenschaftliche Forschung zum Ziel, die die Informationen mittels ihrer Erkenntnisprozesse gewinnt, so z.B. über Größe und Figur des Erdkörpers sowie über Massenverteilung, stoffliche Zustände und Strukturgrenzen in ihm. Zu Erkenntnisprozeß und bloßer Anschauung sagte Albert Einstein: „Wissenschaft ist nichts weiter als die Verfeinerung des alltäglichen Denkens“.

In der naturwissenschaftlichen Fachsprache ist nur das eine Information, was die Natur von sich aus als Nachricht bereithält. Sie ist latent vorhanden, bevor und auch nachdem sie vom Menschen erkannt wurde. Ist sie dann ermittelt und gibt sie der Mensch an andere weiter, z.B. verbal, in schriftlicher Form oder digital in Informationssystemen, dann wird sie Teil des allgemeinen zwischenmenschlichen Informationsaustauschs. In die-

sen beiden unterschiedlichen Bedeutungs- und Anwendungsbereichen des Begriffs „Information“ liegt der Grund für manche Mißverständnisse und Irrtümer.

6. Geoinformation, Anthropoinformation, Raum + Zeit-Information

Im Bereich des Planeten Erde steht der Mensch den Erscheinungen der Geosphäre, entsprechend den drei Aggregatzuständen unterteilt in Lithosphäre, Hydrosphäre und Atmosphäre, gegenüber. Bei der Untersuchung ihrer Eigenschaften gewinnt er raum + zeit-bezogen stoffliche, energetische und strukturelle Geoinformationen. Sofern sie nicht augenscheinlich oder mit einfachen Hilfsmitteln erkennbar sind, sind sie das Ziel geowissenschaftlicher Forschungen, darunter geophysikalischer, geologischer, geochemischer und mittelbar auch geodätischer.

Im Verlaufe seines Daseins schuf der Mensch in der Geosphäre die Anthroposphäre, seinen ureigenen Lebensbereich. Sie hat keine Umgrenzung, sondern sie durchdringt die Geosphäre in allen ihren drei Teilen. In diesem Entwicklungsprozeß veränderte er – wenn auch insgesamt nur geringfügig – die Geosphäre, gab ihr hier und da für seine Lebensbedürfnisse günstigere Formen der Strukturgrenze zwischen Lithosphäre und Atmosphäre und koppelte an diese anthropogene Objekte, z.B. Bauten, Verkehrswege, Wasserbassins. Auch deren Eigenschaften widerspiegeln raum + zeit-bezogene stoffliche, energetische und strukturelle Informationen. Falls sie aus jüngerer Zeit stammen, sind sie nach Herkunft und Zusammensetzung bekannt; aus zurückliegenden Epochen sind sie heute Gegenstand archäologischer Forschungen.

Raum + Zeit-Informationen dagegen können weder von Materie der Geosphäre noch von Materie der Anthroposphäre widergespiegelt werden. Keine Materie der Welt hat als Eigenschaften, zu gewisser Zeit an gewissem Ort zu sein, sich in gewisser Richtung zu bewegen bzw. bestimmte Abstände von anderer Materie zu haben. Deshalb enthält sie

darüber auch keine Informationen, weder offensichtliche noch latente, die sie dem Menschen mitteilen könnte bzw. die er zu erkennen vermag. Allein die Bewegung der Materie enthält Raum + Zeit-Informationen, und Bewegung kann nur in der Relation zu anderer Materie erkannt werden. Dazwischen liegt Zwischenraum. Er ist es, der Raum + Zeit-Informationen enthält. Nur die Vermessung des Zwischenraums kann zu gesuchten Raum + Zeit-Informationen führen: räumlicher Abstand und dessen zeitliche Veränderung.

Umgekehrt ist es auch keine Eigenschaft von Raum + Zeit, die Art der Materie widerzuspiegeln. Deshalb muß bei der Abbildung von Ort und Zeit jeweils gesondert erläutert werden, um welche Art von Materie es sich handelt, in Tabellen ebenso wie in Diagrammen, Karten, Dateien usw. Gegenwärtig fehlt eine einheitliche Auffassung zur inhaltlichen Bedeutung des Begriffs „Geoinformation“.

