

DIE ANWENDUNG DER FERNERKUNDUNG IN DER GEOLOGIE

Von Alois MATURA

Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien

101

Zusammenfassung: Ausgehend von den zwei hauptsächlichen Darstellungselementen geologischer Karten, nämlich Linien (Geländeanschnitt von Trenn- oder Bewegungsflächen) und Flächen (Geländeanschnitt von Gesteinskörpern) werden die Fernerkundungssensoren und die Auswertemethoden unterschieden in solche für die Erfassung von linearen Strukturen an der Erdoberfläche und solche für die Unterscheidung von Gesteinsarten und anhand einiger Beispiele erläutert.

Schlüsselwörter: Fernerkundung, Geologie

Die geologische Erforschung der Erdkruste ist in erster Linie auf die natürlichen Aufschlüsse angewiesen. Auch die Gestalt der Erdoberfläche läßt sich durch ihre direkte Wechselwirkung mit dem Bau des Untergrundes für die geologische Forschung verwenden. Daneben stehen dem Geologen in steigendem Maße künstliche Aufschlüsse zur Verfügung (an der Oberfläche vor allem durch den Straßenbau, in der Tiefe vor allem durch die Erdölbohrungen).

Unter den geologischen Forschungsmethoden spielt die Geländeaufnahme eine fundamentale Rolle. Diese Tätigkeit besteht im Wesentlichen darin, Art und Position von Gesteinen zu bestimmen und mit Hilfe entsprechender Signaturen zusammen mit anderen beobachteten geologischen Merkmalen in eine topographische Karte einzutragen. Das Ziel dieses Vorganges ist die Erstellung einer geologischen Karte.

Trotz der fundamentalen Wichtigkeit dieser sog. "Hammergeologie" ist es, besonders im Rahmen des vorliegenden Themas angebracht, auf einige Unzulänglichkeiten der Kartierung hinzuweisen.

In Abhängigkeit von der Art der Bedeckung und vom Zustand dessen was unter der Bedeckung zum Vorschein kommt, stützt sich die gesicherte geologische Kenntnis vor allem auf \pm dicht gelagerte punktuelle und lineare Aufschlüsse, die eher selten eine größere flächenmäßige Ausdehnung besitzen. Daher ist ein beträchtlicher Teil der in einer geologischen Karte dargestellten Flächen und deren Konturen das Ergebnis einer Interpolation zwischen den gesicherten Stellen. Gerade dieser Mangel kann nun

zum Teil durch den Einsatz von Fernerkundungsmethoden korrigiert werden.

Die geologische Karte ist jedenfalls die beste und anschaulichste Dokumentationsform geologischer Daten. Man kann daher die folgenden Ausführungen nicht nur allgemein auf die geologische Forschung sondern direkt auf die Erstellung geologischer Karten beziehen.

Auf einer geologischen Karte kann man im Wesentlichen flächige und lineare Darstellungselemente unterscheiden. Die verschiedenen Flächensignaturen stellen den Grundriß des Geländeanschnittes von Gesteinskörpern dar. Die Linien markieren den Geländeanschnitt von Flächen (entweder Grenzflächen verschiedener Gesteinskörper oder Trennflächen und Bewegungsflächen, die auch in Gesteinskörper hineinreichen oder sie durchschneiden können und eher steilstehend und richtungskonstant sind.

Auf entsprechende Weise lassen sich die Fernerkundungssensoren und die Auswertemethoden ihrer Meßergebnisse grob unterscheiden in solche für die Erfassung von linearen Strukturen an der Erdoberfläche und solche für die Unterscheidung von Gesteinsarten.

Die linearen Strukturen, die sich in den bildformenden Meßergebnissen der Fernerkundungssensoren in der Deutlichkeit, Richtung und Erstreckung unterscheiden und durch das Gelände-relief bzw. das Entwässerungsnetz zum Ausdruck kommen, werden z.T. von Trennflächen (Klüften) oder Bewegungsflächen (Störungen, Brüche) verursacht. Die Auswertung des Geländereiefs als Ausdruck geologischer Strukturen hat den Vorteil, durch eine eventuelle Bedeckung nicht beeinträchtigt zu werden.

Für die Fernerfassung solcher "Photolineationen" eignen sich je nach Problemstellung praktisch alle Fernerkundungssensoren (photographische Geräte, Scanner, Radar, Sonar) und Plattformen (vor allem Flugzeuge und Satelliten). Die Erkennbarkeit dieser Merkmale für die konventionelle Bildauswertung kann durch bestimmte Aufnahmebedingungen (Bildüberdeckung für Stereoskopie, Schrägaufnahmen, schräger Lichteinfall) oder durch elektronische Bildaufbereitung verbessert werden.

