

## Inhaltsverzeichnis

Grußworte	5
Vorwort	7
<b>Kapitel A: Vorbemerkungen</b>	<b>9</b>
<b>1 Zu den Intentionen der Handreichung</b>	<b>10</b>
<b>2 Übersicht zum Medienpaket</b>	<b>15</b>
2.1 Hinweise zu den Farbfolien-Vorlagen	15
2.2 Hinweise zur DVD „Raketen – Satelliten – Bilder“	16
2.3 Hinweise zur CD-ROM „Satellitenbilder im Internet“	17
<b>Kapitel B: Einführung in die Fernerkundung</b>	<b>20</b>
<b>1 Technische Grundlagen der Fernerkundung</b>	<b>21</b>
1.1 Einführung	22
1.2 Physikalische Grundlagen und Aufnahmesysteme	22
1.3 Umlaufbahnen der Satelliten	23
1.4 Technische Ausstattung der Erdbeobachtungssatelliten	24
<b>2 Das Prinzip Fernerkundung</b>	<b>31</b>
2.1 Sehen mit künstlichen Augen – methodische Überlegungen zum neuen Medium	32
2.2 Zur Bilddarstellung	32
2.3 Zur Bildbearbeitung	33
2.4 Zur Bildinterpretation	35
<b>3 Arbeitsfelder der Fernerkundung</b>	<b>39</b>
3.1 Einleitung	40
3.2 Fallbeispiel: Fernerkundungssysteme in der Meteorologie	40
3.3 Fallbeispiel: Überwachung von Naturkatastrophen mit räumlich hoch auflösenden Daten	43
3.4 Fallbeispiel: Umweltmonitoring mit spektral hoch auflösenden Daten	45
3.5 Fallbeispiel: Digitale Landnutzungsqualifikation	51



<b>Kapitel C: Unterrichtsbeispiele</b>	54
<b>1 Wirtschaftsräumliche Entwicklungen</b>	55
1.1 Die europäische Raumfahrt	56
1.2 Wachstumsdynamik im Umland des Flughafens München	65
1.3 Landwirtschaftliche Nutzung und Ernteprognose am Beispiel Oberrheinebene	70
<b>2 Naturräume in Deutschland</b>	81
2.1 Glazialmorphologie am Alpennordrand	82
2.2 Ebbe und Flut an der deutschen Nordseeküste	88
2.3 Die Ostseeküste bei Rügen – von der Bodden- zur Ausgleichsküste	95
<b>3 Landschaftszonen</b>	101
3.1 Jahreszeitlicher Wandel der Vegetation in Europa	102
3.2 Die Jahreszeiten zwischen Costa del Sol und Sierra Nevada	110
3.3 Tundra und Taiga im Jahresverlauf	115
3.4 Berchtesgadener Alpen – Höhenstufen der Vegetation im Hochgebirge	120
3.5 Mt. Kenya und Ostafrikanisches Hochland – Vegetationszonen in Ostafrika	130
<b>4 Atmosphäre und marine Zirkulation</b>	139
4.1 Ozon in der Stratosphäre	140
4.2 Das tropische Wetter	150
4.3 Wirbelstürme in den Tropen	154
4.4 Der Golfstrom	163
<b>5 Eingriffe in Ökosysteme</b>	169
5.1 Waldzustand im Erzgebirge	170
5.2 Rodungen im Regenwald des brasilianischen Bundesstaats Rondônia	175
5.3 Expansion der Landwirtschaft in den Regen- und Bergwäldern Tansanias	181
5.4 Savannen- und Waldbrände in Afrika	189
5.5 Veränderungen der Mangrovenküste in Myanmar (Birma)	194

## Grußwort

Die Fernerkundung hat – ursprünglich ausgehend von militärischen Bedürfnissen – seit den 1950er Jahren einen atemberaubenden Aufschwung genommen. Ihre Ergebnisse sind, um nur ein Beispiel zu nennen, – via Wetterkarte – jeden Abend in allen Wohnzimmern präsent. Sie ist dabei, unser Bild von der Erde in einer Weise zu verändern, dass Wissenschaftler schon in den frühen 1970er-Jahren von einer neuen Entdeckung der Erde gesprochen haben. Die großen Vorteile der Fernerkundung liegen darin, dass durch sie

- Strukturen in sonst nicht darstellbarer Weise erschlossen werden können,
- Einzelobjekte in Zusammenhänge eingeordnet werden können, die sonst nur schwer erschließbar sind,
- die Raumwirksamkeit menschlicher Tätigkeit fast handgreiflich wird und
- die Kenntnisse von Objekten vervielfacht wird.

Diese Errungenschaften macht sich die Geographie schon seit geraumer Zeit zunutze, indem sie geographische Fragestellungen unter Zuhilfenahme von Satellitenbilddaten untersucht.