Das hat schon zu Verwirrungen geführt. Man findet mehrere Lesarten: a) Die Vorsilbe „Geo“ ist aus dem Griechischen übernommen und bedeutet „Erde“. Diese Bedeutung hat sie seit jeher in allen Geowissenschaften und in deren Objekt, der Geosphäre. Sie wird auch lexikalisch in [3] gestützt.

b) Die Vorsilbe „Geo“ ist von „geographisch“ übriggeblieben, als vor einiger Zeit die „Geographischen Informationssysteme GIS“ kurzerhand zu „Geoinformationssystemen GIS“ gerafft wurden. Diese scheinbar geringfügige Veränderung enthielt aber einen Bedeutungswandel und öffnete Mißverständnissen Tür und Tor, denn: eine „Geoinformation“ ist eine Nachricht von der Geosphäre, eine „geographische Information“ dagegen eine Abbildung, eine bewertete Weitervermittlung von Erkenntnissen.

c) Der Interministerielle Ausschuß für Geoinformationssysteme (IMAGI) erklärt: „Geoinformation – Information über Objekte und Sachverhalte mit Raumbezug“ [4]. Das ist allumfassend und greift damit zu weit; beispielsweise wären nicht mal Himmelskörper, Fahrzeuge und Speisegeschirr ausgeschlossen. Interessant finde ich, daß diese Definition (wie die nächste auch) bereits aussagt,

daß der Raumbezug selbst keine Geoinformation ist!

d) Zur Debatte des Deutschen Bundestags im Februar 2001 sagt das Glossar: „Geoinformation – Raumbezogene Information zur Beschreibung der Gegebenheiten eines Landes“ [5]. Das ist einerseits ebenso allumfassend, andererseits zu eng, denn Geoinformationen kennen keine Ländergrenzen.

e) Das neue „Lexikon der Geoinformatik“ [6] gibt gar keine Definition, sondern beschreibt nur eine Reihe von Eigenschaften und überrascht aber mit der englischen Entsprechung: „Geoinformation – engl.: Spatial information“.

Bei solchen terminologischen Unklarheiten ist es kaum verwunderlich, daß das Vermessungswesen – voran sein Verein/seine Gesellschaft – dem Irrtum unterliegen konnte, seine Informationen über den Raumbezug seien selbst auch Geoinformationen, zumindest aber als „Geobasisinformationen“ eine besondere Art davon. Um begriffliche Klarheit zu gewinnen, sehe ich keinen anderen Weg, als in Wissenschaft und Praxis exakt zu unterscheiden zwischen Geoinformationen aus der Geosphäre, Anthroposphäre und Raum + Zeit-Informationen über deren Wo und Wann.

Geographische Informationssysteme sind seit eh und je so aufgebaut, seien sie klassisch analog oder modern rechnergestützt realisiert. Sie enthalten:

- **Raum + Zeit-Informationen**, dargestellt mittels augenseinlicher Strukturgrenzen von Erscheinungen sowohl der Geosphäre als auch der Anthroposphäre, sogenannter „topographischer“, d.h. „ortsbeschreibender“ Objekte,
- **Geoinformationen** über natürliche Erscheinungen der Geosphäre mit ihren Teilen Lithosphäre, Hydrosphäre und Atmosphäre,
- **Anthropinformationen** über vom Menschen geschaffene und an die Geosphäre, speziell die Lithosphäre, gekoppelte Erscheinungen.

Damit übereinstimmend untergliedert sich die Geographie heute in zwei Hauptgebiete [3]: „Physische Geographie“ mit der Geosphäre als Gegenstand und „Anthropogeogra-

phie“ (auch Human- oder Kulturgeographie genannt) mit dem Menschen in seinem sozial-kulturellen Umfeld als Gegenstand. – Die raum + zeitliche Ordnung dazu stellen Geodäsie und Vermessungswesen bereit.

7. Raum + Zeit-Disziplinen im Makrokosmos

Der Lebensraum des Menschen liegt im Zwischenraum zwischen dem Erdkörper und anderen Himmelskörpern, bisher fast ausschließlich im unmittelbar an die physische Erdoberfläche grenzenden Bereich der Geosphäre. Mit weiteren Fortschritten der Raumfahrt könnte er sich erweitern.

Mit der Gestaltung seines Lebensraums schuf der Mensch die Anthroposphäre und vervollkommnet sie ständig. Dafür braucht er zahlreiche Kenntnisse. So muß er auch die Eigenschaften der Materie der ihn umgebenden Geosphäre kennen. Die nötigen stofflichen, energetischen und strukturellen Geoinformationen über Lithosphäre, Hydrosphäre und Atmosphäre erhält er von den Geo-Disziplinen. Um seinen Bewegungsraum zu kennen, muß er wissen, wo sich Dingraum und wo sich Zwischenraum befindet und wie sich beide verändern. Darüber erhält er Raum + Zeit-Informationen von den Raum + Zeit-Disziplinen.

