

Paper-ID: VGI\_197710



## Geodäsie: Zwischen Wirklichkeit und Abstraktion

Antonio Marussi <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Istituto di Geodesia e Geofisica, Università degli studi di Trieste, Via dell'Università 7, I-34100 Trieste*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie **65** (3–4), S. 129–131

1977

Bib<sub>T</sub>E<sub>X</sub>:

```
@ARTICLE{Marussi_VGI_197710,  
Title = {Geod{"a}sie: Zwischen Wirklichkeit und Abstraktion},  
Author = {Marussi, Antonio},  
Journal = {{{"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen und  
Photogrammetrie},  
Pages = {129--131},  
Number = {3--4},  
Year = {1977},  
Volume = {65}  
}
```



## Geodäsie: Zwischen Wirklichkeit und Abstraktion

Von *Antonio Marussi, Triest*<sup>1)</sup>

Meistens wird die Geodäsie als die Disziplin definiert, welche sich mit der Bestimmung der Gestalt und der Dimension der Erde befaßt. Mochte diese vereinfachte Definition der Geodäsie auf ihre frühen Entwicklungsstadien auch zutreffen, so muß sie uns heute doch unzulänglich und unzutreffend erscheinen.

Wenn nicht die Erde selbst, welches ist dann das Studienobjekt dieser Wissenschaft, die zu den ältesten gehört und die phönixgleich immer wieder der eigenen Asche entsteigt, wenn die Menschheit auf ihrem Eroberungszug nach bislang unbekanntem Räumen einen Schritt vorwärts tut?

Als wissenschaftliche Disziplin tritt die Geodäsie zum ersten Mal auf, als das klassische Altertum den dreidimensionalen Raum erobert und jene grundlegenden Gesetze verkündet, die auf ewig in die „Elemente“ des Euklid eingehen. Der geometrische Raum macht das Universum zu einer Einheit und überwindet den Dualismus zwischen Himmel und Unterwelt. Eratosthenes vermag mit seiner Hilfe den Radius des Erdballs zu bestimmen; doch der Raum bleibt leer. Die Himmelskörper in ihm sind reine Erscheinungen ohne physikalische Wirklichkeit.

Die Geodäsie erfährt ihre Wiedergeburt zu Beginn der Neuzeit auf Grund zweier grundlegender Umstände: der Eroberung neuer Räume im Gefolge der großen geographischen Entdeckungen mit den sich daraus ergebenden Notwendigkeiten der nautischen Kartographie, und des Aufkommens der empirischen Methode. Zu diesen beiden Umständen kommt ein anderer von größter Tragweite und grundsätzlicher begrifflicher Natur: dank der Intuitionen von Galileo und von Newton, die durch die Vorwegnahmen Johannes Keplers ermöglicht wurden, wird der leere, amorphe geometrische Raum um ein ihn durchdringendes Agens reicher: die Gravitation.

Ebenso wie der Euklidische Raum die Grundlagen geschaffen hatte für die geometrische Vereinheitlichung des Universums, so vereinigt nun die Gravitation die physikalischen Erscheinungen des Erdreichs mit denen des Himmelreichs: die Schwerkraft, der der Mensch unterliegt, ist identisch mit eben den Kräften, welche diesen menschenbewohnten Planeten geformt haben und welche ihn auf seiner Bahn um die Sonne halten.

Es ist die Entdeckung des physikalischen Raums, welcher die Vereinigung der Galileischen Gesetze auf der Erde mit den Keplerschen Gesetzen für den Himmel ermöglicht, in einem einzigen und allgemeinen Prinzip, das den gesamten damals bekannten Makrokosmos umspannt.

Dieses Agens, die Gravitation, welches den geometrischen Raum durchdringt und polarisiert, indem es an jedem Punkt eine Richtung, die Vertikale,

und eine numerische Quantität, die Schwere, festlegt, wird nun zum eigentlichen Studienobjekt der Geodäsie; und nicht die Erde, die gleichzeitig Ursache und Wirkung dieses Agens ist und die nunmehr lediglich als Stütze unserer Beobachtungen dient.

Dank der Blüte der Mathematik im Zeitalter der Aufklärung findet dieser physikalische Raum sehr bald seine abstrakte Formulierung durch den Begriff des Potentialfeldes.

Angesichts der Ursache, welche dieses Feld erzeugt, wird es eindeutig durch die Massen und die Rotation bestimmt: es geht um das „Fernwirkungsgesetz“ von Hermann Weyl, das sich auf die Anziehungskraft Newtons und die Zentrifugalkraft beruft.