Nachdem die Schulgeographie immer Entwicklungen in der Fachwissenschaft aufgreift, ist es im Sinne einer Qualifikation der Schüler für die Zukunft notwendig, auch die Methoden und Ergebnisse der Fernerkundung mit in den Geographieunterricht einzubeziehen. Bereits seit mehreren Jahren zählen Satellitenbilder daher zu den im Geographieunterricht fest etablierten Medien. Dass der Umgang mit dieser Technik im Unterricht zum Teil bereits sehr versiert und in die Tiefe gehend erfolgt, zeigen die Preise, die Schüler zusammen mit ihren Lehrkräften bei dem Wettbewerb „Jugend forscht“ und einem vom Bayerischen Umweltministerium ausgeschriebenen Wettbewerb erringen konnten.

Allerdings fehlte bisher eine die Unterrichtsvorbereitung erleichternde und auf den bayerischen Fachlehrplan abgestimmte Handreichung zur Fernerkundung. Diese Lücke wird durch die vorliegende Publikation nun geschlossen.

Die Handreichung will einerseits die Bandbreite moderner Fernerkundung vermitteln, indem sie ihre technischen Grundlagen, die Prinzipien und die Arbeitsfelder darstellt, und andererseits anhand ausgewählter Beispiele den Einsatz von Satellitenbildern im Geographieunterricht erleichtern. Damit trägt die Handreichung dem neuen Fachlehrplan Geographie Rechnung, in dem als Grundwissen gefordert wird, dass die Schüler in der Lage sein sollen, Satellitenbilder zu lesen, zu beschreiben, auszuwerten und zu interpretieren.



Mein besonderer Dank gilt den an der Entstehung beteiligten Firmen und Institutionen sowie den Autoren der Handreichung, die durch ihr Engagement zum Gelingen der Handreichung beigetragen haben. Allen Nutzern darf ich einen Gewinn bringenden Einsatz im Rahmen des Geographieunterrichts wünschen.

München, Juni 2006

Adolf Präbst  
Ministerialrat

Bayerisches Staatsministerium  
für Unterricht und Kultus  
Abteilung Gymnasium  
Refereat VI.5

## Vorwort

*„Dies ist ein kleiner Schritt für einen Menschen, aber ein großer Sprung für die Menschheit.“*  
Neil Armstrong als erster Mensch am 21. Juli 1969 auf dem Mond

Das technische System der Raumfahrt hat unsere Welt nachhaltig verändert, und zwar nicht nur in der Erweiterung des technisch Möglichen, sondern auch in unserer Sicht der Welt. Denn parallel zu den ehrgeizigen Anstrengungen, die für die bemannte Raumfahrt und die Landung auf dem Mond unternommen wurden, erkundete man mit Hilfe von Satelliten auch unseren blauen Planeten aus dem All. Seit diesem Moment ist die Erde als Ganzes in den Kreis der sichtbaren Dinge gerückt. Vorher war sie, weil so unendlich viel größer als mit einem Blick zu fassen, ein bloßes Konstrukt der Vorstellung. Die Möglichkeit, mit Satelliten die Erdoberfläche zu beobachten, kann geradezu als neue Entdeckung der Erde bezeichnet werden und erweitert unser Wissen über die Erdoberfläche elementar. Waren es in den Anfangsjahren der Raumfahrt nur wenige Astronauten, die unseren blauen Planeten einzigartig, klein und verletzlich vor der Unendlichkeit des Alls gesehen haben, so werden heute in großer Zahl immer wieder neue aufschlussreiche Bilder von allen Teilen des Erdballs – digitalisiert in Bits und Bytes - zur Erde gesandt, wo sie zu Satellitenbildern verarbeitet und von jedermann betrachtet werden können.

Dem Fach Geographie wurde damit ein völlig neues Instrumentarium zur Verfügung gestellt, denn die Geographie sammelt und verarbeitet Informationen über die Erdoberfläche. Fernerkundungssatelliten stellen solche Informationen systematisch und in einer revolutionär neuartigen Weise bereit. Damit ist die Fernerkundung zu einer wichtigen Methode der Informationsgewinnung für die Geowissenschaften geworden. Zudem bietet die Fernerkundung im Verbund der neuen Informationstechnologien mit Rechnern und Datennetzen völlig neue Bildungspotentiale, durch deren Nutzung die Geographie wie kaum ein anderes Fach modern und zukunftsfähig werden kann.

Die vorliegenden Satellitenbilder und Erkenntnisse können, pädagogisch aufbereitet, natürlich auch den Geographieunterricht bereichern und dem Fach eine neue Qualität und Position in der Auseinandersetzung mit unserer globalen und lokalen Umwelt geben.