Es lassen sich drei Kategorien von Raum + Zeit-Disziplinen unterscheiden: die des Erkennens von Gegebenheiten und die des Nutzens der Erkenntnisse entweder ohne oder mit Veränderungen an den Gegebenheiten.

7.1. Raum + Zeit-Disziplinen des Erkennens

ASTROMETRIE ermittelt durch Zwischenraumvermessung des Kosmos Raum + Zeit-Informationen über die Bewegungen von Himmelskörpern und beschreibt sie beispielsweise durch Örter und scheinbare Eigenbewegungen zu bestimmten Epochen (Kataloge der sog. Fixsterne) oder durch Raum + Zeit-Funktionen (Ephemeriden und Bahn-daten von Planeten, Monden, Kometen u.ä.).

Ein bedeutender Teil des **VERMESSUNGSWESENS** ermittelt durch Zwischenraumvermessung in der Anthroposphäre Raum+Zeit-Informationen über die Feinstruktur der physischen Erdoberfläche einschließlich der dauerhaft an sie gekoppelten anthropogenen Objekte, d.h. über die Feinstruktur der Grenze zwischen Dingraum und Zwischenraum (Topographie). Damit werden die Begrenzungen des Bewegungsraums, die Hindernisse und Möglichkeiten für Bewegungen des Menschen, erkannt. Abgebildet werden sie mit Mitteln der topographischen Kartographie bzw. in Raum+Zeit-Informationssystemen (z.B. Referenzsystem ETRS und Informationssystem ATKIS). Sie sind Abbildungen des Raums zu bestimmter Zeit, heute verbreitet als „Raumbezug“ bezeichnet, müssen wegen zeitlicher Veränderungen laufend gehalten werden und bilden die Grundlage aller Geographischen Informationssysteme.

GEODÄSIE ermittelt durch Dingvermessung am Erdkörper seine Raum+Zeit-Eigenschaften und ermöglicht damit Rückschlüsse auf die Einwirkungen seiner stofflichen, energetischen und strukturellen Eigenschaften auf seine Raum+Zeit-Erscheinungen und die der Anthroposphäre.

Solche Raum+Zeit-Erscheinungen sind:

- **Die Parameter des Erdschwerefeldes** (Geozentrum, Lotlinien, Schwerevektoren, Äquipotentialflächen) als Folge der Massenverteilung (Gravitation), der Erdrotation (Zentrifugalkraft) und der Anziehungskräfte anderer Himmelskörper (Meeres- und Festerdegezeiten). Einige dieser energetisch begründeten metrischen Parameter haben für die Raumvermessungen hohe Bedeutung, so beispielsweise als Ursprung eines geozentrischen Koordinatensystems, als Bezugsfläche für Höhensysteme sowie als Widerspiegelung der physikalischen Erdfigur (Geoid) und der für das Leben in der Anthroposphäre grundlegend wichtigen Bezüge „horizontal“ und „vertikal“.
- **Die Orientierungsparameter der Erdachse und die Rotationsphase des Erdkörpers** (Präzession, Nutation, Polkoordinaten,

UT1-UTO, UTI) sowie ihre Änderungen infolge von Massenbewegungen und Reibungen in Lithosphäre, Hydrosphäre und Atmosphäre sowie auch im Erdinnern an den Strukturgrenzen von Kernzonen und Mantel.

- **Die kinematischen Parameter** (Bewegungsvektoren) von Bereichen der Erdkruste als Folge energetischer und struktureller Geerscheinungen, z.B. Plattentektonik, Gezeitenauflast.

Als Raum+Zeit-Disziplin der Geosphäre erbringt die Geodäsie damit Erkenntnisse, die mittelbar zu den Erkenntnisprozessen der Geowissenschaften beitragen. Deren Erkenntnisprozesse sind unmittelbar auf die Erforschung der stofflichen (Geologie, Geochemie), energetischen (Geophysik mit ihren Teildisziplinen) und strukturellen (Geologie, Geophysik) Erscheinungen gerichtet. – Ohne diesen Unterschied zu beachten, kommt man leicht zu einer unzutreffenden Wertung der geodätischen Erkenntnisse über die Geosphäre.

