

Paper-ID: VGI_198521



Über die ordnende Funktion der Geodäsie – Die Geodäsie als Ordnungsprinzip

Karl Rinner ¹

¹ *Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie, Abteilung für Landesvermessung, Technische Universität Graz, Rechbauerstraße 12, 8010 Graz*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie **73** (2), S. 111–120

1985

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Rinner_VGI_198521,  
  Title = {{\\"U}ber die ordnende Funktion der Geod{\\"a}sie -- Die Geod{\\"a}sie  
    als Ordnungsprinzip},  
  Author = {Rinner, Karl},  
  Journal = {{\\"O}sterreichische Zeitschrift f{\\"u}r Vermessungswesen und  
    Photogrammetrie},  
  Pages = {111--120},  
  Number = {2},  
  Year = {1985},  
  Volume = {73}  
}
```



Über die ordnende Funktion der Geodäsie — Die Geodäsie als Ordnungsprinzip.*)

von K. Rinner, Graz

1. Vorbemerkung

Die Vermessung ist mit der Einrichtung von Grenzen verbunden. Grenzen schaffen Ordnung. Die Beziehung von Vermessung und Ordnungsprinzip ist daher offensichtlich. Trotzdem scheint es sinnvoll zu sein, nachzudenken, welcher Art diese Beziehungen sind und diese zu untersuchen. Dies soll im folgenden geschehen.

Um existieren zu können, benötigt jede Gesellschaft, also jede Gemeinschaft von Individuen eine Ordnung, durch welche das Verhalten innerhalb der Gesellschaft geregelt wird. Durch diese Gesellschaftsordnung wird der Freiraum des Individuums eingeschränkt. Dieses kann sich nur mehr in dem zwischen Gesellschafts- und Individualordnung bestehenden Raum frei bewegen. Jedoch gilt nach Jaspers: *Wer wirklich frei lebt, lebt in Autorität, wer wahrer Autorität folgt, lebt frei.*

Das Gesagte gilt für jede Form der menschlichen Gesellschaft, hat aber auch für die von Tieren gebildeten Gesellschaften Gültigkeit. Bei diesen wird die für die Existenz der Individuenerforderliche Ordnung vor allem durch die Erfahrung und die Gegebenheiten der Biologie und der Umwelt entstehen.

In der menschlichen Gesellschaft wirken entsprechend der menschlichen Fähigkeit geistige Einsicht zu gewinnen und nach Ortega y Gasset Reformator der Natur zu sein, zusätzlich Erkenntnisse aus religiösen und philosophischen Vorstellungen, aus der Überzeugung von Weltverbesserern und aus der Besessenheit von Revolutionären. Die Variationsbreite der menschlichen Gesellschaftsordnung ist daher größer als die in der Natur anzutreffende. Allen menschlichen Ordnungen gemeinsam sind Elemente der Grundordnung, welche Voraussetzungen für die Existenz der Individuen im Kollektiv enthält.

Zu diesen gehören die aus der Erfahrung der Menschheit, aus der geistigen Erkenntnis und aus wirtschaftlichen Notwendigkeiten entstandenen fundamentalen Elemente der Sicherung der Ernährung und des Lebensraumes, des Schutzes vor der Umwelt, der Verteidigung gegen äußere und innere Gegner und des Schutzes der Umwelt. Variationen zu dieser Aufzählung sind in den Regeln der großen Religionen und Philosophien enthalten, etwa in den zehn Geboten der katholischen Kirche, in den Suren des Koran und in den Lehren von Marx und Mao. Man würde sie auch in der Ordnung einer neuen Gesellschaft finden, welche sich auf einem fremden Planeten, ohne Einfluß von außen, aus Tausenden von Embryonen bilden würde.

Zu den Elementen der Grundordnung gehört auch die Geodäsie und das Vermessungswesen. Denn durch dieses wird die Gestalt und die Struktur unseres Lebensraumes erfaßt, seine Einteilung und Nutzung ermöglicht und die Voraussetzung für eine gerechte Nutzung geschaffen. Durch die Ausmessung und Beschreibung unserer Erde und ihrer Umwelt entstehen Grundlagen für die Auffindung von Rohstoffen und Nahrungsquellen und damit für die Verbesserung der Lebensbedingungen aller Gesellschaften. Jedoch muß beachtet werden, daß bei Fortentwicklung der Methoden eine erhebliche Einschränkung des Freiheitsraumes des Einzelnen entstehen kann und deshalb die Notwendigkeit besteht, entsprechende Grenzen in der Berufsethik festzulegen.

Als Grundlage für weitere Betrachtungen über die ordnende Funktion der Geodäsie und des Vermessungswesens werden in der Folge erst die Aufgaben und Verfahren dieser Disziplin beschrieben.

*) Festvortrag beim 2. Österreichischen Geodätentag in Graz am 22.05.1985

2. Begriffsbestimmungen

Geodäsie und Vermessungswesen sind mit den Begriffen messen und vermessen verbunden. Messen ist ein Vorgang, bei dem eine Größe mit einer Einheit verglichen wird. Das Ergebnis, die Meßgröße ist daher eine Verhältniszahl. Um messen zu können, muß man über ein Zahlensystem (zum Zählen) und über eine entsprechende Maßeinheit verfügen.

