

BEITRÄGE DER FERNERKUNDUNG ZUR LANDINFORMATION

R. Mühlfeld, Hannover

Die Fernerkundung nutzt zum Erfassen und Übertragen von Informationen über die Landoberfläche die elektromagnetische Strahlung von Ultraviolett über das sichtbare Licht und Infrarot bis zu den Mikrowellen. In Bildform werden das Verbreitungsmuster von Flächen mit typischen Kennzeichen, bei stereoskopischer Überdeckung auch die Formen der Landoberfläche übermittelt.

Das Entwässerungsnetz z.B. entwickelt typische Muster, die u.a. von den Gesteinseigenschaften des Untergrundes abhängig sind. Weiche Tone zeigen ein typisches dendritisches Entwässerungsnetz. Im ähnlichen Fall einer Lateritdecke wird das überwiegend dendritische Netz schon schwach vom geologischen Bau des Untergrundes beeinflusst. In einer Wechselfolge von Sand- und Tonsteinen spiegelt das Entwässerungsnetz sowohl Gesteinseigenschaften als auch Feinheiten der Tektonik wider.

Auch im Bereich der Landnutzung sind typische Muster entwickelt, die vielseitige Informationen vermitteln können (Ackerflächen und feuchtes Wiesengelände an der Elbe, Salzgärten und Austergründe auf der Atlantikinsel Ré).

Zwischen den Geländeformen der Erdoberfläche und dem Gesteinsaufbau des Untergrundes bestehen bekanntlich enge und vielfältige Beziehungen. So können z.B. Kalksteine im tropischen Klima als Folge der intensiven Verkarstung ausgedehnte Kegellandschaften bilden. Bei der vulkanischen Förderung von saurem Material kommt es zur Bildung von relativ steilen Kegeln mit hohem Aschenanteil, deren Flanken durch Rinnenbildung stark erodiert werden. Basische Laven fließen häufig ohne starke Reliefentwicklung aus. Auch auf die Ausbildung der Bodendecke hat das Relief starken Einfluß.

Mit multispektralen Aufnahmeverfahren wird das Reflexionsverhalten der Landoberfläche, im Infrarot und Mikrowellenbereich auch die Eigenstrahlung ermittelt und ausgewertet.

Die NASA-Satelliten Landsat nehmen die Erdoberfläche gleichzeitig in 4 Spektralbereichen des elektromagnetischen Spektrums auf, nämlich im Grünblau, Rot, Grenzbereich Rot/Infrarot und im nahen Infrarot. Auf den einzelnen Spektralauszügen sind unterschiedlich starke Kontraste in der Vegetationsdecke zu beobachten. Der blaugrüne Bereich hat zusätzlich die Eigenschaft, Wasser gut zu durchdringen und kann dadurch zur Kartierung der Wassertiefe genutzt werden.

Man kann jedem Spektralauszug eine bestimmte Farbe zuordnen und dann durch Überlagerung mehrerer Auszüge ein Farbbild herstellen. Im allgemeinen wird eine Farbkombination bevorzugt, die die Vegetation rot erscheinen läßt (Color-Infrarot).

Aufzeichnungen im thermalen Infrarot werden bisher vorzugsweise für die Untersuchungen von freien Wasseroberflächen genutzt. Zur Zeit ist ein internationales Forschungsprojekt im Gange, bei dem aus Thermalaufnahmen zur Tages- und Nachtzeit die sogenannte Wärmeträgheit des oberflächennahen Materials bestimmt wird. Diese Eigenschaft ist u.a. Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsgehalt der Böden und deshalb für bodenkundliche und hydrologische Fragestellungen interessant.

Die Mikrowellenstrahlung der Erdoberfläche ist entsprechend der größeren Wellenlänge sehr energiearm und erlaubt deshalb nur Abbildungen mit relativ grober Auflösung. Die Verfahren werden vorwiegend für Meereisbeobachtungen genutzt.

Beim Radarverfahren, einem sogenannten aktiven Mikrowellenverfahren, wird von der Instrumentenplattform (in der Regel Flugzeug oder Satellit) Mikrowellenstrahlung zur Erdoberfläche gesandt und die reflektierte Strahlung zu Abbildungen verarbeitet.