MEERESGEODÄSIE ist eine Richtung der Geodäsie; **SEEVERMESSUNG** und **GEWÄSSERVERMESSUNG** sind Richtungen des Vermessungswesens. Ihre Methoden des Erkennens und Abbildens sind den spezifischen Verhältnissen der Hydrosphäre und ihrer Strukturgrenzen zu Lithosphäre und Atmosphäre angepaßt worden.

Die großen Ähnlichkeiten der Erkenntnismethoden sowie manche Gemeinsamkeiten in den Erkenntnismitteln der genannten Disziplinen sind wohlbekannt, wenn auch nicht immer genügend bewußt. Der Grund liegt im gemeinsamen Erkenntnisgegenstand Raum+Zeit.

Beispielsweise sei erinnert an:

- Das **Äquatorialkoordinatensystem**. In der Astrometrie dient es zur Messung und Abbildung von Örtern und Bewegungen von Himmelskörpern; Geodäsie und Vermessungswesen benutzen es als Grundlage für Orts-, Zeit- und Richtungsbestimmungen mittels geodätisch-astronomischer Verbindungsmessungen.
- **Trigonometrische Netze bzw. Bezugspunktgruppen**. In der Geodäsie dienen sie zur Messung von Lotabweichungen als Parameter

des Erdschwerefeldes und Bestimmung der Koordinaten gravimetrischer und erdkrustenkinematischer Meßpunkte; im Vermessungswesen sind sie Grundlage für topographische Aufnahmen und Liegenschaftsvermessungen.

- **Geozentrum, Äquipotentialflächen, Lotlinien**. Für die Geodäsie sind diese Erscheinungen Raum+Zeit-Merkmale des Erdschwerefeldes und Sensoren für Gravitations- und Erdrotationsänderungen; für das Vermessungswesen dienen sie streng (Geozentrum, Geoid) bzw. genähert (Lotlinien) als Bezugselemente für den Aufbau von Koordinatensystemen zur Detailvermessung der Grenzschicht Dingraum/Zwischenraum am Rande des Erdkörpers.
- **Raum+Zeit-Funktionen künstlicher Erdsatelliten** (z.B. GPS, GLONASS). In der Geodäsie dienen sie zur Messung von Erdrotationsparametern, Gezeiteneffekten und Erdkrustenbewegungen; das Vermessungswesen nutzt sie zunehmend für topographische Aufnahmen und für Liegenschaftsvermessungen.

Alle klassischen Meßverfahren der Geodätischen Astronomie sowie alle neuzeitlichen der Satelliten- und Quasarnutzung sind wegen der zwingenden Notwendigkeit der Zeitmessung prinzipiell vierdimensional. Sie nutzen Bewegungen, und folglich sind sie raum+zeitlich.

In der physischen Erdoberfläche haben Geodäsie und Vermessungswesen ein gemeinsames Objekt. Für die Geodäsie ist sie Randfläche des Erdkörpers, für das Vermessungswesen Randfläche des Zwischenraums. Beide koppeln ihre Bezugspunkte an sie. Vermessungswesen bestimmt von ihnen ausgehend die Detailformen der Erdoberfläche und anthropogener Objekte; Geodäsie reduziert die entsprechenden Massen weg, um exakte Werte der Erdschwerefeldparameter zu erhalten.

7.2. Raum+Zeit-Disziplinen des Nutzens ohne Veränderungen

Diese Disziplinen nutzen die Raum+Zeit-Informationen von Vermessungswesen, Geodäsie und/oder Astrometrie, um ihre Aufgaben zu

lösen. Zusätzlich sind fallweise stoffliche, energetische bzw. strukturelle Informationen über die beteiligte Materie erforderlich.

Zielgerichtete Bewegungen des Menschen, z.B. Reisen, können nur in den Zwischenräumen stattfinden und erfordern Raum+Zeit-Informationen über Ausgangs- und Zielort sowie über die Begrenzung des Zwischenraums, d.h. über Hindernisse. Realisiert werden die zielgerichteten Ortsveränderungen von der Raum+Zeit-Disziplin **NAVIGATION** (zu Wasser bzw. in der Luft oder im kosmischen Raum). Über die Eigenschaften der Materie längs des Reiseweges sind unterschiedliche Informationen erforderlich, hydrosphärische, atmosphärische oder bei der Raumfahrt über Schwere- und Strahlungsfelder der am Wege liegenden Himmelskörper.

