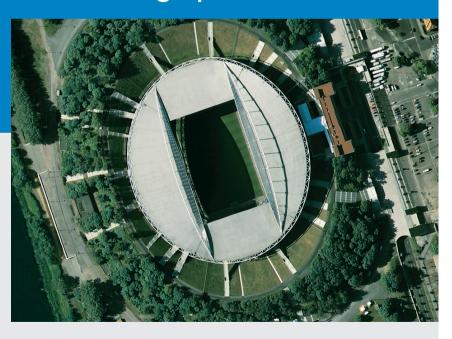
REMOTE SENSING SERIES 50

Monika Reuschenbach

Entwicklung und Realisierung eines Konzeptes zur verstärkten Integration der Fernerkundung, insbesondere von Luft- & Satellitenbildern, in den Geographieunterricht





Editorial Board of the Remote Sensing Series:

Prof. Dr. Klaus I. Itten, Dr. Tobias W. Kellenberger, Dr. Mathias Kneubühler, Dr. Erich Meier, Dr. David Small

Author:

Monika Reuschenbach Remote Sensing Laboratories RSL Departement of Geography University of Zurich Winterthurerstrasse 190

CH - 8057 Zürich Switzerland

http://www.geo.uzh.ch

Reuschenbach, Monika:

Entwicklung und Realisierung eines Konzeptes zur verstärkten Integration der Fernerkundung, insbesondere von Luft- und Satellitenbildern in den Geographieunterricht. Remote Sensing Series, vol. 50 (CD-Rom), Remote Sensing Laboratories, Departement of Geography, University of Zurich, 2007.

ISBN-13: 978-3-03703-016-5

© Copyright 2007 by Monika Reuschenbach, University of Zurich. All rights reserved.

Printed by the Druckerei der Stiftung Zentralstelle der Studentenschaft der Universität Zürich.

Titelbild: WM-Stadion Leipzig, DLR

Die vorliegende Arbeit wurde von der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich im Sommersemester 2007 als Dissertation angenommen.

Promotionskomitee: Prof. Dr. K. I. Itten (Vorsitz), Dr. T. W. Kellenberger, Prof. Dr. H. Elsasser

REMOTE SENSING SERIES 50

MONIKA REUSCHENBACH

Entwicklung und Realisierung eines Konzeptes zur verstärkten Integration der Fernerkundung, insbesondere von Luft- & Satellitenbildern, in den Geographieunterricht

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Integration der Fernerkundung in den schulischen Geographieunterricht und hat zum Ziel, ein Konzept vorzustellen, wie Schüler-/innen der 7. bis 12. Klasse verstärkt mit Luft- und Satellitenbildern arbeiten können.

Zur Herleitung dieses Konzeptes war eine umfangreiche Analyse der gegenwärtigen Situation nötig. Sie bestand aus einer Lehrerbefragung sowie Recherchen in Zeitschriften, Lehrbüchern, dem Atlas und dem Internet. Die Untersuchungen ergaben, dass einzelne Lehrpersonen Luft- und Satellitenbilder zu Illustrationszwecken einsetzen, selten aber damit im Unterricht gearbeitet wird. Als Grund wird – neben der aufwändigen Einarbeitungszeit und der fehlenden Verfügbarkeit von Bildmaterialien und Aufgabenstellungen – die mangelnde eigene Kompetenz im Bereich der Fernerkundung genannt. Recherchen in geographischen Schulzeitschriften ergaben aber, dass genügend Fachartikel zur inhaltlichen Vertiefung in die Thematik publiziert werden, allerdings sind sie relativ anspruchsvoll. Unterrichtsmaterialien für Schüler-/innen liegen hingegen kaum vor. In 10 Jahren (1996 bis 2005) wurden in sieben verschiedenen Zeitschriften nur gerade 23 Artikel mit Schulbezug veröffentlicht, zehn dieser Beiträge entstanden im Rahmen dieser Arbeit. Auch im Internet ist die Ausbeute nicht sehr ergiebig, mit gezielter Suche können zwar viele Bilder gefunden werden, Umsetzungsvorschläge für den Unterricht sind aber unzureichend vorhanden.

In Lehrplänen ist die Fernerkundung meist indirekt eingebunden. Nur in rund einem Drittel der untersuchten Lehrpläne wird die Arbeit mit Luft- oder Satellitenbildern explizit erwähnt. Allerdings wird in den meisten Zielformulierungen die methodische Kompetenzförderung der Schüler-/innen verlangt. Dies auch und verstärkt am Beispiel der Fernerkundung zu tun bietet sich deshalb an, weil sich viele Unterrichtsthemen mit fernerkundlichen Anwendungen verknüpfen lassen.

Neben der Recherche zum Ist-Zustand zeigt die Arbeit auf, warum Luft- und Satellitenbilder einen wichtigen Bildungsbeitrag im Fach Geographie leisten. Zum einen lässt sich die bereits erwähnte Förderung von Fähigkeiten und Fertigkeiten mit Luft- und Satellitenbildern verwirklichen. Dies trägt dazu bei, dass moderner, an einem konstruktivistischen Lernverständnis orientierten Geographieunterricht möglich wird. Zum anderen erwerben die Schüler-/innen durch die Arbeit mit Luft- und Satellitenbildern visuelle Kompetenzen, was Lernprozesse positiv unterstützt und insbesondere heute wichtig für einen fundierten Umgang mit Bildern ist. Und drittens beeinflussen Luft- und Satellitenbilder den Erwerb räumlicher Kompetenzen positiv, weil sie immer Ausschnitte der Welt abbilden, dies aber in einer neuen Perspektive tun und dadurch den Aufbau neuer und die Erweiterung bestehender mentaler Modelle ermöglichen und unterstützen. Im konkreten Unterrichtsgeschehen greifen die drei Prozesse ineinander, sie können nicht oder nur in Ansätzen isoliert gefördert werden.

Das Konzept stellt die Arbeit mit analogen Luft- und Satellitenbildern ins Zentrum. Zu den Bildern werden Aufträge formuliert, die sowohl die Bildbetrachtung als auch die Bildinterpretation ermöglichen und fördern. Im Unterschied zu anderen Publikationen steht bei diesem Konzept der phänomenologische Zugang im Vordergrund, die wissenschaftliche Annäherung ist zweitrangig. Die Aufträge sollen

die Schüler-/innen auch dazu befähigen, methodisch zu arbeiten. Dazu werden neben entsprechenden Aufträgen auch weitere Medien wie Karten, terrestrische Aufnahmen, Modelle, Internetrecherchen etc. einbezogen. Jede Aufgabe wird didaktisch-methodisch kommentiert, so dass die Lehrpersonen die geplanten Ziele und Absichten nachvollziehen können.

Die Satellitenbildaufgaben passen zu Themen, die im Geographieunterricht normalerweise vermittelt werden. Aus der Kombination von Lehrplaninhalten und den Anwendungsgebieten der Fernerkundung konnten 15 Oberthemen bestimmt werden, zu welchen konkret ausgearbeitete Beispiele, aber auch Vorschläge für weitere Aufgabenstellungen vorliegen. Innerhalb der Themen wurden Regionen / Kontinente möglichst ausgewogen berücksichtigt. Kommentierte Themenfeldcluster zeigen auf, wie weitere Aufgabenstellungen innerhalb eines Themas umgesetzt werden können.

Einige Satellitenbildaufgaben wurden in Schulklassen erprobt. Auf diese Weise konnte ermittelt werden, dass das Konzept praxistauglich ist und von Lehrer-/innen und Schüler-/innen akzeptiert wird. Insbesondere wird der relativ einfach wirkende Zugang zu den Luft- und Satellitenbildern als positiv bewertet, die Lehrpersonen verlieren mit diesem Konzept den Respekt vor der Schwierigkeit, die sie normalerweise mit der Fernerkundung assoziieren. Zudem wirkt sich die Motivation und Begeisterung der Schüler-/innen positiv auf den Unterricht aus, wenn sie auf diese Weise mit einem faszinierenden Medium arbeiten können. Kritikpunkte bezogen sich hauptsächlich auf die Gestaltung der Aufträge und konnten bei deren Überarbeitung berücksichtigt werden.

Neben den konkreten Unterrichtsvorschlägen sieht das Konzept vor, an den Rahmenbedingungen zu arbeiten, die eine verstärkte Integration der Fernerkundung in die Schule unterstützen. Dies ist zum einen die Arbeit mit Lehrer-/innen zum Beispiel an Weiterbildungskursen oder die verbindliche Einbettung der Fernerkundung in Lehrpläne. Dann ist ein wichtiger Schritt der Transfer von wissenschaftlichen Erkenntnissen und Methoden in die Schule. Dieser muss Lernvoraussetzungen und die Alltagswelt von Schüler-/innen berücksichtigen und in kindgerechte Zugänge zur Fernerkundung umsetzen. Und zum dritten wäre eine verstärkte Beteiligung der Wirtschaft anzustreben, sei dies im Bezug auf gemeinsame Schülerprojekte, bei der Gewährleistung von Alltagsbezügen oder der Errichtung von Fernerkundungs-Kompetenzzentren.

Es hat sich gezeigt, dass die Zeit für diese Anliegen reif ist und das Konzept in die richtige Richtung weist. Allerdings stehen die Bemühungen erst am Anfang und es ist Arbeit und Engagement nötig, sie umzusetzen und zu verwirklichen.

Abstract

The present study deals with the integration of remote sensing into Geography education in schools. Its aim is to present a concept to enhance the process of working with airborne and satellite images at secondary schools (grade 7 to grade 12).

To deduce this concept, an extensive analysis of the present situation was required. It comprised a survey among teachers as well as investigations in journals, textbooks, atlases and in the internet. The analysis shows that several teachers use airborne and satellite images for illustration purposes. However, they do not often actually work with them. The main reasons cited were – apart from the time-consuming preparation and the absence of graphic material and exercises – the teachers' own lack of skills in remote sensing. Investigations in Geography teaching journals revealed that an adequate number of professional papers on this topic are published, though they are rather challenging. However, there is hardly any tuition material available. Within ten years (1996 to 2005), only 23 papers in seven different journals were published on this matter. Ten out of these originated in the context of this study. The internet does not contain sufficient tuition material either. Numerous images can be found. However, suggestions on the implementation in education are insufficiently available.

In curricula, remote sensing is mostly included only indirectly. Only about a third of the tested curricula do mention the process of working with airborne and satellite images. However, the development of methodical skills of students is aimed at in most curricula. Remote sensing is suited for realising this in class, as many topics in education can be linked to remote sensing applications.

Apart from the investigation on the actual state, this study shows why airborne and satellite images contribute to the education in the school subject of Geography. First, - as mentioned before - using airborne and satellite images enables the development of skills and competencies. This makes a contribution to a modern Geography education, which is geared to a constructivist comprehension of learning. Second, students gain visual competencies by using airborne and satellite images. This supports learning processes and is important - particularly today - for a well-founded handling with images. Third, airborne and satellite images positively affect the acquisition of spatial competencies as they represent sections of the world in a new perspective. Thus, they allow the development of new mental models and the extention of existing ones. In actual daily education, these three processes do interlock. Therefore, they can not, or only to a limited extent, be promoted separately.

The concept focuses on working with analog airborne and satellite images. Tasks are formulated, that are related to the images. They enable and promote the observation as well as the interpretation of the images. Unlike the ones in other publications, this concept concentrates on a phenomenological approach whereas scientific approximation is secondary. The tasks are also supposed to enable the students to work methodically. For this purpose, further media such as maps, terrestrial photographs, models, internet searches, etc. are included. There is a didactical-methodical comment for every task so that the teachers are able to relate to the aims and intentions.

The tasks on satellite images suit the topic that are usually dealt with in Geography education. By combining the contents of curricula and the application fields of remote sensing, 15 main topics could be specified. Elaborated examples, but also suggestions for further tasks are presented for each main topic. Within these topics, regions and continents were considered as balancedly as possible. Topic clusters show further tasks within a topic that can be realised.

Some satellite image tasks were tested with school classes. Thus, it could be determined that the concept is suitable for daily use and accepted by teachers and students. Particularly the access to the airborne and satellite images, which seems relatively simple, was judged as good. Using this concept, teachers loose their reservations against the difficulties which they usually associate with remote sensing. Further, the students' motivation and enthusiasm positively affects the courses when they can work in this way with a fascinating medium. Criticism mainly referred to the design of the tasks and could be considered during the revision.

Beside actual suggestions for the tuition, the concept aims at working at the frameworks, which support an increasing integration of remote sensing into schools. First, this can be realised by working with teachers, for example in advanced training courses, or by bindingly embedding remote sensing in curricula. Second, it is an important step to transfer scientific conclusions and methods to school education. For this process, precognition and the everyday world of the students have to be considered, and an access to remote sensing which is suitable for children has to be realised. Third, an increasing involvement of private companies would be desirable to assure the reverence to reality. Their involvement could include joint student projects or the estabishment of competence centers in remote sensing.

This study showed that the time has come for such requests and that the concept is a step in the right direction. However, the efforts are still at their beginning. Further work and engagement is needed to implement and realise these requests.

INHALTSVERZEICHNIS

Aı	BBILDUNGSYERZEICHNIS	IX
T#	ABELLENVERZEICHNIS	. XI
Vo	DRWORT UND DANK	1
1	EINLEITUNG	З
1.1	Struktur und Zielsetzungen	3
1.2	2 Abgrenzungen	4
1.3	Fernerkundung und Schule in Europa und der Welt	5
1.4	Entwicklung der Fernerkundung	7
1.5	5 Schlussfolgerungen	9
2	BEDEUTUNG DER FERNERKUNDUNG IN DER SCHULE	13
2.1	Auf der Suche nach der Fernerkundung im Geographieunterricht	13
2.2	2 Schulpolitische Grundlagen	13
	2.2.1 Die Sekundarschule in der Schweiz	13
	2.2.2 Das Gymnasium in der Schweiz	14
	2.2.3 Die Schulsituation in Deutschland	14
2.3	B Lehrerbefragung in der Schweiz	15
	2.3.1 Rahmenbedingungen	15
	2.3.2 Beschreibung des Fragebogens	16
	2.3.3 Der gegenwärtige Einsatz von Luft- und Satellitenbildern im Unterricht	16
	2.3.4 Luft- und Satellitenbilder in zukünftigen Geographieunterricht	19
	2.3.5 Interpretation der Ergebnisse	20

2.4 Lehrpläne des Geographieunterrichtes	22
2.4.1 Auswahl der Lehrpläne aus der Schweiz	22
2.4.2 Auswahl der Lehrpläne aus Deutschland	23
2.4.3 Struktur der Lehrpläne: Handlungsmöglichkeiten für die Schulpolitik	23
2.4.4 Inhalte im Fach Geographie	24
2.5 Fernerkundung in Lehrbüchern	27
2.5.1 Übersicht über die Lehrbücher	27
2.5.2 Ergebnisse aus der Lehrbuch-Recherche	28
2.5.3 Interpretation der Ergebnisse	31
2.6 Fernerkundung im Schweizer Weltatlas	33
2.6.1 Ergebnisse aus der Atlas-Recherche	34
2.6.2 Interpretation der Ergebnisse	36
2.7 Fernerkundung in geographischen Zeitschriften	37
2.7.1 Ergebnisse aus der Zeitschriften-Recherche	37
2.7.2 Interpretation der Ergebnisse	39
2.7.3 Kriterien für die qualitative Analyse und Beurteilung der Lernaufgaben	40
2.7.4 Beurteilung der fachwissenschaftlichen Beiträge	41
2.7.5 Analyse und Beurteilung der didaktischen Beiträge	41
2.8 Fernerkundung im Internet und auf Bildungsservern	43
2.8.1 Ergebnisse aus der Internet-Recherche	43
2.8.2 Interpretation der Internet-Recherche	45
2.9 Fernerkundung und Schule bei Wissenschaftlern und Instituten	45
2.10 Fernerkundung im Geographieunterricht: Beurteilung der Situation	47
3 SATELLITENBILDER IM KONTEXT DES GEOGRAPHIEUNTERRICHTES	51
3.1 Fernerkundung und die Geographie	51
3.2 Eigenschaften von Luft- und Satellitenbildern	55
3.2.1 Das Luftbild	55
3.2.2 Das Satellitenbild	56
3.2.3 Qualitäten von Satellitenbildern	57
3.2.4 Schwierigkeiten in Satellitenbildern	59
3.3 Satellitenbilder als Bestandteil eines Medienverbundes	61

3.4 DE	r Erwerb von Methodenkompetenzen im Geographie-Unterricht	61
	3.4.1 Bildungsgrundlagen	61
	3.4.2 Lernverständnis und Gesellschaftswandel	63
	3.4.3 Methodenkompetenz in Lehrplänen und der Unterrichtsrealität	64
3.5 Bil	der lesen lernen	64
	3.5.1 Bilder im Unterricht	65
	3.5.2 Lernpsychologische Grundlagen des visuellen Lernens	66
	3.5.3 Funktionen von Bildern	70
	3.5.4 Lernen und Arbeiten mit Bildern	71
	3.5.6 Das richtige Bild	73
3.6 Rä	umliches Denken und Raumorientierung	74
	3.6.1 Entwicklung des räumlichen Denkens	74
	3.6.2 Der Beitrag von Satellitenbildern zur Raumorientierung	77
3.7 Da	tenfülle, Erhältlichkeit, Bildqualität	78
3.8 Fa	zit und Schlussfolgerungen	79
4 K	ONZEPT ZUR VERSTÄRKTEN INTEGRATION VON SATELLITEN-	
	DNZEPT ZUR VERSTÄRKTEN INTEGRATION VON SATELLITEN- ILDERN IN DEN GEOGRAPHIE - UNTERRICHT	83
В		83
В	ILDERN IN DEN GEOGRAPHIE - UNTERRICHT	
В	ILDERN IN DEN GEOGRAPHIE - UNTERRICHTliegen aus Wissenschaft, Schule und Wirtschaft	83
В	liegen aus Wissenschaft, Schule und Wirtschaft 4.1.1 Wissenschaft und Wissenschaftstransfer	83 83
В	liegen aus Wissenschaft, Schule und Wirtschaft 4.1.1 Wissenschaft und Wissenschaftstransfer 4.1.2 Aufgabenvielfalt von Lehrer-/innen	83 83 85
B	liegen aus Wissenschaft, Schule und Wirtschaft 4.1.1 Wissenschaft und Wissenschaftstransfer 4.1.2 Aufgabenvielfalt von Lehrer-/innen 4.1.3 Neugier und Interesse von Schüler-/innen	83 83 85
B	liegen aus Wissenschaft, Schule und Wirtschaft 4.1.1 Wissenschaft und Wissenschaftstransfer 4.1.2 Aufgabenvielfalt von Lehrer-/innen 4.1.3 Neugier und Interesse von Schüler-/innen 4.1.4 Bedeutung der Wirtschaft	83 83 85 86
B	liegen aus Wissenschaft, Schule und Wirtschaft 4.1.1 Wissenschaft und Wissenschaftstransfer 4.1.2 Aufgabenvielfalt von Lehrer-/innen 4.1.3 Neugier und Interesse von Schüler-/innen 4.1.4 Bedeutung der Wirtschaft abettung des Konzeptes in den Unterrichtsalltag	83 83 85 86 87 88
B	liegen aus Wissenschaft, Schule und Wirtschaft 4.1.1 Wissenschaft und Wissenschaftstransfer 4.1.2 Aufgabenvielfalt von Lehrer-/innen 4.1.3 Neugier und Interesse von Schüler-/innen 4.1.4 Bedeutung der Wirtschaft abettung des Konzeptes in den Unterrichtsalltag 4.2.1 Unterrichtswerk	83 83 85 86 87 88
B 4.1 An 4.2 Eir	liegen aus Wissenschaft, Schule und Wirtschaft 4.1.1 Wissenschaft und Wissenschaftstransfer 4.1.2 Aufgabenvielfalt von Lehrer-/innen 4.1.3 Neugier und Interesse von Schüler-/innen 4.1.4 Bedeutung der Wirtschaft abettung des Konzeptes in den Unterrichtsalltag 4.2.1 Unterrichtswerk 4.2.2 Bearbeitungszeit der Aufgabenstellungen	83 83 85 86 87 88 88
4.1 An 4.2 Eir 4.3 Did	liegen aus Wissenschaft, Schule und Wirtschaft 4.1.1 Wissenschaft und Wissenschaftstransfer 4.1.2 Aufgabenvielfalt von Lehrer-/innen 4.1.3 Neugier und Interesse von Schüler-/innen 4.1.4 Bedeutung der Wirtschaft abettung des Konzeptes in den Unterrichtsalltag 4.2.1 Unterrichtswerk 4.2.2 Bearbeitungszeit der Aufgabenstellungen 4.2.3 Analoge Bildbearbeitung	83 85 86 87 88 88 89

5	DIDAKTISCHE HINWEISE	99
5.1	Allgemeine Erläuterungen	99
	5.1.1 Zugänge zu den Luft- und Satellitenbildern	99
	5.1.2 Die Gestaltung der Arbeitsaufträge	100
	5.1.3 Thematische Zugangsweise mit regionalen Bezugsräumen	102
5.2	Erläuterungen zur Unterrichtsumsetzung	103
	5.2.1 Aufbau der Lernaufgaben	103
	5.2.2 Einarbeitung in die Sachthemen	103
	5.2.3 Lösungshinweise	103
	5.2.4 Sozialform	104
	5.2.5 Kartenarbeit	104
	5.2.6 Fächerübergreifender Unterricht	104
5.3	Empfehlungen zur Bildersuche	105
6	THEMENFELDER UND REGIONALE BEZÜGE	107
6.1	Einführende Hinweise	107
6.2	Orientierung im Raum	109
6.3	Grundlagen der Erde	112
6.4	Kartographie	114
6.5	Raumplanung	116
6.6	Landnutzung, Land- und Forstwirtschaft	118
6.7	Oberflächen- und Landschaftsformen	120
6.8	Geologie	122
6.9	Wasser	124
6.1	0 Wetter und Klima	126
6.1	1 Naturkatastrophen	128
6.1	2 Bevölkerung	130
6.1	3 Stadtgeographie, Verstädterung	132
6.1	4 Verkehr und Transport, Handel	134
6.1	5 Tourismus	136
6.1	6 Umweltfragen	138
6.1	7 Grundlagen der Fernerkundung für Schüler-/innen	140

7 AUFGABENBEISPIELE MIT LUFT- UND SATELLITENBILDERN	141
7.1 Rekorde der Erde (Orientierung im Raum)	144
7.2 Europa im Satellitenbild (Orientierung im Raum)	148
7.3 Jahreszeiten verstehen lernen (Grundlagen der Erde)	151
7.4 Plattengrenzen (Grundlagen der Erde)	156
7.5 Projektionen (Kartographie)	160
7.6 Thematische Karte "Landnutzung Aden" (Kartographie)	164
7.7 Halbmarathon in München (Raumplanung)	167
7.8 Ölpipeline in Aserbaidschan (Raumplanung)	170
7.9 Landbedeckung in Amerika (Landnutzung)	173
7.10 Regenwald Brasilien (Landnutzung)	176
7.11 Vesuv (Oberflächen)	180
7.12 Saudiarabische Wüste (Oberflächen)	183
7.13 Manicouagan-Krater (Geologie)	185
7.14 Landschaftsanalyse der Schweiz (Geologie)	188
7.15 Colorado River (Wasser)	191
7.16 Nil (Wasser)	195
7.17 Klimazonen Afrika (Wetter und Klima)	199
7.18 Wettervorhersagen (Wetter und Klima)	202
7.19 Tsunami in Südostasien (Naturkatastrophen)	204
7.20 Australien (Naturkatastrophen)	208
7.21 Nachtbild USA (Bevölkerung)	212
7.22 Mexico City verändert sich (Bevölkerung)	214
7.23 Städterätsel Europa (Stadtgeographie)	218
7.24 Orientalische Stadt (Stadtgeographie)	224
7.25 Hafen Hamburg (Verkehr und Transport)	226
7.26 Kondensstreifen über Europa (Verkehr und Transport)	229
7.27 Sehenswürdigkeiten (Tourismus)	232
7.28 Pyramiden von Gizeh (Tourismus)	238
7.29 Shrimpfarm Honduras (Umweltfragen)	242
7.30 Aralsee (Umweltfragen)	246

8 0	GRUNDLAGEN DER FERNERKUNDUNG	257
8.1 \	Was ist Fernerkundung?	257
8.2 I	Die Entstehung von Luft- und Satellitenbildern	258
	8.2.1 Die elektromagnetische Strahlung	259
	8.2.2 Objekteigenschaften	259
	8.2.3 Subtraktive und additive Farbmischung	261
	8.2.4 Verarbeitung zu Bilddaten	263
8.3	Satelliten in der Fernerkundung	263
	8.3.1 Umlaufbahnen	263
	8.3.2 Auflösungen	265
	8.3.3 Übersicht über gegenwärtige Satelliten und Satellitensysteme	266
9 F	PRAXISERPROBUNG	267
9.1 I	Rahmenbedingungen	267
	9.1.1 Lehrpersonen	267
	9.1.2 Schüler-/innen	268
	9.1.3 Lernaufgabenerprobung	268
	9.1.4 Satellitenbild-Projekt	279
	9.1.5 Rahmenbedingungen in den Klassen	270
9.2 I	Ergebnisse aus der Lernaufgaben-Erprobung	270
	9.2.1 Zeitbedarf für die Bearbeitung der Lernaufgaben	270
	9.2.2 Vorbereitungszeit für die Lehrpersonen	271
	9.2.3 Motivation der Schüler-/innen	272
	9.2.4 Erfolge und Misserfolge bei der Erprobung	273
	9.2.5 Beurteilung der Satellitenbildaufgaben durch die Lehrpersonen	274
	9.2.6 Verbesserungsmöglichkeiten bei der Formulierung der Aufgabenstellungen	275
9.3 I	Ergebnisse aus der Projekt-Erprobung	277
	9.3.1 Rahmenbedingungen	277
	9.3.2 Evaluation des Projektes durch die Schüler-/innen	278
	9.3.3 Evaluation des Projektes durch die Geographielehrerin	280
9.5 I	Beurteilung der Praxiserprobung	281

10	FAZIT UND AUSBLICK	283
11	LITERATURYERZEICHNIS	287
AN	HANG	
1:	Fragebogen für die Lehrerbefragung an Gymnasien	296
2:	Lehrplan-Analyse	298
3:	Qualitative Analyse publizierter Fernerkundungsartikel von 1995 bis 2005	300
4:	Übersicht über die Internetrecherche	305
5:	Übersicht über Bilddatenbanken auf dem Internet	306
6:	Lehrer-Fragebogen für die Lernaufgaben-Evaluation	311
7:	Schüler-Fragebogen des Satellitenbild-Projektes	312
8:	Lehrer-Fragebogen des Satellitenbild-Projektes	313

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1:	Themen, in welchen Luft- und Satellitenbilder verwendet werden	17
Abb. 2:	Vorteile des Einsatzes von Luft- und Satellitenbildern	18
Abb. 3:	Nachteile des Einsatzes von Luft- und Satellitenbildern	18
Abb. 4:	Gewichtung der einzelnen Themenbereiche im Unterricht	19
Abb. 5:	Luft- und Satellitenbilder in der Zukunft	20
Abb. 6:	Ergebnisse der Internetrecherche	44
Abb. 7:	Schrägluftbild, Wien-Südbahnhof	55
Abb. 8:	Senkrechtluftbild, Heidelberg	56
Abb. 9:	Stufen der räumlichen Entwicklung nach F. Stückrath	75
Abb. 10:	Grafische Übersicht über das Konzept zur Integration der Fernerkundung in den Geographieunterricht	88
Abb. 11:	Aktivitäten von Schüler-/innen und Lehrer-/innen im Unterricht	91
Abb. 12:	Themenfeld Raumorientierung	110
Abb. 13:	Themenfeld Grundlagen der Erde	112
Abb. 14:	Themenfeld Kartographie	115
Abb. 15:	Themenfeld Raumplanung	116
Abb. 16:	Themenfeld Landnutzung / Land- und Forstwirtschaft	118
Abb. 17:	Themenfeld Oberflächen- und Landschaftsformen	120
Abb. 18:	Themenfeld Geologie	122
Abb. 19:	Themenfeld Wasser	124
Δhh 20·	Themenfeld Wetter und Klima	126

Abbildungsverzeichnis

Abb. 21:	Themenfeld Naturkatastrophen	128
Abb. 22:	Themenfeld Bevölkerung	130
Abb. 23:	Themenfeld Stadtgeographie / Verstädterung	132
Abb. 24:	Themenfeld Verkehr und Transport / Handel	134
Abb. 25:	Themenfeld Tourismus	136
Abb. 26:	Themenfeld Umweltbeobachtung, Umweltfragen	138
Abb. 27:	Das elektromagnetische Spektrum und die Bereiche verschiedener Sensoren	259
Abb. 28:	Elektromagnetisches Spektrum mit Anwendungsgebieten	260
Abb. 29:	Landsat-5-TM, St. Galler Rheintal / Schweiz	261
Abb. 30:	Subtraktive Farbmischung	262
Abb. 31:	Additive Farbmischung	262
Abb. 32:	Umlaufbahnen von Satelliten	264
Abb. 33:	Satellitenbild-Quiz	277
Abb. 34:	Schüler recherchieren am Computer	277
Abb. 35:	Gründe für die Motivation der Projektarbeit	278
Abb. 36:	Schüler-/innen bei der Projektarbeit	280

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1:	Übersicht über Schrägluft- und Satellitenbilder in Lehrbüchern	28
Tab. 2:	Entwicklung der Satellitenbilder in Lehrbüchern von 1995 bis 2004	32
Tab. 3:	Übersicht über Luft- und Satellitenbilder in verschiedenen Ausgaben des Schweizer Weltatlas	34
Tab. 4:	Hinweise zu Luft- und Satellitenbildern in den Hinweisen für Lehrer-/innen	35
Tab. 5:	Übersicht über Fernerkundungsthemen in geographischen Schulzeitschriften	37
Tab. 6:	Zusammenfassung der Ergebnisse aus der Zeitschriften-Analyse	39
Tab. 7:	Regionale Bezüge im Themenfeld "Orientierung im Raum"	111
Tab. 8:	Regionale Bezüge im Themenfeld "Grundlagen der Erde"	113
Tab. 9:	Regionale Bezüge im Themenfeld "Raumplanung"	117
Tab. 10:	Regionale Bezüge zum Themenfeld "Landnutzung, Land- und Forstwirtschaft"	119
Tab. 11:	Regionale Bezüge zum Themenfeld "Oberflächen- und Landschaftsformen"	121
Tab. 12:	Regionale Bezüge zum Themenfeld "Geologie"	123
Tab. 13:	Regionale Bezüge zum Themenfeld "Wasser"	125
Tab. 14:	Regionale Bezüge zum Themenfeld "Wetter und Klima"	127
Tab. 15:	Regionale Bezüge zum Themenfeld "Naturkatastrophen"	129
Tab. 16:	Regionale Bezüge zum Themenfeld "Bevölkerung"	131
Tab. 17:	Regionale Bezüge zum Themenfeld "Stadtgeographie / Verstädterung"	133
Tab. 18:	Regionale Bezüge zum Themenfeld "Verkehr und Handel / Transport	135
Tab. 19:	Regionale Bezüge zum Themenfeld "Tourismus"	137
Tab. 20:	Regionale Bezüge zum Themenfeld "Umweltbeobachtung, Umweltfragen"	139
Tab. 21:	Kompetenzbereiche für die Lernaufgaben mit Satellitenbildern	142

Tabellenverzeichnis

Tab. 22	Überblick über Satelliten und Satellitensysteme	266
Tab. 23:	Übersicht über die Erprobungsklassen	268
Tab. 24:	Vorbereitungszeit der Lehrpersonen	271
Tab. 25:	Motivation der Schüler-/innen	272
Tab. 26:	Positive Schülerrückmeldungen	273
Tab. 27:	Beurteilung der Satellitenbild-Arbeit	279

Vorwort und Dank

Die geographie-didaktische Forschung ist in der Schweiz eher unter dem Aspekt "Neuheit" einzuordnen. Nach dem gegenwärtigen Wissensstand ist die vorliegende Arbeit erst die dritte schweizerische Dissertation, die sich mit dem Geographieunterricht beschäftigt und dazu beiträgt, dass
aktuelle schulische Fragestellungen diskutiert werden und damit eine Weiterentwicklung des Unterrichts ermöglicht wird. Es hat mich deshalb besonders gefreut, dass es an der Mathematischnaturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich möglich war, die Grenzen der Fachwissenschaft auszudehnen und die Fachdidaktik der Geographie einzubeziehen; nur deshalb konnte
diese Arbeit realisiert werden.