Auf österreichischem Gebiet gibt es neben diesbezüglichen Studien von kleineren Arealen auf der Basis von Luftbildern nun auch Auswertungen von Landsat-Bildern. A. TOLLMANN (1977) konnte eine Fülle bisher nicht bekannter großräumiger Bruchstrukturen im Bereich der Ostalpen und im Südteil der Böhmisches Masse erkennen. R.P. GUPTA (1977) schloß in seiner Auswertung eines Gebietsstreifens zwischen München und Mailand aus der Krümmung geomorphologischer Gegebenheiten auf das junge Alter und den Bewegungssinn regionaler Störungszonen.

P. KRONBERG et al (1977) haben sich ausführlich mit der Methodik der konventionellen Interpretation von Photolineationen aus Landsat-Bildern befaßt. Nach einer ersten Bestandsaufnahme aller erkennbaren Photolineationen kann, etwa zum Zwecke einer geomechanischen Interpretation einer größeren Region, die Verteilung der Lineationen in einer bestimmten Richtung oder in Richtungs-paaren untersucht werden. Nach Angaben der

Autoren hat eine Überprüfung der Photolineationen im Gelände ergeben, daß es sich zu 80% um Trennflächen (Klüfte) und nur zu 20% um Bewegungsflächen (Störungen, Brüche) handelt. Die Tauglichkeit der Lineationen als Anzeiger geologischer Strukturen wurde nachgewiesen durch die Korrelierbarkeit mit dem bekannten Bruch- und Störungsnetz aus bestehenden geologischen Karten, mit dem Verlauf von Linien gleicher magnetischer Totalintensität und mit der Lage und Orientierung von seismischen Störflächen, die aus seismischen Daten rezenter Erdbeben berechnet wurden.

Nicht selten sind Vererzungen in der Nähe von Störungen anzutreffen, wodurch die gründliche Kenntnis des Störungsnetzes auch von wirtschaftlichem Interesse ist und damit ein weiteres sinnvolles Motiv für die Erfassung von Photolineationen darstellt.

Im Relief kommen aber nicht nur die + steilen Trennflächen und Bewegungsflächen zum Ausdruck. In manchen Fällen ist auch eine grobe Bestimmung der Gesteinsart und ihre Abgrenzung möglich (z.B. bei Vulkanen, Schuttfächern, Dünen). Eine Landsataufnahme aus dem Weltraumbild-Atlas (J. BODECHTEL et al, 1978), die den Grenzbereich Bayern-Oberösterreich bei niedrigem Sonnenstand und Schneebedeckung zeigt (S. 45), erlaubt in den flachen Niederungen eine erstaunlich genaue Abgrenzung der Schwemmsand- und Schotterflächen der Flußniederungen. Diese abgrenzbaren geomorphologischen Phänomene, die eine Aussage über die Gesteinsart, aus der sie aufgebaut sind, zulassen, leiten zum Problem der Unterscheidung von Gesteinsarten über, die in den geologischen Karten und meist auch in den bildformenden Meßergebnissen der Fernerkundungssensoren als Flächen zum Ausdruck kommen.

Der Geländeanschnitt der verschiedenen geologischen Körper kommt, sofern er nicht verhüllt ist, in verschiedenen Grautönen oder Farben, und, je nach Maßstab der Aufnahme, mit einer bestimmten Oberflächentextur zur Geltung. Diese Merkmale hängen von der Beschaffenheit der Gesteinsarten (z.B. Porosität, Feuchte) bzw. der Rauigkeit der Oberfläche ab. Leider sind aber ausgedehnte Teile der Erdoberfläche von Vegetation, Böden und Verwitterungsschutt bedeckt, womit häufig eine direkte Information über den Untergrund ausgeschlossen wird. Da aber der Untergrund nicht ohne Einfluß auf seine Bedeckung ist, können in manchen Fällen durch die Wahl entsprechender Methoden mittelbar Gesteinsunterschiede im Grundgebirge sichtbar gemacht werden.