Das Wort „vermessen“ hat mehrere Bedeutungen. Es bezeichnet ein fehlerhaftes Messen und ein unbotmäßiges Verhalten, ebenso wie die Ausmessung eines Körpers durch Bestimmung seiner geometrischen Form und anderer Eigenschaften sowie deren digitale oder graphische Darstellung. Die zuletzt genannte Tätigkeit wird durch Konvention in dem Sammelbegriff Vermessungswesen zusammengefaßt.

Das Wort „Geodäsie“ enthält die griechische Silbe „geo“ (Erde) und das Zeitwort „daien“ (teilen). Die Geodäsie ist demnach die Lehre von der Ausmessung und der Einteilung der Erdoberfläche. Ihr obliegt die Bestimmung der Figur der Erde und die Erfassung der auf der Erdoberfläche befindlichen natürlichen und künstlichen Objekte sowie deren Darstellung in digitalen Modellen, Verzeichnissen und in Karten und Plänen. Da diese Aufgaben auch die Schwerkraft benötigen, gehört auch die Bestimmung der Parameter des Schwerfeldes der Erde zu den Aufgaben der Geodäsie. Schließlich soll die Geodäsie auch die zeitlichen Änderungen der sogenannten geometrischen und gravimetrischen Daten bestimmen und ihre Aktivitäten auch auf den Mond und die übrigen Planeten unseres Sonnensystems ausüben. In kürzerer Form kann die Geodäsie als Lehre der Ausmessung der Erde, des Mondes und der Planeten und ihrer Schwerfelder in einem zeitabhängigen, dreidimensionalen Raum bezeichnet werden.

Nach diesen Überlegungen wäre das Vermessungswesen ein jede Vermessungstätigkeit erfassender Überbegriff, die Geodäsie aber nur für die mit der Vermessung der Erde zusammenhängenden Aufgaben zuständig. Die Photogrammetrie könnte demnach wohl zu dem Vermessungswesen, nicht aber zur Geodäsie gezählt werden. In der Praxis wird der beschriebene Unterschied aber nicht beachtet und die Bezeichnungen Geodäsie und Vermessung gleichberechtigt nebeneinander verwendet. Manchmal wird sogar, entgegen dem Tatbestand, der Begriff Geodäsie mit höherer Tätigkeit und der Begriff Vermessungswesen mit elementaren Aufgaben verbunden.

Die Geodäsie hat eine, bereits im Namen zum Ausdruck kommende, polare Struktur. Ein Pol gehört zu den Naturwissenschaften und sucht Antwort für die wichtige Frage nach der geometrischen Figur der Erde und bestimmten Orientierungs- und gravimetrischen Parametern des Erdkörpers. Der andere Pol gehört zur Technik und den Ingenieurwissenschaften. Mit der erstgenannten Struktur dient die Geodäsie der naturwissenschaftlichen Erkenntnis, mit der zweiten nimmt sie an der wirtschaftlichen Erschließung, der Nutzung und Verwaltung von Rohstoff- und Nahrungsquellen sowie auch an der politischen und militärischen Lenkung teil. In beiden Funktionen besitzt sie als Informationssystem große Bedeutung für die Menschheit. Beide Funktionen reichen in die Anfänge der Menschheit zurück und werden wohl auch in Zukunft benötigt werden. Denn die Frage nach der Figur und Struktur der Erde auf der wir leben, wurde immer gestellt und ist auch in Zukunft aktuell. Ebenso wird die Beschreibung und Einteilung unseres Lebensraumes immer notwendig sein. Die geodätischen Fragen hiezu werden sich nicht verändern, die Antworten werden aber mit verfeinerten Modellen, mit größerer Genauigkeit, in kürzerer Zeit zur Verfügung stehen. Aus heutiger Sicht lassen sich die folgenden geodätischen Hauptaufgaben formulieren:

- Bestimmung und Erhaltung globaler und nationaler Kontrollpunktfelder mit dreidimensionalen geozentrischen Koordinaten.
- Bestimmung des Gravitationsfeldes der Erde einschließlich seiner zeitlichen Veränderung, Repräsentation durch Schwerekontrollpunktfelder und das Geoid.
- Einrichtung eines Systems von operativen Satelliten mit präzisen Bahndaten als mobile Kontrollpunktsysteme für die Positionierung terrestrischer Punkte.
- Messung und mathematische Präsentation geodynamischer Phänomene wie Polbewegung, Erdrotation, Erdzeiten und Krustenbewegung.

- Einrichtung eines inertialen geodätischen Referenzsystems für geometrische und gravimetrische Daten.
- Herstellung von grundlegenden Land- und Seekartenwerken und Speicherung in digitalen Modellen als Grundlage für die Planung und die wirtschaftliche Erschließung.
- Schaffung eines Landinformationssystems mit geometrischen, land- und forstwirtschaftlichen, geologischen, hydrologischen, planerischen, städtebaulichen, demoskopischen und juristischen Daten als Grundlage für die Erschließung und Bodenordnung.
- Einrichtung lokaler Vermessungssysteme für die Planung und Absteckung technischer Projekte und für die Kontrolle der Ausführung.

Die Bearbeitung dieser Aufgaben erfolgt in dem im Laufe der geschichtlichen Entwicklung gebildeten Teildisziplinen der Erdmessung, Landesvermessung, Ingenieurvermessung und Bodenordnung. In der Folge wird untersucht, wie sich in diesen Teildisziplinen ausgeübte Tätigkeiten auf die Ordnung unserer Gesellschaft auswirken.