Dass meine Ideen und Absichten verwirklicht wurden und diese Arbeit nun fertig vorliegt, verdanke ich vielen Personen:

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Klaus Itten und Dr. Tobias Kellenberger, die die Arbeit am Geographischen Institut der Universität Zürich betreuten. Sie beteiligten sich mit Neugier und Interesse am Transfer von der Fachwissenschaft zur Fachdidaktik, griffen die Idee für diese Arbeit begeistert auf und standen mir engagiert und kompetent bei allen Fragen zur Seite. Es ist mir ein besonderes Anliegen, ihnen beiden für die stets wohlwollende und motivierende Unterstützung dieser Dissertation zu danken.

In der Abteilung Fernerkundung am Geographischen Institut der Universität Zürich (RSL, Remote Sensing Laboratories) fühlte ich mich auch ohne eigenes Büro wohl und willkommen. Dies habe ich Prof. Dr. Daniel Nüesch, Dr. Erich Meier, Dr. Oliver Stebler, Dr. Mathias Kneubühler, Yves Bühler, Silvia Huber und weiteren Mitstreitern zu verdanken, die mich mit guten Ratschlägen, kritischen Fragen, Bildmaterialien, Ideen oder weiterführenden Anregungen und ihrer ermutigenden, fröhlichen Grundhaltung unterstützten.

Ohne eine flexible Arbeitszeitregelung meines Arbeitgebers, der Pädagogischen Hochschule Zürich und die Freistellung während der Schlussphase der Arbeit, wäre diese nicht in nützlicher Frist fertig geworden. Die Unterstützung und stetige Ermutigung habe ich Pit Wiher zu verdanken, aber auch Stefan Baumann und David Golay, die viele meiner Aufgaben in der Zeit der Fertigstellung zusätzlich zu ihren eigenen Pflichten übernommen haben. Urs Bräm danke ich für seine verständnisvolle Haltung, die mir ermöglichte, andere Aufgaben auf später zu verschieben.

Für die Praxiserprobung waren viele Lehrpersonen, bzw. ihre Klassen nötig. Ich möchte mich deshalb bei allen Schüler-/innen, vor allem aber den Lehrerinnen und Lehrern herzlich bedanken, die dazu beigetragen haben, das vorgestellte Konzept und die Lernaufgaben ausprobieren zu können. Mit ihren Rückmeldungen haben sie wesentlich zur Verbesserung und Praxistauglichkeit der Satellitenbildaufgaben beigetragen. Namentlich haben sich folgende Lehrkräfte an den empirischen Untersuchungen beteiligt: Pascal Beer (Zürich, CH), Ursula Bierfert (Stolberg, D), Dr. David Golay (Gelterkinden, CH), Ute Irmscher (Leipzig, D), Michael Hürlimann (Zürich, CH), Jochen Laske (Nürnberg, D), Monika Metz (Berlin, D), Simone Reutemann (Leipzig, D), Prof. Dr. Yvonne Schleicher (Weingarten, D), Karlheinz Schnitzer (Reutlingen, D), Michael Studer (Pfäffikon, CH), Danièle Schulthess (Kloten, CH), Carl Thöny (Zürich, CH), Barbara Trüb (Kloten, CH) und Viktoria Ziegler (Freising, D).

Rückmeldungen auf einen ersten Entwurf erhielt ich von Dr. Wolfgang Gerber, Stephan Hediger und Josiane Tardent. Die immense Arbeit des Korrekturlesens haben Simone Reutemann und Hans-Peter Wyssen übernommen. Euch gebührt ein ganz grosses Dankeschön für die viele Arbeit, die kritischen Rückmeldungen, hilfreichen Anmerkungen und die informativen Gespräche.

Zu Dank verpflichtet bin ich auch PD Dr. Michael Baumgartner der Firma MFB-GeoConsulting und Dr. Oliver Stebler als Vertreter von Ernst Basler & Partner. Beide Unternehmen haben mich für die Publikation des Lehrwerkes finanziell und mit Satellitenbildrechten unterstützt. Die bereichernden Gespräche zur möglichen Fortführung dieses Projektes haben mich in meinem Ansinnen bestärkt. Auch der Austausch mit Alexandra Wolf, Kurt Baldenhofer und Robert Roseeu hat zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Besondere Freude erfuhr ich bei der Zusage des Friedrich-Verlags aus Hannover, das geplante Lehrwerk mit Satellitenaufgaben zu publizieren. Frau Anne Meyhöfer und Frau Margret Liefner-Thiem danke ich herzlich für ihr Interesse und ihr Engagement.

Meine Familie begleitete und unterstützte mich während der ganzen Arbeit. Mit inhaltlichen Querverweisen zur Kunst und Gestaltung, Architektur, Ökologie oder Lernpsychologie, kritischen Auseinandersetzungen und wohlwollender Ermutigung bereicherten sie meine Gedanken immer wieder neu. Ihnen gebührt ein grosses Dankeschön.

Und dann sind da noch Oli, Joanna, Urs, Petra, Kusi, Martin, Sibylle, Stephan, Michi, Armin, Therese, Paula, Béatrice, Luigi, Susanne, Peter, Hans-Ruedi, Marco, Heini, viele ,Waldbreitbacher' und ,Leipziger', die mir mit Ratschlägen, Gesprächen, Verständnis, Interesse, Aufmunterung, Unterstützung, Ideen, Feingefühl, Alternativprogrammen, Ermutigung, Sprachkenntnissen, grafischen Gestaltungsideen oder feinen Abendessen immer zur Seite standen und gewährleisteten, dass ich nicht aufgegeben habe – danke für alles.

1. Einleitung

1.1. Struktur und Zielsetzungen

Bis heute beschränkt sich die Vermittlung von Inhalten und Zielen der Fernerkundung weit gehend auf Universitäten. Ausserhalb davon sind ihre Grundlagen, Methoden und Anwendungsgebiete eher unbekannt. Schon der Begriff "Fernerkundung" kann von Personen, die mit geographischen Methoden wenig zu tun haben, kaum erklärt werden. Wer sich im Schulunterricht mit den Aufgabenbereichen der Fernerkundung befassen, entsprechende Arbeitsweisen im Unterricht einsetzen, sowie deren Erkenntnisse mit geographischen Themen verbinden möchte, sieht sich mit einigen Schwierigkeiten konfrontiert. Die Suche nach Materialien und Möglichkeiten gestaltet sich sehr aufwändig, weil wenige strukturierte, für Schüler-/innen geeignete Unterrichtsvorschläge vorliegen, die mit geringer Einarbeitungszeit in den Geographieunterricht integriert werden können.

Als methodische Disziplin mit oft typisch geographischen Inhalten kann die Fernerkundung einen wichtigen Beitrag zum Geographieunterricht leisten. Insbesondere durch die analoge und digitale Bearbeitung von Luft- und Satellitenbildern werden bei Schüler-/innen – neben geographischen Erkenntnissen – vielfältige methodische Kompetenzen gefördert, die über die Schule hinaus reichen und dazu beitragen, dass sich Jugendliche in der Welt orientieren und zurecht finden können. Die *Internationale Charta der Geographischen Erziehung (1992:7)* formuliert explizit, dass im ganzheitlichen Bildungsprozess Kenntnisse, Fähigkeiten und Einstellungen zusammen gehören und Schüler-/innen in allen drei Bereichen gleichermassen gefördert werden sollen. Bildungsdirektionen tragen diesem Anliegen Rechnung, in dem sie die Dreiteilung von Zielen in die Lehrpläne aufnehmen und für verbindlich erklären. Die Fernerkundung trägt mit vielfältigen Arbeitsweisen anhand typisch geographischer Themen zur Förderung der geographischen Methodenkompetenz bei.

Die vorliegende Arbeit möchte dazu beitragen, dass die Fernerkundung stärker in den Geographieunterricht eingebettet wird, um damit die schulische Bildung weiter zu bringen und zu bereichern. Sie geht deshalb folgenden drei Fragestellungen nach:

- Warum sollen Luft- und Satellitenbilder verstärkt im Geographieunterricht eingesetzt werden?
- Welche Beiträge können sie in der geographischen Bildung leisten?
- Wie muss ein Konzept heute aussehen, das eine verstärkte Integration von Luft- und Satellitenbilder im Geographieunterricht ermöglicht und gewährleistet?

Die Fragestellungen werden in den ersten drei theoretischen Kapiteln beantwortet. Zu Beginn wird die Bedeutung der Fernerkundung in Schulen Deutschlands und der Schweiz gründlich analysiert. Hierzu wurden Lehrer-/innen und Fachpersonen befragt, Lehrbücher und Unterrichtshilfen für den Unterricht

und Lehrpläne untersucht. Die gewonnenen Erkenntnisse ergeben ein aufschlussreiches Bild darüber, welchen Stellenwert die Fernerkundung im gegenwärtigen Geographieunterricht hat.

In einem zweiten Schritt wird das Potenzial von Luft- und Satellitenbildern aus verschiedenen Blickwinkeln diskutiert. Im Vordergrund steht dabei die Bedeutung von Bildern im Wissenserwerb, zum Beispiel zur Gewinnung geographischer Sachkenntnisse oder für den Aufbau des räumlichen Vorstellungsvermögens – Aspekte, die nach wie vor im Unterricht eine untergeordnete Bedeutung aufweisen. Wichtig ist, Luft- und Satellitenbilder nicht gegen andere Medien wie Karten, Photos oder Modelle auszuspielen, sondern ihr bisher weitgehend ungenutztes Potenzial in einem Verbund mit weiteren Medien aufzuzeigen und vermehrt auszunützen.

Aus diesen Schlussfolgerungen resultiert ein Konzept, das eine verstärkte Arbeit mit Luft- und Satellitenbildern im Unterricht vorschlägt. Es zeigt auf, wie Luft- und Satellitenbilder zusammen mit anderen Medien zu einem aktiven, methodenreichen und inhaltlich vielseitigen Geographieunterricht beitragen können und die Vorbereitung für Lehrpersonen immer noch leistbar ist. Zum vertieften Verständnis des Konzeptes werden auch einige didaktische Grundhaltungen formuliert, die für die vorgestellten Unterrichtsformen bedeutsam sind.

An diese einleitenden Kapitel schliesst ein Praxisteil an. Die konkrete Umsetzung des Konzeptes wird exemplarisch an mehreren Themenfeldern vorgestellt und konkretisiert. Beispielhaft zeigen Aufgaben mit einzelnen Luft- und Satellitenbildern auf, wie das Konzept praktisch angewendet werden kann. Die Aufgabenbeispiele verdeutlichen, wie Lehrpersonen sich auch eigenständig Zugänge zur Fernerkundung verschaffen können. Hinweise dazu werden ebenfalls vorgestellt.

Einige Bausteine des Konzeptes wurden in Unterrichtsklassen getestet, zudem fand – ebenfalls als Praxiserprobung – mit verschiedenen Klassen ein Projekt zum vorgestellten Konzept statt. Abschluss der Arbeit bilden deshalb Erkenntnisse aus den praktischen Untersuchungen. Beschrieben werden die Rahmenbedingungen der Testphasen und die daraus resultierenden Ergebnisse. Diese ermöglichen eine abschliessende kritische Beurteilung des Konzeptes. Zudem zeigt die Untersuchung auf, wo weitere Forschungsfelder liegen und wie die Integration der Fernerkundung in den Geographieunterricht fortgeführt werden kann.

1.2. Abgrenzungen

Die für diese Arbeit nötigen Daten und Untersuchungen wurden in Deutschland und der deutschsprachigen Schweiz erhoben, andere europäische oder aussereuropäische Länder wurden nicht berücksichtigt. Aufgrund dessen bezieht sich auch das formulierte Konzept auf die beiden untersuchten Länder. Auch wenn eine beträchtliche Heterogenität zwischen den einzelnen Kantonen der Schweiz bzw. Bundesländern in Deutschland punkto Lehrplangestaltung, Lehrbuchpflicht oder die Zuweisung von Themen zu Klassenstufen herrscht, sind die geographischen Inhalte vergleichbar. Bedingt durch die lange Tradition in der universitären Lehrer-/innenbildung und der damit verbundenen didaktischen Forschung Deutschlands kann dem Land eine Vorreiterrolle im deutschsprachigen Raum zugesprochen werden. Es macht für eine Arbeit mit geographie-didaktischen Anteilen deshalb Sinn, die Grenzen der Schweiz zu überschreiten und Forschungsgrundlagen und Erkenntnisse aus Deutschland einzubeziehen. Dies unter anderem auch deshalb, weil viele zusätzliche Lehrwerke, die in der Schweiz verwendet werden, in Deutschland geschrieben und verlegt werden.

Dies war auch ein Grund, warum auf den expliziten Einbezug von Oesterreich verzichtet wurde. Die Lehrwerke-Situation präsentiert sich ähnlich wie in der Schweiz: viele Unterrichtshilfen werden von und mit deutschen Fachkräften verfasst. Hauptsächlich wurde die Untersuchung aber auch deshalb nicht auf Oesterreich ausgedehnt, weil das Fach Geographie nur in Kombination mit Wirtschaftskunde existiert und dieser Fächerverbund zum Teil ganz andere Schwerpunkte für die Geographie setzt, als dies die deutschen und schweizerischen Lehrpläne tun.

Die Arbeit fokussiert sowohl im Bezug auf die Untersuchungen wie auch bei der Formulierung des Konzeptes die Klassenstufen 7 – 12, also die Sekundarstufen I und II. Durch diese Wahl werden die Schüler-/innen sowohl des Gymnasiums als auch der Sekundarschulen bzw. Real- und Hauptschulen angesprochen. Für die Arbeit mit jüngeren Schüler-/innen sei auf die Dissertation von *Ulrike-Petra Neumann-Mayer, Kiel (2005)* verwiesen. Sie beschäftigt sich mit dem Zugang zu Satellitenbildern in der Orientierungsstufe (5./6. Klasse). Die Untersuchungen der Autorin bestätigen, dass Schüler-/innen dieses Alters einen Zugang zu Satellitenbildern finden, insbesondere wenn sie im Bezug auf das Vorwissen der Schüler-/innen und die Farbgebung des Bildes sinnvoll ausgewählt und in einen unterrichtlichen Kontext eingebunden werden (*Neumann-Mayer, 2005:169*). Die vorliegende Arbeit grenzt sich diesbezüglich von dieser Stufe ab, bezieht die darin gefundenen Erkenntnisse aber in die Konzeptgestaltung und deren Umsetzung mit ein.

Das Schwergewicht dieser Arbeit liegt bei einer analogen Arbeit mit Bildern. Einerseits konnte aus zahlreichen Untersuchungsergebnissen der Schluss gezogen werden, dass die digitale Bildarbeit vor allem aufgrund des immer noch beträchtlichen organisatorischen Aufwandes (noch) nicht in den Geographieunterricht gehört oder sich sogar kontraproduktiv auf eine verstärkte Integration von Luft- und Satellitenbildern in den Unterricht auswirken könnte. Andererseits beschäftigt sich die Dissertation von Alexandra Wolf, Heidelberg (Leitung Prof. Dr. A. Siegmund) mit der Entwicklung einer interaktiven, multicodalen, multilinearen und multimedialen Lernumgebung als Kern eines fernerkundungsdidaktischen Gesamtkonzeptes (Wolf, 2006:2), so dass der Aspekt der digitalen Bildarbeit an anderer Stelle umfangreich untersucht und vorgestellt wird.

1.3. Fernerkundung und Schule in Europa und der Welt

Anlässlich eines Projektes, das 1995 mit Schüler-/innen zum Thema Fernerkundung im Unterricht in deutschen Schulen durchgeführt wurde, hielten die Autoren fest, dass "Deutschland auf dem Gebiet der Fernerkundung in Erziehung und Unterricht im internationalen Vergleich zurückliegt" (*Bludau-Hary, et al.: 1995:14*). Es steht ausser Zweifel, dass auch die Schweiz keine Vorreiterrolle darin einnimmt. Andere Länder, allen voran US-Amerika und Kanada beschäftigen sich bereits länger mit dem Thema, dort wurde offensichtlich erkannt, dass auch jüngere Lerner-/innen sachte in wissenschaftliche Fragestellungen einbezogen und sie mit entsprechenden Aufgabenstellungen vertraut gemacht werden können. Im Folgenden werden im Sinne eines kurzen informativen Überblicks verschiedene Projekte aus dem Ausland vorgestellt.

Das NASA Goddard Space Flight Center (National Aeronautics and Space Administration, USA) bietet verschiedene Internetkurse für Kinder an, bei welchen diese behutsam anhand von Geschichten und Figuren (beispielsweise Taube oder Fledermaus) in die Grundlagen der Fernerkundung eingeführt werden. Auf der interaktiven Reise mit den Tieren werden verschiedene Satellitenbilder erklärt, die Kinder bearbeiten dazu variantenreiche Aufgabenstellungen. Zudem wird im Rahmen des Educational Service seit 2002 regelmässig ein Katalog mit Projekten und Kursen für (angehende) Lehrer-

/innen und Schüler-/innen ab 8 Jahren veröffentlicht. Darin finden Interessierte eine kurze Beschreibung der Projekte und Kontaktpersonen, an die sie sich wenden können. Die NASA nimmt in Bezug auf die schulische Erziehung im Bereich der Fernerkundung sicher eine Vorreiterrolle ein.

Auch die **ESA** (European Space Agency) bietet eine Seite für Kinder an (ESA Kids). Einige Informationen vor allem über die Raumfahrt werden kindgerecht aufbereitet und dargestellt. Bis auf wenige Rätsel erfolgt der Zugang zu den Inhalten aber über Texte, zu Luft- und Satellitenbildern sind Informationen eher spärlich erhältlich. Besonders erwähnenswert ist die Webseite EDUSPACE für Mittelschulen in Europa. Die Webseite will ein Portal für die Erdbeobachtung zur Verfügung stellen, sie wird von der ESA und ihren europäischen und nationalen Partnern koordiniert. Die Unterlagen der Webseite bieten Lehrer-/innen und Schüler-/innen die Möglichkeit, mit Satellitendaten im Klassenzimmer zu arbeiten. Es stehen Einführungskurse in die Fernerkundung, Satellitenbilder mit entsprechenden Fallstudien, kurze Filmsequenzen für schwierige Sachverhalte, Software zur Bildbearbeitung und ein Austauschforum zur Verfügung. Die Webseite wird in 6 Sprachen angeboten (dänisch, deutsch, englisch, spanisch, französisch und italienisch). Sowohl die Schüleraufgaben als auch die Lehrerunterlagen sind anspruchsvoll und schwierig zu verstehen. Dass die reichhaltigen Informationen verstanden werden können, erfordert viel gefestigtes Vorwissen von den Schüler-/innen. Die Themenwahl wirkt etwas zufällig und Bezüge zu Aktualitäten (z.B. Hochwasser) fehlen. Zudem ist der Aufwand zur Bearbeitung der Aufgaben relativ hoch.

Besonders **Kanada** fällt bei der Recherche nach der Fernerkundung in Schulen auf. Zahlreiche Projekte in englischer und französischer Sprache werden für unterschiedliche Schulniveaus angeboten. Zudem richten sich verschiedene Programme an Kinder ab 8 Jahren. Es kann aufgrund der Projektfülle angenommen werden, dass sowohl in Kanada als auch in den USA flächendeckende Schulprogramme zur Integration der Fernerkundung in den Unterricht existieren.

In **Frankreich** ist eine Einbindung der Fernerkundung im Unterricht erfolgreich gelungen (*Bludau-Hary, et al.: 1995:14*). Es existieren eine Reihe von Unterrichtsmaterialien und ausgearbeitete Curricula zur Einbindung in die Lehrpläne. Aus den 80er Jahren sind Projekte bekannt, die vom Bildungsministerium und der nationalen Raumfahrtagentur (CNES, Centre National d'Etudes spatiales) gemeinsam lanciert wurden. Wie weit diese Projekte gediehen sind und ob sie bis heute fortgeführt wurden, konnte nicht ermittelt werden. Die mangelnde Auffindbarkeit von Informationen lässt allerdings eher den Schluss zu, dass die Fernerkundung etwa in ähnlichem Rahmen in den regulären Geographieunterricht eingebettet ist, wie dies in Deutschland oder der Schweiz heute der Fall ist.

Die **UNESCO** hat ein Projekt lanciert, das Schüler-/innen für die Fernerkundung sensibilisieren möchte. Das Projekt richtet sich an Lehrer-/innen und Student-/innen, die die Schüler-/innen über Wettbewerbe, Zeichnungen und sehr einfache Satellitenbildinterpretationen mit der Fernerkundung in Berührung bringen sollen. Dabei werden zum Beispiel Satellitenbilder betrachtet oder veränderte Pespektiven aus dem Weltall besprochen. Die Lernenden sollen dabei Kenntnisse des Heimatraums erlangen und ein bewusstes Verhalten daraus ableiten.

In **England** wurden Anfang der 90er Jahre Gymnasien mit Wettersatellitenstationen ausgerüstet, damit die Schüler-/innen und Lehrer-/innen den Zugang zu Satellitenbildern über die Wetterdaten erlangen. Auch hier lässt sich nicht ermitteln, wie sich diese Projekte weiter entwickelt haben und ob sich die Fernerkundung in Schulen dadurch etablieren konnte. Die Recherchen zeigen, dass ein Hauptgewicht auf den Grundlagen der Informatik liegt, die Fernerkundung dient eher als Datenlieferant. Dennoch publizieren englische Universitäten reichlich Projekte oder Tutorials, in der Regel richten sie sich aber an Studierende oder interessierte Erwachsene.

Weitere europäische Länder wie **Norwegen, Finnland, Schweden, Dänemark, Belgien und die Niederlande** sind ebenfalls im Bereich der Fernerkundung im Unterricht tätig, die verfügbaren Projekte richten sich aber wiederum in der Regel an Schüler-/innen höherer Klassenstufen, Student-/innen oder Lehrpersonen.

Aus **Singapur** ist von 2001 eine Studie bekannt, die die Einbindung der Fernerkundung in Sekundarschulen untersucht. Die Schüler-/innen beschäftigen sich mit Satellitenbildern und GIS zum Thema Landdegradation in Südostasien. Leider konnte nicht ermittelt werden, welche Ergebnisse die Untersuchung hervor brachte.

Die dargelegten Informationen über den Stand verschiedener Länder im Bereich der Fernerkundung im Unterricht kann keinesfalls abschliessend betrachtet werden. Es würde aber den Rahmen dieser Arbeit sprengen, diese Recherche auszudehnen und die Situationen umfassender zu präsentieren. Für weitere Informationen sei deshalb auf die bereits erwähnte Dissertation von Alexandra Wolf verwiesen, die eine internationale Bestandesaufnahme zu Umfang und Art des Einsatzes von Satellitenund Luftbildern im (Geographie-)unterricht beinhaltet (Wolf, 2005:2).

1.4. Entwicklung der Fernerkundung

Wo nichts anderes vermerkt ist, stammen die Ausführungen aus einem Online-Tutorial der Technischen Universität Dresden (http://www.tu-dresden.de/fghgipf/lehre/vorlmat/tutorial/Module/Modul_1/03.htm, 2.6.06)

Bereits früh wurde mit Hilfe freistehender Bäume eine Art Fernerkundung betrieben, um aus der Höhe in die Ferne blicken zu können und Gefahren oder Beutetiere zu erkennen. Dieses Grundprinzip blieb bis heute in Form von Wacht- und Aussichtstürmen, Ferngläsern, Teleskopen und Erdbeobachtungs- und Spionagesatelliten erhalten.

Die flugzeuggestützte Fernerkundung

Mit der Entwicklung der Luftfahrt im 19. Jahrhundert waren es zunächst Ballonfahrer, die erste Luftbildaufnahmen herstellten. Auch in dieser Zeit wurde das Prinzip der Stereoskopie entdeckt, weshalb es möglich wurde, durch Bildpaare die Erdoberfläche räumlich zu betrachten und später photogrammetrisch auszuwerten. Der motorisierten Luftfahrt Anfang des 20. Jahrhunderts ist es zu verdanken, dass die Erdoberfläche regelmässig überflogen und dabei photographiert wurde. Die Erfassung, Interpretation und photogrammetrische Auswertung der Bilder der Erdoberfläche konnte nun systematisch vorangetrieben werden.

Bedeutsam für die Entwicklung der Fernerkundung waren aber nicht zivile, sondern militärische Anwendungen. Während des Ersten Weltkrieges wurden Flug- und Aufnahmetechniken entscheidend verbessert, automatische Kameras kamen zum Einsatz und kontinuierlich wurden wichtige Geländeabschnitte aufgenommen (Reihenaufnahmen). Nach dem Weltkrieg wurden die gewonnenen Erkenntnisse auch für allgemeine geographische Zwecke genutzt, wie zum Beispiel für Landesaufnahmen, Expeditionen oder die Kartographie. Das Interesse an der Fernerkundung wuchs in dieser Zeit auch bei Wissenschaftlern.

