Sekundarstufe I und II

Terrestrische Überprüfung von Satellitendaten

Das GLOBE-Projekt[1] – ein internationales Umweltmessprogramm für Schulen

Juliette Vogel Schmid

Luft- und Satellitenbilder werden immer genauer: Gebäude, Straßen, Landbedeckungen und Oberflächenstrukturen lassen sich bei guter räumlicher Auflösung nahezu problemlos unterscheiden. Ersetzt die Fernerkundung also bald die aufwändige Geländearbeit in Wissenschaft und Forschung?

Die Antwort auf diese Frage ist eindeutig: keineswegs! Nach wie vor ist die Begehung vor Ort unverzichtbarer Teil der Analyse und Interpretation von Luft- und Satellitenbildern. Nur so lassen sich Bildelemente eindeutig den Landschaftsmerkmalen zuweisen. Das Projekt GLOBE bietet Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, zu einem Satellitenbild der nahen Schulumgebung Felderhebungen durchzuführen. Auf diese Weise erfahren sie, was die im Bild dargestellten Formen, Farben und Strukturen in der Realität bedeuten. Sie erkennen Landbedeckungen in einer Abbildung wieder und lernen, Satellitenbilddaten zu verstehen und zu interpretieren.

Geländearbeit in der Fernerkundung

Art und Dichte der Landbedeckung sind wichtige Merkmale, um das „System Erde" und seine Funktion zu verstehen. Insbesondere anhand von Satellitenbildern lassen sich die unterschiedlichen Landbedeckungsklassen innerhalb eines Gebiets ermitteln. Doch ohne konkrete Kenntnis der betreffenden Region sind Satellitenbilder nur wenig aussagekräftig. Gerade die tatsächliche Landbedeckung lässt sich auf diese Weise nur schwer erkennen. Die besten und präzisesten Angaben über den Inhalt von Landbedeckungsbildern gewinnt man durch bodengestützte Beobachtungen. Diese Daten liefern wichtige Erkenntnisse über die faktischen Oberflächenbedingungen innerhalb eines Untersuchungsareals. Sie helfen mit, die Inhalte der Satellitenbilder zu präzisieren und zu verstehen. Darüber hinaus lassen sich vor Ort Informationen zu weiterführenden Fragen sammeln. Dazu gehören zum Beispiel die Erfassung der Biomasse oder die Intensität der Photosyntheseaktivität.

Trotz der Genauigkeit räumlich hoch auflösender Bilder ersetzt die Fernerkundung die Geländearbeit also nicht. Erst