Die meisten der heutigen Gesellschaftsordnungen und ihre staatlichen Verwaltungen teilen den in ihrem Territorium liegenden menschlichen Lebensraum in persönliche, gesellschaftliche und staatliche Anteile auf und garantieren deren Eigentümern dafür Rechtssicherheit. Diese Raumanteile sind vertikale Säulen. Wo ihr Mantel die Erdoberfläche oder anthropogene Körper schneidet (wo sonst?), werden sie durch Grenzzeichen vermarktet. Bemessen werden sie nach ihrer horizontalen Querschnittsfläche. Das „Grundstück“, die „Liegenschaft“, der „Besitz an Grund und Boden“ sind lediglich landläufige Ausdrücke für das Eigentum an Raum, das „Raumstück“. Ein Stück Erdoberfläche böte wenig Möglichkeiten zur Nutzung. Der Wert liegt einerseits im Stück Zwischenraum oberhalb, wo man sich bewegen bzw. das man bebauen kann, um geschützte Wohn- und Arbeitsräume selbst bis in größere Höhen zu schaffen. Andererseits liegt der Wert im Stück Dingraum unterhalb, das – bei entsprechenden stofflichen Eigenschaften – Bauten und Pflanzen tragen und – im Glücksfall – Schätze bzw. Bodenschätze enthalten kann. Die neue Besitzform „Eigentumswohnung“ ist typisch für den Besitz eines Raumstücks ohne Bindung an die Erdoberfläche. Es ist Aufgabe der **LIEGENSCHAFTSVERMESSUNG**, unter Nutzung des Raum+

Zeit-Informationssystem des Vermessungswesens (z.B. ATKIS) die Raum+Zeit-Informationen über Eigentumsgrenzen zu ermitteln und abzubilden, z.B. in Liegenschaftskarten oder im Amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystem **ALKIS**.

7.3. Raum+Zeit-Disziplinen des Nutzens mit Veränderungen

Andere Raum+Zeit-Disziplinen sind auf die zweckmäßige Umgestaltung der natürlichen Materieverteilung gerichtet, um in verschiedener Weise damit die Lebensbedingungen des Menschen zu verbessern. Das sind besonders alle Zweige der **RAUMPLANUNG**, beispielsweise für Regionalentwicklung, Städtebau, Landbesiedlung, Land- und Forstwirtschaft, Verkehrswesen, Industrie, Wasserwirtschaft. Sie planen und projektieren auf der Grundlage von Raum+Zeit- bzw. Geographischen Informationssystemen. Die Übertragung der Projekte in die Geo- und Anthroposphäre, Kontrollen während und nach der Bauausführung sowie eine spätere Überwachung der Bauwerkskinematik sind dann wiederum Raum+Zeit-Vermessungsaufgaben; meist sind dafür weitgehende baupartenspezifische Spezialkenntnisse und -befugnisse erforderlich. Für diese **BAUVERMESSUNGEN** sind auch die Termini **INGENIEURVERMESSUNG** bzw. **INGENIEURGEODÄSIE** gebräuchlich. Das sind aber weniger Namen für Disziplinen als vielmehr Sammelbegriffe für spezielle und verfeinerte Raum+Zeit-Vermessungsmethoden sowohl im Ding- als auch im Zwischenraum.

Eine ihrem Charakter nach ähnliche, aber besonders stark ausgeprägte Spezialrichtung ist das **MARKSCHEIDEWESEN** mit Raum+Zeit-Vermessungen unter den spezifischen Bedingungen des oberirdischen, besonders aber des unterirdischen Bergbaus. Die Arbeiten betreffen sowohl die Wahrung der Eigentumsrechte, d.h. die Grenzfindung der vertikalen Raumsäule, als auch die Raum+Zeit-Informationen und Kontrollen vor, während und nach den Abbauprozessen. Die ausgeprägt vierdimensionale Arbeitsweise im

Markscheidewesen ist seit jeher sein typisches Kennzeichen im Vergleich zur oberirdischen Vermessung und zeigt sich auch in der spezifischen Abbildungsmethode des bergmännischen Reißwerks.

8. Ausblicke – Nur eine Geodäsie!

Ich habe wissenschaftstheoretische Grundlagen der Raum+Zeit-Disziplinen des Erkennens und des Nutzens im Makrokosmos sowie deren Verbindungen zu Geo- und Anthropodisziplinen skizziert. Sie erscheinen mir tragfähig genug, um einige hergebrachte Ansichten zu Theorie, Praxis, Lehre, Forschung und Verwaltung von Geodäsie und Vermessungswesen zu überdenken und zu korrigieren.