Während des Zweiten Weltkriegs dominierte wiederum die militärische Anwendung. In dieser Zeit wurden Luftbildplanwerke entwickelt, welche die systematische Fernerkundung vorantrieben. Gleich-

zeitig wurden häufiger auch Farbfilme für die Aufnahmen eingesetzt und die Erprobung von Infrarot-Aufnahmen begann.

Nach dem Ende des Weltkrieges forschten sowohl sowjetische als auch amerikanische Institutionen engagiert und trieben sich bei der Erforschung des Weltraumes gegenseitig an. Farbinfrarotfilme wurden vermehrt vor allem für die vegetationskundliche Forschung verwendet. Die Entwicklung neuer Techniken brachte zudem auf Flugzeugen montierte Abtast-Systeme (Scanner) oder Radar-Systeme (z.B. SAR – Synthetic Aperture Radar) hervor. Mitte der 1950er Jahre kamen erstmals Computer für die einfache Bildanalyse zum Einsatz und lösten mit der Verbesserung der Computerleistungen die analoge Bildinterpretation weitgehend, aber nicht vollständig ab.

Die satellitengestützte Fernerkundung

Eine revolutionäre Entwicklung brachten die ersten Weltraumflüge mit sich, die ab 1965 stattfanden (Gemini- / Apollo-Flüge). Heute wird oft gesagt, dass ein umfassendes Verständnis für die Erde erst mit der Satelliten-Fernerkundung möglich wurde. Auf alle Fälle konnten die gewonnenen Aufnahmen besser genutzt werden als erwartet, wie z.B. die Satellitenbilder der amerikanischen Wettersatelliten. Für die Nicht-Meteorologen unter den Geograph-/innen begann die Ära der satellitenbildgestützten Fernerkundung 1972 mit dem ersten für zivile Zwecke gestarteten Satelliten ERTS-1 (Earth Ressources Technology Satellite, später umbenannt zu LANDSAT) zur Erfassung von Landoberflächen (*Busche & Dech, 2000:1*). Nun waren systematisch gewonnene digitale multispektrale Aufnahmen der Erdoberfläche verfügbar. Eine Unmenge Spezialsatelliten folgte: LANDSAT 1-7, ERS 1-2, SPOT 1-5. Einer Phase euphorischer Überschätzung der Möglichkeiten folgte eine gewisse Ernüchterung angesichts existierender Nutzungsprobleme. Sie wurde durch eine sich ständig beschleunigende Weiterentwicklung von Auswertungstechniken, sowie der Vielzahl und Verbesserung von Sensoren überwunden. Diese Entwicklung dauert bis heute an. Mit dem Einsatz der Satelliten wurde auch die Kommunikationstechnik revolutioniert, die es ermöglichte, die von den Erderkundungssatelliten gewonnenen grossen Datenmengen kostengünstig, schnell und überall auszuwerten.

Auch die flugzeuggestützte Fernerkundung wurde durch die Entwicklung der Satelliten bereichert. Digitale Aufnahmen hielten Einzug und aufgrund variabler Flughöhen konnten auch hier unterschiedliche geometrische Auflösungen erreicht werden. Dabei sind Aufnahmen vom sichtbaren Spektrum (VIS) über das Nahinfrarot (IR), die Thermalstrahlung (TIR) bis in den Mikrowellenbereich mit einer räumlichen Auflösung von wenigen Zentimetern bis Metern möglich.

Heutige Situation und zukünftige Entwicklungen

Heute werden ständig neue Satelliten in ihre Umlaufbahnen gebracht. Ein Beispiel unter vielen ist ENVISAT, ein europäischer Umweltsatellit, der seit 2002 in einer Höhe von 800 km um die Erde kreist und das Klima, Ozeane, Landflächen bzw. allgemein das Ökosystem der Erde überwacht. Seit wenigen Jahren sind kommerzielle Erdbeobachtungssatelliten mit hoher räumlicher Auflösung im Umlauf, wie zum Beispiel IKONOS (USA, Firma GeoEye, seit 1999 im All) oder QUICKBIRD (USA, Firma Digital Globe, seit 2001 im All). Sie alle geben Aufschlüsse über komplexe Umweltprobleme - in einer Zeit der zunehmenden Globalisierung und der damit verbundenen Schwierigkeiten wird dieser Aspekt immer wichtiger. Dazu sind heute die Möglichkeiten der Verknüpfung verschiedener Fernerkundungsdaten untereinander und mit anderen Daten in geographischen Informationssystemen von Bedeutung, sowie die Schaffung abgeleiteter Produkte (Busche & Dech, 2000:1).

Die Entwicklung gegenwärtiger und zukünftiger Projekte verläuft ausserordentlich schnell, verschiedene Länder, Satellitenbetreiber oder Raumfahrtbehörden übertreffen sich gegenseitig mit der Realisierung neuer Satelliten bzw. entsprechend nötiger Techniken. Generell können zwei parallel laufende

Trends verzeichnet werden, die einen zunehmend vielfältigen Einsatz erlauben: einerseits derjenige zu immer feinerer spektraler Differenzierung und höherer räumlicher Auflösung und auf der anderen Seite derjenige zu grossräumiger Erfassung für ein globales Monitoring (*Busche & Dech, 2000:1*).

Die wichtigsten technologischen Errungenschaften, die den heutigen Stand der Fernerkundung repräsentieren, sind die Ausnutzung von nicht sichtbaren Bereichen des elektromagnetischen Spektrums (Infrarot und Mikrowellen), die Verwendung von nicht-photographischen Aufnahmemethoden (Multispektralabtaster, Radiometer und Radar) und von Satelliten als Fernerkundungsplattformen, sowie der Einsatz von Computern in der Verarbeitung und der Interpretation von Fernerkundungsdaten.

1.5. Schlussfolgerungen

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich - wie vereinzelte andere auch - mit der Integration der Fernerkundung bzw. von Luft- oder Satellitenbildern in den Geographieunterricht. Sie ist als fachdidaktischer Beitrag zur Diskussion über inhaltlich und methodisch fundierten Geographieunterricht zu verstehen. Damit schafft sie eine Verbindung zwischen den Anliegen der Geographie, insbesondere der Fernerkundung und denjenigen der Didaktik.

Wie gezeigt wurde, hat sich die Fernerkundung rasant entwickelt. Viele heutige Anwendungen stehen in direktem Zusammenhang mit den Tätigkeiten von Geograph-/innen. Gerade die heute wichtige Erdund Umweltbeobachtung trägt wesentlich zum Verständnis komplexer Prozesse zwischen einzelnen Geofaktoren oder zwischen Mensch und Natur bei. Umso wichtiger ist es, diese Erkenntnisse auch in den Geographieunterricht einfliessen zu lassen. Einerseits erhalten Schüler-/innen anhand der Fernerkundung Einblicke in aktuelle Fragestellungen und Aufgabengebiete und lernen, sich ihre Meinung zu Problemlösestrategien selber zu bilden. Andererseits schafft die aktive Auseinandersetzung mit Luft- und Satellitenbildern Lernsituationen, in welchen Schüler-/innen nicht nur inhaltliche, sondern auch methodische Kompetenzen erwerben können.

Mit dieser Arbeit wird ein umfassendes Konzept vorgestellt, das einfache Zugänge und eine regelmässige, kontinuierliche und themenbezogene Arbeit mit Luft- und Satellitenbildern ermöglicht. Um dies zu gewährleisten, müssen viele Aspekte sowohl auf der Seite der Wissenschaft (Technikverständnis, Möglichkeiten, Aufgabenbereiche usw.) als auch auf der Seite der Didaktik (Grundhaltungen, Lernverständnis, Lehrplanvorgaben, Veränderung der Gesellschaft usw.) berücksichtigt werden. Die folgenden Kapitel zeigen diese Aspekte auf und diskutieren sie umfassend.

Teil 1: Theor et ische Grundlagen

Kapitel 2: Bedeutung der Fernerkundung in der Schule

Kapitel 3: Das Potenzial von Luft- und Satellitenbilderm

Kapitel 4: Konzept zur Integration von Luft- und Satellitenbildern



2 Bedeutung der Fernerkundung in der Schule

2.1 Auf der Suche nach der Fernerkundung im Geographieunterricht

Die Ermittlung zum Stand der Fernerkundung in deutschen und schweizerischen Schulen glich der Suche nach einer Stecknadel im Heuhaufen. Viele Informationen konnten erst nach aufwändiger Recherche oder durch Zufall aufgespürt werden. Hilfreich waren zahlreiche Gespräche vor allem mit Lehrpersonen in beiden Ländern. Sie trugen wesentlich dazu bei, dass jetzt ein relativ gutes und umfassendes Bild der Situation gezeichnet werden kann.

Reichlich verfügbar sind Einführungs-Kurse in die Fernerkundung (Tutorials). Viele Universitäten bieten für ihre Student-/innen diese Grundlageninformationen an. Nicht selten werden die Tutorials auch für Schüler-/innen oberer Klassen empfohlen. Eine genaue Betrachtung der Materialien zeigt, dass schon nach wenigen Zeilen komplexe physikalische Grundlagen vermittelt bzw. erwartet werden und die Anforderungen zum Verständnis sehr hoch sind. Fraglich ist deshalb, ob die Unterlagen für das Selbststudium interessierter Lehrpersonen oder Schüler-/innen taugen. Gerade die persönliche inhaltliche Kompetenz in Bezug auf die Grundlagen der Fernerkundung ist aber eine wichtige Voraussetzung dafür, dass Lehrer-/innen in der Schule mit Fernerkundungsdaten arbeiten. Möglicherweise liegt bereits in der Komplexität des Grundlagenverständnisses eine Ursache für die geringe Bedeutung der Fernerkundung, besonders weil dies oft der einzige Zugang ist, den die Lehrpersonen bei der Suche nach gezielten Informationen finden. Zudem ist der zeitliche Aufwand für die Einarbeitung in einen neuen Themenbereich wie zum Beispiel die Fernerkundung relativ gross, so dass dafür im Schulalltag unter den beschriebenen Voraussetzungen zu wenig Zeit zur Verfügung steht.

Das folgende Kapitel möchte aufzeigen, welche Bedeutung die Fernerkundung, insbesondere die Arbeit mit Luft- und Satellitenbildern im gegenwärtigen Geographieunterricht hat. Nach einer kurzen Erklärung zur schulpolitischen Ausgangslage in Deutschland und der Schweiz werden die Ergebnisse verschiedener Recherchen vorgestellt und diskutiert. Diese Grundlagen zeigen Stärken und Schwächen der Fernerkundung im Geographieunterricht auf. Daraus lässt sich ihr Potenzial für den zukünftigen Unterricht ableiten, was die Fragestellung beantwortet, warum Luft- und Satellitenbilder verstärkt im Geographieunterricht eingesetzt werden sollen.

2.2 Schulpolitische Grundlagen

2.2.1 Die Sekundarschule in der Schweiz

Die Zielgruppe der Siebt- bis Zwölftklässler teilt sich in der Schweiz auf die Sekundarstufe und das Gymnasium auf. Schüler-/innen der Sekundarstufe schliessen ihre obligatorische Schulzeit nach neun Jahren ab und absolvieren danach in der Regel eine Lehre. Die Sekundarstufe gliedert sich in zwei oder drei Niveaus, je nach gewähltem Schulmodell. Ein Übertritt ins Gymnasium ist vom höchsten

Niveau nach dem achten Schuljahr, in Ausnahmefällen auch nach dem neunten Schuljahr nach bestandener Aufnahmeprüfung möglich.

Jeder Kanton formuliert für seine Schulen eigene Anforderungen. Deshalb unterscheiden sich gegenwärtig Lehrpläne, Unterrichtswerke oder die Lektionsanzahl pro Schuljahr von Kanton zu Kanton. In den meisten Kantonen gehört die Geographie zu einem Fächerverbund (z.B. "Mensch und Umwelt" oder "Natur-Mensch-Mitwelt"), wird aber als separates Fach von Lehrpersonen unterrichtet, die dafür eine fachwissenschaftliche und fachdidaktische Lehrbefähigung an Pädagogischen Hochschulen erwerben. In der Regel wird Geographie im siebten und achten Schuljahr während zwei Wochenstunden unterrichtet. Im neunten Schuljahr sind es durchschnittlich etwas weniger, der reguläre Unterricht kann aber durch Wahlkurse, die die Lehrpersonen anbieten, aufgestockt werden.

Lehrbücher werden von den kantonalen Bildungsdirektionen als "empfohlen" vorgegeben. Die kantonalen Lehrmittelverlage produzieren Lehrwerke, die für den Unterricht verwendet werden können, verpflichtend ist dies – mit Ausnahme des Schweizer Weltatlas, der als "verbindlich" bezeichnet wird – aber nicht. Zunehmend setzen sich Lehrbücher aus Privatverlagen durch, oft bereiten die Lehrkräfte ihren Unterricht anhand verschiedener Unterrichtshilfen vor und beziehen sich nicht nur auf ein Lehrwerk. Schüler-/innen besitzen nicht zwingend ein Lehrbuch.

2.2.2 Das Gymnasium in der Schweiz

Das Gymnasium beginnt nach bestandener Aufnahmeprüfung im siebten Schuljahr und dauert sechs Jahre. Wer erst nach der Sekundarschule ins Gymnasium übertritt, besucht die Schule bis zur Matura während vier Jahren. In der Regel studieren die Schüler-/innen des Gymnasiums, immer häufiger wählen sie aber auch den Weg der anspruchsvollen Berufslehre. Lehrkräfte des Gymnasiums absolvieren ein Fachstudium und danach ein Nachdiplomstudium, um die Lehrbefähigung für ihr Fach zu erhalten.

Gesetzliche Grundlage von Bund und Kantonen für die Ausbildung an Gymnasien ist das Maturitätsanerkennungsreglement (MAR). Es hält für alle Schulen der Schweiz fest, wie die gymnasiale Ausbildung strukturiert ist (Bildungsziele, Anzahl Fächer usw.). Lehrpläne werden aber von jeder einzelnen Schule formuliert, das bedeutet, dass sich die Ziele und Inhalte der Geographielektionen von Schule zu Schule unterscheiden. Durchschnittlich besuchen die Schüler-/innen – mit Ausnahme von ein bis zwei Semestern – den Geographieunterricht während zwei Lektionen pro Woche. Das Fach wird nach dem 11. Schuljahr regulär abgeschlossen, die Schüler-/innen können wählen, ob mit oder ohne Maturitätsprüfung. Im 12. Schuljahr findet Geographie als frei wählbares Ergänzungsfach statt.

Die Lehrbuchsituation ist mit derjenigen in der Sekundarschule vergleichbar. Auch im Gymnasium sind bis auf den Weltatlas keine Lehrbücher verbindlich, in der Regel besitzen die Schüler-/innen kein eigenes Buch. Die Werke, die Lehrpersonen regelmässig verwenden, sind als Klassensätze in den Schulzimmern verfügbar.

2.2.3 Die Schulsituation in Deutschland

Auch in Deutschland ist die Schulsituation in jedem Bundesland anders geregelt. Die hier notierten Angaben können sich deshalb in der Einzelsituation unterscheiden. Sie geben exemplarisch die wesentlichsten Unterschiede zur Schweiz wieder.

Häufig treten die Schüler-/innen nach der vierten Klasse in die weiterführende Schule über. Die Zuordnung zu den Niveaus Gymnasium, Real- oder Hauptschule (manchmal auch als Mittelschule bezeichnet) erfolgt aufgrund der erzielten Leistungen im vierten Schuljahr oder auf Wunsch der Eltern. Die fünfte und sechste Klasse wird als Orientierungsstufe bezeichnet, grundsätzlich ist ein Wechsel zwischen den verschiedenen Niveaus möglich, er ist aber durch unterschiedliche Stoffpläne zunehmend erschwert.

Die Sekundarstufe I gliedert sich in zwei Leistungstypen: die Realschule (oberes Niveau) und die Hauptschule (unteres Niveau). Realschüler-/innen schliessen die Schule nach insgesamt zehn Jahren Schulzeit mit der so genannten "Mittleren Reife" ab. Hauptschüler-/innen beenden ihre Schulzeit nach der neunten Klasse. Das Gymnasium dauert acht Jahre und endet nach dem zwölften, in einigen Bundesländern nach dem dreizehnten, Schuljahr mit dem Abitur.

Lehrpläne werden für die unterschiedlichen Schultypen von Bildungs- oder Kultusministerien der Bundesländer verfasst. In jedem Schultyp im gleichen Bundesland werden also auch die gleichen geographischen Inhalte vermittelt. Zwischen den Bundesländern bestehen beträchtliche Unterschiede bei der Formulierung von Inhalten und Zielen des Geographieunterrichtes. Einigermassen vergleichbar ist die Anzahl Lektionen, sie liegt in allen Bundesländern bei durchschnittlich zwei Lektionen pro Woche.

Lehrbücher werden von Lehrer-/innen geschrieben und von privaten Verlagen verlegt. Sie existieren für jede Klasse und jeden Schultyp und passen inhaltlich zu den Lehrplänen der jeweiligen Bundesländer. Die Schulen entscheiden sich für einen Verlag und beziehen die Bücher von dort. Die Schüler-/innen erwerben diese Bücher in der Regel käuflich, sie bleiben dann in ihrem persönlichen Besitz. Es gibt auch Schulen, die Klassensätze anbieten. Wegweisend in der Lehrbuchproduktion sind die Verlage Klett und die Westermann-Verlagsgruppe.

2.3 Lehrerbefragung in der Schweiz

Quelle: Bürgi, Christoph; Popp, Christoph; Trachsler, Marcel; Balzer, Niels (2001): Ist Fernerkundung ein Thema an der Mittelschule? Studie im Rahmen des Fernerkundungs-Seminars, Sommersemester 2001; Leitung Prof. Dr. Klaus Itten und M. Bold

Zur Ermittlung der Lehrer-/innenmeinung wurde eine bestehende Untersuchung der Universität Zürich von 2001 verwendet. Eine eigene Erhebung hätte den Rahmen dieser Arbeit überschritten. Dies ist auch der Grund dafür, dass in Deutschland keine vergleichbare Befragung durchgeführt wurde. Aufgrund zahlreicher Gespräche mit Lehrpersonen aus der Schule kann der Schluss gezogen werden, dass die Aussagen der deutschen Kolleg-/innen in etwa mit denjenigen der befragten Personen vergleichbar sind.

2.3.1 Rahmenbedingungen

Im Sommer 2001 haben Studierende des Geographischen Institutes der Universität Zürich im Rahmen eines Seminars zur Fernerkundung 412 Gymnasiallehrkräfte aus der Schweiz zum Thema "Ist Fernerkundung ein Thema am Gymnasium?" angeschrieben. Mittels eines Fragebogens wurde erhoben, wie oft, in welchen Formen und zu welchen Themenfeldern die Lehrpersonen Fernerkundungsdaten in den Unterricht integrieren. Gleichzeitig wurde gefragt, ob sich deren Einsatzmöglichkeiten in

Zukunft verändern liessen, in welchen Formen dies geschehen könnte und welche Unterstützungen dafür nötig wären.

Die Analyse der Umfrage hatte zum Ziel, Wünsche und Vorstellungen aus der Unterrichtsrealität der Lehrpersonen zu ermitteln. Zudem konnten die Daten darüber Auskunft geben, welche Voraussetzungen und Hilfestellungen für Lehrpersonen nötig sind, damit Luft- und Satellitenbilder im Unterricht tatsächlich eingesetzt werden.

2.3.2 Beschreibung des Fragebogens

Der Fragebogen zur Erhebung der gewünschten Information gliederte sich in drei Teile. Im ersten Teil wurden persönliche Angaben wie Alter, Jahre der Lehrertätigkeit und eigene Geographie- und Fernerkundungsausbildung erhoben. Im zweiten Teil ging es um eine Charakterisierung des aktuellen Geographieunterrichtes. Ermittelt wurden einerseits Themenbereiche, die im Unterricht behandelt werden, sowie deren Gewichtung im Unterricht. Andererseits wurde danach gefragt, ob, auf welche Art und in welchen Themenbereichen Luft- und Satellitenbilder eingesetzt werden. Der dritte Teil der Befragung befasste sich mit dem zukünftigen Einsatz von Luft- und Satellitenbildern im Geographieunterricht. Hier wurde erhoben, in welcher Form, wie lange und anhand welcher Themen die Fernerkundungsdaten zukünftig in den Unterricht einfliessen könnten. Auch die Vor- und Nachteile von Luft- und Satellitenbildern und der Zeitbedarf, der für einen allfälligen Blockkurs zum Thema Fernerkundung zur Verfügung stehen würde, musste angegeben werden. Grundsätzlich waren zu den Fragen bereits Antwortmöglichkeiten zum Ankreuzen vorgegeben, es bestand aber immer auch die Möglichkeit, eigene Bemerkungen anzufügen. Mehrfachantworten waren möglich.

Die Adressen der Lehrpersonen konnten vom Verein Schweizerischer Geographielehrer-/innen (VSGg) bezogen werden; alle angeschriebenen Personen waren Mitglieder dieses Vereins. Insgesamt haben 139 Personen den Fragebogen zurückgeschickt, 96 Schreiben konnten in die Auswertung einbezogen werden. Die befragten Personen waren zwischen 28 und 84 Jahren alt, im Durchschnitt waren sie zum Zeitpunkt der Erhebung 50 Jahre alt (Jahrgang 1951). Sie wiesen zwischen 2.5 und 45 Jahren Unterrichtserfahrung auf. 68% der Lehrpersonen haben in ihrer Ausbildung eine Einführung in die Fernerkundung absolviert.

2.3.3 Der gegenwärtige Einsatz von Luft- und Satellitenbildern im Unterricht

Die meisten der befragen Lehrkräfte (95%) verwenden Luft- oder Satellitenbilder im Unterricht, dies vor allem bei den Themen Klimatologie, Kartographie, Geomorphologie und Geologie (siehe Abbildung 1). 91% der Lehrkräfte setzen die Bilder als zusätzliches Anschauungsmaterial ein, rund 60% führen analoge Bildinterpretationen durch und 43% verwenden Bilder oder Informationen aus dem Internet.

Über die Häufigkeit der Arbeit mit Luft- und Satellitenbilder und die Art der Aufgabenstellungen können keine Aussagen gemacht werden, da hierzu keine Angaben erhoben wurden.

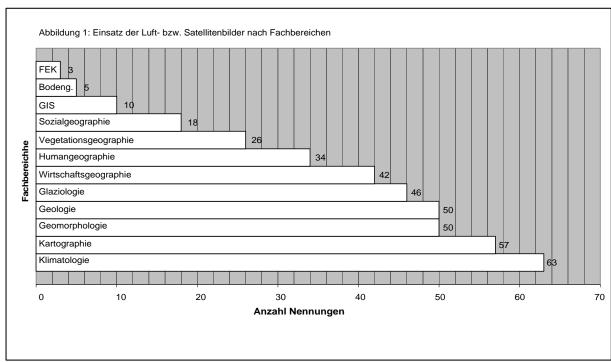


Abb. 1: Themen, in welchen Luft- und Satellitenbilder verwendet werden

Abbildung 1 macht deutlich, dass in der physischen Geographie verschiedene Unterthemen einzeln aufgelistet wurden, im Bereich der Human- und Wirtschaftsgeographie fehlt diese Differenzierung. Möglicherweise wurden dadurch Antworten beeinflusst.

Wichtige Hinweise zur Analyse der gegenwärtigen Situation liefern die Antworten zu den Vor- und Nachteilen des Einsatzes von Luft- und Satellitenbildern im Geographieunterricht. Sie werden hier in der Häufigkeit ihrer Nennung aufgelistet (siehe Abb. 2):

- Die Bildinterpretation stellt eine neue moderne Methodik dar, dies motiviert die Schüler-/innen (24 Nennungen).
- Luft- und Satellitenbilder machen den Unterricht attraktiver und interessanter (13 Nennungen).
- Bilder hinterlassen im Lernprozess der Schüler-/innen einen nachhaltigeren Eindruck als Texte (10 Nennungen).
- Durch Abbildungen in Luft- und Satellitenbildern aus verschiedenen Perspektiven wird das Raumverständnis bei Schüler-/innen gefördert (9 Nennungen).
- Sie erhöhen den Grad der Aktualität im Unterricht (5 Nennungen).
- Die Arbeit mit Luft- und Satellitenbildern ermöglicht das interdisziplinäre Arbeiten (4 Nennungen).

(Diverses: 6 Nennungen / keine Angabe: 25 Nennungen).

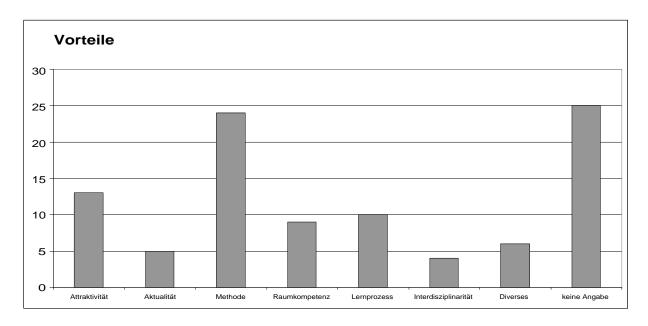


Abb. 2: Vorteile des Einsatzes von Luft- und Satellitenbildern

An Nachteilen wurde genannt (siehe Abb. 3):

- der grosse Zeitaufwand für die Vorbereitung und Aufbereitung (26 Nennungen)
- das Problem der Beschaffung geeigneter Bildmaterialien (13 Nennungen)
- relativ hohe Kosten beispielsweise für Software oder Stereoskope (10 Nennungen)
- zu wenig Fachkenntnis (7 Nennungen).

(Diverses: 10 Nennungen / keine Angabe: 30 Nennungen).

Die ersten beiden Aspekte, sowie die fehlende Fachkenntnis wurden oft auch in Kombination miteinander genannt. Abbildung 3 verdeutlicht die Meinung der Lehrpersonen:

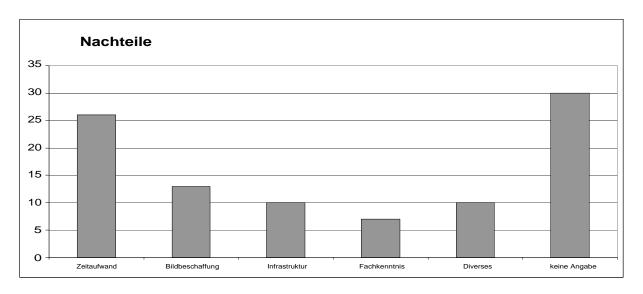


Abb. 3: Nachteile des Einsatzes von Luft- und Satellitenbildern

Durchschnittlich würden die Lehrpersonen etwa 6.5 Stunden pro Klasse für eine konzentrierte und umfassende Einführung in die Fernerkundung (mit vielfältigen Aufgabenstellungen) aufwenden.

Auch der Stellenwert der Fernerkundung im Geographieunterricht wurde erhoben. Die Lehrer-/innen mussten deshalb auf einer Skala von eins bis fünf (eins = nicht behandelt, fünf = Schwerpunktthema) die Themenbereiche des Unterrichts bewerten. Von allen Antworten wurde danach der Mittelwert der Gewichtung pro Fachbereich ermittelt.

Aus Abbildung 4 wird ersichtlich, dass GIS, Fernerkundung und Geomorphologie nur wenig Beachtung im Unterricht finden (Durchschnitt 1.85; 1.91 bzw. 2.05). Die anderen Themen können – trotz geringfügiger Unterschiede in den Wertungen – als Standardthemenbereiche bezeichnet werden, die Gewichtungen lassen sich durch Lehrpläne oder persönliche Schwerpunktsetzungen erklären.

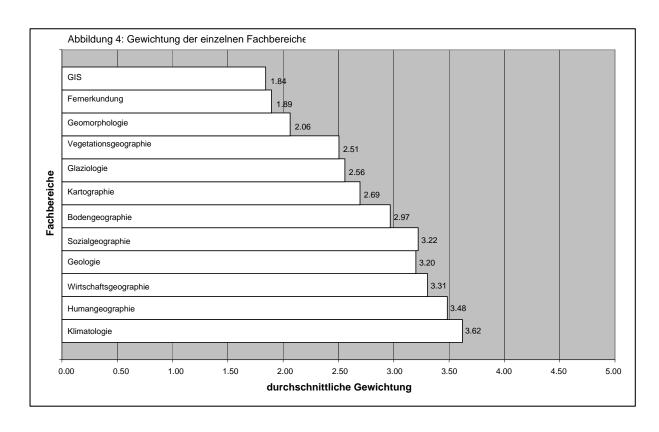


Abb. 4: Gewichtung der einzelnen Themenbereiche im Unterricht

2.3.4 Luft- und Satellitenbilder im zukünftigen Geographieunterricht

Die Frage, ob sich die Lehrpersonen auch in Zukunft den Einsatz von Luft- und Satellitenbildern im Unterricht vorstellen können, beantworten alle befragten Personen zustimmend. Dabei ändert sich an den Themenfeldern, auf die sich die Integration des Bildmaterials bezieht, im Vergleich zum gegenwärtigen Unterricht wenig: wiederum werden Kartographie, Geomorphologie, Klimatologie, Glaziologie, Geologie und Vegetationsgeographie genannt. Weniger vorstellen können sich die Lehrpersonen die Arbeit mit den Luft- und Satellitenbildern in den Bereichen Bodengeographie, Sozial- und Humangeographie und Wirtschaftsgeographie.