Für den Versuch, Gesteinsarten zu unterscheiden, können grundsätzlich alle bildformenden Aufnahmeverfahren eingesetzt werden. Ohne Zweifel gehört aber den Scanning- und Mikrowellenverfahren, wegen ihrer reichen Möglichkeiten der elektronischen Bildaufbereitung, die Zukunft. In weiten Gebieten des europäischen Raumes wird der Einsatz von Fernerkundungsmethoden zur Gesteinsunterscheidung durch die Vegetations- und Klimabedingungen arg behindert. Zudem müssen wegen des hohen geologischen Wissensstandes über diese Region die Erwartungen, mit Hilfe der Fernerkundung Neues zu finden, bescheiden bleiben. Dagegen herrschen in zahlreichen Entwicklungsländern Be-

dingungen (dürftiger oder fehlender geologischer Wissensstand, z.T. vegetationslose Landschaften), unter welchen sich der Einsatz von Fernerkundungsmethoden zur Verbesserung der Kenntnisse des geologischen Baues und damit auch der möglichen Rohstoffreserven lohnt.

Ein Musterbeispiel für eine erfolgreiche Anwendung der Fernerkundung in der Geologie bildet ein Forschungsprojekt, das von der Zentralstelle für Geo-Photogrammetrie und Fernerkundung in München in Mauretanien durchgeführt wurde. Dabei wurden von einem Gebiet in der von ca. 42 000 km² innerhalb eines Jahres neben einer geologischen Karte auch Karten über die Vegetationsbedeckung und Böden im Maßstab von 1:200000 hergestellt. Ausgangsmaterial für die Untersuchungen bildeten Satellitendaten, die in Form von Computerbändern zur Verfügung standen. Daneben konnte auf diverse thematische Karten in unterschiedlichen Maßstäben sowie auf vereinzelte Projektstudien zurückgegriffen werden. Dieses Ausgangsmaterial wurde in einer ersten Phase des Projektes aufbereitet, wobei sich die computerunterstützte Aufbereitung der Satellitendaten als besonders aufwendig erwies. Dabei wurden durch Hochpaßfilterungen, Ratio- und Hauptachsentransformationen der multispektralen Aufnahmen die nötigen Kontraste für die erdwissenschaftliche Interpretation im allgemeinen bzw. die Unterscheidung von geologischen Formationen im besonderen erzeugt. In der zweiten Phase erfolgte die Vorinterpretation des aufbereiteten Materials auf visuelle Art und Weise, die nach Meinung der Bearbeiter besonders im Bereich geologisch-pedologischer und auch zum Teil vegetationskundlicher Problemstellungen der automatischen Klassifizierung mit Computern überlegen ist. Die Vorinterpretation wurde mit der Erstellung der thematischen Kartenblätter 1:200000 abgeschlossen, wobei auf der geologischen Karte eine erstaunliche Differenzierung in 18 verschiedene Signaturen bzw. geologische Einheiten gelang. Im Anschluß daran wurden die Ergebnisse anhand ausgewählter Punkte und Profile im Gelände überprüft und verfeinert.

Ein für die Geowissenschaften sehr interessantes technisches Konzept bietet der 1978 gestartete HCMM-(Heat Capacity Mapping Mission)-Satellit. Er ist mit Sensoren für den reflektiven sichtbaren bis infraroten Bereich zwischen 0,5 bis 1,1 Mikrometer und für das thermale Infrarot zwischen 10,5 bis 12,5 Mikrometer Wellenlänge ausgestattet und führt sowohl Tages als auch Nachtaufnahmen durch. Dadurch können die oft sehr signifikanten Unterschiede verschiedener Gesteinskörper im thermischen Verhalten sichtbar gemacht werden. Ein Nachteil gegenüber den Landsat-Aufnahmen ist das mit 600x600 m beträchtlich gröbere Auflösungsvermögen.

Literaturverzeichnis

BODECHTEL, J., BECKEL, L. & HAEFNER, H.: Weltraumbild-Atlas. -- 88 S., Braunschweig (Westermann) 1978.

- GUPTA, R.P.: Delineation of active faulting and some tectonic interpretations in the Munich--Milan section of the Eastern Alps -- Use of Landsat-1 and 2 imagery. -- Tectonophysics, Bd. 38, S. 297--315, Amsterdam 1977.
- KRONBERG, P.: Die regionale und überregionale Bruchtektonik Mitteleuropas. Bestandsaufnahme und Interpretationen. -- Geotekt. Forsch., Bd. 53, S. 7--41, Stuttgart 1977.
- TOLLMANN, A.: Die Bruchtektonik Österreichs im Satellitenbild. -- N. Jb. Geol. Paläont. Abh., Bd. 153, S. 1--27, Stuttgart 1977.
- Zentralstelle für Geophotogrammetrie und Fernerkundung: Projekt Mauretanien (unpublizierter Bericht). -- München 1979.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Wien](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [135_1981](#)

Autor(en)/Author(s): Matura Alois

Artikel/Article: [Die Anwendung der Fernerkundung in der Geologie 61-65](#)