3. Die Ordnungsfunktion geodätischer Teilgebiete

Erdmessung

Zur Erdmessung gehören alle Verfahren, welche die Bestimmung der Figur der Erde und anderer globaler gravimetrischer, geometrischer und Orientierungsparameter zum Ziel haben. Die gravimetrischen Parameter bestimmen die Potentialfunktion, sie geben Auskunft über die Struktur des Schwerefeldes der Erde und über die als Geoid bezeichnete theoretische Erdfigur. Diese ist als jene Potentialfläche definiert, welche mit der ruhend gedachten Meeresoberfläche möglichst gut übereinstimmt. Als geometrische Repräsentation des Geoides, das keine analytische Fläche ist und daher für die Durchführung von Berechnungen nicht geeignet ist, wird ein in den Erdschwerpunkt zentriertes Rotationsellipsoid eingeführt, dessen Formparameter so bestimmt werden, daß die sich ergebenden Lotabweichungen und Geoidhöhen (Undulationen) Minimumsbedingungen erfüllen.

Zum Geoid und Ellipsoid kommt als physische uns zugängliche Erdfigur die Oberfläche der Erdkruste auf den Kontinenten und nur beschränkt zugänglich die unterhalb des Meeres liegende Oberfläche der Erdkruste. Schließlich ist auch die vom Geoid abweichende Oberfläche der Meere, die Meerestopographie zu bestimmen.

Zu den Aufgaben der Erdmessung gehört auch die Bestimmung eines globalen Festpunktsystems mit etwa 40 fundamentalen Punkten an der physischen Oberfläche, deren geozentrische dreidimensionale Koordinaten in einem Inertialsystem bestimmt sind und das zur Einrichtung eines präzisen Referenzsystems benutzt werden kann. In analoger Weise soll auch ein Kontrollpunktesystem für die Schwerkraft eingerichtet werden.

Ein Rückblick zeigt, daß die Erdfigur lange Zeit in Verbindung mit religiösen Vorstellungen und dem sich auf der Erde bietenden Anblick als Scheibe angenommen wurde. Im 6. Jh. vor Christus wurde (von Pythagoras) die Erde als Kugel erklärt und 300 Jahre später (von Eratosthenes) der Radius dieser Kugel bestimmt. Auf Grund von Gradmessungen und den Erkenntnissen der Potentialtheorie wurde im 18. Jh. die Kugel durch ein Rotationsellipsoid ersetzt und gegen Ende des 19. Jh. (von Bruns) das Geoid als Potentialfläche der Erde eingeführt. Diese wurde in der Folge als theoretische Erdfigur betrachtet. Durch die Satellitengeodäsie konnten ab 1960 die Aufgaben der Erdmessung mit größerer Vollständigkeit, höherer Genauigkeit und in kürzerer Zeit gelöst werden. Vor allem war es nun möglich, die Meere zu überbrücken und Messungen auf verschiedenen Kontinenten und Inseln miteinander zu verbinden. Der damit erzielte Fortschritt geht auch aus der nachfolgenden Tabelle hervor, in welcher die große Halbachse a und die geometrische Abplattung $f = (a-b)/a$ sowie die Äquatorsschwere γ_E und die Schwereabplattung f^* für das internationale Ellipsoid 1924 sowie für das 1967 eingeführte und das jetzt geltende Ellipsoid angeführt sind.

Ellipsoid	1924	1967	1984
a	6 378 388 m	6 378 160 m	(6 378 137 \pm 2)m
f = (a-b)/a	0.003 367	0.003 353	0.003 352 44 \pm 1x10 ⁻⁸
1/f	297.000	298.247	298.257 \pm 1x10 ⁻³
γ_E	978 049	978 032	(978 033 \pm 1)10 ⁻⁵ m sec ⁻²
f ^x	0.005 288	0.005 302	0.005 302 44

Potential	1924	1967	1984	1985
O	2 zonal	20	180	540 allgemein
n	2	400	30 000	300 000

a	Große Halbachse	O	Ordnung Kugelfunktionsentwicklung
f	Metrische Abplattung	n	Anzahl der Koeffizienten
γ_E	Schwere am Äquator	f ^x	Gravimetrische Abplattung

Der mittlere Fehler der großen Halbachse a liegt zwischen \pm (1 — 2)m, der Unterschied gegen das internationale Ellipsoid 1924 aber bei 250 m. Für den reziproken Wert 1/f der Abplattung ist nur mehr die dritte Dezimale unsicher, der Unterschied gegen 1924 ist aber mehr als 1000-fach größer.

Die Anzahl der Koeffizienten der Kugelfunktionsentwicklung für das Potential und das Geoid stieg von 2 zonalen im Jahre 1925 auf etwa 30 000 allgemeine Koeffizienten bis zur Ordnung 180 im Jahre 1984. In einer Neuberechnung soll die Entwicklung bis n = 540 getrieben werden, so daß dann Geoid und Potential durch etwa 292 000 allgemeine (zonale, sektorische und tessellare) Koeffizienten beschrieben werden. Dadurch wird die Feinstruktur des Schwerfeldes erfaßt und die Genauigkeit der Geoidhöhen den dm und cm-Bereich erreichen.