Meistens werden Fernerkundungsdaten, vor allem von multispektralen Aufnahmen, einer ganzen Reihe von Korrektur- und Bildverbesserungsprozessen unterworfen. Sie sollen die Auswertung erleichtern und verbessern. Dazu gehören geometrische und radiometrische Korrekturen, Kontrastverstärkungen, Spreizen, schwarzweiße und farbige Äquidensiten u.a.

Im Extrem kann die Bildverarbeitung bis zum rechnergesteuerten Klassifizieren verschiedener Einheiten an der Erdoberfläche auf Grund ihrer spektralen Eigenschaften gehen.

Die gesuchten Informationen können häufig nicht direkt beobachtet werden, sondern müssen indirekt aus dem Zusammenspiel zahlreicher Faktoren und Einzelbeobachtungen erschlossen werden. Das wird gut an einem Beispiel aus der Umgebung von München illustriert. Auf einem weitgehend ebenen Ausschnitt der Landoberfläche deutet intensive ackerbauliche Landnutzung auf ein feuchtes Klima. Da kein Entwässerungsnetz ausgebildet ist, kann auf einem porösen Untergrund mit guter Durchlässigkeit und auf das Vorhandensein von Grundwasser geschlossen werden. Es handelt sich um Flußschotter der Isar.

Für die Auswertung von Fernerkundungsaufnahmen spielt weiterhin eine große Rolle, unter welchen jahreszeitlichen Bedingungen sie gewonnen wurden.

Die gewinnbaren Informationen können sich beziehen auf die Topographie, den geologischen Bau und die Gesteine des Untergrundes, auf die Boden- und Pflanzendecke, auf Oberflächen- und Grundwasser und auf die Auswirkungen menschlicher Tätigkeit an der Landoberfläche (land- und forstwirtschaftliche Nutzung, Siedlungen, Verkehrswege u.a.).

Beispiele aus der Erzlagerstättenprospektion in Zentralmarokko und aus der Ölexploration in Burma zeigen die geologische Nutzung der Fernerkundung.

In Obervolta führt die Kartierung der Böden und die Verbreitung des Ackerbaus auf der Grundlage der Satellitenbilddauswertung bis zu einer Karte des Landentwicklungspotentials.

In einem Teil der Republik Niger wurde die Landnutzungskartierung soweit entwickelt, daß sie nach Kontrollbegehungen im Gelände weitgehend automatisch von einem Rechner ausgeführt werden kann.

Die hydrogeologische Auswertung von Fernerkundungsaufnahmen wechselt in ihren Methoden sehr stark mit den jeweiligen geographischen und geologischen Bedingungen des Untersuchungsgebietes. Beispiele betreffen das Aufsuchen von unter Dünen verschütteten Talsedimentfüllungen (Niger), von Zerrüttungszonen entlang von Störungen in sonst dichten kristallinen Gesteinen (Niger), das Auskartieren der Verbreitung von süßem und versalztem Grundwasser in Lössedimenten (Argentinien). Auch der Jahreshaushalt von Oberflächengewässern kann erfaßt und damit eine bessere Nutzung erreicht werden (Obervolta).

Bei der Übersichtskartierung großer Flächen hat sich die Zusammenarbeit einer Gruppe, der Fachleute der Gebiete Geologie, Hydrogeologie und Bodenkunde/Landnutzung angehören, als besonders günstig erwiesen. Sie ergänzen sich gegenseitig mit ihrem Erfahrungsschatz, so daß 3 Wissenschaftler mit einigen Hilfskräften bei einem relativ weitmaschigen Bodenkontrollnetz in drei Jahren Flächen bis zu 1 Million km² bearbeiten können.

Die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten können in vielfältiger Weise mit Fernerkundung erfaßt werden: Z.B. Schadenswirkung von Industrieabgasen auf Waldbestände (Kanada), Ausdehnung von Tagebaubetrieben (USA), Industrieabwässer im Ontariosee (Kanada).

Bei wiederholten Aufnahmen eignet sich die Fernerkundung vorzüglich zum Erfassen von Veränderungen und dynamischen Prozessen. Überschwemmungsgebiete sind auch noch einige Zeit nach dem Abfließen des Wassers im Satellitenbild zu erkennen. Im Nordseewatt kann die Veränderung von Sandbänken auskartiert werden.