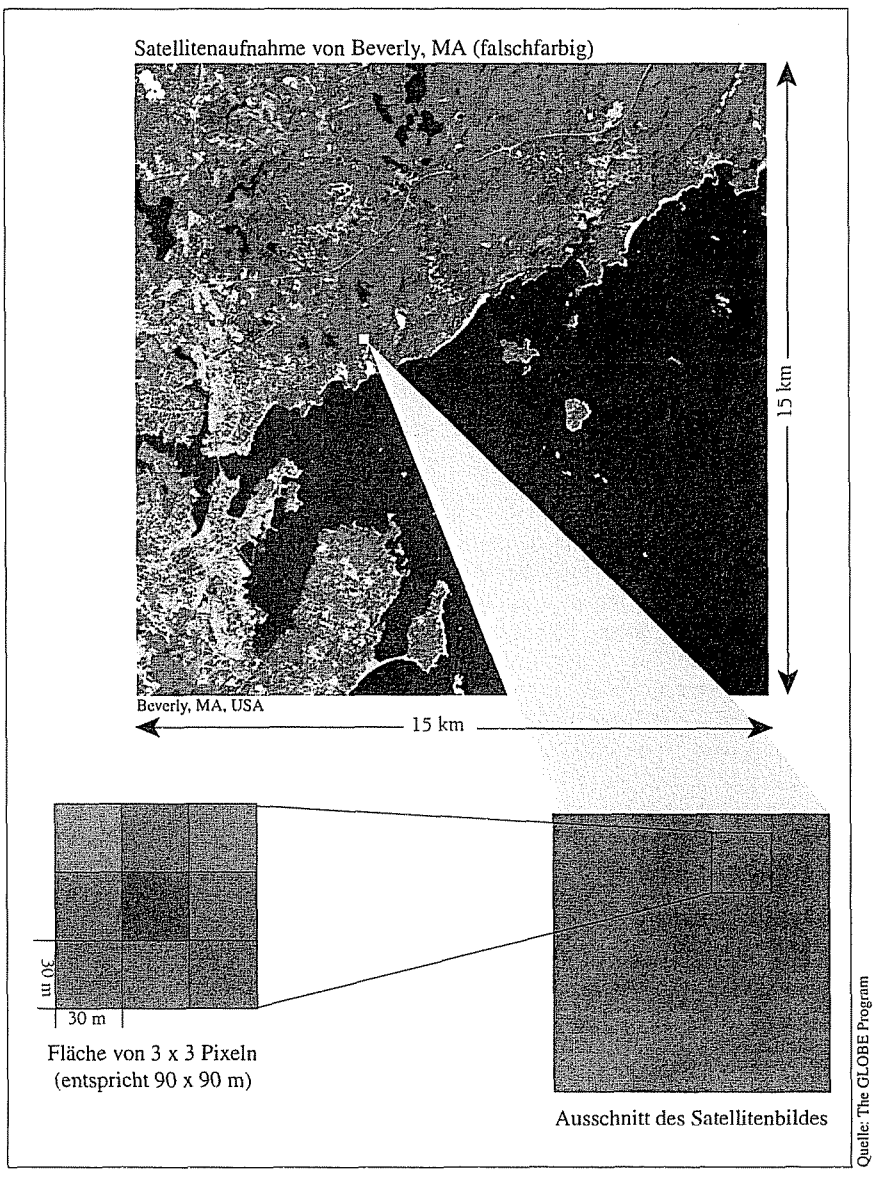
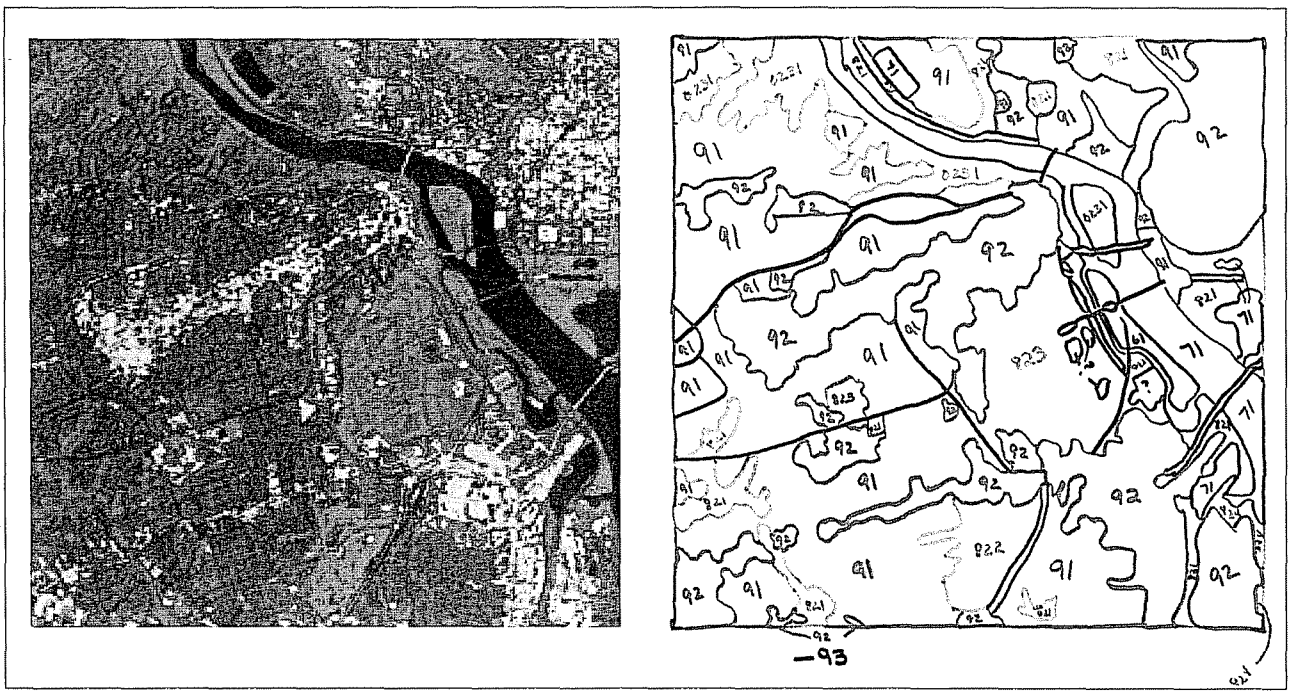