Die Unterschiede der Erdfiguren Kugel, Ellipsoid, kontinentale- und Meeresoberfläche sollen an einem kugelförmigen Modell mit 1 m Radius erläutert werden. Die Abplattung beträgt nach der Tabelle etwa 3^{0/100} des Radius, im Modell daher 3 mm. Die kontinentale Topographie reicht von Tiefen bis 11 km bis zu Höhen von 9 km, im Modell liegt sie zwischen 1,5 und 1,4 mm. Die Abstände des Geoides vom Ellipsoid erreichen \pm 15 μ m. Die Meerestopographie liegt zwischen \pm 2 m, denen im Modell \pm 0,31 μ m entsprechen. Da etwa zwei Drittel der Erdoberfläche mit Wasser bedeckt sind, sieht ein Astronaut von außen vor allem die sich nur gering vom Geoid unterscheidende Meerestopographie. Die etwa 3 Promille betragende Abplattung wird er kaum bemerken, auch nicht die bis etwa 1,5 Promille über dem Geoid liegenden Gebirge. Die Erdfigur wird daher für ihn eine kugelförmige Gestalt haben und die von Astronauten mitgebrachten photographischen Aufnahmen von Erde und Mond zeigen dies.

Die Erdmessung war früher eine rein theoretisch ausgerichtete Wissenschaft. Heute sind ihre Aussagen Grundlagen für alle Geo-Wissenschaften, sowie für Planungen technischer Projekte, welche sich über kontinentale und globale Bereiche erstrecken. Die Kenntnis der Geometrie der Erde und der Struktur des Schwerfeldes ist Voraussetzung für die Raumfahrt und den globalen Verkehr, aber auch für die Steuerung von Raketen und für die Durchführung weltweiter militärischer Operationen.

Durch die erfolgte Steigerung in der Genauigkeit ist die Erdmessung auch in der Lage, Veränderungen in den geometrischen und gravimetrischen Strukturparametern zu erkennen. Daraus können Hinweise auf bevorstehende Veränderungen und die Frühwarnung vor Katastrophen wie Erd- und Seebeben folgen. Die nur wenige Zentimeter betragenden Bewegungen der Platten, aus welchen unsere Erdkruste besteht, können festgestellt werden, ebenso die Frage, ob sich die Erde ausdehnt oder zusammenzieht.

Die Erdmessung hat zu jeder Zeit das materielle und geistige Leben wesentlich beeinflußt. Erkenntnisse der Erdmessung haben religiöse und philosophische Denkprozesse ausgelöst, welche letzte Fragestellungen betreffen und sie tut dies auch in unserer Zeit, die durch die faszinierende Erkundung des nahen Außenraumes und des planetaren Raumes gekennzeichnet ist. Durch ihre mit Zahlen belegten und kontrollierten und überprüfbaren Ergebnisse ist sie daher auch in unserer Zeit ein wichtiger Ordnungsfaktor unserer Gesellschaft.

Landesvermessung

Zur Landesvermessung gehören alle jene Verfahren, durch welche Grundlagen für die Durchführung der im Lande (Region oder Kontinent) notwendigen geodätischen Operationen geschaffen werden. Dazu gehören aus heutiger Sicht:

- Einrichtung und Erhaltung von vermarkten Kontrollpunktfeldern für horizontale und geozentrische Koordinaten, für orthometrische und trigonometrische Höhen und für Schwerewerte.
- Benutzung von Navigationssatelliten mit genauen Bahndaten als mobile, in Funktion der Zeit zur Verfügung stehende zusätzliche Kontrollpunkte für Raumpositionen.
- Anfertigung von fundamentalen topographischen und thematischen Kartenwerken, sowie von digitalen Modellen für Höhen und bestimmten Grundrißinformationen.
- Errichtung von geodätischen Observatorien zur Mitarbeit an regionalen und globalen geodätischen Forschungsprojekten und zur Bestimmung von Parametern für den Anschluß der Landesvermessung an übergeordnete Systeme der Erdmessung.
- Einrichtung von Testfeldern zur Erprobung und Anpassung neuer Verfahren für die Messung und Berechnung an die im Lande vorliegenden Verhältnisse.

Die Ergebnisse der Landesvermessung dienen der geordneten technischen Erschließung und Verwaltung des Landes. Ihr Stand ist ein Indikator für den Stand der technischen und kulturellen Entwicklung und wird von diesem beeinflußt. Sie sind Ordnungsfaktoren, deren Bedeutung mit der Entwicklung des Landes zunimmt.

Als Beispiel seien Kontrollpunktfelder für die horizontale und Raumposition und Landkarten betrachtet. Erstere wurde erst nach dem Prinzip „Vom Großen ins Kleine“ hierarchisch in Form von Systemen 1. bis 5. Ordnung geschaffen. Später wurde erkannt, daß in flächenförmig weit ausgedehnten Netzen das Prinzip „Vom Kleinen ins Große“, also die umgekehrte Hierarchie, zu genaueren Ergebnissen führt. Bei der Positionierung mit Hilfe von Satelliten fällt die Hierarchie der bestimmten terrestrischen Punkte hingegen weg. Im Prinzip wird jeder Punkt mit gleicher Genauigkeit bestimmt, nur durch die Dauer der Messung kann statistisch eine Beeinflussung erfolgen.