Zusammenfassung

Die Fernerkundung nutzt zum Erfassen und Übertragen von Informationen über die Landoberfläche die elektromagnetische Strahlung von Ultraviolett über das sichtbare Licht und Infrarot bis zu den Mikrowellen. In Bildform werden das Verbreitungsmuster von Flächen mit typischen Kennzeichen, bei stereoskopischer Überdeckung auch die Formen der Landoberfläche übermittelt. Mit multispektralen Aufnahmeverfahren wird das Reflexionsverhalten der Landoberfläche, im Infrarot und Mikrowellenbereich auch die Eigenstrahlung ermittelt und ausgewertet. Die gewinnbaren Informationen können sich beziehen auf den geologischen Bau und die Gesteine des Untergrundes, auf die Boden- und Pflanzendecke, auf Oberflächen- und Grundwasser und auf die Auswirkungen menschlicher Tätigkeit an der Landoberfläche (land- und forstwirtschaftliche Nutzung, Siedlungen, Verkehrswege u.a.). Die gesuchten Informationen können häufig nicht direkt beobachtet werden, sondern müssen indirekt aus dem Zusammenspiel zahlreicher Faktoren und Einzelbeobachtungen erschlossen werden. Bei wiederholten Aufnahmen eignet sich die Fernerkundung vorzüglich zum Erfassen von Veränderungen und dynamischen Prozessen.

Contributions of Remote Sensing to Land Information

Abstract

Remote sensing uses the electromagnetic radiation from the ultraviolet to the micro waves as a tool for the collection and transmission of information on the land surface. Images contain the information as distribution pattern of surfaces with typical characteristics, in case of stereoscopic coverage also landforms can be observed. Multispectral methods investigate the reflection properties of the land surface, in the infrared and microwave part of the spectrum also the radiation properties are determined. Information can be obtained with regard to bedrock and geologic structure, soil and vegetation cover, surface and groundwater, effects of human activities at the land surface (agriculture, forestry, settlements, traffic lines etc.). In many cases the wanted information cannot be directly observed. It must be inferred through indirect reasoning using the combination of numerous factors and observations. In connection with repetitive coverage remote sensing is well suited for the assessment of changes and the study of dynamic processes.

L'apport de la télédétection à l'inventaire des sols

Résumé

Pour capter et transmettre les informations, la télédétection utilise le rayonnement électromagnétique des ondes ultraviolettes jusqu'aux micro-ondes en passant par le spectre visible et l'infrarouge. La distribution des surfaces à caractéristiques typiques est donnée sous forme d'images qui, en recouvrement stéréoscopique, permettent d'observer également les formes de la surface terrestre. Des méthodes multispectrales permettent d'évaluer les propriétés de réflexion de la surface terrestre et dans l'infrarouge et dans le spectre des micro-ondes de déterminer aussi son propre rayonnement. Les informations ainsi obtenues peuvent servir à des études diverses, celles des structures géologiques de surface, des sols et des végétations, des eaux de surface et des nappes souterraines, des effets de l'activité humaine sur la surface terrestre (agriculture, sylviculture, agglomérations, voies de circulation etc.). Fréquemment, les informations recherchées ne peuvent pas être observées directement, mais extraites indirectement de la combinaison d'un grand nombre de facteurs et d'observations. La répétition des prises de vue permet de suivre les modifications et les processus dynamiques.

Contribuciones de la exploración remota a la información
sobre el uso de las tierras

Resumen

Para registrar y transmitir informaciones sobre la superficie terrestre, la exploración remota utiliza la radiación electromagnética desde la región ultravioleta hasta las microondas, pasando por la luz visible y el infrarrojo. En imágenes se transmite la distribución de superficies con características típicas, en el caso de recubrimiento estereoscópico también las formas de la superficie terrestre. Mediante métodos multispectrales se determina y evalúa la reflexión de la superficie terrestre, en las regiones infrarroja y de microondas también la exitancia radiante. Las informaciones obtenibles pueden referirse a la estructura geológica y a las rocas del subsuelo, a las capas de suelo y de vegetación, a las aguas superficiales y subterráneas y a la influencia de las actividades humanas en la superficie terrestre (cultivos agrícolas y forestales, urbanizaciones, vías de comunicación, etc.). Frecuentemente no es posible observar directamente las informaciones deseadas, sino que han de obtenerse indirectamente combinando numerosos factores y observaciones individuales. En los casos de exploraciones repetidas, la exploración remota resulta excelente para registrar cambios y procesos dinámicos.

R. Mühlfeld
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
D-3000 Hannover 51, Alfred-Bentz-Haus, Postf. 510153