Die Struktur des Potentialfeldes wird aber auch im ganzen Raum eindeutig bestimmt, sobald es auf einer geschlossenen Fläche bekannt ist, vorausgesetzt, daß die zwei Bedingungen, daß es konservativ ist und daß der spezifische Fluß dessen Gradienten durch ein Volumenelement proportional zu den eingeschlossenen Massen ist, erfüllt werden. Dies ist das „Nahewirkungsgesetz“ Weyls, welches das Studium des Feldes im leerem Raum auf rein geometrische Betrachtungen zurückführt, völlig abgesehen von dessen Ursprung.

Der ursprünglich leere und amorphe Euklidische Raum wird somit um eine neue Geometrie bereichert: eine Geometrie in der Geometrie.

Wenngleich der physikalische Raum seit Jahrhunderten geistiges Erbe der Menschen ist, so erleben wir erst jetzt – im Zeitalter der Raumfahrt – seine materielle Eroberung durch künstlich erzeugte Wellen und durch Instrumente, die künstlichen Satelliten.

Einhergehend mit der spektakulären Entwicklung der Elektronik und der Instrumententechnik, bewirkt die materielle Eroberung des physikalischen Raumes eine zweite Wiedergeburt der Geodäsie, die im Laufe von zwei Jahrzehnten eine derartige Entwicklung erfährt, daß dadurch sämtliche Resultate der vergangenen Jahrhunderte in den Schatten gestellt werden.

Diese Entwicklung beschränkt sich nicht nur auf das reine Experimentieren, sondern sie beeinflusst auch die begrifflichen Grundlagen dieser Disziplin auf das stärkste.

Obwohl die Geodäsie eine dreidimensionale Erscheinung studierte, war sie doch bis zum Anbruch des Raumzeitalters experimentell an die Erdoberfläche und damit an einen zweidimensionalen Raum gebunden. Diese Beschränkung minderte nicht nur ihre experimentellen Möglichkeiten in hohem Maße, sondern sie behinderte gleichermaßen ihre freie begriffliche Entwicklung.

Als die Raumforschung dieses Hindernis beseitigte, lag auf der Hand, daß viele Probleme der klassischen Geodäsie überprüft und daß neue Ansätze gefunden werden mußten.

Die Geodäsie der künstlichen Satelliten verlangte von der Himmelsmechanik vollkommenere Methoden, um die Feinstruktur des Gravitationsfeldes der Erde aus den Störungen in den Bahnen der Satelliten abzuleiten;

sie erforderte die Ergänzung dieser Struktur nunmehr auf Grund der ursprünglichen, an der natürlichen Erdoberfläche vorgenommenen und nicht auf fiktive Ersatzoberflächen reduzierten und durch Hypothesen verfälschten Beobachtungen;

sie eröffnete die Möglichkeit, aus Raumfahrzeugen sehr subtile Größen, wie die Krümmungen der Elemente des Gravitationsfeldes, zu messen;

sie bot die Möglichkeit an, die klassischen Triangulations- und Trilaterationsverfahren mit ungeahnter Ausdehnung und Genauigkeit im Raume zu erweitern.

All diese Gelegenheiten machten ihrerseits eine grundlegende Umgestaltung und Vervollkommnung der alten Theorien sowie die Erarbeitung neuer Theorien nötig. Dieses Ferment förderte seinerseits neue Forschungen über die Grenze zwischen mathematischer Abstraktion und physikalischer Wirklichkeit.

An dieser Stelle sei mir gestattet, daran zu erinnern, wie bedeutend in Forschung und Lehre die Beiträge der Grazer Schule zur zweiten Wiedergeburt der Geodäsie waren. Es wäre unmöglich, sie hier alle aufzuzeigen; erwähnen möchte ich aber:

die Studien über die theoretischen Grundlagen und über die Anwendungen des Fundamentalproblems der physikalischen Geodäsie, welches darin besteht, das Gravitationsfeld mittels Messungen auf einer a priori unbekanntem Oberfläche, wie derjenigen der Erde, zu bestimmen;

die Studien über die Möglichkeit der Bestimmung der Struktur des Erdgravitationsfeldes von Messungen aus Raumfahrzeugen in Inertialbewegung;

die Benutzung von geodätischen künstlichen Satelliten zur Verstärkung der bestehenden europäischen geodätischen Netze;

die vielfältigen Anwendungen der Photogrammetrie;

die Verwendung neuer statistischer Methoden zur Schätzung von Elementen des Gravitationsfeldes, die der direkten Messung unzugänglich sind.

So grundlegend sind diese Beiträge, daß die Grazer Schule sich heute die höchste Anerkennung der internationalen Kreise der Geodäsie verdient hat.

In diesem Sinne bin ich mir der großen Ehre voll und bewusst, die mir eine so illustre Schule durch die Verleihung der Ehrendoktorwürde zuteil werden läßt.

<sup>1)</sup> Rede anläßlich der Verleihung des Ehrendoktorats der Technischen Universität Graz am 13. Mai 1977.