Die daraus folgende Tendenz „Weg vom klassischen Netz“ wird auch durch die Verfahren der Inertialvermessung gestützt. Bei diesen werden durch Integration von gemessenen Beschleunigungen in stabilisierten Richtungen in bewegten Fahrzeugen (Auto, Flugzeuge) Koordinatendifferenzen sowie Unterschiede in der Richtung und im Betrag des Schwerevektors ermittelt. Wegen der vorliegenden Driften muß das gemessene System in Kontrollpunkte interpoliert werden. Da die Gewinnung der Meßdaten von den bisherigen Verfahren abweicht, treten neue Arten der Fehlerfortpflanzung und die Filterung an Stelle von bisher üblichen Verfahren der Ausgleichung auf.

Die Entscheidung über die künftige Form der Bestimmung terrestrischer Kontrollpunkte liegt noch nicht vor. Wahrscheinlich wird das Ergebnis eine Kombination von Satelliten- und Inertialverfahren sein, die geringfügig durch terrestrische klassische Triangulation ergänzt wird. In jedem Fall haben Kontrollpunkte die wichtige, bereits in ihrem Namen enthaltene Auf-

gabe als Ausgangspunkte für die folgenden geodätischen Operationen und die daraus folgenden Entscheidungen zu dienen und üben dadurch eine bedeutende ordnende Funktion aus.

Analoge Verhältnisse liegen auch für Landkarten und Pläne sowie digitale Modelle vor. Landkarten sind mathematisch definierte Darstellungen der Erdoberfläche und der darauf befindlichen Objekte. Sie vermitteln geometrische Informationen über die Topographie des Geländes und die darauf befindlichen Objekte, sowie zusätzliche Informationen über bestimmte Eigenschaften und Ereignisse im dargestellten Gebiet. Diese Informationen werden durch terrestrische, photogrammetrische, Radar-, Multispektral- und Infrarotaufnahmen aus Flugzeugen oder Satelliten erhalten. Die Informationen werden nach Möglichkeit digitalisiert und zur Hervorhebung bestimmter Effekte manipuliert. Durch Wiederholung der Aufnahmen in kurzen Zeitabständen werden die Veränderungen und ihr Trend bekannt und können durch Manipulation sichtbar gemacht werden.

Landkarten und digitale Modelle mit Informationen über ein bestimmtes Gebiet sind daher wichtige Hilfsmittel für das Funktionieren einer Gesellschaft. Sie vermitteln Grundlagen für die Verwaltung, für die Planung, den Verkehr, die Sicherung der Ernährung sowie für die Energie- und Rohstoffversorgung. Ohne Landkarten könnte kein Staat die Aufgaben unserer Zeit erfüllen. Auch Landkarten und daraus abgeleitete thematische Karten erfüllen daher wichtige Ordnungsfunktionen in der Gesellschaft unserer Zeit.

Meeresgeodäsie

Als Meeresgeodäsie (oder Seevermessung) wird die Gesamtheit der geodätischen Operationen bezeichnet, welche auf dem mit Wasser bedeckten Teil der Erdoberfläche durchzuführen sind. Da dieser zwei Drittel der gesamten Oberfläche beträgt, hat die Meeresgeodäsie (=MG) große Bedeutung für die theoretische und praktische Geodäsie.

Die praktische Bedeutung folgt aus der zunehmenden Rolle der Meere als Wirtschaftsraum und Nahrungs- und Rohstoffreserve der Welt. Etwa 1/5 des Rohölbedarfes wird schon heute im Schelfgebiet aus der Erdkruste gefördert. Auf dem Boden der Meere lagern große Mengen von Mangan, Kupfer, Nickel und Kobalt, welche die Vorkommen auf den Kontinenten übertreffen und durch Ablagerungen laufend vermehrt werden. Dazu kommen Lagerstätten in der Erdkruste, deren Abbau technisch möglich wird. In den Meeren befinden sich große Mengen an Fischen, Krill und Pflanzen, welche bereits jetzt in hohem Maße zur Ernährung der Menschen beitragen. Durch Errichtung von Fischfarmen wird der Beitrag zunehmen und mithelfen, die ansteigende Anzahl von Menschen zu ernähren.

Dadurch und durch die technisch mögliche Errichtung von Industrien, die Benutzung der Meere als Lebensraum für den Menschen und die Schaffung von Zentren für die Verteidigung und für die Kontrolle des Außenraumes der Erde wird die Bedeutung der Meere vergrößert werden. Das Meer hat für die weitere Entwicklung der Menschheit sicher eine größere Bedeutung als der Mond und die Planeten. Für wissenschaftliche und praktische Problemstellungen ist die Bestimmung der Meerestopographie, des Geoides und der Topographie des Meeresbodens erforderlich. Auch die Veränderung dieser Größen in Funktion der Zeit ist von Bedeutung.

Daraus folgt, daß die MG, welche Voraussetzungen für die wirtschaftliche Erschließung und die von der Wissenschaft benötigten Daten bereitstellt, ebenfalls große Bedeutung besitzt. Wegen des zunehmenden Wertes des Meeresbodens, besteht die Notwendigkeit, einen Meereskataster zu schaffen. Als Grundlage hierfür muß ein System von Kontrollpunkten auf dem Meeresboden und in Form von Navigationssatelliten eingerichtet werden. Für technische Planungen werden topographische Karten des Meeresbodens benötigt, welche eine genauere und vollständigere Darstellung des Meeresbodens und der installierten Navigationseinrichtungen enthalten sollen, als die bisherigen Seekarten (welche als Navigationsinstrument betrachtet wurden).