Abb. 1: Thematic-Mapper-Aufnahme eines Landsat-Satelliten



Quelle: The GLOBE Program

Abb. 2: MUC-Klassifizierung durch Schüler

die terrestrische Überprüfung der Satellitendaten befähigt zur Verifizierung und Interpretation von Merkmalen und fördert auf diese Weise das Verständnis für komplexe Bildinformationen.

Das Projekt GLOBE: Global Learning and Observations to Benefit the Environment

Das im Jahr 1995 von den USA lancierte Umweltmessprojekt GLOBE ist ein internationales Programm, an dem sich heute über 16.000 Schulen aus mehr als 106 Nationen beteiligen. Die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler erforschen das System Erde, beobachten die Natur und führen mithilfe wissenschaftlicher Anleitungen Experimente und Messungen durch. Diese Daten tragen u. a. dazu bei, die Interpretation von Satellitenbildern zu verbessern. Per Internet werden von Schülerinnen und Schülern erhobene Daten in eine öffentliche Datenbank eingegeben und anschließend für den Unterricht aufbereitet. Neben den inhaltlichen Erkenntnissen lernen die Schülerinnen und Schüler die Werkzeuge der Feldarbeit kennen und Satellitenbilder zu interpretieren. Darüber hinaus fördern die Untersuchung der Bodenstandorte sowie das Zeichnen von Karten zur Landbedeckung das Verständnis der Schülerinnen und Schüler für ihre Umwelt.

Hauptziele des Programms sind demnach die Sensibilisierung für Umweltfragen, das Erlernen naturwissenschaftlicher Methoden, der sinnvolle Umgang mit dem Internet und die Kommunikation von Schulen aus der ganzen Welt.

Schulklassen arbeiten mit GLOBE

Abbildung 1 stammt von den LANDSAT-Satelliten 4 oder 5 (Aufnahme mit dem Thematic Mapper; TM). Sie zeigt ein Quadrat von 15 km Seitenlänge; die Schule befindet sich im Zentrum. Das Bild setzt sich aus Tausenden von Pixeln zusammen, wobei jedes Pixel einer Fläche von 30 m x 30 m entspricht. Die Aufnahmegeräte der Satelliten registrieren fünf verschiedene, von der Erdoberfläche reflektierte, Wellenlängen. Die Reflexion hängt von der Bodenbedeckung ab; die Farben des LANDSAT-Bildes entsprechen den verschiedenen Wellenlängen. Studiert man zwei Bilder, die unterschiedliche Wellenlängen darstellen, so lassen sich verschiedene Arten der Landbedeckung bestimmen.