Auch in Zukunft werden Luft- und Satellitenbilder hauptsächlich als Anschauungsmaterial dienen (89 Nennungen), die analoge Interpretation und Arbeitsformen, die das Internet einbeziehen (mit 71 bzw. 70 Nennungen), liegen aber nicht weit dahinter zurück. Lediglich 26 Personen können sich auch eine digitale Bildbearbeitung vorstellen (siehe Abb. 5).

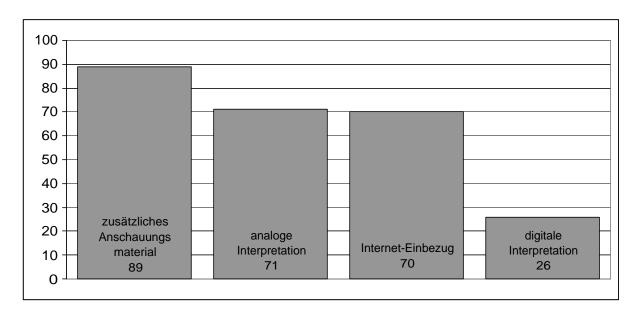


Abb. 5: Einsatz von Luft- und Satellitenbildern in der Zukunft

2.3.5 Interpretation der Ergebnisse

Von 412 angefragten Lehrpersonen konnten 95 Stimmen ausgewertet und erfasst werden. Dies entspricht rund 23%. Angesichts der vielen Gymnasiallehrkräfte in der Schweiz ist dies keine besonders hohe Anzahl. Beachtet werden muss auch, dass nur Lehrkräfte angeschrieben wurden, die Mitglieder des VSGg sind, was bereits als Selektion des Zielpublikums darstellt. Zudem muss die Möglichkeit berücksichtigt werden, dass vor allem denjenigen Lehrpersonen Antworten einreichten, die sich ohnehin stärker mit der Fernerkundung beschäftigen als die durchschnittliche Lehrperson. In diesem Sinne müssen die Ergebnisse mit einer gewissen Vorsicht interpretiert werden. Sicher geben sie einen guten Überblick über die gegenwärtige Situation wieder, Rückschlüsse auf die Gesamtheit der Lehrer-/innen dürfen aber nur unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen erfolgen.

Aus den Resultaten kann abgeleitet werden, dass bei den Lehrpersonen grundsätzlich gute Voraussetzungen für die Arbeit mit Luft- und Satellitenbildern gegeben sind. Die meisten Lehrpersonen verwenden bereits Fernerkundungsdaten. Auch wenn die Bilder hauptsächlich der Illustration von Sachverhalten dienen, werden sie auch für Bildinterpretationen verwendet. Die Verwendung des Bildmaterials findet hauptsächlich bei physisch-geographischen Themen statt, nämlich der Klimatologie, Kartographie, Geologie und Geomorphologie. Von untergeordneter Bedeutung sind die Bilder bei wirtschafts- oder sozialgeographischen Themen. Dies kann damit zu tun haben, dass die Lehrkräfte die Daten der Fernerkundung eher mit Erscheinungen der Erdoberfläche in Verbindung bringen oder lässt sich dadurch erklären, dass uns Satellitenbilder eher für Abbildungen der Erdoberfläche vertraut sind. Möglicherweise hat aber auch die Auswahl der anzukreuzenden Antworten die Themennennung beeinflusst – sie ist stärker physisch-geographisch ausgerichtet.

Über die Häufigkeit der Arbeit mit Luft- und Satellitenbilder oder die Regelmässigkeit, Vielfalt und Art der Aufträge kann aufgrund der Untersuchung nichts ausgesagt werden. Dafür zeigen die Antworten zu den Vor- und Nachteilen auf, dass die befragten Lehrpersonen didaktisch den Einsatz von Luft- und Satellitenbildern begründen können bzw. wahrnehmen. Die Argumente zeigen bereits in dieser knappen Zusammenstellung methodische, motivationale und lernpsychologische Hintergründe auf. Aus den Nachteilen lässt sich ableiten, wo der Handlungsbedarf liegt bzw. was für die Formulierung eines Konzeptes von Bedeutung ist:

- Die Bildmaterialien müssen attraktiv und anschaulich sein. Sie sollen mit aktuellen Fragestellungen in Zusammenhang gebracht werden können.
- Die Bilder bzw. damit verbundene Aufträge müssen die Schüler-/innen aktivieren. Die Aufträge sollen so weit wie möglich selbsterklärend und auch von durchschnittlichen Schüler-/innen ohne ständige Betreuung der Lehrpersonen lösbar sein. Die Einstiegsaufgaben sind so zu formulieren, dass alle Schüler-/innen sie ausführen können.
- Die Aufträge müssen einfach sein und keinen übermässigen Aufwand für die Einarbeitung der Lehrpersonen erfordern.
- Zu möglichst vielen Themen sollen geeignete Bilder und fertige Aufgabenstellungen vorliegen.

Ebenfalls wird aus der Studie ersichtlich, dass die nähere Zukunft der Luft- und Satellitenbilder eher bei der analogen Bildbearbeitung liegt. Obwohl sich der Computereinsatz und die Verwendung von Fernerkundungsdaten gegenseitig sinnvoll ergänzen (und verständlicherweise legitimieren) und eine verstärkte Verwendung auch des Computers im Geographieunterricht, insbesondere in den oberen Klassen durchaus wünschenswert wäre, muss die Akzeptanz und Vertrautheit mit Luft- und Satellitenbildern zuerst über den analogen Weg geschaffen werden. Diese Möglichkeiten sind bei Weitem noch nicht ausgenutzt und erst wenn die Fernerkundung zur Selbstverständlichkeit im Geographieunterricht geworden ist, bieten sich digitale Weiterführungen an.

Die Studie wurde nur in der Schweiz und bereits 2001 durchgeführt. Zahlreiche geführte Gespräche an Weiterbildungskursen, Tagungen und Kongressen, bei Praktikumsbesuchen oder persönliche informelle Begegnungen mit deutschen, schweizerischen und oesterreichischen Kolleg-/innen vervollständigten mein Bild der gegenwärtigen Situation. Sie weisen darauf hin, dass die Untersuchungsergebnisse die Meinungen der Lehrpersonen auch heute gut wiedergeben und die Studie in diesem Sinn repräsentativen Charakter hat. Gründe für die mangelnde Integration der Fernerkundung sind einerseits der Zeitaufwand, dies sowohl für die Beschaffung der Bilder als auch für die Vorbereitung für die Arbeit mit den Bildern im Unterricht. Andererseits nennen die Lehrpersonen auch den Respekt vor der "schwierigen Fernerkundung" und fehlende Erfahrung für den Einsatz von Luft- und Satellitenbildern im Unterricht.

2.4 Lehrpläne des Geographieunterrichtes

Lehrpläne regeln verbindlich, was im Unterricht vermittelt werden soll. In der Regel sind darin sowohl die zu erreichenden Ziele, als auch die damit verbundenen Inhalte formuliert. Wie bereits ausgeführt wurde, bestehen zwischen den Lehrplänen beträchtliche Unterschiede. Ziel der Lehrplanuntersuchung war deshalb einerseits die Ermittlung von Themenfeldern, die Kantons- und Ländergrenzen überschreiten und allen Schulen gemeinsam sind. Deren Einbezug in die Formulierung des Konzeptes gewährleistet eine inhaltlich breite Abstützung bei den Unterrichtsumsetzungen. Zudem mussten die Themenfelder des Geographieunterrichts mit den Aufgabenfeldern der Fernerkundung in Übereinstimmung gebracht werden, damit deren Einbindung in den Unterricht nicht losgelöst oder abgehoben von wirklichen Tätigkeitsbereichen der Fernerkundung stattfindet. Andererseits galt es zu ermitteln, wo im Bereich der Schulpolitik Handlungspotenziale liegen. Denn erst durch eine breite Verankerung der Fernerkundung in Lehrplänen ist deren verstärkte Integration auch erst wirksam möglich.

2.4.1 Auswahl der Lehrpläne aus der Schweiz

Jedes Gymnasium der Schweiz formuliert seinen eigenen Lehrplan, vereinzelt werden innerhalb eines Kantons auch gemeinsame Lehrpläne verfasst.

In die Untersuchung flossen nur Lehrpläne aus öffentlichen Schulen der deutschsprachigen Schweiz ein. Alle Kantone wurden mit mindestens einem Lehrplan berücksichtigt, aus Kantonen mit vielen Gymnasien waren es maximal 40% der Lehrpläne (mathematisch gerundet). Die Auswahl der Schulen erfolgte zufällig.

Um die Inhalte der Sekundarstufe I (7. – 9. Klasse) zu erfassen, wurden die Lehrpläne der deutschsprachigen Kantone beigezogen. Für jeden Kanton gibt es in der Regel einen Lehrplan, die zentralschweizerischen Kantone Luzern, Uri, Schwyz, Obwalden, Nidwalden, Zug und Wallis orientieren sich am gleichen Lehrplan.

Aus den Gymnasien wurden folgende Lehrpläne analysiert:

- Kanton Aargau (3): Baden, Wohlen, neue Kantonsschule Aarau
- Kanton Appenzell (1): ein Lehrplan für beide Halbkantone*
- Kanton Bern (4): Burgdorf, Interlaken*, Kirchenfeld (Literargymnasium), Neufeld*
- Kanton Baselland (1): ein Lehrplan für alle Schulen
- Kanton Baselstadt (2): Bäumlihof, Leonhard*
- Kanton Glarus (1): Glarus
- Kanton Graubünden (1): Chur
- Kanton Luzern (3): Luzern, Reussbühl, Sursee
- Kanton Nidwalden (1): Stans
- Kanton Obwalden (1): Sarnen
- Kanton St. Gallen (1): ein Lehrplan für alle Schulen
- Kanton Schaffhausen (1): Schaffhausen*
- Kanton Solothurn (1): Solothurn
- Kanton Schwyz (2): Pfäffikon-Nuolen, Schwyz
- Kanton Thurgau (1): Kreuzlingen
- Kanton Uri (1): Altdorf

- Kanton Wallis (1): Brig
- Kanton Zug (1): Zug
- Kanton Zürich (11): Bülach, Wetzikon, Winterthur-Büelrain, Winterthur-Rychenberg, ZH-Enge,
 ZH-Hohe Promenade, Kantonale Maturitätsschule für Erwachsene KME*, ZH-Oerlikon*, ZH-Rämibüel (Mathematisches Profil), ZH-Riesbach, ZH-Wiedikon

Die mit einem Stern (*) versehenen Lehrpläne weisen keine Klassen-, Stufenziele oder Inhaltshinweise, sondern nur Richtziele auf, sie wurden in die Themenfelderhebung nicht einbezogen. Die Auswahl der gymnasialen Lehrpläne entspricht einer Teilerhebung von rund 57% (38 von 67 Schulen). Die Lehrpläne der ausgewählten Kantone der Sekundarstufe wurden vollständig begutachtet (20 von 20 Kantonen). Zur deutlicheren Gewichtung der Inhaltsschwerpunkte wurden die Angaben im Zentralschweizerischen Lehrplan für jeden Kanton gezählt. Es ergibt sich dadurch eine Grundgesamtheit von 58 Lehrplänen aus der Schweiz.

2.4.2 Auswahl der Lehrpläne aus Deutschland

Jedes Bundesland hat für jeden Schultyp (Gymnasium / Realschule) einen eigenen Lehrplan, Ausnahmen sind Berlin und Brandenburg mit einem gemeinsamen Lehrplan. Da die Ausrichtungen des Geographieunterrichts stark variieren (z.B. Dominanz der Humangeographie oder der Physischen Geographie) mussten die ausgewählten Lehrpläne ein möglichst breites Spektrum an geographischen Schwerpunkten aufweisen und zudem die verschiedenen Regionen Deutschlands adäquat berücksichtigen (Nord – Süd, West – Ost, alte und neue Bundesländer). Gespräche mit Lehrkräften aus verschiedenen Bundesländern führten zu Kenntnissen über die entsprechenden Lehrplanausrichtungen. Über die Landesverbände Geographie im Verband deutscher Schulgeographen (VDSG) konnten die entsprechenden Lehrpläne bezogen werden. Allerdings waren zur Zeit der Erhebung nicht alle Lehrpläne erhältlich, weil zum Zeitpunkt der Untersuchung Umgestaltungen stattfanden und weder alte noch aktuelle Lehrpläne verfügbar waren.

Berücksichtigt wurden nur die Lehrpläne für die Jahrgangsklassen 7 – 12 des Gymnasiums, weil dies Vergleiche mit dem schweizerischen Langzeitgymnasium erlaubt. Haupt- und Realschullehrpläne wurden nicht konsultiert. In die Untersuchung wurden die Lehrpläne von Baden-Würtenberg, Bayern, Berlin und Brandenburg (ein gemeinsamer Lehrplan), Bremen, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Schleswig-Holstein und Thüringen einbezogen. Die Teilerhebung von 56% (9 von 16 Bundesländern) ist deshalb vertretbar, weil die berücksichtigten Lehrpläne die Extremsituationen in der Unterrichtsgestaltung gut wiedergeben und Unterschiede eher bei der Zuordnung der Themen zu Klassen, denn in der Auswahl der Inhalte zu verzeichnen sind.

2.4.3 Struktur der Lehrpläne: Handlungsmöglichkeiten für die Schulpolitik

Nicht nur die inhaltlichen Vorgaben, sondern auch die Struktur und Ausführlichkeit eines jeden Lehrplans sind verschieden. Es ist deshalb wichtig, einen kurzen Überblick über Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Struktur der Lehrpläne zu geben. Sie ist hilfreich um zu erkennen, wo und in welchen Kantonen bzw. Bundesländern auch auf der Ebene der Schulpolitik zur verstärkten Integration der Fernerkundung beigetragen werden kann bzw. wo sie nötig ist.

Die insgesamt 67 untersuchten Lehrpläne (Gymnasium Schweiz: 38, Sekundarschule Schweiz: 20, Deutschland: 9) formulieren die Verbindlichkeiten für den Geographieunterricht auf verschiedenen Zielebenen. Es gibt sechs Lehrpläne, die nur Richtziele aufführen. Diese definieren, was die Schüler-/innen nach ihrer Gymnasialzeit erreicht haben müssen. Es fehlen Inhalte oder Klassen- und Stufenziele, deshalb konnten die Lehrpläne für die Ermittlung der Themenfelder auch nicht beigezogen werden. Die anderen Lehrpläne beinhalten Grobziele für die einzelnen Klassen, manchmal werden Klassen auch zu Stufen zusammengefasst. Bei diesen Lehrplänen sind den Zielen auch Inhalte zugewiesen, anhand derer die Ziele erreicht werden müssen. Die Inhalte sind in einzelnen Lehrplänen verbindlich, in anderen entsprechen sie einer möglichen Auswahl. Nicht in allen Fällen kann die Verbindlichkeit genau eruiert werden. Die unterschiedliche Struktur der Lehrpläne bedeutet, dass die Themen nicht bestimmten Klassen zugewiesen werden können. Dies ist angesichts des wichtigen und in der Regel in den Lehrplänen berücksichtigten Spiralcurriculums der Lerninhalte auch nicht unbedingt nötig, weil erst durch die regelmässige Wiederholung und Anwendung ein effektiver Kompetenzzuwachs entstehen kann.

In 57 untersuchten Lehrplänen wird explizit die Förderung methodischer Kompetenzen verlangt. Im Bezug auf die Fernerkundung geht es dabei konkret um folgende Fähigkeiten:

- Geographische Orientierungsmittel kennen, anwenden und beherrschen
- Umgang mit geographischen Informationen üben: lesen, generieren und auswerten von Daten und Bildern
- Landschaften mit geographischen Instrumenten analysieren
- geographische Techniken und Denkweisen in neuen Umgebungen zielgerichtet anwenden

Explizit wird die Arbeit mit Luftbildern in sechs Lehrplänen (8.9%) erwähnt, diejenige mit Luft- und Satellitenbildern in 16 Lehrplänen (23.9%). Die anderen Lehrpläne führen höchstens allgemein die Bildarbeit auf. Die Zahlen zeigen auf, dass die Fernerkundung in den Lehrplänen kaum verankert ist. Dies ist aus zwei Gründen bedauerlich: erstens wird eine wichtige methodische Disziplin der Geographie im Schulunterricht ausgeklammert und zweitens könnten anhand der Fernerkundung sowohl die oben genannten methodischen Kompetenzen als auch geographische Inhalte vermittelt werden. Handlungsbedarf ist auf dieser Ebene also gegeben.

2.4.4 Inhalte im Fach Geographie

Im Bezug auf die Inhalte gibt es drei wesentliche Unterschiede in den Lehrplänen:

- Es gibt vor allem in Deutschland Lehrpläne, die entweder stark humangeographisch (z.B. Nordrhein-Westfalen oder Bremen) ausgerichtet sind oder stark physisch-geographisch (z.B. Sachsen oder Thüringen). Die schweizerischen Lehrpläne unterscheiden die geographischen Fachrichtungen nicht, es wird eine Ausgewogenheit beider Ansätze angestrebt.
- Die Zuordnung der einzelnen Themen zu Klassen (oder Stufen) ist sehr verschieden. Es gibt Themen, die in einer Schule in der 7. Klasse behandelt werden und in einer anderen Schule erst in der 9. Klasse. Das bedeutet, dass in einem Konzept zur Integration der Fernerkundung die Themen im Bezug auf das Alter und das Vorwissen der Schüler-/innen flexibel eingesetzt werden müssen.

 Vor allem in der Sekundarstufe I ist der Lehrplan häufig länderkundlich orientiert, das heisst, dass einzelne Länder oder Kontinente mit dazu passenden Themen behandelt werden. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von regionaler Geographie. In den Klassen der Sekundarstufe II oder allgemein auch in neueren Lehrplänen werden viele Themen eher ohne expliziten Raumbezug behandelt. Dieser Ansatz wird als thematische Geographie bezeichnet.

Die Diskussion, ob die "regionale Geographie" oder die "thematische Geographie" der richtige Ansatz ist, wird unter Didaktikern immer wieder, so auch gegenwärtig, engagiert diskutiert. Im Moment streben Fachdidaktiker-/innen eher eine thematische Orientierung an. Die Gründe dafür sind vielfältig: bessere Vernetzung, Aufgreifen können von aktuellen Themen, Abbildung der komplexen Realität, Aufzeigen von Zusammenhängen, interessantes und vielseitiges Lernen usw. In der Unterrichtspraxis zeigt sich, dass sich dieser Ansatz nur langsam und eher schwerfällig umsetzen lässt: viele Lehrbücher und Lehrpläne sind noch nach dem Konzept der regionalen Anbindung aufgebaut und diese bestimmt massgeblich das Unterrichtsgeschehen. Zudem scheint die Aufteilung der Welt auf Räume und das Prinzip vom "Nahen zum Fernen" fest in den Lehrerköpfen verankert zu sein, weshalb es einfacher fällt, die geographischen Inhalte auch so zu vermitteln. Auch eine Vielzahl der Lehrpläne verlangt entweder in den Grobzielen oder explizit in den Stufen- bzw. Klassenzielen die Förderung der räumlichen Orientierung im Nah- und Fernraum (53 von 67 Lehrplänen).

Es ist in der Geographie von Bedeutung, besonders beim Erwerb geographischer Kompetenzen, über Räume Bescheid zu wissen. Dennoch sollte das "Länderkundliche Schema", das der regionalen Geographie zu Grunde liegt (*vgl. Haubrich, 1997:114 und Rinschede, 2003:116*) zunehmend der Vergangenheit angehören. Die "thematische Orientierung mit regionaler Anbindung" ist ein eher neuer, aber sinnvoller und empfehlenswerter Weg und bedingt durch die Vielfalt der inhaltlichen Lehrplangestaltung anzustreben. Er lässt sich neben didaktischen Erkenntnissen auch dadurch stützen, dass die Lehrpläne in ihren übergeordneten Zielen weitere Anliegen festhalten, welche durch eine stärker thematische Ausrichtung des Unterrichts besser vermittelt werden können. Es sind dies:

- die Verbindung von Natur- und Humanwissenschaften als zentrale Aufgabe der Geographie
- die Erfassung der globalen Bedeutung von aktuellen Fragen
- das Einnehmen von Werthaltungen und das Übernehmen von Verantwortung
- das Erkennen von Folgen des Austausches zwischen Räumen und Kulturen
- die Erfassung und Beurteilung von Veränderungen der Lebensräume
- das Begreifen von Siedlungsentwicklungen als Ausdruck menschlicher T\u00e4tigkeit und die Beurteilung der daraus resultierenden raumwirksamen Ver\u00e4nderungen

Die Fernerkundung kann zu diesen Zielen, aber auch zu vielen aufgeführten Inhalten einen wesentlichen Beitrag leisten, versteht sie sich doch als integrative Disziplin, die verschiedene Anliegen und Sichtweisen miteinander verbindet.

Hauptziel der Untersuchung war, die verschiedenen Lehrpläne auf ihre Kongruenz im Bezug auf die Inhalte zu überprüfen. Dazu fand zunächst eine Sammlung aller vorkommenden Themen statt, in einem zweiten Schritt wurden sie zu 30 Oberthemen zusammengefasst. An den ersten fünf Stellen stehen die folgenden Themenbereiche, in Klammern wird die Anzahl Nennungen von 67 maximal möglichen aufgeführt:

- Entwicklungsländer, Kulturräume (60)
- Bevölkerung (58)
- Vegetationszonen (58)
- Rohstoffe, Ressourcen, Bodenschätze (58)
- Wirtschaftsfaktoren, Strukturwandel, Wirtschaftsräume (57)
- Grundlagen der Erde, Jahreszeiten, Zeitzonen (57)
- Geomorphologie, Glaziologie (56)
- Wetter, Klima, Meteorologie (55)

Am Ende der Themenliste werden aufgeführt:

- Wasser (40)
- Klimaänderung, Treibhauseffekt (39)
- Raumplanung (37)
- Meereskunde (36)
- Desertifikation (36)
- Naturgefahren (35)

Die Rangfolge der erst genannten Themen erstaunt eigentlich nicht weiter, handelt es sich doch um die üblichen und typischen Themen oder Grundlagen des Geographieunterrichts. Hingegen regen die letztgenannten Themen zum Nachdenken an: die Nennungen stellen heutige aktuelle Probleme dar, die die Welt beschäftigen. Dass diese in den Lehrplänen nicht besonders prominent vertreten sind, ist befremdend und sollte bei Lehrplanüberarbeitungen oder neuen Lehrmitteln neu überdacht und verändert werden.

Die Fernerkundung ist in allen Themenbereichen tätig, auch wenn Aspekte wie Entwicklungsländer oder Wirtschaftsräume nicht sofort mit Luft- und Satellitenbildern assoziiert werden. Wie diese Themenfelder mit der Fernerkundung in Übereinstimmung gebracht werden wird in Kapitel 4 ausgeführt.

Eine tabellarische Übersicht über die Oberthemen und das Vorkommen der Themen in den verschiedenen Lehrplänen befindet sich im Anhang.

2.5 Fernerkundung in Lehrbüchern

Neben Lehrplänen sind es vor allem Unterrichtsmaterialien, welche die Gestaltung und die Inhalte der Lektionen prägen. Viele Lehrer-/innen orientieren sich an Lehrbüchern und Unterrichtshilfen, weil die Umsetzung der Lehrplanziele darin in der Regel bereits geleistet ist. Schüler-/innen arbeiten mit diesen Büchern oder Arbeitsmaterialien, sie werden im Laufe ihrer Schulzeit stark durch diese Medien geprägt. Es ist deshalb bedeutsam, gängige Lehrbücher und weitere Unterrichtshilfen in Bezug auf ihre Fernerkundungs-Anteile zu überprüfen.

Die Auswahl der Schulbücher erfolgte exemplarisch. Es würde den Rahmen der Arbeit weit übersteigen, alle verfügbaren Lehrwerke zu untersuchen, da insbesondere in Deutschland die Fülle unüberschaubar gross ist. Die Untersuchung umfasst Gesamtlehrmittel (also keine Themenhefte oder fächerübergreifenden Lehrwerke) aus den Jahren 1995 bis Ende 2005, Kommentare für Lehrpersonen wurden, soweit vorhanden, einbezogen.

Hauptsächlich wurde mit dieser Untersuchung der Fragestellung nachgegangen, wie oft und in welcher Weise Lehrpersonen und Schüler-/innen durch Satelliten- oder Luftbilder mit der Fernerkundung konfrontiert werden, so dass sie diese in den Unterricht einbeziehen könnten. Dazu wurden einerseits Bilder gezählt und andererseits überprüft, ob zu den Bildern Aufgabenstellungen formuliert werden. Ebenfalls erfasst wurden die in den Bildern dargestellten Themen sowie aufgeführte Bildinformationen.

2.5.1 Übersicht über die Lehrbücher

Die Ermittlung der existierenden Lehrbücher in der Schweiz erfolgte anhand des Lehrmittelverzeichnisses der Interkantonalen Lehrmittelzentrale ilz (Zentralstelle für Lehrmittelentwicklung und – koordination der Schweiz). Dieses enthält Unterrichtsmaterialien, die von einem Fachgremium begutachtet und für gut befunden wurden und diese zur Verwendung im Unterricht empfiehlt. Alle darin aufgeführten Geographielehrmittel wurden in dieser Studie berücksichtigt.

Den ilz-Katalog ergänzend existiert eine Übersicht über Geographielehrmittel auch auf dem Zentralschweizer Bildungsserver zebis.ch. In dieser Liste sind neben zahlreichen Arbeitsheften, Folienordnern, Spielen, Zeitschriften oder Werkstätten ebenfalls bekannte und gebräuchliche Geographielehrmittel notiert. Deutsche Lehrbücher wurden nur vereinzelt in die Untersuchung einbezogen, dies vor allem deshalb, weil es sich bei den Schulbüchern selten um geographische Gesamtlehrwerke handelt. Alle Schulbücher zu integrieren würde zu weit führen, da diese pro Bundesland, Schultyp und Klasse verschieden sind und zudem von mehreren Verlagen für die gleiche Klasse angeboten werden.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass zahlreiche Luftbilder alle in den Lehrmitteln beschriebenen geographischen Sachverhalte und Themen ausführlich illustrieren, verdeutlichen oder ergänzen. Mit wenigen Ausnahmen (Geobuch 1 und 2) sind zu den Luftbildern und Photos nur Quellennachweise, aber keine Hintergrundinformationen erhältlich und es werden keine Schüleraufträge dazu formuliert. Weil es sich in der Regel um Schrägluftbilder handelt, die von Photographien mit Bodenkontakt kaum unterschieden werden können, wird auf diese Bilder deshalb nicht näher eingegangen, der Fokus liegt auf den Satellitenbildern oder Senkrechtaufnahmen.