Mit Hilfe der Kontrollpunkte und der topographischen Karten kann eine Einteilung des Meeresbodens und der Oberfläche erfolgen, sowie Schürfrechte, Servitute und Eigentum begründet werden, ebenso die Auffindung von in Verlust geratenen oder in Not befindlichen Objekten (Schiffe, Wracks, Bomben), die Einrichtung von Warnanlagen für Seebeben und Tsunamis.

Aufgaben der Meeresgeodäsie:

- Bereitstellung von mobilen Kontrollpunkten in Form von Navigationssatelliten.
- Bestimmung eines Systems von vermarkten Punkten für die verwendeten Meßmittel, sensitive Systeme von Kontrollpunkten am Meeresboden und an der Küste.
- Bereitstellung von Verfahren und Instrumenten zur Bestimmung der Position von Objekten, welche sich auf der Oberfläche des Meeres, im Meer oder am Meeresboden befinden.
- Herstellung von topographischen Seekarten und von thematischen Karten des Meeresbodens (Grundstückskataster, geophysikalische und geologische Karten).
- Bestimmung der Meerestopographie durch Satellitenaltimetrie und des Meeresgeoides durch gravimetrische Messungen.

Durch die Erfüllung dieser Aufgaben trägt die MG zur Einrichtung einer Ordnung auf etwa 2/3 der Erdoberfläche und in den darunterliegenden Teilen bei und hilft mit, die Ordnung der menschlichen Gesellschaft zu erhalten.

Bodenordnung und Landinformation

Eine wichtige und deutlich erkennbare Ordnungsfunktion übt die Geodäsie auf dem Gebiet der Bodenordnung und bei der Einrichtung eines Landinformationssystems aus. Denn die sinnvolle Ordnung und Aufteilung des wirtschaftlich nutzbaren Bodens und der Erholungsgebiete, sowie die Erfassung der im Lande vorhandenen Ressourcen für die Ernährung, Energie und mineralische Rohstoffe, sowie für die Planung, Bebauung und für demoskopische Aufgaben ist für jede Art der Gesellschaft von Bedeutung. Diese Aufgaben bestehen daher unabhängig vom politischen System in Ost und West, die Geodäsie muß in allen Systemen Unterlagen hierfür bereitstellen und trägt damit zur Ordnung der Gesellschaft bei.

Zur Bodenordnung werden der Grundstücks- und Grenzkataster und die Flurbereinigung einschließlich der Dorferneuerung gerechnet. Im Kataster wird der bestehende Besitz und Grenzverlauf dargestellt, mit der Flurbereinigung wird die aus wirtschaftlichen Gründen erforderliche Neueinteilung von Grund und Boden und die Erneuerung der Dorfstrukturen durchgeführt. In Österreich liefert die Geodäsie hierzu nur die geodätischen Grundlagen, in anderen Ländern ist sie auch mit der Durchführung der planerischen Tätigkeit befaßt.

Das Landinformationssystem (LIS) ist der Bodenordnung zugeordnet und soll Auskunft über für gewisse Flächenelemente charakteristische Daten geben. Es sind dies die geometrischen Daten des Grundstücks- und Grenzkatasters, sowie Daten über die Geologie, die Hydrologie, die Energieversorgung, Land- und Forstwirtschaft und über die Planung, Bebauung sowie andere für die Verwaltung und Planung notwendigen Daten. Das LIS ist ein Fernziel, das stufenweise in längeren Zeitintervallen verwirklicht werden soll. In Österreich ist als erste Stufe die Vereinigung von Grenzkataster und Grundbuch in Durchführung. Die anderen genannten Daten werden getrennt in den zuständigen Ämtern verwaltet. Das LIS wird in seiner Endform für die Verwaltung und für die politische und militärische Führung ein wichtiges Instrument der Information und zur Durchführung von Planungen sein. Es wird in der Lage sein, alte Ordnungen zu unterstützen oder zu stürzen und eine Kontrolle über alle mit Grund und Boden zusammenhängenden Operationen zu ermöglichen. Auch die gezielte Manipulation des Menschen steht im Bereich der Möglichkeiten.

Ingenieurvermessung

Zur Ingenieurvermessung oder -geodäsie gehören alle jene Aufgaben, welche im Zuge der Errichtung von technischen Projekten und wissenschaftlichen Untersuchungen z.B. im Bauwesen, Maschinenbau und bei Laborversuchen durchzuführen sind. Die Ingenieurgeodäsie ist dem Inhalt nach keine eigene Disziplin, sondern die Nutzenanwendung aller theoretischen und praktischen geodätischen Verfahren unter den erschwerenden Bedingungen, die auf Baustellen, in Maschinenhallen oder im Labor anzutreffen sind. Sie ist jedoch in jedem Projekt wesentlicher Bestandteil der gesamten Aktivität, durch die die geplante Absteckung und Errichtung des Projektes gesichert wird. Sie übt daher auch eine Kontrollfunktion aus und steuert den Gesamt Ablauf. Als Beispiel sei der Bau eines Tunnels genannt, bei dem der Ingenieurgeodät die Richtung des Vortriebes angibt, den durchgeführten Vortrieb abschnittsweise kontrolliert und schließlich dafür verantwortlich ist, daß die von zwei oder mehreren Portalen vorgetriebenen Tunnelröhren richtig zusammentreffen. Analoges gilt auch für den Bau von Brücken, die Errichtung von Maschinenanlagen oder den Bau von Hochhäusern mit Fertigbauteilen.