Aus diesem Grunde hat ein Arbeitskreis des Staatsinstituts für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB) die Handreichung „Satellitenbilder im Geographieunterricht“ erstellt. Diese als Medienverbund konzipierte Handreichung soll den Lehrern<sup>1</sup> den Einstieg in eine neue Arbeitstechnik der Geographie eröffnen. Sie will versuchen, den Geographiekollegen vor Augen zu führen, welchen Reichtum an Informationen und Interpretationsmöglichkeiten die Fernerkundung, deren Handhabung für das Erkennen dynamisch großflächiger Prozesse und vor allem für die Bewahrung der Umwelt von immer größerer Bedeutung sein wird, dem Fach Geographie bietet. Mut zu machen zur Nutzung dieser Chancen, ist das Ziel der vorliegenden Handreichung. Sie versucht, auch dem mit dem Medium wenig vertrauten Lehrer die Bandbreite der Einsatzmöglichkeiten von Satellitenbildern im alltäglichen Unterricht aufzuzeigen. Hierbei kommt diese Handreichungen auch einer Forderung des bisherigen als auch des neuen G 8-Lehrplans Geographie für das bayerische Gymnasium nach: *Bei den Arbeitstechniken im Geographieunterricht ist der Umgang mit Karten besonders wichtig.(...) Die räumliche Vorstellung wird durch die Arbeit mit (...) Luft- und Satellitenbildern zusätzlich geschult.* (KWMBI I So.-Nr.3/1990, S. 177)

Das vorliegende Medienpaket auf CD-ROM besteht aus einer schriftlichen Handreichung („Satellitenbilder im Geographieunterricht“), dem Beitrag („Satellitenbilder im Internet“) und 22 Vorlagen für

---

<sup>1</sup> Der Kürze halber ist im Text von „Lehrern“ und „Schülern“ die Rede. Dass das Kollegium eines Gymnasiums aus Frauen und Männern, die Schülerschaft aus Mädchen und Buben besteht, wurde überall mit bedacht.



Farbfolien sowie einer DVD „Raketen-Satelliten-Bilder“. Diese vielfältige Präsentation war nur möglich durch eine enge Kooperation mit vielen Firmen und Institutionen. Wir danken an dieser Stelle der Gesellschaft für Angewandte Fernerkundung (GAF) in München, der Firma Dornier Satellitensysteme GmbH in Friedrichshafen, der Satellitendaten-Vertriebsgesellschaft euromap in Neustrelitz, dem Lehrstuhl für Geographie und geographische Fernerkundung an der Ludwig-Maximilians-Universität München, dem Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) in Oberpfaffenhofen sowie dem Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR) in Köln, nicht nur für die Bereitstellung von interpretierten Satellitenbildern, Filmstreifen und Satellitenbildanimationen, sondern auch für die beratende Unterstützung, die uns zuteil wurde. Ein ganz besonderer Dank gilt Herrn Georg Scheller von der Redaktion „space night“ im Bayerischen Rundfunk für die mühevollen Zusammenstellung des Masterbandes zur DVD, Frau Dr. Stolz und Herrn Prof. Mauser vom Lehrstuhl für Geographie und geographische Fernerkundung an der Ludwig-Maximilians-Universität München sowie Herrn Dipl.-Met. Uwe Wesp vom Deutschen Wetterdienst in Offenbach für die Abfassung von Handreichungsbeiträgen.

Noch nie sind die großen Firmen und Institutionen der deutschen Raumfahrtindustrie so offen für die pädagogische Nutzernachfrage von Satellitendaten gewesen wie heute. Aus diesem Grunde danken wir den an der Raumfahrtinitiative Deutschland (RID) beteiligten Firmen, vor allem den Firmen MAN-Technologie AG in Karlsfeld und Astrium AG (ehem. Daimler-Chrysler Aerospace AG), nicht nur für die kostenlose Bereitstellung von Materialien, sondern ganz besonders für die finanzielle Unterstützung dieser Handreichung, ohne die eine kostenlose Verteilung dieses Medienpaktes an alle Gymnasien Bayerns und Deutschlands nicht möglich wäre. Besonders hervorgehoben sei Herr Dipl.-Ing. Joachim Mayer von der Firma MAN-Technologie AG, der das Zustandekommen dieser Handreichungs-CD von Seiten der Industrie organisatorisch unterstützte.

An der Erstellung des Medienpakets haben folgende Arbeitskreismitglieder mitgewirkt:

OStD Dr. Reinhard Bochter	Chiemgau-Gymnasium Traunstein
StD Wilfried Büttner	Hans-Sachs-Gymnasium Nürnberg
StD Werner Eckert-Schweins	Apian-Gymnasium Ingolstadt
OStR Jochen Frickel	Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München, Maria-Theresia-Gymnasium München
StD Johann Göller	Peutinger-Gymnasium Augsburg
OStD Dr. Ulrich Hauner	Werner-Heisenberg-Gymnasium Garching
OStR Claudia Reichmann	Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung Dillingen
StD Robert Roseau	Gymnasium Gröbenzell
StD Werner Schopf	Gymnasium Bad Kissingen
Dr. Sabine Thiemann	Ottobrunn

München, Juni 2006

Jochen Frickel  
Referent für Geographie

Werner Eckert-Schweins  
Referent für Geographie (1996 – 2002)