2.5.2 Ergebnisse aus der Lehrbuch-Recherche

Lehrbuch	Bildthema	Hintergrundinformation	Arbeitsauftrag					
Die Erde	polzentriertes Satelliten-	-	-					
A - trial Koordan 0004	bild der Arktis							
Astrid Kugler, 2001, Lehrmittelverlag	zwei Meteosatbilder	_						
Zürich	(Europa / Afrika)	-	_					
Zanon	(Zaropa / / iiiiia)							
	Falschfarbensatelliten-	Aufnahmedaten (Sensor,	-					
	bild zu El Niño	Höhe, Satellit) vorhanden						
Europa	ledes Kanitel wird mit eine	l em Falschfarben-Satellitenbild e	röffnet (Europa					
Сигора		Österreichisch-Ungarisches Gr						
Andi Suter, Astrid		d auf Farbfolien erhältlich, weis						
Kugler: 2004,		und im Lehrerkommentar werd	en vielfältige Aufga-					
Lehrmittelverlag	benstellungen und Bearbe	eitungsmöglichkeiten formuliert.						
Zürich;								
Lehrerkommentar und Folienmappe		eiche weitere Satellitenbilder in	egriert, alle aber					
und Folienmappe von Astrid Kugler,	onne zusatzliche Bildinfori	mationen oder Arbeitshinweise:						
Andi Suter und	- Europa als physis	che Übersicht und Nachtkarte						
Hans Rudolf Volk-	 Istanbul und Bosp 							
art, 2004	- Hafen von Rotterd							
	- Senkrecht- und So							
		ag im Nördlinger Ries und Stein						
		Halligen und Friesischen Inseln						
		ınkreichs: Bretagne, Mündung S						
	- Vergleich von Aus	gleichsküsten: Asoursches Mee	er, Venedig, Ostsee,					
	Portugal, Des Lan	des						
	- Santorin							
	- Radarbild des Hoo	chwassers von 2002: Elbe – Vla	tava					
	 Strasse von Gibra 	ltar im Falschfarbenbild						
Fundamente -	Satellitenbild eines Hurri-	-	-					
Geographisches	kans an der Südostküste							
Grundbuch für die Sekundarstu-	Nordamerikas							
fe II	Satellitenbild der Kelvin-	Aufnahmedaten vorhan-	didaktischer Hin-					
	Wellen zu El Niño	den	weis für die Bear-					
Hans-Ulrich Bender,			beitung des Phä-					
Wolfgang Fettköter,			nomens					
Hartmut Hirt, Ulrich Kümmerle, Norbert	Satellitenbild zur Landwirt	<u> </u>	_					
von der Ruhren	schaft im Harzvorland							
(Hrsg.): 2001, Klett-								
Verlag	Methodisches Kapitel "Fernerkundung durch Satellitenbilder": Einführung in die							
	Radarfernerkundung. Für optische Systeme wird auf weiterführende Literatur verwiesen. Hintergrundinformationen sind schwierig aber verständlich.							
	verwiesen. Hintergrundinionnationen sind schwieng aber verstandiich.							
	Weiterführende Links zu Bildersammlungen und Online-Tutorials							

Lehrbuch	Bildthema	Hintergrundinformation	Arbeitsauftrag				
Geobuch 1 Dieter Bachofner, Samuel Batzli, Peter Hobi, Armin	Satellitenbilder zu Europa (zwei mal physische Über- sicht und eins Nachtbild)	Bildinformationen im Leh- rerkommentar (Herstel- lung des Bildes, Sensor, Farben und Relief)	Arbeitshinweise zu allen Bildern im Schülerbuch und im Lehrerkommentar				
Rempfler (Hrsg.): 2001, Klett-Verlag	Satellitenbild Schweiz	Bildinformationen im Leh- rerkommentar	Arbeitshinweis vor- handen: Farben und Strukturen interpretieren; Ein- bezug weiterer Medien				
	Luftaufnahme der Klus von Moutier	Hintergrundinformation zur Herstellung von Kar- ten	-				
	 Ergänzungen: Methodische Anleitung zur Interpretation von Bildern anhand eine Luftbildes (Sahara) Information in Text und Bild über Satelliten, deren Funktionsweis Aufgaben und Anwendungen, inkl. Schülerauftrag; Bedeutung detelliten auch für die Weltraumforschung Im Lehrerkommentar (2001) befinden sich zu allen Satellitenbilde Hintergrundinformationen (Aufnahmedaten, Erklärungen zur Herslung des Bildes, etc.), sowie zahlreiche weiterführende Links zu Etenbanken 						
Geobuch 2 Samuel Batzli, Beatrice Gutmann, Peter Hobi, Armin Rempfler (Hrsg.):	zwei Luftbilder zum Thema Landschaftswandel (Basel 1922 und 1989)						
2003, Klett-Verlag	Im ganzen Buch sind keine S	atellitenbilder integriert					
Geografie: Wissen und Verstehen. Ein Handbuch für die Sekundarstufe II Martin Hasler, Hans-Rudolf Egli (Hrsg.): 2004, hep-Verlag Bern	Einführende Erläuterungen zum Luft- und Satellitenbild: Definition, Beispiele Schräg- und Senkrechtaufnahmen, Echt- und Falschfarbenbilder, Herstellung Kurzkapitel zur Bildinterpretation für Luftbilder, Photos und Satellitenbilder am Beispiel des Mt. Kenia: schrittweises Vorgehen bei der Luftbildinterpretation; zur Satellitenbildinterpretation fehlt dies, es werden nur Hintergrundinformationen zu den Bildelementen vermittelt. Satellitenbilder zum Ozonloch, Wetterlagen Schweiz, Wolkenstau / Föhnlage und Hurrikans: alle Bilder mit Bildinformationen versehen, keine Arbeitshinweise formuliert						

Lehrbuch	Bildthema	Hintergrundinformation	Arbeitsauftrag				
Mensch & Raum 1	ein Meteosatbild	-	-				
Helmut Eck (Hrsg.): 1999, Cornelsen	verschiedene Senkrecht- luftbilder zum Flughafen	-	-				
Verlag	Frankfurt Luftbildvergleich des Ortes Willstätt (1957 und	-	kurze Anleitung zum Bildvergleich				
	1999) - Ergänzungen:		Zum Blidvergieldn				
	- Thema Kartographi recht- und Schräglu						
	Schritten - Im Lehrerkommentar werden die Bildelemente eines Satellitenbildes						
Mensch & Raum 2	der Adria erklärt. Satellitenbild Übersicht	Erklärungen zur Farbge-	_				
Helmut Eck (Hrsg.): 1999, Cornelsen	über die Erde	bung und Hinweis auf Entstehung des Bildes	-				
Verlag							
Mensch & Raum 3	ein Meteosatbild	-	-				
Helmut Eck (Hrsg.): 1999, Cornelsen Verlag							
Schweiz, Suisse, Svizzera, Svizra	Satellitenbildmosaik der Schweiz (Landsat- Aufnahme)	Bildinformationen beim Bild und im Anhang	-				
Klaus Burri, 1995/2002, Lehrmit- telverlag Zürich		Einführung in die Erd- und Wetterbeobachtung					
	Perspektivisches Land- satbild der Greina- Hochebene	-	-				
	Landsatbild von Zürich, perspektivische Darstel- lung	Aufnahmedaten und Hin- weise zur Herstellung des Bildes (Kanäle, Echtfar- benbild): Kombination aus Höhenmodell, Daten der Arealstatistik und einem Landsatbild	-				
	Meteosatbild: Tiefdruck- wirbel	-	-				
	Kurzes Kapitel zum Thema "Satelliten beobachten die Erde" Im Kommentar (1999) existiert zu einer Wetterkarte eine Aufgabenstellung.						

Lehrbuch	Bildthema	Hintergrundinformation	Arbeitsauftrag					
Seidlitz Erdkunde 3	Meteosatbild	-	-					
Gert Jahn (Hrsg.): 1994, Schroedel Verlag	Im Lehrerkommentar existieren Geo-Praxis-Bausteine, die verschiedene Methoden erklären (Interpretation von Klimadiagrammen, Zeichnen von Kartenskizzen, etc.). Ein Kapitel über die Arbeit mit Bildern ist jedoch nicht vorhanden.							
Vom Pol zum Aequator Heiner Uehlinger, 2002, Berner Lehrmit-	sieben Satellitenbilder von verschiedenen Regionen in der Nacht (Lichtpunkte)	-	Arbeitshinweise und Interpretati- onsmöglichkeiten sind vorhanden					
telverlag	zwei Meteosatbilder mit ergänzenden Zeichnun- gen zur Veranschauli- chung der Veränderungen der Innertropischen Kon- vergenz (ITC)	Bildinformationen erklären die Aufnahmemöglichkeit von Wolken	einfache Arbeitsauf- träge					
	zwei Satellitenbilder als Hintergrund für Wetterkar- ten	-	-					
	Ausschnitt eines Satelli- tenbildes zur Verdeutli- chung von Tag, Nacht und der Dämmerung	-	-					

Tab. 1: Übersicht über Schrägluft- und Satellitenbilder in Lehrbüchern

Ergänzend zur obigen Aufstellung muss erwähnt werden, dass 1998 die zweite Ausgabe eines Lehrbuches zu Satellitenbildfolien im Unterricht publiziert wurde (*Breitbach et al.: 1998*). Es umfasst 32 Satellitenbilder zu verschiedenen Themen hauptsächlich aus Europa mit umfangreichen Aufgaben und vielfältigen Hintergrundinformationen, sowohl zu den einzelnen Bildern, wie auch zu Methoden und Techniken der Fernerkundung. Weil es sich nicht um ein Gesamtlehrwerk für den Geographieunterricht handelt, wurde es nicht in die Tabelle integriert.

2.5.3 Interpretation der Ergebnisse

Gesamthaft betrachtet ist die Begegnung mit Fernerkundungsdaten eher ernüchternd und gering. Die Satellitenbilder fallen angesichts der Fülle anderer Darstellungen (Graphiken, Photos usw.) nicht besonders ins Gewicht. Die Lehrbuchanalyse zeigt, dass die Fernerkundung in der Schule einen geringen Stellenwert aufweist. Einerseits verdeutlichen die Ergebnisse die mangelnde Präsenz der Fernerkundung, andererseits kann durch das fehlende Bildmaterial bzw. durch marginalste Aufgabenstellungen oder Querverbindungen kein Interesse dafür geweckt werden. Auch der oben genannte Ordner von Breitbach mit Satellitenbildfolien kann nicht als Ersatz dafür angesehen werden. Erstens ist er sehr teuer und deshalb kaum erschwinglich für ein normal ausgestattetes Lehrer- oder Schulbudget. Zweitens wurde er von keinem der üblichen Schulbuchverlage publiziert und tritt deshalb kaum in

Erscheinung. Und drittens wäre eine stärkere Verankerung der Fernerkundung in die normalen Unterrichtsbücher nötig, wenn sie ins Bewusstsein von Schüler-/innen und Lehrer-/innen rücken soll. Neben überzeugenden Fernerkundungslehrwerken muss also auch dafür gesorgt werden, dass Luft- und Satellitenbilder verstärkt in gängige Unterrichtsmedien einbezogen werden.

Bei der **Anzahl der Bilder** kann tendenziell eine leichte Zunahme festgestellt werden. 1994 war ein Satellitenbild in einem Werk abgebildet, 2004 waren es 28 Bilder in zwei Lehrbüchern. Im Jahr 2003 ist ein Einbruch zu verzeichnen. Die Schwierigkeit der Interpretation liegt allerdings in der fehlenden Kontinuität der Lehrbuchproduktion: nicht jedes Jahr werden in gleicher Anzahl Lehrwerke veröffentlicht, so dass die Tendenz auch zufällig sein kann.

Jahr	1995	1999	2001	2002	2003	2004
Buchzahl	1	3	3	2	1	2
Bildzahl	1	6	16	18	2	28
Bildzahl Ø	1	2	5.3	9	2	14

Tab. 2: Entwicklung der Satellitenbilder in Lehrbüchern von 1995 bis 2004

In Bezug auf die **dargestellten Themen** wird deutlich, dass die meisten Bilder dem Themenbereich Wetter und Klima zugeordnet werden können (25 Bilder), darauf folgen Bilder zur Illustration von Grossräumen (Erde, Kontinente: 13 Bilder). Im Bereich von sieben oder acht Bildern liegen die Themen Küstenmorphologie (8), Landnutzung / Landschaftswandel (7) und Übersichten über kleinere Regionen (Städte, Inseln, etc.; 7). Vereinzelt stellen die Bilder besondere Phänomene wie Naturkatastrophen oder einen Meteoriteneinschlag dar.

Die Themenverteilung zeigt deutlich auf, dass besonders die Satellitenbilder häufig mit dem Thema Wetter und Klima in Verbindung gebracht werden. Dies kann mit der schon frühen kommerziellen Nutzung des Bildmaterials und deren Einsatz in Wettersendungen erklärt werden - Satellitenbilder sind uns dadurch am besten vertraut. Mit der Zunahme der Erdbeobachtung entstanden durch entsprechende Bildmosaike von grossen Landflächen ästhetisch ansprechende Bilder der ganzen Erde oder einzelner Kontinente. Diese Bilder sind uns zum Beispiel durch Kalenderblätter bekannt, wir können sie durch eine den natürlichen Gegebenheiten entsprechende Farbgebung in der Regel ohne grosse Schwierigkeiten interpretieren und verstehen. Fasst man die Grossregionen mit den Darstellungen von kleineren Erdausschnitten zusammen, werden allgemein "Abbildungen der Erde" als zweithäufigstes Darstellungselement in den Unterrichtsmaterialien eingesetzt. Andere Themen, wie zum Beispiel ökologische Fragestellungen, Naturkatastrophen etc. weisen – wie schon in der Lehrplananalyse deutlich wurde – eine untergeordnete Bedeutung auf.

Von den rund 71 existierenden Satellitenbildern sind zu 33 Bildern (46%) keine **Hintergrundinformationen** vorhanden, das heisst, die Bilder werden nur zur Illustration von Sachverhalten eingesetzt, haben aber keinen anderen Stellenwert als Photos oder andere Illustrationen. Dies ist deshalb bedauerlich, da insbesondere die Satellitenbilder sich optisch von anderen Bildmaterialien unterscheiden und interessierte Betrachter – wenn sie dies wollen – keine näheren Informationen dazu erhalten. Das gleiche gilt für die zahlreich enthaltenen Luftbilder: auch hier fehlen Aufnahmedaten, Hinweise zur Herstellung der Bilder oder Angaben zum Beispiel über Farben oder über Wellenlängenbereiche der Aufnahmen.

Ob Hintergrundinformationen zum Bild verfügbar sind oder nicht, kann nicht in Zusammenhang mit dem Alter des Lehrmittels gebracht werden. Ab 1999 existieren in allen Lehrmitteln Bilder mit, aber auch ohne weiterführende Angaben, es dominieren allerdings in jedem Lehrmittel die Bilder ohne Erklärungen.

Insgesamt werden nur zu 16 dargestellten Satellitenbildern (22%) **Arbeitsaufträge** für Schüler-/innen formuliert, bei vier dieser Bilder fehlt allerdings die Hintergrundinformation. Bilder mit Aufgabenstellungen findet man etwa in der Hälfte aller untersuchten Lehrmittel ab 2001, aber auch in diesen Lehrmitteln dominiert der Anteil Bilder ohne Aufgaben.

Durch die geringe Anzahl Aufgabenstellungen wird die Annahme bestätigt, dass Bilder eine hauptsächlich illustrative Bedeutung in Schülerbüchern haben und nur selten als Medium zur Informationsgewinnung gedacht sind. Dennoch kommt den Bildern auch ohne Arbeitsmöglichkeit eine wichtige Bedeutung zu: Lehrkräfte hätten grundsätzlich die Möglichkeit, das Bildmaterial mit eigenen Aufgabenstellungen im Unterricht einzusetzen, da es in den Büchern verfügbar ist. Und auch ohne Arbeitsauftrag helfen die Bilder den Betrachtern, die Welt kennen zu lernen, sich von Ausschnitten der Erde "ein Bild zu machen". Sicher könnte dieser Aspekt durch eine vertiefte Bildbetrachtung in Form von Arbeitsaufträgen noch verstärkt und betont werden.

2.6 Fernerkundung im Schweizer Weltatlas

Primär ist ein Atlas eine Sammlung verschiedener Karten. Luft- oder Satellitenbilder werden als Unterstützung oder Visualisierung von Sachverhalten eingesetzt und ergänzen die Karten. Dadurch ist das Kartenwerk ein wichtiges Instrument im Geographieunterricht und verhilft Schüler-/innen, sich auf der Erde zu orientieren, sich von ihr ein Bild zu machen. Es wird im Bewusstsein in die Analyse zum Stand der Fernerkundung im Unterricht einbezogen, dass die Luft- und Satellitenbilder nicht die gleiche Bedeutung wie in Schulbüchern haben. Berücksichtigt werden für die Untersuchung zwei Ausgaben des Schweizer Weltatlas, die nach 1995 veröffentlicht wurden. Andere Atlanten, auch solche aus Deutschland, wurden nur als Ergänzung verwendet.

2.6.1 Ergebnisse aus der Atlas-Recherche

Die Übersicht zeigt die Häufigkeit und Thematik der dargestellten Luft- und Satellitenbilder:

Seite	Abbildung	Bildart und -information	Oberthema		
6	Klus von Moutier	Schrägluftbild, 1997	Schweiz, Ansichten		
20	Wetterlagen Europas	Satellitenbilder, NOAA, 1982	Wetterlagen		
21	Tessin	Satellitenbild, Landsat 5, 1984	Landnutzung		
41	Wattenmeer	Satellitenbild, Landsat 2, 1976	Landgewinnung		
53	Anbaustrukturen im Harzvorland	Satellitenbild, 1975	Landnutzung Mitteleuropa		
95	Tamelrik, algerische Sahara	Spotimage, 1988, Falschfarbenbild	Landbedeckung Sand-, Kies-, Felswüste		
Schweizer	Weltatlas, Ausgabe 2002				
1	Tessin	Satellitenbild, Eurimage, Landsat 7, 1999	Landnutzung		
6	Klus von Moutier	Schrägluftbild, 2001	Schweiz, Ansichten		
16	Wetterlagen Europas	Satellitenbilder, NOAA, 1982	Wetterlagen		
42	Wattenmeer	Satellitenbild, Landsat 7, 2000	Landgewinnung		
65	Timanrücken, Rodungen Taiga	Satellitenbild, Landsat 7, 2000	Umweltprobleme in Osteuropa		
103	Tamelrik, algerische Sahara	Spotimage 1988, Falschfarbenbild	Landbedeckung Sand-, Kies-, Felswüste		
154	Downtown Manhattan	Luftbild, 1996	New York, Stadtbild		
165	Rondônia, Jaru: Regenwald Brasilien	Satellitenbildkarte, Landsat 7, 2000	Landnutzung, Rodung mit Besitzverhältnissen		
165	Iguaçúfälle Brasilien	Satellitenbildkarte, Landsat 7, 1999	Landnutzung mit Verkehrsstrukturen		

Tab. 3: Übersicht über Luft- und Satellitenbilder in verschiedenen Ausgaben des Schweizer Weltatlas

Die Darstellung zeigt auf, dass die Anzahl der Luft- und Satellitenbilder im Laufe der Jahre stetig zugenommen hat; im Atlas von 1991 (nicht in der Tabelle aufgeführt) waren es noch vier Bilder, in der Ausgabe von 1997 bereits sechs und aktuell neun Bilder. Mit zwei Luftbildern und sieben Satellitenbil-

dern ist die Anzahl auch im aktuellen Atlas nicht besonders hoch, liegt aber leicht höher als in vergleichbaren Kartenwerken. Der Schulatlas Sachsen, Ausgabe 2004 enthält sechs Luftbilder und ein Satellitenbild, der Diercke Weltatlas Schweiz, Ausgabe 1998 beinhaltet je ein Luft- und Satellitenbild. Einzig der Alexander-Globalatlas des Klett-Verlages (Ausgabe 2004) weist mit zwei Satellitenbildern, 33 Luftbildern und zahlreichen Photographien eine deutliche höhere Anzahl auf. Mit Ausnahme eines Bildes beziehen sich aber alle Darstellungen nur auf den Deutschlandteil und illustrieren vor allem die Kartensignaturen oder Oberflächenformen. Als solche tragen sie erklärend zum Aufbau des Kartenverständnisses bei.

Nur für die Atlasausgabe von 2002 liegt ein Heft mit Hinweisen für Lehrer-/innen vor. Die folgende Übersicht verdeutlicht den Umfang und die Art der Hintergrundinformationen:

Satellitenbildthema	Kommentar
Tessin	Zur Landnutzungskarte des Kantons Tessin sind keine Hintergrundinformationen vorhanden.
Klus von Moutier	Zunächst werden im Lehrerkommentar technische Hinweise zum Bild formuliert (Aufnahmezeitpunkt, Höhe etc.). Danach folgen Überlegun-
Seite 51	gen zur Bedeutung eines Schrägluftbildes für die Betrachter. Anhand zweier Beobachtungsaufgaben wird ein Transfer vom Schrägluftbild zur passenden Karte ermöglicht: Schüler erkennen durch Hilfslinien den Bildausschnitt auch in der Karte und können das Kartenbild mit der Ansicht vergleichen.
Wetterkarten Seite 82	Die Informationen zu den Wetterkarten sind sehr ausführlich. Es wird erklärt, wie die Aufnahmen gemacht wurden, was die Eigenschaften eines Infrarot-Nachtbildes sind (erste der sechs Wetterkarten) und welche Unterschiede zu den Tagaufnahmen daraus resultieren. Den Wolken, respektive den weissen Elementen auf den Bildern wird eine besondere Beachtung geschenkt; weisse Farbflecken werden in Zusammenhang mit den Aufnahmebedingungen gebracht und auf diese Weise erklärt.
Wattenmeer Seite 42	Im Lehrerkommentar ist eine kurze inhaltliche Beschreibung vorhanden, welche die Frage "Was sehe ich?" knapp beantwortet.
Timanrücken Seite 284	Lehrpersonen finden zum Timanrücken im Lehrerkommentar eine ausführliche Anleitung, wie man welche Merkmale im Bild erkennen kann.
Tamelrik Seite 32	Die Wüstenformen im Tamelrik werden ausführlich beschrieben. Es wird erklärt, welche Objekte im Bild zu erkennen sind und begründet, warum gerade dieser Bildausschnitt gewählt wurde. Er lässt sich sehr präzise lokalisieren.
Manhattan	Das Luftbild von Manhattan wird im Lehrerkommentar nicht erwähnt, bei den Ausführungen zur passenden Karte findet man lediglich den
Seite 197	Hinweis, den Schattenwurf der ehemaligen Twin-Towers zu beachten.
Rondônia	Neben technischen Erklärungen zur Fotokarte werden einige Gedan- ken zur Bevölkerung und der Lage Rondônias in Brasilien angefügt. Da
Seite 199	die Reliefgestaltung der Region nicht aus dem Bild ersichtlich wird, weist der Lehrerkommentar auf die eingefügten Höhenangaben hin.

Iguaçufälle	Über die Iguaçufälle erfährt man an mehreren Stellen im Lehrerkom-
Seiten 96, 209, 261	mentar nützliche Informationen, die sich aber mehrheitlich auf die Region und den ganzen Nationalpark (UNESCO-Welterbe) beziehen. Neben den Daten zum Park werden viele Hintergründe über die Region und die Bevölkerung vermittelt, Hinweise zu Bildmerkmalen finden sich nur in einem Satz.

Tab. 4: Hinweise zu Luft- und Satellitenbildern in den Hinweisen für Lehrer-/innen

2.6.2 Interpretation der Ergebnisse

Festgehalten werden kann die Zunahme der Anzahl Satellitenbilder im Laufe der Jahre. Sie ist gesamthaft betrachtet nicht besonders hoch, da es sich um einen Atlas handelt, aber durchaus positiv zu bewerten. Immerhin weist nicht einmal jedes Lehrbuch so viele Satelliten- oder Luftbilder wie der Atlas auf.

Hintergrundinformationen wie Aufnahmedatum, Höhe und Auflösung sind in der aktuellsten Atlasausgabe zu fast allen Bildern vorhanden. Wer also an technischen Daten zu den Aufnahmen interessiert ist, wird bei den meisten Bildern fündig, die Informationen sind verständlich formuliert. Interpretiert werden kann dies als bessere und möglicherweise günstigere Zugänglichkeit von Bildmaterialien und Hintergrundinformationen, gleichzeitig aber auch verstanden werden als Hinweis für eine bewusste Auseinandersetzung mit dem Bildmaterial. Im Lehrerkommentar bestätigt sich diese Annahme: die Lehrpersonen hatten sich gewünscht, mehr Informationen über die Herkunft von Karten oder Bildmaterial zu erhalten, diesem Anliegen wird in der aktuellen Ausgabe des Atlas also Rechung getragen (Lehrerkommentar Schweizer Weltatlas, 2004:9).

Bereits einmal verwendete Luft- und Satellitenbilder wurden – mit Ausnahme der Anbaustrukturen im Harzvorland – auch in den neueren Ausgaben des Atlas berücksichtigt. Welche Gründe dafür verantwortlich sind, wird allerdings nirgends festgehalten.

Thematisch dominiert in den älteren Versionen des Weltatlas die Landnutzung. In der neuesten Ausgabe werden die Bilder erstmals auch zur Visualisierung ökologischer Themen eingesetzt, die Bildauswahl wird also vielfältiger. Das lässt darauf schliessen, dass Luft- und Satellitenbilder zunehmend nicht nur Oberflächen abbilden sollen, sondern als Quelle für die Informationsgewinnung von komplexen Fragestellungen beitragen.

Zusätzlich zu den Bildinformationen werden einzelne Bilder ausführlich erklärt. Begründungen für die Bildauswahl oder inhaltliche Ergänzungen (wie geographische und wirtschaftliche Lage, Angaben zur Bevölkerung oder zum Relief) helfen, das Bild zu verstehen und erleichtern damit die inhaltliche Auseinandersetzung. Methodische Hinweise fehlen dagegen weitgehend, auch Anleitungen zur Arbeit mit den Bildern werden nur sehr vereinzelt aufgeführt.

2.7 Fernerkundung in geographischen Zeitschriften

In verschiedenen Zeitschriften finden Lehrer-/innen an Gymnasien und zunehmend auch der Sekundarstufe I Unterstützung für die Unterrichtsvorbereitung. Die eher thematisch ausgerichteten Zeitschriften dienen der persönlichen Weiterbildung in aktuellen Sachfragen, die eher didaktisch ausgerichteten Hefte führen neben Unterrichtsplanungen und –materialien auch Aufsätze zu Lernerkenntnissen und deren Umsetzungen bzw. Auswirkungen auf den Unterricht auf. In die Untersuchung werden sieben bekannte Zeitschriften Markt führender Verlage einbezogen, die zwischen Anfang 1995 und Ende 2005 erschienen sind. Namentlich handelt es sich dabei um

- Geographische Rundschau: Westermann-Verlag (thematisch)
- Geographie aktuell: Aulis-Verlag (thematisch)
- PGM Zeitschrift für Geo- und Umweltwissenschaften: Klett-Verlag (thematisch)
- GEO-Hefte: Verlag Gruner + Jahr AG (thematisch)
- Praxis Geographie: Westermann-Verlag (didaktisch)
- Geographie heute: Friedrich-Verlag (didaktisch)
- Geographie und Schule: Aulis-Verlag (didaktisch)

Bei den Zeitschriften wurde in einem ersten Schritt ermittelt, wie oft und in welcher Form die Fernerkundung, unter anderem mit Hilfe von Luft- und Satellitenbildern, thematisiert wird. Die entsprechenden Artikel waren im zweiten Schritt dann Basis für eine qualitative Analyse und Beurteilung der Aufgaben.

2.7.1 Ergebnisse aus der Zeitschriften-Recherche

Die folgende Übersicht zeigt die Art und die Form der Integration von Fernerkundungsanwendungen in allen publizierten Ausgaben.