Zur Bearbeitung der Aufgaben stellt GLOBE jeder Schule eine Satellitenaufnahme ihrer Region mit der Schule im Zentrum zur Verfügung (15 x 15 km). Auf diesem Bild suchen die Schülerinnen und Schüler möglichst viele homogene Flächen (Mindestgröße von 9 Pixel, d. h. 90 m x 90 m), grenzen sie ab und versuchen, für diese Flächen die passenden MUC Klassen zu bestimmen. MUC steht für **M**odified **U**NESCO **C**lassification und bezeichnet die Arten der Landnutzung. In überbauten Zonen sind Parks, Teiche und große Straßen auszumachen, in ländlichen Gegenden können Wald, Kulturland, Feuchtgebiete o. Ä. unterschieden werden.

In einem zweiten Schritt wählen die Schülerinnen und Schüler verschiedene, homogene Areale (90 m x 90 m, nur eine MUC-Klasse) für die Untersuchungen vor Ort aus. Größere „Störflächen" wie Brücken oder breite Flüsse dürfen nicht auf den Flächen vorkommen, kleinere Lichtungen oder Gewässer sind erlaubt. Im Zentrum der Areale bestimmen die Schülerinnen und Schüler die genaue geographische Lage mittels GPS oder mit Koordinaten der Landeskarte bzw. TK 1:25.000. Von dort fertigen sie jeweils ein Foto in jede Haupthimmelsrichtung an und bestimmen die MUC Klassen (Stufen 1 bis 4). Anschließend erfolgt eine quantitative Analyse in Form von biometrischen Messungen. Im Zentrum der Messareale (homogene 90 m x 90 m Fläche) wird eine Fläche von 30 m x 30 m gemäß der GLOBE Anleitung ausgemessen und abgesteckt. Für die Messungen stellen die Schülerinnen und Schüler einfache Instrumente, wie ein Densio- und ein Clinometer her (alle Anleitungen sind auf den Schülerarbeitsblättern von GLOBE nachzulesen). So können sie die Bodenbedeckung, den Blattflächenindex, die Höhe und den Stammumfang der Bäume sowie die Biomasse der Gräser ermitteln. Vorkommende Pflanzenarten werden ebenfalls bestimmt. Damit trägt die Aufgabe auch zu fächerübergreifendem Arbeiten bei und verbindet die Anliegen der Biologie mit den Aufgaben der Geographie.

Das GLOBE Programm ermöglicht es auch, nur einzelne Aspekte aus dem Messangebot in den Unterricht einzubeziehen. So kann der Schwierigkeitsgrad durch die Auswahl der jeweiligen Themen bestimmt und individuell auf Ziele und Inhalte des Unterrichtes abgestimmt werden. Die Schritte und Aufgaben, z. B. für die MUC-Klassifizierung, sind im deutschen Handbuch unter *http://www.hamburger-bildungsserver.de/globe/indeLeh.html* zu finden.

Bei sicherem Umgang mit den Satellitenbildern und guten Kenntnissen der Umgebung, können die Schülerinnen und Schüler die Landbedeckung direkt aus den Satellitenbildern ablesen. Dazu legen sie ein Transparentpapier oder eine Folie über die Satellitenaufnahme und zeichnen die Konturen der verschiedenen MUC-Flächen farbig nach. Die Einteilung sollte flächendeckend sein.

In einem weiteren Schritt überprüfen die Schülerinnen und Schüler zehn Flächen vor Ort und ordnen sie ebenfalls den MUC-Klassen zu. Diese Zuordnung wird dann mit den Satellitenbild-gestützten Klassierungen verglichen. Daraus lässt sich die „Richtigkeit", die so genannte Fehlerrate, für die „manuelle" Bestimmung der Landbedeckung berechnen. Nähere Erläuterungen zu diesem Kapitel sind auf der internationalen Homepage von GLOBE zu finden. *(www.globe.gov → teacher's guide → Land Cover)*

Weiterführende Protokolle, wie z. B. das computergestützte Arbeiten mit Satellitenbildern, sind ebenfalls aufgeführt.