Dann könnte wohl auch H. Draheims Klage gegenstandslos werden: „Wir haben es ja schon immer schwer gehabt, klarzumachen, wer wir eigentlich sind und was wir tun.“ [7].

Die Weiterentwicklung und Vertiefung der Gedanken böte ein weites Feld für manche der bestehenden beruflichen Arbeitsgremien sowie für Diplomarbeiten und Dissertationen der Theoretischen Geodäsie.

Daß die jetzige Situation unbefriedigend genug und die Zeit für wissenschaftlich fundierte Berichtigungen gekommen ist, zeigen sowohl die Diskussionen in einschlägigen Fachgremien als auch ein Blick in die Fachpresse. Die gegenwärtige, immer stärkere Ausrichtung auf Geoinformatik oder gar Geomatik erscheint mir für Geodäsie und Vermessungswesen als Irrweg.

Wenn „Geodäsie“ üblicherweise aus dem Griechischen mit „Erde teilen“ übersetzt wird, bleiben u.a. die bedeutenden Gruppen der naturwissenschaftlichen Fragen und der Bauvermessungen unberücksichtigt. Wer will es denn aber wirklich so genau wissen, ob der Inhalt des Begriffs im Griechischen nicht auch „den Erdraum ordnen“ bedeutet haben könnte? „Ordnen“ aber heißt „in Raum und Zeit gliedern“.

Wenn Geodäsie und Vermessungswesen und andere Teilrichtungen, wie ich darzulegen versucht habe, so eng verwandte Raum+Zeit-Diszipli-

nen im Bereich des Planeten Erde sind, so sollte das auch in einem gemeinsamen Namen deutlich werden. Ich plädiere für **Geodäsie** und – bei Bedarf – für die Gliederung in zwei Hauptrichtungen **„Geodäsie der Geosphäre“** und **„Geodäsie der Anthroposphäre“**.

Geodäsie der Geosphäre widmet sich den Raum+Zeit-Erscheinungen Schwerefeld, Rotation, Erdkrusten- und Meeresoberflächenkinematik. Sie trägt mit Raum+Zeit-Informationen zur gemeinsamen geowissenschaftlichen Erforschung ihrer Dynamik bei. Repräsentant der Erdfigur ist das Geoid. Die Arbeiten entsprechen etwa der Definition des Mathematikers und Astronomen H. Bruns (1878): „Das Problem der wissenschaftlichen Geodäsie ist die Ermittlung der Kräftefunktion der Erde.“ sowie dem heutigen Profil der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG) in der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG). **Geodäsie der Anthroposphäre** umfaßt Teilgebiete, die unmittelbar mit dem Leben der Menschheit verbunden sind, nämlich Topographie der Erdoberfläche, identisch mit der Grenzfläche des Zwischenraums, Liegenschafts- und Bauvermessung, hydrographische Vermessung sowie als Spezialrichtungen Navigation und Markscheidewesen. Repräsentant der Erdfigur ist die physische Erdoberfläche. Die Aufgaben entsprechen zum Teil der Definition von Helmert und etwa dem Profil der Internationalen Geometer-Vereinigung FIG.

Zu einer solchen Gliederung gibt es interessante Analogien. Die Unterteilung der Geographie in „Physische Geographie“ und „Anthropogeographie“ wurde bereits erwähnt. Die Chemie wird in die beiden Hauptrichtungen „Anorganische Chemie“ und „Organische Chemie“ unterteilt. Damit betont sie einerseits ihre Einheit (die gleichen Elemente und Methoden als Grundlagen) und unterscheidet andererseits nach Materiearten. Die beiden geodätischen Hauptrichtungen zeigen ihre Einheit mit gleichen Maßeinheiten und Raum+Zeit-Meßverfahren und ihre Unterschiede in den Materiebereichen Geosphäre bzw. Anthroposphäre.

Für das Bild der Disziplin in der Öffentlichkeit würde es sich gewiß günstig auswirken, nicht die Teilgebiete, sondern die Einheit „Geodäsie“ in den Vordergrund zu stellen. Das ist bei Geographie und Chemie nicht anders. Auch die Geophysik erscheint als Einheit, obwohl ihre Teilrichtungen ein noch breiteres Spektrum überdecken: Gravimetrie, Seismologie, Vulkanologie, Geomagnetismus, Geothermie, Geoelektrik, Petrophysik.

Beim Studium könnte ich mir ein obligatorisches Grundstudium und zwei wählbare Vertiefungsrichtungen vorstellen.