Heftname	Ausgabe	Kurzbeschreibung
Geographische Rundschau	7/1997	ein wissenschaftlicher Aufsatz: satellitenbildgestützte Bevölkerungsstatistik
	2/1998	Ganze Ausgabe mit Forschungsberichten zu Anwendungsgebieten der Fernerkundung: Radar in der Antarktis und den Tropen, Satellitendaten für Natur- und Artenschutz, Untersuchungen zum Stadtklima, Modellierung von Klimaszenarien, Landschaftsmasse, Ermittlung von Frostschäden (neun Artikel)
	5/1999	Web-Tipp für virtuelle Vorlesung zu Geographie und Fernerkundung
	12/2000	ein Aufsatz: Kartierung borealer Wälder mit Radarfernerkundung
	5/2002	ein Aufsatz: Landschaftsökologie mit GIS und Luftbildern
Geographie aktuell	2002	Bericht über die Shuttle Radar Topography Mission; verschiedene Radarbilder verschiedener Städte aus dieser Mission
	2003	Satellitenbild-Bezug und Sahara-Bild Projekt Coal Fires in China (mit Arbeitsblättern)

Heftname	Ausgabe	Kurzbeschreibung			
PGM – Zeitschrift für Geo- und	31/2000	Vorstellung von Fernerkundungsmethoden (9 Aufsätze)			
Umweltwissen- schaften	6/2001	Wissenschaftlicher Aufsatz zur Erfassung von Naturkatastrophen mittels Radar Interferometrie			
	2003	Aufsatz zur Modellentwicklung in der Hydrologie mittels Ferner- kundungsdaten			
GEO-Hefte	1997	Bericht über Satelliten, die die Erde photographieren			
	2000	acht Nennungen (Kommunikation und Weltraumforschung (mehrfach), Bilder der Erde, Gezeiten)			
	2001	Ausführliche Dokumentation zu Satellitenaufnahmen der Erde			
	2002	12 Nennungen (Klimawandel, Weltraumforschung (mehrfach), Envisat, Wettervorhersage, Storchflüge)			
	2003	fünf Nennungen (Radarbilder für Wasserläufe, Weltraumforschung)			
	2004	drei Nennungen (Weltraum, Plattenbewegung, Meteorologie)			
	2005	6 Nennungen (GPS, Weltraum, Öldetektion, Meeresleuchten)			
Praxis Geographie	7/1997	Bericht über Lehrerfortbildung: Erkundung von Waldschäden mit Fernerkundungsdaten			
	6/2002	Fachartikel über Thermalbilder im Unterricht			
	3/2003	Ganze Ausgabe "Geo-Fernerkundung" mit sechs Aufgaben zu verschiedenen Themen: Regenwaldüberwachung, urbanes Wachstum in Phoenix, Yangtsee-Fluss, Landschaftsanalyse, moderne Landwirtschaft, Hochwassererfassung, Interneteinführungen (inkl. CD mit Bildmaterialien)			
Geographie heute	137/1996	Ganze Ausgabe zu Satellitenbildern im Erdkundeunterricht: Einführung in die Fernerkundung, Erde bei Nacht, Arbeiten mit dem Vegetationsindex, Landschaftsgenese, Arbeit mit Meteosat-Bildern, Radaraufnahmen zur Dynamik von Hafenstädten (acht Aufsätze)			
	235/2005	Ganze Ausgabe zur Fernerkundung: Jahreszeiten, Aralsee, Tiefdruckgebiete, Stadtentwicklung, Projektunterricht, Landschaftsanalyse, Globe-Projekt (sieben Aufsätze)			

Heftname	Ausgabe	Kurzbeschreibung
Geographie und Schule	100/1996	Einführungsbeitrag zur Fernerkundung als geowissenschaftliche Informationsquelle; weitere drei Artikel zu Meeresoberflächen, Überwachung von Agrarsubventionen und Wassertemperaturen bei einem Atomkraftwerk
	2002	Luftbilder verschiedener Städte (pro Heft ein Bild, ohne Begleitmaterialien)
	139/2002	Fernerkundung und GIS im Unterricht (ein Artikel)
	154/2005	Ganzes Heft zur Fernerkundung im Unterricht: Einführung und Beiträge zum Flughafen, Bergbau, Talsperre (total fünf Artikel)

Tab. 5: Übersicht über Fernerkundungsthemen in geographischen Schulzeitschriften

2.7.2 Interpretation der Ergebnisse

Zur besseren Übersicht über die Artikel der Zeitschriften dient die untenstehende Tabelle, welche die Artikel sortiert nach Jahr und inhaltlicher Ausrichtung aufführt. Im Jahr 1995 wurden keine Beiträge publiziert, weswegen dieses Jahr in der Tabelle nicht erscheint.

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Fachliche Artikel und Beiträge		2	9		13	3	6	4	2	3
Artikel mit Aufga- ben für die Schule	8						1	4		10
Einführungsartikel in die Fernerkun- dung (Schule)	2							1		2
Diverses (Welt- raum, Kommunika- tion, Projekte usw.)	1	1		1	4	1	7	6	3	5

Tab. 6: Zusammenfassung der Ergebnisse aus der Zeitschriften-Analyse

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass die Fernerkundung eine untergeordnete Bedeutung in den Zeitschriften aufweist. Die Anzahl Beiträge, welche in zehn Jahren die Fernerkundung thematisieren, ist überschaubar. Aus der Übersicht wird deutlich, dass die Fachartikel dominieren. Mit 42 Nennungen (von insgesamt 99) handelt es sich um die grösste Gruppe. Ihr schliesst sich die Kategorie "Diverses" mit 29 Nennungen an. Darunter sind Berichte zur Weltraumforschung oder der Satellitenkommunikation zusammengefasst, vereinzelte Weblinks oder Weiterbildungsinformationen ergänzen die Kategorie. Erst an dritter Stelle stehen Beiträge, die mit dem Geographieunterricht in enger Verbindung stehen, also Artikel, die Aufgabenstellungen für Schüler-/innen beinhalten (23 Nennungen). Die Beiträge, die als Einführungsartikel für Lehrer-/innen gedacht sind, fallen zahlenmässig mit fünf Nennungen gering aus. Inhaltlich betrachtet ist ihre Bedeutung aber nicht uninteressant. Durch diese Grundlagenberichte wird die Möglichkeit gewährleistet, sich in die Thematik der Fernerkundung ein-

zuarbeiten. Die grosse Lücke der Publikationen zwischen 1997 und 2002 ist gerade dafür bedauerlich, weil eine kontinuierliche Auseinandersetzung mit der Fernerkundung verhindert bzw. verunmöglicht wird.

Bei den Fachartikeln fällt eine Häufung in den Jahren 1998 bis 2002 auf, allerdings mit einer Lücke 1999 und einem Einbruch 2001. Deren Ursache kann aufgrund der Komplexität der Faktoren, die für Publikationen verantwortlich sind, nicht erklärt werden. Aufgaben für Schüler-/innen, also explizite Beiträge für die Schule traten erstmals 1996 auf, stammen aber alle aus einer Zeitschrift. Nimmt man die Produktion des Lehrmittels von Th. Breitbach et al. von 1998 dazu (vgl. Kap. 2.5.2, S. 28), können diese beiden Jahre als eine Art Start ins Thema "Fernerkundung im Geographieunterricht" betrachtet werden, denn auch in früheren Publikationen sind keine Aufgaben für die Schule vorzufinden. Leider blieb es bei diesem Start, er löste während sechs Jahren keine kontinuierliche Publikationswelle aus. Ab 2002 wurde zögerlich wieder im Bereich der Fernerkundung in Schulen publiziert, im Jahr 2005 erreicht diese Phase ihren (vorläufigen) Höchststand. Die Publikationen stammen aber nur aus zwei Zeitschriften ("geographie heute" und "Geographie und Schule") und die Beiträge in "geographie heute" entstanden im Rahmen dieser Forschungsarbeit. Die Bestrebungen, die Fernerkundung im Unterricht zu etablieren, scheinen gegenwärtig aber wieder forciert zu werden. Gespräche mit weiteren Engagierten unter anderem auch mit der Idee, verschiedene Fernerkundungs-Kompetenzzentren für Schulen aufzubauen, unterstützen dieses These. Sie stehen unter anderem im Zusammenhang mit den Bemühungen, auch den Computer (unter anderem durch GIS) verstärkt in der Schulgeographie einzusetzen. Die Fernerkundung läuft unter dem Aspekt mit, neue Medien und Technologien im Unterricht zu verankern.

Etwa ab dem Jahr 2000 nehmen Berichte über Satellitenkommunikation und die Weltraumforschung zu. Diesbezügliche Artikel stammen hauptsächlich aus den GEO-Heften. Dies bedeutet, dass Funktionen und Aufgabenbereiche von Satelliten in der immer wieder thematisiert werden und in einer mehr oder weniger breiten Öffentlichkeit das Bewusstsein für die Thematik wächst. Zudem existieren ausreichende Artikel, die es ermöglichen, sich genauer mit den Einzelheiten zu beschäftigen bzw. sich fachlich einzuarbeiten. Möglicherweise wird dadurch aber auch der Respekt vor komplexer Technik, anspruchsvollen Themengebieten oder ganz einfach etwas Neuem gefördert, der eine konkrete Umsetzung im Unterricht eher behindert als fördert.

2.7.3 Kriterien für die qualitative Analyse und Beurteilung der Lernaufgaben

Neben der quantitativen Erfassung von Anzahl Artikeln bzw. Bildern in gebräuchlichen Unterrichtswerken fand auch eine qualitative Analyse der publizierten Beiträge statt. Sie wurde zu 85 Beiträgen fachlicher und didaktischer Art anhand folgender Kriterien durchgeführt:

- verwendete Bildart und Themen
- Lehrplan-Einbindung der vorgestellten Themen
- auslösende Schüleraktivität bei Aufgabenstellungen
- Einbezug weiterer Medien bei Aufgabenstellungen
- Zeitdauer f
 ür die Bearbeitung
- für das Verständnis des Artikels nötiges Vorwissen
- Zeitdauer für die (fachliche) Einarbeitung
- Komplexität des Beitrags

Die qualitative Begutachtung ergänzt die Interpretationen der zahlenmässigen Erfassung und erlaubt darüber hinaus ein vertieftes Verständnis für die Rolle der Fernerkundung im Geographieunterricht. Aufgrund der umfassenden Datenmenge wird die Tabelle im Anhang aufgeführt.

2.7.4 Beurteilung der fachwissenschaftlichen Beiträge

Die Fachbeiträge nahmen in der Analyse einen kleineren Stellenwert ein. Untersucht wurden 28 Artikel, welche die Leserschaft dazu befähigt, sich ein fachliches Wissen zu Aspekten der Fernerkundung anzueignen. Dabei handelt es sich um Beiträge in den oben genannten Zeitschriften, die extra für Lehrerpersonen geschrieben wurden.

In allen Jahren erscheinen RGB-, Falschfarben-IR-Bilder, Thermalaufnahmen oder panchromatische Abbildungen regelmässig. Ab 1998 sind auch immer Radaraufnahmen Gegenstand der Berichte. Gelegentlich werden Bildpaare veröffentlicht, die Zustände auf der Erde zu zwei verschiedenen Zeitpunkten festhalten. Die Vielfalt existierender Abbildungsmöglichkeiten wird genutzt, die Leser-/innen erhalten Einblicke in die Variationsbreite der Bildprodukte der Fernerkundung. Allerdings sind die RGB-Bilder eher in der Minderheit, so dass wenige Übungsgelegenheiten mit vertrauten Abbildungen gegeben sind. Das Verständnis für die Bildmaterialien ist dadurch eher als schwierig einzustufen.

Die variantenreichen und qualitativ zunehmend besseren Bilddaten gewährleisten dafür eine breite Themenvielfalt. Die Beiträge befassen sich mit Aspekten verschiedener Geosphären, berücksichtigen ausgewogen sowohl physisch-geographische als auch humangeographische Fragestellungen und beziehen sich auf verschiedene geographische Räume. Die Anbindung an Lehrpläne ist in der Regel möglich, manchmal beschäftigen sich die Beiträge allerdings eher mit Randthemen des normalen Unterrichtes.

Die Schüleraktivität wird in diesen Beiträgen nicht initiiert, dies ist ja auch nicht der Fokus der Artikel. Positiv ist anzufügen, dass in den Fachartikeln immer auf das Zusammenspiel verschiedener Medien (Feldarbeit, Diagramme, Karten usw.) hingewiesen wird oder diese bereits im Artikel erscheinen. Dadurch wird auch bei der fachlichen Einarbeitung deutlich, dass die Fernerkundung als Methode in einem Verbund weiterer Arbeitsweisen zu verstehen ist – in der Wissenschaft wie auch im Unterricht.

Die Fachbeiträge sind grundsätzlich schwierig und komplex. Das Einlesen erfordert Konzentration und Durchhaltewillen, damit die ungewohnten Begriffe, Abkürzungen oder technischen Feinheiten tatsächlich verstanden werden. Gemäss meinen Erfahrungen, werden Leser-/innen ohne Vorwissen in der Fernerkundung die Beiträge eher nur Überfliegen oder Durchblättern.

2.7.5 Analyse und Beurteilung der didaktischen Beiträge

In der Untersuchung dominieren mit 57 Beispielen die Beiträge, die für den Einsatz im Unterricht verfasst wurden. Es handelt sich in der Regel um Kopiervorlagen für den Unterricht, die mit didaktischen Hinweisen versehen sind aus welchen ersichtlich wird, wie die Themen in der Schule methodisch umgesetzt werden sollen.

Die Vielfalt der Abbildungsarten ist etwas geringer als bei den Fachartikeln, Radarbilder kommen zum Beispiel seltener vor. Es dominieren schwarz-weiss Abbildungen (druckbedingt), auch wenn es sich im Original um Farbbilder handelt. Ebenfalls aus redaktionellen Gründen befinden sich die Farbbilder oft

nicht direkt beim Beitrag, so dass das Augenmerk sich nicht sofort auf das neuartige Bildmaterial richten kann. Die Themenvielfalt ist sehr reichhaltig und ohne Redundanzen, das heisst in den zehn Jahren wurden keine zwei Beiträge zum gleichen Thema verfasst. Würde man alle untersuchten didaktischen Beiträge in einem Buch zusammenfassen, ergäbe dies bereits ein brauchbares Fernerkundungs-Lehrmittel mit abwechslungsreicher Themenvielfalt. Die Lehrplanbezüge sind bei den vorgestellten Themen gegeben, wenn auch hier gelegentlich Randthemen vorgestellt werden. Sie können zur Vertiefung in eine Thematik eingesetzt werden, weil sie aufzeigen, womit sich Geograph-/innen heute auch ausserhalb der Schule beschäftigen. Fernerkundung wird in den didaktischen Beiträgen kontextbezogen und nicht zum Selbstzweck präsentiert.

Nicht in allen Beiträgen werden explizit Schüleraufträge formuliert. Es wird somit stark den Lehrpersonen überlassen, wie genau mit dem Bild gearbeitet werden soll. Auf der einen Seite ist dies positiv, da fixfertige Bausteine nicht unbedingt übernommen werden können. Auf der anderen Seite kann dies Lehrpersonen auch am Einsatz im Unterricht hindern, weil nicht ganz klar wird, wofür die Autor-/innen dieses Bild in der Schule vorgesehen haben. Auffallend ist auch, dass die explizit formulierten Schüleraufträge nicht besonders kreativ oder aktivierend sind. Viele Aufgaben sind rein kognitiv zu lösen, im Wesentlichen müssen Fragen mit Hilfe der Bilder und weiterer Materialien beantwortet werden. Die Betonung von Luft- und Satellitenbildern ist sicher ausbaufähig, damit sich die Schüler-/innen noch intensiver und vor allem aktiver mit Bildern oder Aspekten der Fernerkundung auseinander setzen können. Wie schon in den Fachartikeln werden auch in den didaktischen Beiträgen andere Medien sinnvoll mit den Luft- und Satellitenbildern kombiniert.

Der Zeitaufwand für die Bearbeitung der Aufträge ist relativ hoch, eine Schätzung der Bearbeitungszeit ergibt einen Umfang von zwei bis vier Stunden pro Auftrag, meistens eher mehr. Insbesondere in den ersten Jahren ist eine hohe Komplexität der Beiträge festzustellen, diese verschiebt sich bis 2005 hin zu einem mittleren Anspruchsniveau mit Aufgaben, die auch in ein bis zwei Lektionen bearbeitet werden können. Die hohe Komplexität der Aufgaben, bedingt durch anspruchsvolle Inhalte und ein grosses Verständnis für technische Hintergründe in den Jahren 1996/98, verlangt auch von den Lehrpersonen eine relativ hohe Einarbeitungszeit um zu verstehen, was Ziel, Zweck, richtige Antworten oder Lösungswege sind. Es kann aufgrund der Entwicklung hin zu kürzeren und weniger komplexen Aufgaben davon ausgegangen werden, dass in den Jahren zwischen 1998 und 2003 zumindest ansatzweise ein Transfer von Wissenschaft zur Schule gestartet wurde. Dieser schlug sich dann in der Formulierung einfacherer und weniger ausführlicher Aufgaben nieder.

2.8 Fernerkundung im Internet und auf Bildungsservern

Neben Lehrbüchern, dem Atlas und geographischen Zeitschriften bietet heute auch das Internet als weltweite Bibliothek Bilder, Hintergrundinformationen und für Lehrpersonen auch eine Fülle von Unterrichtshilfen an.

Für die Schule, insbesondere die Sekundarstufe II, existieren Bildungsserver, die gezielt auf spezielle Unterrichtsmaterialien verweisen. Diese Bildungsserver wurden im März 2006 mit den Stichworten "Fernerkundung", "Satellitenbild", "Satellit", "Fernerkundung + Schule" und "Fernerkundung + Unterricht" durchsucht. Ermittelt werden sollte, welche Art von Informationen zur Fernerkundung im Unterricht auf dem Internet zu finden sind. Namentlich handelt es sich um die folgenden Bildungsserver:

- Bildungsserver SwissEduc (www.swisseduc.ch): nichtkommerzielles und kostenloses Angebot von erprobten Unterrichtsmaterialien für verschiedene Fächer von Lehrpersonen für Lehrpersonen; richtet sich an Schulen ab Sekundarstufe I
- Zentralschweizer Bildungsserver (www.zebis.ch): Server mit Informationen der Bildungsdirektionen, Aktualitäten, Unterrichtsmaterialien, Stellenangeboten usw.
- *Bildung online* (www.b-o.de): verlagsübergreifender, nicht kommerzieller Service zur Recherche in rund 60'000 Schulbüchern, Kopiervorlagen, Software und Downloadmaterialien
- Lehrer online (www.lehrer-online.de): Service- und Informationsplattform des Projektes "Schulen ans Netz"; kostenfreie Informationen und Materialien rund um den Einsatz digitaler Medien im Unterricht
- Zentrale für Unterrichtsmedien im Internet (www.zum.de): Webseite eines Vereins zur Nutzbarmachung des Internets als Lern- und Lehrhilfe für alle Schulformen und für ausserschulische Bildungsarbeit im deutschsprachigen Raum (ehemalige Partnerseite von EducETH)
- Klett-Alexander-Datenbank (www.klett.de/sixcms/list.php?page=startseite): Webseite des Klett-Verlages mit Lehrbuchangaben und weiterführenden Unterrichtsmaterialien
- Deutscher Bildungsserver (www.bildungsserver.de): Bildungsinformationen und Angaben zu Internetquellen durch Verweise auf Informationen zum deutschen Bildungswesen, die von Bund und Ländern, der Europäischen Union, von Hochschulen, Schulen, ausseruniversitären Forschungs- / Serviceeinrichtungen u.a. bereitgestellt werden

Eine Suche auf *google* (Auswahl ,Web' und ,Schweiz') ergänzte die Recherche, dies aber nur mit den Begriffen "Fernerkundung + Schule" und "Fernerkundung + Unterricht", da dem Fokus Schule sonst zu wenig Beachtung geschenkt wurde. Zudem wurden bei der Google-Suche nur die je ersten 40 Links, gesamthaft also 80 Angaben berücksichtigt.

2.8.1 Ergebnisse aus der Internet- Recherche

Insgesamt wurden 706 Informationen aufgerufen und kategorisiert, dabei ist eine sehr hohe Anzahl doppelter Nennungen auffallend. In Zahlen ausgedrückt sind dies von 706 Hinweisen 233 Beiträge, also rund 33%. Nicht in die Kategorie der Doppelnennungen aufgenommen wurden Beiträge aus den oben aufgeführten Zeitschriften. Sie können fast ausnahmslos alle auch über das Internet abgerufen werden.

Zieht man die doppelten Nennungen vom Total ab, bleiben 473 Beiträge, die sich wie folgt auf die verschiedenen Kategorien aufteilen (Übersichtstabelle im Anhang):

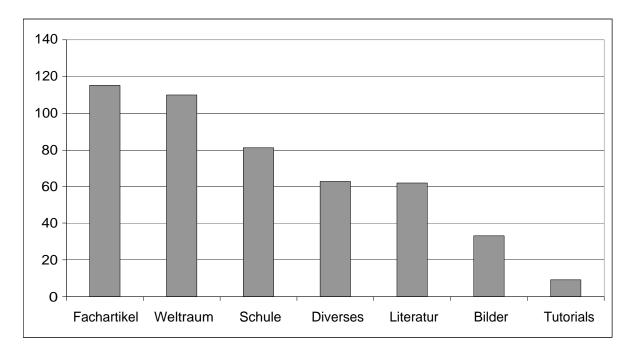


Abb. 6: Ergebnisse der Internetrecherche

Es verwundert kaum, dass an erster Stelle mit 115 Nennungen die Fachartikel dominieren, gefolgt von 110 Beiträgen zur Weltraumforschung, der Telekommunikation oder allgemein der Satellitentechnik. Aufsätze mit explizitem Bezug zur Schule folgen an dritter Stelle mit 81 Nennungen. Es kann festgehalten werden, dass die Themenvielfalt der Fachartikel wiederum sehr breit gefächert ist und das ganze Spektrum der Anwendungsgebiete und Darstellungsmöglichkeiten abdeckt. Zudem wird deutlich, dass über den Weltraum und seine Erforschung, aber auch Aufgabengebiete, die sich aus dieser Weltraumforschung ableiten, viel geschrieben wird und diese Themen präsent sind. Die Fernerkundung wird möglicherweise auch deshalb mit dem Weltraum als Ganzes assoziiert. Die mit der Fernerkundung verbundenen Anliegen für den Geographieunterricht kommen unter diesem Fokus aber sicher zu kurz.

Die Suche hat auch gezeigt, dass das gängige Suchwerkzeug google für schulische Materialien nicht geeignet ist. Die Recherche von 80 untersuchten Links hat nur vier Beiträge geliefert, die auf Artikel mit Schulbezug verweisen. Wer also gezielt nach Unterlagen im Bereich der Fernerkundung für die Schule suchen will, sollte dies über die Bildungsserver tun. Die Resultate auf google zeigen aber auch auf, dass die Bildungsserver nicht besonders häufig angewählt werden, da sie in der Ergebnis-Auflistung der google-Suche nicht in erster Priorität auftreten.

Angaben zu weiterführender Literatur und die Kategorie "Diverses" (Links, Projekte, Berufe, Kurse,...) stehen mit 62 bzw. 63 Verweisen noch vor den Bildern oder Bilddatenbanken (33 Nennungen). Tutorials, egal ob für die Schule oder für Studenten, sind mit nur neun Nennungen sehr unauffällig vertreten. Dies erstaunt deshalb, weil gerade das Internet als reichhaltige Datenbank besonders für Bilder oder Einführungskurse gepriesen wird.

2.8.2 Interpretation der Internet-Recherche

Die Ergebnisse der Recherche legen nahe, dass eine Suche auf dem Internet nach Unterrichtsmaterialien im Bereich der Fernerkundung sehr gezielt stattfinden muss. Weder umfangreiche Bilddatenbanken, noch umsetzbare Aufgabenstellungen sind ohne weiteres auffindbar. Obwohl sehr viele Bilder mit zum Teil hervorragenden Auflösungen im Internet verfügbar sind, müssen sie aufwändig und meist mit englischen Schlüsselwörtern gesucht werden. Im Bezug auf die Aufgabenstellungen für Schüler/innen werden die besten Resultate über den Deutschen Bildungsserver erzielt. Dieser nimmt alle Publikationen digital auf, so dass er als Ersatzinstrument für die Printmedien dienen kann. Digitale Berichte ohne Printpublikation sind kaum vorhanden. Die Ausbeute der schweizerischen Bildungsserver ist mit insgesamt einem Schulartikel, drei Fachartikeln und vier Hinweisen auf Bilddatenbanken sehr gering.

Ein wesentlicher Teil der Kategorie "Diverses" beschreibt Projekte, die aus Schulen stammen, die sich bereits aktiv mit Fernerkundung auseinander gesetzt haben. Die Links weisen aber auch auf wissenschaftliche Projekte hin, die unter anderem für die Bearbeitung von geographischen Fragestellungen im Unterricht beigezogen werden können. Dabei handelt es sich um sehr vereinzelte Schulen. Ihre Präsenz im Internet ist aufgrund eigener Webseiten relativ gross, so dass viele Nennungen immer wieder auf das gleiche Projekt (oder dessen Umsetzung im Unterricht) verweisen. Ein Beispiel für ein umfangreiches Projekt ist "Satgeo" (www.satgeo.de), das ein passionierter Lehrer des Gymnasiums Gröbenzell (Deutschland) ins Leben gerufen hat und unterhält. Auf dieser Webseite sind auch einige Aufgabenstellungen zu finden, die nicht in schriftlichen Publikationen enthalten sind.

Allgemein wurden die meisten von Schulen beschriebenen Projekte im Rahmen von Kompaktwochen oder mehrjährigen Kursen bzw. Untersuchungen durchgeführt. Lernaufgaben von kurzer Dauer, die im regulären Unterricht eingesetzt werden können, fehlen weitgehend.

Wie schon aus der Zeitschriftenanalyse zeigt sich auch bei der Internetrecherche, dass viele Unterlagen, die sich mit der Fernerkundung befassen, grundsätzlich sehr anspruchsvoll sind und sich in der Regel an Studierende oder Gymnasiasten der obersten Klassen richten. Die wenigen Einführungskurse sind sehr detailliert und präzis, was einerseits Gründlichkeit und Genauigkeit beim Selbststudium ermöglicht, anderseits für eine Einführung mit Schüler-/innen schnell zu umfassend und zu schwierig wird. Oft ist bereits Vorwissen über Prozesse, Grundlagen oder Begriffe der Fernerkundung erforderlich.

2.9 Fernerkundung und Schule bei Wissenschaftlern und Instituten

Publikationen allein reichen nicht aus, um den Stand der Fernerkundung in Schulen zu charakterisieren. Hinter diesen Artikeln und Berichten stehen Menschen, die sich für dieses Anliegen engagieren und deshalb für eine verstärkte Integration der Fernerkundung in den Unterricht bedeutsam sind. Aufgrund der untersuchten Publikationen, aber auch durch Gespräche und die Teilnahme an Fachtagungen und Kongressen konnte eine Anzahl von Vertreter-/innen dieses Anliegens ermittelt werden. Es wäre vermessen zu behaupten, die untenstehende namentliche Aufzählung sei vollständig, dies ist sicher nicht möglich. Vor allem sind die vielen Lehrkräfte bedeutsam, die kleinere und grössere Fernerkundungsprojekte im Unterricht durchführen aber nicht publizieren und dadurch nicht öffentlich bzw. namentlich in Erscheinung treten.

Die untenstehende Übersicht gibt wieder, wer wiederholt Beiträge veröffentlicht. Mit Sicherheit gibt es zahlreiche weitere Lehrpersonen, die engagiert die Fernerkundung in die Schule integrieren, aber sie treten nicht in die Öffentlichkeit und lassen sich deshalb nicht aufspüren. Es wird deutlich, dass die besprochenen Publikationen von wenigen Personen aus Deutschland verfasst werden. Das Fehlen von Personen aus der Schweiz kann – neben der fehlenden Publikationstätigkeit – unter anderem dadurch erklärt werden, dass die geographiedidaktische Forschung noch in den Anfängen steckt. Der Transfer von der Wissenschaft Fernerkundung hin zur Schulfernerkundung wurde erst mit der vorliegenden Arbeit begonnen.

Die massgeblich beteiligten Personen werden zusammen mit einem Überblick über ihren Beitrag zur Fernerkundung im Unterricht aufgeführt.

- Prof. Dr. Wolfgang Hassenpflug, Universität Kiel, Deutschland (geb. 1940, seit 2005 in Rente): Lehrstuhl für Physische Geographie mit den Schwerpunkten Fernerkundung, Didaktik der Geographie, Hydrologie, etc.; Zahlreiche Publikationen, Projekte für Studierende und Erwachsene, Referate und Untersuchungen auch zum Thema Fernerkundung im Geographieunterricht
- Studiendirektor Robert Roseau, Gymnasium Gröbenzell, Deutschland (geb. 1939, seit 2003 in Rente): seit 1993 aktive Beschäftigung mit Fernerkundung in der Schule, Initiator und Organisator der Projekte "Satgeo" und "Umweltspione"
- Studienleiter Friedrich-Wilhelm Dutke, Gymnasium Herborn, Deutschland (geb. 1940, seit 2000 in Rente): Entwickler der Software Pixel-GIS und Landsat, Begründer eines Projektes an seiner Schule, bei welchem seit 1981 mit einer Satellitenschüssel vom Schulhausdach NOAAund Meteosat-Daten empfangen und verarbeitet werden
- Dr. Wolfgang Gerber, Leipzig, Deutschland (geb. 1954): Dissertation 1990 im Bereich der Fernerkundung mit Anregungen für die Einbindung der Fernerkundung im Unterricht; Herausgeber verschiedener Lehrwerke, Mitautor bei Lehrplänen und Publikationen, die die Integration der Fernerkundung in der Schule stärken und fördern
- Kurt Baldenhofer, Friedrichshafen, Deutschland: Initiator des Lexikons der Fernerkundung (2003)
- Dr. Ulrike-Petra Neumann-Mayer, Universität Kiel, Deutschland: Dissertation 2005 zum Thema "Zugang zu Satellitenbildern in der Orientierungsstufe" (5./6.Klasse)
- Alexandra Wolf, Universität Heidelberg, Deutschland: Dissertation zum Thema "Fernerkundung nah gebracht Entwurf interaktiver Lernumgebungen zum schulischen Einsatz von Luftund Satellitenbilddaten". Voraussichtlicher Abschluss 2007
- Dr. Thomas Breitbach, Köln, Deutschland: Lehrmittelautor und Verfasser von Publikationen im Bereich Fernerkundung und Unterricht
- Prof. Dr. Alexander Siegmund, Universität Heidelberg, Deutschland: Lehrstuhl für Geographiedidaktik, Schwerpunkt Physische Geographie und Fernerkundung, zahlreiche Fachartikel,
 Engagement und vereinzelte Beiträge zur Fernerkundung in der Schule

An schweizerischen Fernerkundungs-Instituten ist der Schulunterricht kein Thema. Weder bei der Schweizerischen Kommission für Fernerkundung noch bei der Gesellschaft für Photogrammetrie beschäftigt sich jemand mit der Integration der Fernerkundung in die voruniversitäre Ausbildung. Handlungsbedarf für einen Wissenschaftstransfer ist also gegeben. Wenn die vorliegende Arbeit dazu einen Anstoss geben kann, ist ein wichtiges Ziel erreicht.