Extraterrestrische Vermessung

Mit Hilfe der Verfahren der Satellitengeodäsie und der Fernerkundung können auch andere Planeten und Monde des Sonnensystems ausgemessen werden. Die hierfür erforderlichen Theorien, Techniken und Instrumente bilden die Teildisziplin der extraterrestrischen Vermessung. Ihr Ziel ist analog der Zielsetzung für die Ausmessung der Erde (Geodäsie), die Bestimmung der geometrischen Figur des Himmelskörpers und der Parameter seines Schwerfeldes. Bei der Figur wird wieder zwischen der physischen Oberfläche und einer ausgezeichneten Potentialfläche unterschieden, welche mit der physischen Oberfläche möglichst übereinstimmt. Dazu kommt die Festlegung eines Referenzsystems durch Bestimmung der Position einer Anzahl von Kontrollpunkten.

Die Vermessung der Planeten und Monde des Sonnensystems hat vor allem wissenschaftliches Interesse und wird noch lange Zeit Ziel der Missionen der Großmächte sein. Die bereits teilweise vorliegende Ausmessung des Erdmondes dient aber auch wirtschaftlichen und militärischen Interessen. Dasselbe gilt für die Messungen, welche von künstlichen Raumstationen nach der Erde und ihrem Außenraum gemacht werden.

Die Kenntnis des Schwerfeldes der Himmelskörper und ihrer Bahnkurven ist Voraussetzung für die erstaunlichen Leistungen der Raumnavigation, erst für die Erkundung und dann für die Vermessung des Sonnensystems. Natürlich haben die Erkenntnisse der extraterrestrischen Vermessung Einfluß auf die Ordnung unserer Gesellschaft, sie sind auch Anlaß zum Überdenken von wissenschaftlichen Ansichten, philosophischen Lehren und Weltanschauungen.

4. Das Berufsethos der Geodäten

Nach den vorhergehenden Ausführungen übt die Geodäsie in allen Bereichen ihrer Anwendung eine ordnende Funktion aus. Ihre Aussagen sind entweder Zahlenwerte, welche getrennt oder gemeinsam mit anderen Informationen in Datenbanken gespeichert sind und aus welchen Verzeichnisse und graphische Darstellungen in Form von Plänen, Profilen sowie Land- und Seekarten abgeleitet werden können, oder Informationen, welche in Karten und Plänen enthalten sind.

Um die Ordnungsfunktion erfüllen zu können, müssen geodätische Aussagen im Rahmen vorgegebener Grenzen nach menschlichem Ermessen richtig und auch fehlertheoretisch begründet sein. Denn geodätische Aussagen dienen immer als Fundament für die Tätigkeit anderer Disziplinen, sie müssen daher unbestritten sein und feste Richtwerte für folgende Aktivitäten anderer Disziplinen bereitstellen. Dies gilt, wie in den vorhergehenden Betrachtungen ausgeführt, in gleicher Weise für Aussagen der wissenschaftlichen und der praktischen Geodäsie. Die Geodäsie gleicht daher einem Notar der Erde, der das Vertrauen aller Geowissenschaftler und Geotechniker besitzt und dieses durch strenge Selbstkontrolle erhalten und rechtfertigen muß.

Die Beschäftigung mit der Geodäsie verlangt das Bekenntnis zu einem geodätischen Berufsethos, das zu absoluter Aufrichtigkeit, Gewissenhaftigkeit sowie Recht und Ordnung verpflichtet und die Freude an der stillen Tätigkeit an Fundamenten, die Liebe zur Natur und die Fähigkeit und Bereitschaft voraussetzt, die geistigen und physischen Leistungen in harter Auseinandersetzung mit der Natur zu erbringen. Den in der Wissenschaft und Praxis tätigen Geodäten muß immer bewußt sein, daß sie Grundlagen schaffen und nicht stolze Fassaden und sie müssen darin Befriedigung finden.

Das Ausufern in Nachbardisziplinen ist trotz der nun verfügbaren mächtigen Werkzeuge für die Messung und Berechnung nicht anzustreben. Vielmehr muß es das Ziel sein, verfeinerte, vermehrte und in kürzerer Zeit zur Verfügung stehende Informationen so aufzubereiten, daß die Nachbardisziplinen diese für ihre Interpretation und Aussagen verwenden können. Auch im Zeitalter der immer schneller und leistungsfähiger werdenden Computer ist die Geodäsie nur für die im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Aufgaben zuständig und ist damit auch voll ausgelastet. Nicht die Fähigkeit, Gleichungen mit hundert Tausenden von Unbekannten oder komplizierte Integralgleichungen auflösen zu können, ist das Zeichen des Geodäten, sondern die Kontrolle und die transparente Deutung der Ergebnisse, trotz vieler Stapel von Computerausdrucken. Würde das Prinzip der Selbstkontrolle verlassen werden, so würde die Geodäsie einen großen Teil ihrer Berechtigung und ihres Wertes verlieren. Das alte Sprichwort vom Schuster, der bei seinem Leisten bleiben soll, hat auch in der Zeit der EDV in der Geodäsie seine tiefe Bedeutung.

5. Über die Notwendigkeit der geodätischen Forschung

Zum Berufsethos der Geodäten gehört auch die Forderung nachzudenken, ob durch sich anbahnende Entwicklungen der geodätischen Forschung nicht Einschränkungen des persönlichen Freiheitsraumes möglich werden, die als unzulässig anzusehen sind.