Zum **Grundstudium** sollten mindestens gehören: ausgewählte mathematisch-physikalische und philosophische Aspekte von Raum+Zeit, Metrologie und Geometrie; alle Methoden der Raumvermessung sowie ausgewählte der Zeitdauermessungen – vom Meßband und Winkelprisma über Dilatometer und Schlauchwaage bis Photogrammetrie, GPS und VLBI. In der **Vertiefungsrichtung „Geodäsie der Anthroposphäre“** wären ausführlich zu behandeln: Raum+Zeit-Informatik (kartographisch und digital), Raumstücksverkehr, Baumessungsmethoden und ergänzend ausgewählte Kapitel der Geographie

und Geographischen Informationssysteme, der nutzenden Anthro-Disziplinen sowie des Rechtswesens.

Die **Vertiefungsrichtung „Geodäsie der Geosphäre“** sollte sich gründlich befassen mit Gravimetrie (Theorie und Messung) und Physik fester Körper sowie mit ausgewählten Aspekten von Geophysik, Geologie, Geographie und Astrometrie.

Ob auch die Raum+Zeit-Disziplinen Seevermessung, Navigation und Markscheidewesen als Spezialrichtungen in dieses Schema einbezogen werden könnten, müßten Experten entscheiden; ich würde es versuchen. Als einheitliche Berufsbezeichnung käme für mich nur „Geodät“ in Betracht. Die praktische Tätigkeit aller Geodäten wäre, als Vermessungskundige Raum+Zeit zu vermessen.

Anmerkungen

- [1] Allgemeine Vermessungs-Nachrichten 78 (1971) H.7, S. 237–251
- [2] Unter „Körper“ wird, wie in der Physik üblich, ein von massebehafteten Teilchen fest, flüssig oder gasförmig ausgefüllter begrenzter dreidimensionaler Raumbereich verstanden. Dementsprechend gibt es feste Körper, Flüssigkeiten und Gase. Festkörper können starr, elastisch oder plastisch sein.

Zusammenfassung

Es wird gezeigt, warum Geodäsie bzw. Vermessungswesen wissenschaftliche Disziplinen von Raum und Zeit sind. Sie gewinnen Rauminformationen und Zeitinformationen, wie sie von Materie der Geosphäre bzw. Anthroposphäre widerspiegelt werden. Geodäsie der Geosphäre ist eine Teildisziplin der Geowissenschaften zum Studium des Erdkörpers. Vermessungswesen mit den Richtungen Topographie, Bauvermessung und Liegenschaften sollte dementsprechend besser als Geodäsie der Anthroposphäre betrachtet werden.

Summary

It is shown, why Geodesy respectively Surveying are scientific disciplines of space and time. They obtain information about space and time as reflected by matter of the geosphere respectively the anthroposphere. Geodesy of the geosphere is part of geosciences studying the body of the Earth. Correspondingly Surveying including topography, buildings, immovables better should be qualified as Geodesy of the anthroposphere.

- [3] Lexikon der Geowissenschaften, Bd. 2. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg – Berlin, 2000
- [4] Geoinformation und moderner Staat, Glossar S. 28. Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2002
- [5] Drucksache 14 / 4139 des Deutschen Bundestages, Glossar S. 28
- [6] BILL, R.; ZEHNER, M.: Lexikon der Geoinformatik. Herbert-Wichmann-Verlag, Heidelberg 2001 und: www.geoinformatik.uni-rostock.de
- [7] Zeitschrift für Vermessungswesen 1981, S. 616

Vorangegangene Schriften des Autors zu dieser Thematik

Zu methodologischen und wissenschaftstheoretische Fragen der Geodäsie

a) Dissertation zur Promotion B an der Akademie der Wissenschaften der DDR, Berlin 1986

b) Autorreferat in: Vermessungstechnik 34 (1986) H.12, S. 398–401

Gedanken über die Geodäsie. Vermessungswesen bei Konrad Wittwer, Band 22, 152 S., Stuttgart 1992

Zur Zukunft unseres Berufs. BDVI-FORUM 3/2000, S. 384–385

Geoinformation und/oder Rauminformation? BDVI – FORUM 3 / 2001, S. 132–140

Diskussionsbeitrag zum Vortrag von H. Kautzleben: „Geodäsie am Beginn des 21. Jahrhunderts“

a) Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Berlin Band 51, Jg. 2001, H.8, S. 39–43

b) Vermessung Brandenburg, 2/2002, S. 76–79 (genehmigter Nachdruck)