In Deutschland sieht die Situation nur leicht besser aus. Es gibt verschiedene Projekte, die sich mit der Integration der Fernerkundung beschäftigen, allerdings richten sie sich eher an ältere Schüler/innen (obere Klassen des Gymnasiums) oder Studenten. Zu erwähnen ist das Projekt CASTLE (Computer Aided System for Teleinteractive Learning in Environmental Monitoring) an der Universität Kiel (Dr. W. Hassenpflug), das einen englischsprachigen Lehrgang zur Einführung in die Fernerkundung zum Ziel hat. Am Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften in Kiel wurde zwischen 1994 und 1997 ein Projekt unter der Leitung von Ulrich Bosler lanciert, das die Fernerkundung in oberen Gymnasialklassen und bei Student-/innen anhand ökologischer Fragestellungen einführt.

Am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) existiert eine Abteilung "Education". Einerseits beteiligt sich das DLR an Projekten, wie z.B. CASTLE, andererseits unterhält es Schülerlabors, bei welchen die Schüler-/innen mit grundlegenden Forschungsfragen konfrontiert werden. Was sich auf den entsprechenden Prospekten schülernah und lernintensiv anhört, ist in der Praxis aber noch wenig durchdacht. Die Schüler-/innen müssen zur Klärung der Fragen intensiv betreut werden, für eine eigene Erforschungstätigkeit ist zu wenig Platz, Material und Zeit vorhanden. Ausserdem können die Schüler-/innen kaum nachvollziehen, was die Aufgabenstellungen mit Fernerkundung oder Raumfahrt zu tun haben, die grösseren Bezüge bzw. die Einbettung in die tatsächliche Arbeit von Wissenschaftlern oder Forschern wird unzureichend kommuniziert. Hauptsächliche Kritik an diesen Projekten ist der fehlende Einbezug von didaktisch geschulten Fachpersonen. Anlässlich von Besuchen mit eigenen Schulklassen wurde dieser Eindruck mehrfach bestätigt. Zudem ist auffällig, dass keine Bemühungen auszumachen waren, bei jüngeren Schüler-/innen das Interesse für die Fernerkundung zu wecken. Hier liegt meines Erachtens ein grosses Potenzial ungenutzt brach, das es in den nächsten Jahren mit geeigneten Projekten zu nutzen gilt.

2.10 Fernerkundung im Geographieunterricht: Beurteilung der Situation

Im vorliegenden Kapitel wurde aufgezeigt, wie sich die Fernerkundung gegenwärtig im Geographieunterricht der Schweiz und Deutschlands präsentiert. Die Zusammenfassung der wichtigsten Aspekte dient der Beurteilung der Situation.

Die in einer schweizerischen Untersuchung von 2001 befragten Lehrpersonen stehen dem Thema Fernerkundung im Unterricht gegenüber grundsätzlich aufgeschlossen gegenüber. Sie verwenden Luft- und Satellitenbilder hauptsächlich zur Illustration, zeitweise aber auch für Bildinterpretationen, dies vorwiegend bei physisch-geographischen Themen. Die Lehrer-/innen empfinden die Arbeit mit den Luft- und Satellitenbildern als Bereicherung im Unterricht, weil die Bildmaterialien die Schüler-/innen motivieren, ihr Raumverständnis fördern und nachhaltiges Lernen gewährleisten. Nachteilig wirkt sich für die Lehrpersonen die lange und aufwändige Einarbeitungszeit aus und die Beschaffung geeigneter Bildmaterialien. Erkennbar ist auch ein Respekt vor der Technik und dem anspruchsvollen Hintergrundwissen. Der Einsatz der Luft- und Satellitenbilder wird auch im zukünftigen Unterricht befürwortet.

Heute wird in fast allen Lehrplänen die methodische Kompetenzförderung explizit verlangt. Dies auch am Beispiel der Fernerkundung zu tun, wird in rund einem Drittel der Lehrpläne aufgeführt. Trotz grosser Heterogenität der Unterrichtsthemen konnten 30 Oberthemen unterschieden werden, die in allen Lehrplänen vorkommen. *Hassenpflug* (1998:53) führt aus, dass die Fernerkundung, wenn sie in die Schule gebracht werden will, in den Lehrplänen verankert werden muss. Dies ist sicher ein wichtiges Anliegen, da sich Lehrbücher und Stoffpläne stark an den Lehrplänen orientieren. Dennoch ist es

nicht so, dass die Fernerkundung in Lehrplänen gänzlich fehlt. Durch das breite Feld fernerkundlicher Anwendungen lassen sich Bezüge zu fast allen Lehrplanthemen herstellen. Neben der expliziten Verankerung der Fernerkundung im Lehrplan kann deren Integration also auch über die methodische Einbindung erfolgen. Luft- und Satellitenbilder sollten – wie Karten, Photos oder Modelle – als weiteres Medium verstärkt im Unterricht verwendet werden. Durch geeignete Arbeitsmöglichkeiten können auf diese Weise geographische Informationen gewonnen werden. Dass die Fernerkundung explizit thematisiert wird und deren Grundlagen, analog der universitären Ausbildung, ebenfalls vermittelt werden müssen, ist in der Schule eher zweitrangig.

Luft- und Satellitenbilder in Lehrbüchern und Atlanten bilden vorwiegend physisch-geographische Themen ab. Hintergrundinformationen zu den Bildmaterialien sind nicht überall vorhanden, dies erschwert z.B. die Einschätzung abgebildeter Phänomene oder die korrekte Interpretation von Farben (Hassenpflug, 1995:55). Nur zu 22% der abgebildeten Bilder werden Arbeitsaufträge formuliert. Dies bestätigt, dass die Bilder hauptsächlich zu Illustrationszwecken verwendet werden und ihr Potenzial, geographische Informationen daraus zu gewinnen, nicht ausgenützt wird. Im Laufe der Jahre hat der Anteil von Luft- und Satellitenbildern in Lehrbüchern und dem Atlas leicht zugenommen, auch die Themenwahl variiert stärker.

In geographischen Zeitschriften und dem Internet haben vor allem fachwissenschaftliche Artikel eine grosse Bedeutung, sie dominieren zusammen mit Berichten über die Weltraumforschung und den Möglichkeiten im Bereich der Telekommunikation über die schulischen Fernerkundungs-Artikel. Etwa ab 2002 kann eine zögerliche, aber kontinuierliche Reihe von Publikationen im schulischen Kontext verzeichnet werden. Möglicherweise profitiert die Fernerkundung auch von verstärkten Bestrebungen, den Computer in der Schule zu etablieren. Im Zuge der Selbstverständlichkeit im Umgang mit neuen Medien werden Computer und Fernerkundung oft im gleichen Atemzug genannt.

Die qualitative Analyse der Aufgaben zeigt auf, dass Aufgaben spannend und lehrreich, wenn auch stark kognitiv ausgerichtet sind und vor allem diejenigen der ersten untersuchten Publikationen eine lange Bearbeitungszeit benötigen. Dies veränderte sich bis heute leicht, so dass die aktuellen Aufgaben auch in ein oder zwei Lektionen gelöst werden können. Die Themenvielfalt ist sehr gross, die Aufgabenstellungen mit den Luft- und Satellitenbildern decken ein breites Spektrum geographischer Aspekte ab.

Die Suche nach Bilddatenbanken oder Aufgabenstellungen mit Luft- und Satellitenbildern ist über das Internet mittelmässig möglich, vorzugsweise werden dafür Bildungsserver verwendet. Die diesbezügliche Recherche nicht sehr ergiebig und aufwändig. Oft werden im Internet Publikationen wieder gegeben, die auch in Printmedien aufzufinden sind.

Grundsätzlich ist es für Lehrpersonen gut möglich, sich fachlich in die Fernerkundung einzuarbeiten. Es sind ausreichend Artikel zu Aufgaben und Möglichkeiten der Fernerkundung verfasst worden, dies sowohl in geographischen Zeitschriften für Lehrer-/innen, als auch im Internet. Die Beiträge sind aber nicht immer einfach zu verstehen, oft ist ein fachliches Vorwissen nötig. Darin liegt – neben den relativ seltenen Aufgabenstellungen – möglicherweise eine weitere Ursache dafür, dass die Umsetzung der Fernerkundung im Unterricht nur sehr zögerlich voranschreitet. Diese Situation widerspiegelt sich auch in den Projekten des DRL oder der ESA: Bestrebungen, auch Kinder und Jugendliche für Anliegen der Fernerkundung zu gewinnen, sind vorhanden, umgesetzt werden sie aber auf einem zu hohen wissenschaftlichem Niveau, das die Voraussetzungen der Schüler-/innen und lernpsychologische Erkenntnisse nicht berücksichtigt.

Festgehalten werden kann, dass die bisherigen Publikationen, Lehrbücher und auch die gegenwärtigen Lehrpläne eine Grundlage bieten, auf der die Fernerkundung aufbauen kann. Das Bewusstsein für Luft- und Satellitenbilder und einzelne Unterrichtsumsetzungen sind vorhanden, vor allem in den letzten Jahren auch ein kontinuierliches Aufmerksam-machen auf die Möglichkeiten der Fernerkundung. Aufgrund der vorgestellten Untersuchungen komme ich zum Schluss, dass der Einbezug der Luft- und Satellitenbildern in den Geographieunterricht noch weit unter seinem möglichen Potenzial liegt. Damit dies geändert werden kann, müssen folgende Grundsätze beachtet werden:

- Lehrpersonen müssen sorgfältig mit den Anliegen der Fernerkundung vertraut gemacht werden. Dies soll über phänomenologische Zugänge und konkrete Hinführungen für Schüler-/innen erfolgen, nicht über die als kompliziert empfundene Technik bzw. den wissenschaftlichen Ansatz. Erst wenn bei Lehrer-/innen eine Sicherheit im Umgang mit den Bildmaterialien (und entsprechenden Aufgabenstellungen) entstanden ist, werden sie die Fernerkundung im Unterricht akzeptieren und Luft- und Satellitenbilder regelmässig einsetzen. Gleichzeitig wachsen das Interesse und die Bereitschaft, sich mit den wissenschaftlichen Grundlagen auseinander zu setzen. Am besten gelingt dieser Einstieg über konkrete Arbeitsmöglichkeiten zum Beispiel an Workshops oder Weiterbildungen, da die Vorbildwirkung und das Vormachen-Nachmachen-Können wesentlich zur Akzeptanz beitragen. Publikationen oder Referate kommen erst an zweiter Stelle. Wichtig in diesem Zusammenhang sind auch Beispiele, woran die konkrete Umsetzung im Unterricht gezeigt werden kann. Gleichzeitig muss ein Austausch möglich sein, bei welchem Erfahrungen, Schwierigkeiten und Erfolge diskutiert und Fragen besprochen werden können. Breitbach (1996:26) unterstützt diese Umsetzung. Er hält fest, dass Schüler-/innen in der Regel häufiger mit Luft- und Satellitenbildern konfrontiert werden als Lehrpersonen. Deshalb ist es nötig, den Lehrer-/innen die Breite der Einsatzmöglichkeiten zu erläutern und ihnen Varianten des Einsatzes im alltäglichen Unterricht aufzuzeigen.
- Die Fernerkundung kann dann verstärkt in den Unterricht einfliessen, wenn Entscheidungsträger aus Schule, Wissenschaft und Wirtschaft zusammen arbeiten. In der Wissenschaft ist die Erkenntnis gereift, dass sich in der Schule eine wichtige Nutzergruppe befindet, der oft noch eine zu geringe Bedeutung beigemessen wird. Eine blosse Verlagerung der Wissenschaft in die Schule wäre aber ein falscher Ansatz. Es braucht Pädagogen, Lehrer-/innen und Didaktiker-/innen, die mit Geschick die Belange der Wissenschaft für die Schule transferieren und sorgfältig Inhalte, Methoden und Zugänge schüler-/innen- und lehrplantauglich umsetzen. Wichtig sind auch Lehrpersonen, die offen sind für Neuerungen in der Schule und sich auch anspruchsvollen oder ungewohnten Aufgaben nicht verschliessen. Zur Bereitstellung nötiger Mittel, wie zum Beispiel farbige Lehrbücher, Bildrechte und -materialien für alle Schüler-/innen, Computer oder andere, z.B. technische Arbeitsinstrumente sind Unternehmen aus der Wirtschaft gefragt, die die schulische Bildung und Erziehung unterstützen. Sie sind aber auch für den Dialog darüber wichtig, welche Qualifikationen die Schüler-/innen für ihre spätere berufliche Tätigkeit benötigen. Das Spannungsfeld zwischen Wissenschaft, Schule und Wirtschaft ist reizvoll, eine fruchtbare Zusammenarbeit kann bei allseitigem Interesse im Dienst der Sache angenommen werden. Diese existiert aber erst in Ansätzen oder bei vereinzelten Projekten. Gerade im Bereich der Fernerkundung bietet sich hier ein Feld von Möglichkeiten an, dass für die schulische Integration hilfreich, wirksam und nötig ist.

Die erste Fragestellung der Arbeit lautet: Warum sollen Luft- und Satellitenbilder verstärkt im Geographieunterricht eingesetzt werden? Die vordergründigste Antwort liegt auf der Hand: Da die Bilder bereits heute im Unterricht gezeigt werden, ihr Potenzial aber noch nicht ausgenützt wird, ist es an der Zeit, dies zu ändern. Die vielfältigen Lernwege, Arbeitsmöglichkeiten und Einsätze im Unterricht müs-

sen aufgezeigt, eingeübt und damit selbstverständlich werden. Auf diese Weise werden Luft- und Satellitenbilder gleichberechtigt mit anderen Medien eingesetzt. Es gibt aber auch noch weitere Gründe, die für den verstärkten Einsatz sprechen:

- Die Fernerkundung ist aus der Fachwissenschaft Geographie nicht wegzudenken. Es ist deshalb wichtig und nötig, sie auch in die Schulgeographie einzubeziehen.
- Die Fernerkundung befasst sich mit allen Themenfeldern, die auch im Geographieunterricht besprochen werden. Es bieten sich also ausreichende Gelegenheiten, neben anderen Medien auch Luft- und Satellitenbilder regelmässig im Unterricht einzusetzen.
- Die Fernerkundung ist eine Methode der Geographie und die Förderung methodischer Kompetenzen wird in den Lehrplänen bei Schüler-/innen verlangt. Es gilt, dieses Anliegen ernst zu nehmen und die methodische Arbeit verstärkt in den Unterricht zu integrieren. Die Fernerkundung bietet hierfür vielfältige und geeignete Möglichkeiten, zudem können über die Methode relevante geographische Kenntnisse erworben werden.
- Die Fernerkundung ist in der Öffentlichkeit zumindest durch Bilder, die Weltraumforschung oder Berichterstattungen z.B. nach Naturkatastrophen bekannt. Dieses meist passive Vorwissen, das auch Schüler-/innen mitbringen, soll stärker in den Unterricht einbezogen und aktiv ins Bewusstsein gebracht werden. Am Beispiel der Fernerkundung kann auf Vorwissen aufbauendes und realitätsnahes Lernen verwirklicht werden. Dies wird den Unterricht positiv bereichern.
- Durch eine sehr gute Verfügbarkeit von Bildern, immer günstigere Kopiermöglichkeiten und besser ausgerüstete Schulzimmer kann die Bildbetrachtung durch eine aktive Bildbearbeitung ergänzt werden. Nicht in jeder Schule ist dies ohne weiteres möglich, die Situation verbessert sich aber zunehmend.

Weitere Gründe, die für eine verstärkte Bedeutung der Fernerkundung im Geographieunterricht sprechen, werden zusammen mit dem Potenzial der Luft- und Satellitenbilder am Ende des dritten Kapitels diskutiert.

3 Das Potenzial von Luft- und Satelliten bildern

3.1 Fernerkundung und die Geographie

Die Geographie ist die Wissenschaft zur Beschreibung der Erde und ihren Einzelelementen. Dabei werden gleichermassen räumliche Strukturen und Vorgänge an der Erdoberfläche, ihre Auswirkungen auf den Menschen und deren raumwirksame Handlungen thematisiert (*Diercke Wörterbuch Allgemeine Geographie*, 1997:251f).

Die Fernerkundung ist die Bezeichnung aller Verfahren, die sich mit dem Beobachten, Speichern, Kartieren und Interpretieren von Erscheinungen auf der Erdoberfläche befassen und ohne direkten physischen Kontakt des Aufnahmesystems mit dem zu erkundenden Objekt arbeiten. Als Informationsträger dient dabei die von der Erde ausgehende oder emittierte elektromagnetische Strahlung (Lexikon der Fernerkundung, 2006).

Die Fernerkundung wird unter anderem auch als Verfahren bezeichnet, das die menschliche Wahrnehmung der Welt über das natürliche Mass hinaus erweitert (*Hassenpflug, 19962:4*). Erst durch die Erkundung des Weltraums ist die Erde in den Kreis der sichtbaren Dinge gerückt. Das Bild der Erde als blauer Planet hat in den vergangenen Jahrzehnten ein neues Bewusstsein ihrer Endlichkeit und Verletzbarkeit, kurz ein neues Weltbild geschaffen (*Hassenpflug, 1998:50*). Auch wenn nahe Beziehungen zum Beispiel zur Physik bestehen, ist es sinnvoll, die Fernerkundung aus den genannten Aspekten - vor allem im Schulbereich - bei der Geographie anzusiedeln. Sie ermöglicht Geograph/innen, räumliche Strukturen und Vorgänge sowie raumwirksames Handeln zu erfassen, zu beschreiben und zu erklären und kann deshalb als typisch geographische Methode bezeichnet werden.

Die Informationen, die in Luft- und Satellitenbildern gespeichert sind, lassen sich in vielfältigster Weise nutzen. Ziele, die dabei verfolgt werden, können sehr verschieden sein. Auf der einen Seite kann es sich um die Feststellung einfacher Sachverhalte handeln, oft verbunden mit der Erarbeitung thematischer Kartierungen. Andererseits liefert die Auswertung von Luft- oder Satellitenbildern reichhaltige Beiträge zu komplexen Untersuchungen des Landschaftshaushaltes, wie zum Beispiel zur Analyse sozioökonomischer Strukturen oder zur Erfassung landschaftlicher Veränderungen (*Albertz, 2001:208*). In diesem Zusammenhang gewinnt auch die quantitative Messung und Analyse von Fernerkundungsdaten an Bedeutung; Messwerte werden nicht nur dargestellt, sondern quantitativ beurteilt und als Zahlenwerte weiter verwendet. Die Anwendungsgebiete der Fernerkundung sind dementsprechend breit gestreut, vielfach miteinander verflochten und oft nur schwer gegeneinander abgrenzbar (*Albertz 2001:176*). Dies wird auch in der untenstehenden Aufstellung ersichtlich: die Anwendungen lassen sich nicht immer eindeutig zuordnen oder könnten mehreren Themenbereichen zugewiesen werden.

Der Geographie kommt bei der Betrachtung der Anwendungsgebiete eine besondere Bedeutung zu. Dadurch, dass sich das Fach mit den Erscheinungen an der Erdoberfläche, ihren Beziehungen und Veränderungen befasst, können vielfältigste Interpretationen von Luft- und Satellitenbildern genutzt

werden. Die Spannweite ist dabei enorm breit und schliesst viele Sachverhalte mit ein, die ebenfalls Arbeitsgegenstand anderer Disziplinen sind (*Albertz 2001:183*). Gerade im Geographieunterricht ist das Aufzeigen der Fülle von Interpretationsmöglichkeiten wichtig; die Schüler-/innen sind noch keine Spezialisten und sollen dies auch nicht werden. Für sie ist es bedeutsam, die Breite der Methode Fernerkundung an möglichst vielen Beispielen bzw. Aufgabenfeldern kennen zu lernen.

Um die Anliegen der Fernerkundung sinnvoll mit Lehrplaninhalten kombinieren zu können, ist es wichtig, sich einen Überblick über die Aufgabengebiete zu verschaffen. Aufgrund der Komplexität des Geschehens auf der Welt können diese natürlich nicht vollständig erfasst werden. Die folgende Übersicht versteht sich denn auch als umfangreiche, aber keineswegs abschliessende Erfassung der Anwendungen der Fernerkundung.

Kartographie

- Grundlage für die Erstellung und Nachführung von topographischen Karten, Bildkarten und thematische Karten, Stadtplänen, Wanderkarten, Schiffsrouten, Fluglinien
- Landnutzungskartierung
- Datenimplementierung in Geographische Informationssysteme (GIS)
- Herstellung digitaler Geländemodelle und -oberflächen

Planung

- Raumbeobachtung und -bewertung, Erkennen von Landnutzungskonflikten
- Unterstützung bei der Landschafts- und Raumplanung, Städteplanung
- Unterstützung bei der Standortwahl und Planung von technischen Einrichtungen

Geologie

- Erkennen von geologischen und tektonischen Strukturen sowie Gesteinsarten
- Darstellung von grossräumigen linearen Strukturen (Gewässernetze, Trockentäler)
- Öl- und Mineralprospektionen, Lagerstättenprospektion
- Erfassung absinkender und sich hebender Landmassen
- Erkennung von Hohlräumen und unterirdischen Gängen (z.B. für die Architektur)
- thermale Überwachung oder Hebungsvorgänge bei Vulkanen
- Erfassung von Erdplattenbewegungen und Ausbreitung der Wellen

Geomorphologie

- Erfassung von morphologischen Strukturen
- Erfassung von Erosionsformen und Modellierung erosionsgefährdeter Orte
- Überwachung von Erosionsschäden, Wildbachverbauungen, Lawinenschutzmassnahmen usw.

Landnutzung; Land- und Forstwirtschaft

- Vegetationskartierungen, Arealstatistik, Landnutzungsklassierung
- Langzeitbeobachtungen von Vegetationsflächen und deren Veränderungen
- Erkennung wichtiger Anbausorten, Ernteprognosen
- Unterstützung bei der Kontrolle von Anträgen zur Entrichtung von Ausgleichszahlungen in der Landwirtschaft
- Regelmässige Beobachtung von Weidegebieten, Unterstützung bei der Zählung frei lebender Tiere
- Waldkartierung, Landesforstinventar, Waldschadenskartierung, Regenwaldkartierung
- Beobachtung von Veränderungen von Waldflächen (Sturmschäden, Abholzung)
- Ermittlung von Anzahl und Grössen der Kronen, z.T. Baumartenbestimmung
- Erfassung von Vegetationszuständen zur Formulierung von Düngeempfehlungen
- Ermittlung von Gesundheitszuständen im Bereich der Gentechnologie

Hydrologie, Wetter, Klima

- Erfassung des Temperaturverhaltens von Oberflächen, Verlauf und Intensität von Wärmeströmen, thermische Belastung von Gewässern durch Industriebetriebe oder Kraftwerke
- Erfassung von Gewässerverschmutzungen, Gewässerbelastungen
- Gewässerüberwachung und -regulierung
- Kartierung von Ufervegetationen an Seen und Flüssen, Erhebung der Bodenfeuchte
- Küstenzonenmanagement
- Erfassung von Wellenhöhen im Ozean, Meereiskartierung
- Messungen f
 ür die Herstellung von Wetterkarten
- Atmosphärische Messungen: Ozonloch, Treibhausgase, Spurengase

Glaziologie

- Gletschervermessung und -kartierung, Schneekartierung
- (Langzeit)-beobachtungen zu den Veränderungen der Polkappen und Inlandeismassen
- Massenabschätzung von Schnee und Eis
- Überwachung von Gletscherseen und Gletscherseeausbrüchen

Siedlungen, technische Planungen, Bevölkerung

- Bevölkerungserhebungen in wenig zugänglichen Gebieten
- Abschätzungen der Bevölkerungsentwicklung
- Sozioökonomische Analysen
- Militärische Überwachung von Gebieten, Detektion verborgener Objekte in unzugänglichen Gebieten (Blindgänger, Munition usw.)
- Freizeitplanung und deren zeitliche Beanspruchung; Abschätzung von Gefährdungen und ökologischen Belastungen, Bedarf an Infrastrukturanlagen
- Verkehrsplanungen, Kanalbau, Energieplanung
- Erfassen von Siedlungsstrukturen

- Dreidimensionale Darstellung von Landschaften (Geländemodellierung)
- Entdeckung, Erforschung und Dokumentation historischer und prähistorischer Stätten: Überblick von grossräumigen Formationen
- Untersuchung des Temperaturverhaltens von Oberflächenmaterialien, Verlauf und Intensität von Wärmeströmen
- Überwachung von bestehenden technischen Einrichtungen: Dammbau, Pipelines, ...
- Planung von Antennenstandorten aufgrund der Wellenausbreitung, Feststellung der Lage von Kabeln und Rohrleitungen
- Unterstützung bei der Rekultivierung oder Renaturierung von Bergbaufolgelandschaften

Naturkatastrophen

- Vorhersage von Extremereignissen, Langzeitüberwachung
- Erstellung von Risikokarten
- Entscheidungsunterstützung bei Flüchtlingsströmen, Verteilung von Hilfsgütern und Wiederaufbauten; schnelle Organisation von Wegführungen in Katastrophengebieten
- Schadenskartierung nach Katastrophen (auch grenzüberschreitend)
- Voraussehen und Abschätzung des Ausmasses von Erdrutschen, Murgängen, Schlammlawinen (auch an unzugänglichen Orten)
- Detektion von Brandherden und Schwelbränden, Überwachung von Waldbränden
- Koordination von Hilfskräften bei Naturkatastrophen (Löschflugzeuge, Ölkatastrophen, Erdbeben,)

Ozeanographie

- Erfassung von Meeresströmungen und deren Einfluss auf das System Erde
- Oberflächentemperatur-Messung
- Erstellung von Eiskarten anhand von Treibeiskartierungen
- Kartierung von Wasserflächen im Küstenbereich
- Algenkartierung z.B. für Tourismus

Umweltbeobachtungen

- Zustandserfassungen von Naturschutzgebieten und der Vitalität von Grünflächen
- Ernteprognosen für Gebiete mit schwieriger oder unzureichender Ernährungslage
- Bodenkartierung, Erfassung von Bodenabtrag, -versalzung und versiegelten Flächen
- Wasserverschmutzung, Schwebstoffverteilung
- Altlastenerhebung (Giftmülldeponien / Deponie-Topographien)
- Überwachung von Ölkatastrophen

Für die meisten Anwendungsgebiete reicht die Fernerkundung allein nicht aus, z.B. unterstützen Geländearbeiten die Verifizierung der gewonnenen Daten, Karten werden zur Orientierung beigezogen, Ansichtsphotos ergänzen die Luft- und Satellitenaufnahmen oder es tragen Gespräche mit Fachpersonen zur Klärung von komplexen Sachverhalten bei. Zudem müssen Fernerkundungsdaten in der

Regel vor der Weiterverwendung oder Interpretation aufbereitet, z.B. anders dargestellt, farblich verändert, vereinfacht oder in Geographische Informationssysteme integriert werden. Für diese *Datenaufbereitung, -weiterverarbeitung und -interpretation* werden nach Bedarf weitere Untersuchungen wie seismische Messungen, Magnetresonanz, Elektrik usw. beigezogen.

3.2 Eigenschaften von Luft- und Satellitenbildern

Wie bereits erläutert, bedient sich die Fernerkundung der Messung der elektromagnetischen Strahlung, die von beobachteten Objekten abgestrahlt wird. In erster Linie stehen also unendlich viele Messdaten zur Verfügung. Ein Teil dieser Messwerte wird in Bildprodukte umgesetzt. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich hauptsächlich auf diese Bildprodukte. Explizite Messwerte werden nur dann berücksichtigt, wenn sie in Form von kartenähnlichen Abbildungen visualisiert werden.