Beispiele und Ergebnisse

Das Beispiel (**Abb. 2**) zeigt mögliche Resultate der Arbeit im Projekt. Die Schülerinnen und Schüler haben mit Hilfe eines Transparentpapiers die ihnen aus der Erinnerung bekannten Areale gekennzeichnet und diesen jeweils eine MUC Codenummer zugeordnet (unüberwachte, manuelle Klassifizierung). Diese Zuordnung wurde danach durch Geländearbeit überprüft und die Genauigkeit der Bestimmungen berechnet (s. **Tabelle**).

MUC Klassierung: Erläuterungen zu den eingesetzten Codeklassen

- 0222 – geschlossener Wald, vorwiegend Laubwald, Laubwald kalter Zonen mit immergrünen Baum- und Straucharten, mit immergrünen nadelblättrigen Bäumen (nordöstliche USA, Ahornwälder)
- 0231 – geschlossener Wald, vorwiegend Laubwald, Laubwald kalter Zonen ohne immergrüne Baum- und Straucharten, Breitblättrige Tiefland- und submontane Arten gemäßigter Zonen
- 71 – Offenes Wasser, Süßwasser
- 821 – Kultivierte Flächen, nicht-landwirtschaftlich, Grün- und Sportflächen
- 823 – Kultivierte Flächen, nicht-landwirtschaftlich, Friedhöfe
- 824 – Kultivierte Flächen, nicht-landwirtschaftlich, sonstige nicht-landwirtschaftliche Nutzung
- 91 – Städtische Bebauung, Wohnhäuser
- 92 – Städtische Bebauung, gewerbliche/industrielle Bebauung
- 93 – Städtische Bebauung, Verkehr

Acht der zehn dargestellten Klassifikationen stimmen überein, somit liegt die berechnete Genauigkeit bei 80 %. □

Juliette Vogel Schmid (lic.phil.nat Biologin) ist GLOBE Landeskoordinatorin in der Schweiz und arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Pädagogischen Hochschule Solothurn, PF 1360, 4502 Solothurn, Tel. 032 627 92 63. Juliette Vogel Schmid, E-Mail: jvogel@globe-swiss.ch

Anmerkung

[1] GLOBE = **G**lobal **L**earning and **O**bservations to **B**enefit the **E**nvironment

Mitarbeit bei GLOBE

Um sich am GLOBE Programm zu beteiligen, müssen Lehrerinnen und Lehrer einen halbtägigen Basiskurs absolvieren. Interessierte Lehrpersonen finden weiterführende Informationen bei den Landeskoordinationen, bzw. im Internet unter www.globe.gov oder *www.globe-swiss.ch*. Auf den Seiten sind verschiedene Unterlagen abrufbar:

- *www.globe-swiss.ch*: Lehrerhandbücher zu den verschiedenen Themenbereichen und Aufgabenstellungen
- *www.globe.gov*: Internationale GLOBE Seite, komplette Version der Themenbereiche „Landcover/Biology", Einführung in die Fernerkundung (toolkit)
- *www.globe-edu.de*: Seite aus Deutschland, Links zur Fernerkundung im Unterricht, Lehrerseite

Name des Standorts	Ursprüngliche Klassifikation der Schüler anhand manueller Auswertung bzw. Multi-spec-gestützter Auswertung	Validierungs-daten aus Standortbesuch	richtig	falsch
1. Potomac River by 14th Street bridge	71	71	X	
2. Graswiesen beim Flughafen	821	824		X
3. Gary's Nachbarschaft	91	91	X	
4. Courthouse Metro Shop	92	92	X	
5. Phil's Nachbarschaft	91	91	X	
6. Potomac Park	0222	0231		X
7. Park beim Krankenhaus	821	821	X	
8. Friedhof Arlington	823	823	X	
9. Roosevelt Island	0231	0231	X	
10. Gebiet um Georgetown	92	92	X	

Tabelle 1: MUC Klassifikation: Bewertung der Genauigkeit