Anschrift des Autors:

Dr. Ing. Dr. sc. techn. Ernst Buschmann

Am Brunnen 21
14473 Potsdam

Vor 100 Jahren wurde der bedeutende russische Wissenschaftler N.A. Gusev geboren

Professor Nikolaj Andreevič Gusev (1903–1996), ein hervorragender Vertreter des Leningrader (heute: Sankt Petersburger) Bergbauinstituts in den 30er bis 70er Jahren des 20. Jahrhunderts und des russischen Markscheidewesens, wurde am 3. März 1903 im Leningrader Gebiet geboren. Der Vater der wenig Land besitzenden Familie verdiente den Lebensunterhalt mit Saisonarbeiten. Nikolej musste ihm mit 8 Jahren bei der Arbeit helfen. Bis 1916 besuchte er fünf Jahre lang eine Schule. Nach dem (Typhus-)Tod der Mutter und dem des Vaters war er in der Landwirtschaft und 1920 bei Erdarbeiten für die Eisenbahn tätig, später als Vorarbeiter.

Nachdem er von 1925 bis 1927 als Hörer der Arbeiterfakultät erstmals das Leningrader Bergbauinstitut (LGI) betrat, studierte er dann an dessen Markscheiderfakultät mit dem Abschluss (1932) als Bergbauingenieur-Markscheider und begann eine Aspirantur. 1937 verteidigte er seine Dissertation und wurde Dozent am Lehrstuhl für Geodäsie des LGI. Seine wissenschaftliche Tätigkeit war in dieser Zeit auf die Entwicklung und Vervollkommnung der Konstruktion von Markscheider-, geodä-

tischen und photogrammetrischen Instrumenten gerichtet. Mit der Erfindung eines Grubentheodolits erhielt er sein erstes Patent. 1941 erschien sein Lehrbuch „Instrumentenkunde für die Markscheiderfachrichtung der Bergbauhochschulen“, es folgten zahlreiche wissenschaftliche Veröffentlichungen. 1938 erhielt er den 3. Preis bei einem von der Akademie der Wissenschaften der UdSSR organisierten Wettbewerb junger Wissenschaftler.

Bis 1942 blieb er während des Krieges im blockierten Leningrad. Er wurde Dozent und Leiter des Lehrstuhls Markscheidewesen am Sverdlovsker Bergbauinstitut. Nach Kommandierung ins Irkutsker Gebiet kehrte er 1944 nach Leningrad zurück und war wieder als Dozent am Lehrstuhl für Geodäsie des LGU sowie als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig. Nach Verteidigung seiner Doktor-Dissertation 1962 wurde er Professor am Lehrstuhl für Geodäsie. Von 1967 bis 1975 war er Leiter des Lehrstuhls, der später in Lehrstuhl für Ingenieurgeodäsie umbenannt wurde. Unter seiner Leitung begann 1971 die Ausbildung in der Fachrichtung Angewandte Geodäsie.

Im LGI war Gusev fast 50 Jahre – bis 1982 – tätig. Viele Jahrgänge von Studenten bildete er hier aus. Sein Lehrbuch „Markscheiderisch-geodätische Geräte und Instrumente“ erlebte in der Sowjetunion drei Auflagen (1941, 1958, 1968) und erschien auch in China (1954) und Polen (1963).

N. A. Gusev war ein hervorragender Wissenschaftler mit einer über Russland hinausgehenden Bedeutung auf dem Gebiet der markscheiderisch-geodätischen Instrumente. Er entwickelte Nivelliere und Zennitelleskope mit Kompensator, einen Grubentheodolit mit Doppelbildentfernungsmesser, erhielt 22 Patente der UdSSR, veröffentlichte 59 Fachartikel in der UdSSR, in China, Deutschland und Polen sowie ein Lehrbuch. Seine Arbeiten haben bis heute nicht ihre Bedeutung verloren – seine koaxialen Klemmen und Feintriebe sowie seine Kompensatoren werden auch jetzt noch verwendet. Von ihm entwickelte Instrumente waren leichter, bequemer und angenehmer als andere. Gusev wurde mit dem Orden „Ehrenzeichen“, als „Bester des Ministeriums für Kohleindustrie der UdSSR“ und mit vier Medaillen der UdSSR ausgezeichnet.

Aus: K 100-letiju professora N. A. Guseva. Von Bepalov, Ju. I., Zverevič, V.V., und Potjuchljaev, V.G.