Das Vermessungswesen ist bereits heute ein wichtiges Informations- und Steuerungssystem der Gesellschaft, mit dem die Einführung und Erhaltung einer „Ordnung von Oben“ erfolgen kann. Ein Ausblick in die Zukunft zeigt die Möglichkeit einer wesentlichen Verstärkung dieser Funktion und damit die Möglichkeit einer weiteren Einschränkung des Freiheitsraumes bis zur perfekten Kontrolle hinsichtlich des Aufenthaltsortes und der Bewegung des Individuums. Daher ist die Frage berechtigt, ob diese Entwicklung weiter verfolgt werden darf oder eingebremst oder verhindert werden muß.

Diese Frage ist Teil einer allgemeinen Frage, ob die Weiterentwicklung der Naturwissenschaften und Technik angesichts der vielen Bedrohungen unserer Umwelt zulässig ist. Dies muß prinzipiell bejaht werden. Denn der durch den Gebrauch der Vernunft charakterisierte Mensch hat allein von allen Lebewesen vom Baum der Erkenntnis gegessen und hat dadurch das Paradies der natürlichen Schöpfung verlassen. Er ist aber dadurch auch als einziges Lebewesen Bewahrer eines göttlichen Funkens geworden, mit dem er in einem eng begrenzten Intervall als Naturwissenschaftler Gedanken der Schöpfung nachdenken und als Techniker schöpferisch anwenden kann. Ohne Zweifel besteht aber eine Schranke für diese

Betätigung. Jedoch kann diese nicht in der Natur gefunden werden. Denn in der unberührten Natur scheint der Zufall zu regieren und das spielerische Bestreben verschiedene Möglichkeiten zu erproben. Hier gibt es den Bienen- und Ameisenstaat, also ein von bisher keiner menschlichen Gesellschaft erreichtes kollektives System und den Adler, der ein von vielen Menschen erträumtes Leben führt. Das Maß muß offenbar in diesem Intervall vom Menschen selbst gefunden werden. Aber wie soll dies geschehen?

Einen Hinweis hiefür hat 1983 Papst Johannes Paul II in Wien gegeben, als er vor Wissenschaftlern sagte: Angesichts der nuklearen Bedrohung der Menschheit, aber auch angesichts ökologischer Probleme als Folge technischer Umwälzungen wächst vielerorts die Skepsis gegen Wissenschaft und Technik, entwickelt sich da und dort sogar Feindschaft. Dennoch wird nicht der Verzicht auf Wissenschaft und technische Anwendung ihrer Ergebnisse die Probleme lösen, sondern nur ein fortgesetzter, vielleicht sogar noch stärkerer Einsatz beider, freilich unter „humanem Maßstab“.

Wer aber legt diesen Maßstab fest und wer trägt die Verantwortung hiefür? Naturwissenschaften und Technik sind an sich wertfrei, ihre Produkte lassen sich aber zum Vorteil oder zum Nachteil des Menschen verwenden und erhalten dadurch das Prädikat gut oder böse. Wissenschaftler und Ingenieure tragen die volle Verantwortung für das Funktionieren ihrer Produkte, also dafür, daß ihr Zauberbesen auf das Wort des Meisters tätig wird oder anhält. Für die Anordnung und Durchführung der Entwicklung sind aber vor allem die Führungskräfte der Wirtschaft, für den Einsatz die politische und die militärische Führung verantwortlich. Die Verantwortung für das gesamte Geschehen lastet aber auch auf allen Staatsbürgern, da diese durch ihre Wünsche und Forderungen oder ihren Verzicht den geschilderten Vorgang steuern können. Sie lastet auch auf Geisteswissenschaftlern, Philosophen und Vertretern der Religionen und auch auf politischen Parteien, auf den in Fabriken tätigen Arbeitern und den Bauern, die das Land bestellen. Denn alle Genannten können in der freien, demokratischen Gesellschaft ihre Stimme erheben, ihre Bedenken anmelden und dadurch und durch ihr Handeln den Entscheidungsprozeß beeinflussen. Die Befassung mit Wissenschaft und Technik ist somit ein dem Menschen erteilter Auftrag, ein Urhumanum, das ihn von Anfang an begleitet hat und ihn immer begleiten wird.

Ohne Zweifel gilt dies auch für die Vermessung, als Teilgebiet von Wissenschaft und Technik. Somit besteht nicht nur die Berechtigung, sondern sogar die Verpflichtung diese Disziplin weiter zu entwickeln und ihre ordnende Funktion nach dem aktuellen Stand der Erkenntnis und den aktuellen Erfordernissen der menschlichen Gesellschaften auszuführen. Dem Vermessungswesen ist daher auch in Zukunft eine wichtige ordnende Aufgabe übertragen, welche zur Verbesserung der Lebensbedingungen in allen Formen der menschlichen Gesellschaft beitragen kann.

Trotzdem wird aber auch in Zukunft gelten, was der Philosoph Seneca vor fast 2000 Jahren über die Vermessung an seinen Freund Lucilius geschrieben hat: „*Wenn du ein wahrer Meister deiner Kunst bist, so miß den Geist der Menschen aus und sage, wie groß, wie klein er ist. Du weißt, was eine gerade Linie ist, was nützt es Dir, wenn Du nicht weißt, was im Leben gerade ist!*“