Zwei der Bildprodukte der Fernerkundung sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken: Die Luftund Satellitenbilder. Wir begegnen ihnen zum Beispiel in Kalenderblättern, Bildbänden, auf Postkarten, in Reiseführern, bei Berichterstattungen nach Unwetterkatastrophen oder regelmässig in der täglichen Wettersendung. Das Potenzial von Luft- und Satellitenbildern kann unter anderem aus einer
Übersicht über deren Eigenschaften, Vor- und Nachteile abgeleitet werden (in Anlehnung an Böhn,
1990:98–103). Zuvor sollen die beiden Datendarstellungen kurz erklärt werden.

3.2.1 Das Luftbild

Aus den empfangenen Fernerkundungsdaten werden in der Regel direkt oder indirekt Bilder hergestellt. Ein Luftbild ist eine aus einem Flugkörper heraus aufgenommene Photographie. Dabei besteht das Luftaufnahmesystem aus einer Kamera mit Filtern und dem Film als Sensor. Die Photographie ist ein passives Verfahren, das die Strahlung im sichtbaren Licht und im nahen Infrarot aufnimmt. Sie erlaubt gleichzeitig die flächenhafte Aufnahme sowie die Speicherung grosser Datenmengen auf kleinem Raum bei relativ geringen Kosten. Traditionell wurden sowohl aus Flugzeugen wie auch von Satelliten aus photographische Aufnahmen hergestellt, heute beschränken sich die photographischen Systeme weitestgehend auf Sensoren von Flugzeugen oder anderen Luftfahrzeugen (*Albertz, 2001:26f*).



Luftbilder werden in Schrägbilder und Senkrechtbilder untergliedert. Schrägbilder erhält man, wenn aus dem Flugzeug schräg nach unten photographiert wird. Bilder dieser Art zeigen die Erdoberfläche aus einem ähnlichen Blickwinkel wie von Aussichtspunkten aus gesehen. Der Massstab der Abbildung nimmt vom Vordergrund zum Hintergrund stark ab.

Abb. 7: Schrägluftbild, Gelände Neue Mitte Oberhausen Quelle: http://www.sendfeld.de/staatsarbeit/oberthemen/neuemitteoberhausen/o7.htm, Dezember 2006

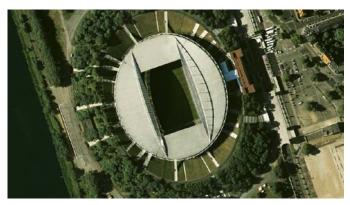


Abb. 8: Senkrechtluftbild, Stadion Leipzig (Quelle: siehe Titelblatt)

Senkrechtbilder werden durch eine Bodenluke am Flugzeug senkrecht nach unten aufgenommen. Der Bildmassstab ist bei ebenem Gelände über die ganze Aufnahmefläche nahezu gleich, am Bildrand allerdings leicht verzerrt (*Albertz*, 2001:73).

Luftbilder existieren schwarz-weiss, in Echt- oder Falschfarben. Als Produkte entstehen Einzelbilder, Stereobilder (für eine dreidimensionale Betrachtung der Erdoberfläche) oder Luftbildfilme.

Luftbilder haben im Unterrichtsgeschehen ihren festen Platz. Insbesondere bei der Einführung in das Kartenverständnis erleichtern sie den Transfer von der Realität zur Karte. Im Luftbild ist das Erkennen vertrauter Objekte aus der alltäglichen Erfahrungswelt trotz ungewohnter Perspektive möglich. Seltener eingesetzt werden im Unterricht Luftbilder, welche Informationen im nicht-sichtbaren Bereich des Spektrums wiedergeben.

3.2.2 Das Satellitenbild

Satellitenbilder sind Aufnahmen von Ausschnitten der Erdoberfläche, der ganzen Erde oder von anderen Himmelskörpern im Weltraum, die von Satelliten, Raumschiffen, -sonden oder Raumstationen aus einer Höhe von mehreren hundert bis mehreren tausend Kilometern aufgenommen werden. Bei Satellitenbildern wird sprachlich kein Unterschied zwischen echten (photographischen) Bildern und Scanneraufnahmen gemacht. Korrekt ausgedrückt sind Satellitenbilder keine Bilder, Photos oder Karten, sondern bildliche Darstellungen von gemessenen Daten. Es können die gleichen Aufnahmeverfahren wie bei Luftbildern verwendet werden. Häufiger als bei Luftbildern werden Falschfarben für die Visualisierung verschiedener Sachverhalte eingesetzt. Aufgrund der guten räumlichen Auflösung heutiger Satellitenbilder (Satellit QuickBird: 61 cm, panchromatisch) ist die Unterscheidung von Luft- und Satellitenbildern nicht immer einwandfrei möglich.

Gegenwärtig sind über 3000 Satelliten für die Erdbeobachtung, die Kommunikation oder die Navigation im Einsatz. Regelmässig werden ihre zeitliche und räumliche Auflösung verbessert, Messverfahren optimiert, Satelliten besser ausgerüstet und die Zugänglichkeit von Satellitenbildern für Privatbenutzer vereinfacht. Eine Übersicht verschafft die *Tabelle 21 in Kapitel 8.3.3, Seite 267*.

Satellitenbilder werden im Unterricht relativ selten eingesetzt. Die zu erkennenden Objekte und Formen sind den Betrachtern oft nicht mehr aus dem unmittelbaren Erfahrungsbereich vertraut, sondern müssen durch institutionalisiertes Lernen erworben werden.

Heute besteht zwischen Luftbildern und Satellitenbildern ein fliessender Übergang, nicht immer können die beiden Bildprodukte einwandfrei voneinander unterschieden werden. In den nachfolgenden Ausführungen werden Luft- und Satellitenbilder deshalb meist gleichzeitig verwendet, die präzise Un-

terscheidung ist für die Erläuterungen, das Konzept und die Formulierung der Aufgabenstellungen unerheblich. Wo jedoch nur ein Bildprodukt gemeint ist, wird es exakt bezeichnet.

3.2.3 Qualitäten von Luft- und Satellitenbildern

Perspektivenwechsel

Eigentlich geht man an Objekte möglichst nahe heran, wenn man sie genau erforschen will (Köck 1996:1). Für die Erkundung der Erde reicht dies nicht aus, auch wenn die Naherkundung immer noch einen wichtigen Stellenwert in der Geographie hat. Insbesondere Satellitenbilder ermöglichen heute ein punktgenaues Betrachten der Erde, stellen den Raum durch grossräumige Übersichten aber auch in einer neuen Wirklichkeit vor. Dadurch werden Überblicke möglich, bei welchen Objekte nicht voneinander verdeckt werden. Sie ermöglichen zudem eine Objektivierung von Raummerkmalen, beispielsweise in ihrer Grössenordnung oder ihren Bezügen zueinander. Wir sind deshalb in der Lage, unseren Blickwinkel entsprechend der Fragestellungen zu verändern und verschiedene Perspektiven einzunehmen.

Perspektivenwechsel sind im Zusammenhang mit Satellitenbildern auch durch die Sicht von oben auf die Erde nötig. Diese veränderte Sichtweise ist gewöhnungsbedürftig, bringt aber neue und wichtige Erkenntnisse hervor, die durch terrestrische Aufnahmen nicht möglich wären. Die Fernerkundung schafft mit dem Produkt Satellitenbild eine neue Dimension des Überblicks (Hassenpflug, 1996²:4), sowohl im Bezug auf die veränderte Perspektive als auch durch den unterschiedlichen Detaillierungsgrad der Aufnahmen.

Räumliches Auflösungsvermögen

Durch die Entwicklung modernster Techniken ist es heute möglich, Satellitenbilder in verschiedensten räumlichen Auflösungen zu produzieren. Dadurch können Räume entweder detailgetreu oder in grossflächigen Übersichten abgebildet werden. Die räumliche Auflösung von Objekten in Luft- und Satellitenbildern muss je nach Frage- oder Aufgabestellung verschieden ausgewählt werden. Für die Schule erhöht sich dadurch die Vielfalt an verfügbarem Bildmaterial und entsprechenden Aufgabenstellungen, es muss aber auch das Verständnis für die verschiedenen Aufnahmemöglichkeiten vermittelt und das Interpretieren der unterschiedlichen Bildinhalte geübt werden.

Aufnahmen in verschiedenen Spektralbereichen

Die Fernerkundung ist in der Lage, Objektdaten in verschiedenen Wellenlängenbereichen der elektromagnetischen Strahlung aufzunehmen. Dies ermöglicht einerseits äusserst differenzierte und präzise Aussagen über die dargestellten Sachverhalte, andererseits ergibt sich daraus eine Fülle an vielfältigen Messungen, die es zu verstehen gilt.

Menschen können direkt nur das sichtbare Licht sehen, welches einen sehr kleinen Ausschnitt innerhalb des Spektrums darstellt. Die bildhafte Umsetzung der Daten aus anderen Wellenlängenbereichen muss deshalb zuerst erlernt und verstanden werden. Dazu gehört, dass Schüler-/innen Kenntnisse

über die Hintergründe der spektralen Strahlung erwerben und gleichzeitig wissen, dass die Farben auf den Bildern nicht zwingend den Farben in der Realität entsprechen. Die Multispektralität kann auch dem Aspekt Perspektivenwechsel zugeordnet werden.

Multitemporalität

Durch die Umlaufbahnen der Satelliten werden alle Regionen der Erde regelmässig und oft zu gleichen Sonnenzeiten aufgenommen. Dadurch entsteht ein Archiv an Zustandserfassungen, das für die Analyse von Veränderungen notwendig und durch kein anderes Instrument ersetzbar ist. Insbesondere bei der Abschätzung von Katastrophenfolgen, aber auch für Langzeitbeobachtungen sind Satellitendaten heute unverzichtbar.

Das Satellitenbild ist eine auf die Minute genau datierbare Momentaufnahme einer sich ständig verändernden Situation (*Hassenpflug, 19961:5*). Es bildet Sachverhalte ab, die momentan wichtig sind und unterscheidet sich diesbezüglich von Karten, in die nur auf Jahre hinaus gültige Elemente aufgenommen werden.

Raumbezug

Dadurch, dass Satellitenbilder Ausschnitte der Erde abbilden, visualisieren sie vielfältigste räumliche Informationen und weisen immer einen Bezug zur räumlichen Umwelt auf. Jedes Bild stellt einen Ausschnitt der Welt dar und gewährleistet dadurch, dass Schüler-/innen mentale Vorstellungen der Erde aufbauen und erweitern können. Dieser Aspekt ist für die Schule bedeutsam, geht es doch darum, auch die räumliche Orientierungsfähigkeit und das geographische Raumverständnis der Lernenden zu fördern. Angesichts heutiger globaler Probleme, die an den unterschiedlichsten Orten dieser Welt auftreten, ist das Kennen lernen von geographischen Räumen (Lage, Merkmale) besonders wichtig.

Faszination, Ästhetik und Emotion

Durch ihren ästhetischen Wert sprechen Satellitenbilder die Betrachter-/innen emotional an. Die Faszination wird durch die ungewohnte Perspektive und die teilweise ungewohnte Farbgebung ausgelöst, zudem haftet den Bildern ein Hauch von Weltraum an, der Abenteuer und Besonderheit ausdrückt. Schüler-/innen sind motiviert, Satellitenbilder zu betrachten, zu erfahren (oder zu raten), was darauf abgebildet ist oder die Farben zu interpretieren. Damit sind wesentliche Voraussetzungen für eine intensive Beschäftigung erfüllt.

In der Literatur werden weitere Qualitäten von Satellitenbildern aufgeführt, eine kritische Betrachtung zeigt aber, dass die entsprechenden Nennungen nicht per se als Vorteil bezeichnet werden können. Kurze Kommentare sollen dies erläutern:

- Vollständiges Abbild der Wirklichkeit: Es wird oft aufgeführt, dass die aufgenommenen Bilddaten die Realität vollständig und unzensuriert abbilden. Dies ist nicht immer so. Kein Satellitenbild wird ohne vorgängige Bearbeitung veröffentlicht, schon dadurch, dass keine Photographien erstellt, sondern Messdaten in Bildpunkte umgewandelt werden müssen, findet eine Bildbearbeitung statt. Dies ermöglicht die Eliminierung von unerwünschten Informationen, zum Beispiel von militärischen Objekten. Zudem wird die Bildinformation durch das räumliche und spektrale Auflösungsvermögen generalisiert.
- Unselektierte Primärinformation: Satellitenbildern wird nachgesagt, dass sie keinerlei inhalt-liche Vorverarbeitung durch den Menschen aufweisen (Hassenpflug, 1998:50). Dies stimmt für diejenigen Personen, die direkt am Bildempfang beteiligt sind. Gerade in der Schule werden aber Bilder eingesetzt, bei denen jemand anders als die Nutzer die Farbgebung, den abgebildeten Ausschnitt, die Detailgenauigkeit oder die spektrale Information vorbestimmt hat. Natürlich weisen Satellitenbilder keine so grosse Vorbearbeitung wie beispielsweise Karten auf, weshalb bei der Bildinterpretation auch die Fähigkeit zur Strukturierung nach eigenen Regeln eine wichtige Qualifikation ist. Dennoch ist der Aspekt der unselektierten Primärinformation differenziert zu verwenden.
- Fernerkundung als neue Informationstechnologie: Die Fernerkundung produziert für geographische Informationssysteme einsetzbare Daten. Dank ihrer Struktur können diese Daten direkt mit dem Computer empfangen, über Datennetze abgerufen, verarbeitet, gespeichert und mit Zusatzinformationen verschränkt werden. Deshalb wird die Fernerkundung oft im Zusammenhang mit der Einführung von GIS in Schulen befürwortet. Auf der einen Seite ist dies erfreulich, weil zwei neue methodische Technologien parallel in den Unterricht integriert werden sollen. Andererseits ist auch Vorsicht geboten: die langjährigen Bemühungen, den Computer (mit GIS) in der Schule zu etablieren, haben nicht zum Durchbruch geführt. Der Aufwand und die Bewältigung technischer Schwierigkeiten sind immer noch viel grösser als der zu erzielende Lernerfolg. Bei einer nachhaltigen Integration der Fernerkundung in den Geographieunterricht müssen deshalb auch andere Zugänge als diejenigen über den Computer gefunden werden. Zudem legitimieren sich die beiden Bereiche gegenseitig, was eine etwas einseitige Argumentationsweise ausdrückt.

3.2.4 Schwierigkeiten in Luft- und Satellitenbildern

Störungen

Obwohl der Aspekt der Störungen für Bilder im Schulunterricht kaum relevant ist, gehört es der Vollständigkeit halber dazu, darüber Bescheid zu wissen. Da die Bildentstehung von der Intensität und der spektralen Zusammensetzung der elektromagnetischen Strahlung abhängt, entstehen Störungen wie zum Beispiel die Unschärfe in den Signalen bedingt durch die Erdatmosphäre, die Ungenauigkeit der Messgeräte (Restfehler bei der Kalibrierung) oder richtungsabhängige Verfälschungen der radiometri-

schen Messwerte (*Albertz, 2001:73*). Bei Bildmaterialien, die Schüler-/innen verwenden, können Datenlücken oder Kanten von Einzelbildern in einem Mosaik ebenfalls als Störung interpretiert werden.

Farbgebung

Die Farbwahl von Satellitenbildern entspricht nur bei RGB-Bildern in etwa der Realität, ansonsten ist sie eine Entscheidung des Bildverarbeiters. Es muss berücksichtigt werden, dass Schüler-/innen bestimmte Farben bestimmten Sachverhalten zuweisen (z.B. wird blau als Wasser interpretiert) und die Umdeutung von Falschfarben – da sie schwierig und bei jüngeren Kindern begrenzt leistbar ist – angeleitet werden muss (*Rinschede 2003:312*). Auch panchromatische Bilder bieten einige Schwierigkeiten bei der Interpretation, da Objekte im Bild aufgrund der "fehlenden" Farbe nicht einfach assoziiert werden können.

Eine Besonderheit der Satellitenbilder ist oft auch die Farbmischung von Licht, die mit der Farbmischung aus dem Malkasten nicht ohne weiteres verglichen werden kann. Um Satellitenbilder bzw. die technischen Hintergründe von der Aufnahme von Licht in Kanälen bis hin zur Farbgebung auf dem fertigen Produkt zu verstehen, wäre ein Exkurs in die Physik sinnvoll.

Komplexität der Bildinformation

Satellitenbilder weisen im Vergleich zu anderen Bildmaterialien (z.B. Panoramakarten, Zeichnungen etc.) Schwierigkeiten bezüglich Anschaulichkeit, Klarheit und Verständlichkeit auf. Satellitenbilder 'lesen' und verstehen zu können, muss deshalb geübt werden. Zum Beispiel zeigen Luft- und Satellitenbilder nicht immer nach Norden, so dass eine geographische Ausrichtung erst mit Hilfe des Schattenwurfes oder der Einordnung bekannter Elemente erfolgen kann. Auch Verzerrungen oder Schattenwürfe können die Interpretation erschweren. Im Besonderen sind unter diesem Aspekt Wolken zu nennen, welche die Sicht auf die darunter liegenden Objekte ver- oder behindern. Lernenden ist der Anblick von Wolken über darunter verborgenen Informationen zunächst fremd, sie müssen diese Abbildungen zuerst kennen und verstehen lernen.

Mehrdeutigkeit

Satellitenbilder sind meist mehrdeutig, was Reiz und Schwierigkeit zugleich bedeutet. Die abgesehen von der räumlichen Auflösung fehlende Generalisierung der Bildinhalte bewirkt deshalb eine Fülle von Bildinformationen, auch von solchen, die beispielsweise für die zu bearbeitende Fragestellung unwichtig sind. Die Interpretation von Satellitenbildern erfordert deshalb die Fähigkeit, Wesentliches zu erkennen und vom Unwesentlichen zu trennen, gerade auch deshalb, weil die Bildinhalte von jedem Betrachter verschieden interpretiert werden können.

Die Übersicht zeigt, dass die Qualitäten gegenüber den Schwierigkeiten überwiegen, ihr Potenzial wird dadurch deutlich. Allerdings sind die mit Satellitenbildern verbundenen Schwierigkeiten nicht zu

unterschätzen, sie müssen sorgfältig in die Überlegungen zum Konzept einbezogen werden, wenn die Integration der Fernerkundungsdaten in die Schule erfolgreich gelingen soll.

3.3 Luft- und Satellitenbilder als Bestandteil eines Medienverbundes

Bei der Integration der Fernerkundung in den Geographieunterricht geht es nicht darum, das Luftoder Satellitenbild gegen andere Medien wie Karten, Texte, terrestrische Aufnahmen, Graphiken oder
Modelle auszuspielen. Das Satellitenbild ist im Unterricht ein Werkzeug unter vielen und sein Einsatz
muss unter unterrichtsökonomischen Gesichtspunkten gerechtfertigt sein (*Breitbach*, 1996:26) bzw.
dort eingesetzt werden, wo es am zweckmässigsten ist.

Nun konnte aber aufgezeigt werden, dass Luft- und Satellitenbilder im Geographieunterricht noch eine untergeordnete Bedeutung aufweisen und ihr Potenzial nicht ausgenutzt wird. Diese Arbeit soll aufzeigen, aus welchen Gründen dies geändert werden soll. Zweifelsfrei soll über Luft- und Satellitenbilder auch die Disziplin Fernerkundung als geographische Methode in die Schule integriert werden und dort ihren festen Bestandteil haben. Gleichzeitig findet über die Einbindung von Luft- und Satellitenbildern aber auch ein Wechsel im Unterrichtsgeschehen statt, der die bisher stark kognitiv ausgerichtete Auseinandersetzung mit Lerninhalten durch eine verstärkte instrumentelle Komponente bereichert. Dies wirkt sich positiv auch auf andere Medien aus, da Luft- und Satellitenbilder selten allein für die Informationsgewinnung eingesetzt werden.

Am Beispiel der Luft- und Satellitenbilder soll auch gezeigt werden, wie ein lernintensiver Umgang mit Medien im Unterricht gepflegt und eingeübt werden kann. Ziel ist also nicht ein beliebiges Nebeneinander verschiedener Medien, auch nicht eine dadurch einhergehende Reizüberflutung durch eine willkürliche Medienvielfalt, sondern die Anleitung bzw. Hinführung zu einem vernünftigen lehrreichen medialen Umgang.

3.4 Der Erwerb von Methodenkompetenzen im Geographieunterricht

3.4.1 Bildungsgrundlagen

Das Fach Geographie soll – laut Lehrplänen - Jugendliche hin zum Verstehen von räumlichen Zusammenhängen in der Welt führen und sie zu Raum bezogener Handlungskompetenz befähigen. Damit wird deutlich, dass der methodische Aspekt als Bildungsziel der Geographie unbestritten ist. Neben inhaltlichen Kompetenzen erwerben Schüler-/innen heute sowohl personale und soziale, wie auch methodische Fähigkeiten.

Hoffmann (2004:17) formuliert in seinem Artikel "Geographiedidaktik heute – Stand und Anforderungen" folgendes Anliegen: "Geographiedidaktik muss über die Festlegung und Gewichtung zeitspezifischer Themenfelder hinaus vor allem die Frage der methodischen Vermittlung stellen. [....] Handlungsorientierter Unterricht setzt sich das Erreichen von Handlungskompetenz bei den Schülern zum primären Ziel. Dabei wird Handlungskompetenz als die integrative Summe von Fachkompetenz, allgemeiner Methodenkompetenz, geographischer Methodenkompetenz, allgemeiner Sprachkompetenz, Personalkompetenz und Sozialkompetenz verstanden. [....] Die Methodenkompetenz zielt auf die Befähigung zur Informationsbeschaffung, Aufarbeitung und Präsentation. Die spezifisch geographische Methodenkompetenz umfasst das breite Spektrum geographischer Arbeitsweisen von der Auswertung von Grafiken, Statistiken, Karten, terrestrischen Aufnahmen, Luft- und Satellitenbildern, Do-

kumentarfilmen, Klimadiagrammen und Literatur über die Durchführung von Experimenten, Geländepraktika, Befragungen und Kartierungen bis hin zum Bau von Modellen."

Eine Arbeitsgruppe der *Deutschen Gesellschaft für Geographie DGfG* hat in ihrer Schrift "*Curriculum 2000+: Grundsätze und Empfehlungen für die Lehrplanarbeit im Schulfach Geographie*" (*DGfG, 2003:10*) formuliert, dass der Geographieunterricht die Schüler-/innen über drei vorrangige Kompetenzbereiche zur Mündigkeit führt:

- Verstehen von Welt: inhaltliche Kompetenzen
- Existentielle Betroffenheit: personale und soziale Kompetenzen
- Grundlegung und F\u00f6rderung formalen Wissens und K\u00f6nnens: methodische Kompetenzen

Ergänzt werden diese Empfehlungen durch die Ausarbeitung von Bildungsstandards für das Fach Geographie (*DGfG, 2006:9*). Darin werden – von Wissenschaftlern, Didaktikern und Lehrpersonen erarbeitet – sechs Kompetenzbereiche mit entsprechenden Standards festgehalten, die für den mittleren Schulabschluss verbindlich erklärt werden sollen. Einer der Kompetenzbereiche ist mit "Erkenntnisgewinnung / Methoden" übertitelt, es geht um die Fähigkeit, geographisch / geowissenschaftlich relevante Informationen im Realraum und aus Medien zu gewinnen und auszuwerten, sowie Schritte zur Erkenntnisgewinnung in der Geographie beschreiben zu können.

Diese methodische Kompetenzförderung findet über verschiedene Zugänge statt (DGfG, 2006:19f).

- Schüler-/innen sollen über die Kenntnis verfügen, dass geographische Informationen in zahlreichen Quellen und Informationsformen / Medien vorkommen.
- Sie gewinnen Informationen auf zwei Wegen, einerseits aus den traditionellen und neuen Medien und andererseits auf Exkursionen, durch Experimente oder Versuche.
- Schüler-/innen lernen im Unterricht, Informationen systematisch auszuwerten und erwerben dadurch eine Lesekompetenz von nicht-kontinuierlichen Texten.
- Sie erfahren darüber hinaus, wie Geograph-/innen und Geowissenschaftler-/innen arbeiten und ihre Erkenntnisse gewinnen. Sie bahnen die Fähigkeit an, grundsätzlich die gleichen Schritte bei ihrer Suche nach Erkenntnissen und Lösungen zu finden, auch wenn diese Fähigkeit in der Schule nur in Ansätzen aufgebaut werden kann.

Die Förderung der Methoden steht am Anfang ihrer Entfaltung und ist in einem komplexen Feld zwischen der Leistungsfähigkeit der Schüler-/innen, den Anforderungen der Gesellschaft und der Trägheit der Schule einzuordnen. Die Wirtschaft beklagt das Fehlen zukunftsgerechter "Schlüsselqualifikationen" wie Selbstständigkeit, Problemlösungsfähigkeit und Methodenbeherrschung. Bildungsverantwortliche fordern ein höheres Leistungsniveau, Eltern befürchten, dass ihre Kinder auf Studium und Beruf nicht ausreichend vorbereitet sind. Und Lehrpersonen sehen Lern- und Motivationsprobleme der Schüler-/innen, wissen aber nicht, wie sie ihnen begegnen sollen und halten deshalb oft an den herkömmlichen lehrer- und stoffzentrierten Verfahrensweisen fest (*Klippert, 2001:12*). Es ist deshalb bedeutsam, nicht nur zu wissen, dass Schüler-/innen methodische Kompetenzen erwerben sollen, sondern auch die Gründe dafür zu verstehen.

3.4.2 Lernverständnis und Gesellschaftswandel

Fortlaufend gibt es neue Erkenntnisse darüber, wie Schüler-/innen lernen und wie Wissen generiert wird. Dadurch verändern sich bisherige Konzepte. Gleichzeitig wandelt sich die Gesellschaft, was bei Lernsituationen berücksichtigt werden muss. Heute gehen Wissenschaftler-/innen zunehmend von einem konstruktivistischen Lernverständnis aus, das heisst, Schüler-/innen lernen dann am besten, wenn sie ihr Wissen eigenständig konstruieren. Dies gelingt, wenn das neue Wissen an bereits Bekanntes angeknüpft werden kann, wenn Gespräche über Lerninhalte stattfinden und wenn möglichst viel Selbsttätigkeit im Lernprozess gewährleistet ist. Begründet ist dieses Lernverständnis auf der Erkenntnis, dass die Nachhaltigkeit des Lernens in hohem Masse davon abhängig ist, dass die Schüler-/innen Gelegenheit zur aktiv-produktiven Auseinandersetzung mit den Lerngegenständen erhalten (Klippert, 2001:13) und einen hohen Anteil echter Lernzeit zugestanden bekommen (Meyer, 2004:40).

Veränderte Gesellschaftsbedingungen wirken sich auch auf die Schüler-/innen aus. Da das Thema in sich aber sehr komplex ist, soll es hier nicht in seiner ganzen Ausführlichkeit diskutiert werden, sondern nur soweit, wie es für das Verständnis einer Verschiebung der Lerninhalte nötig ist. Zu erwähnen wäre in diesem Zusammenhang die grössere Selbstständigkeit heutiger Jugendlicher, die Veränderungen der Berufswahl und -ausübung (in der Regel wird der erste erlernte Beruf nicht mehr bis zur Pensionierung ausgeübt), die Begegnung mit verschiedenen Medien (Computer, Zeitung, Fernsehen, Radio, ...), ein grösserer Bewegungsdrang (oder zumindest die verstärkte Durchsetzungskraft desselben) oder eine höhere Lustlosigkeit an Schule und Lernen.

Sowohl die Erkenntnisse zum Lernverständnis der Schüler-/innen, wie auch die Veränderungen der Gesellschaft erfordern eine Erweiterung der schulischen Kompetenzen. Nicht nur Wissen allein befähigt die Schüler-/innen, sich im Leben zurecht zu finden, sondern unter anderem auch das Beherrschen verschiedener Fähigkeiten. Im Mittelpunkt des schulischen Geschehens stehen immer weniger die Fakten im Vordergrund, weil diese immer schneller veraltern, sondern die Methoden. Dabei kommt so genannten "Schlüsselqualifikationen" wie Teamfähigkeit, Handlungskompetenz und Problemlösefähigkeit eine zentrale Bedeutung zu (Siegmund, 2002:4). Dies gelingt, wenn die Schüler-/innen zu Verantwortungsbereitschaft erzogen werden und eine auf Handlungs- und Methodenkompetenz beruhende Bildung erfahren (Hoffmann, 2004:16). Übersetzt heisst dies, dass Schüler-/innen im Unterricht möglichst konsequent angehalten werden müssen, Aufgaben zu be-greifen, bei deren Bearbeitung Autonomie zu empfinden, entsprechende Methoden zu beherrschen und sich sozial eingebunden und unterstützt zu erleben. Lernen wird in diesem Sinn als eigenständiger aber auch dialogischkooperativer Prozess verstanden, der in möglichen echten – situativen – Lernumgebungen stattfindet und den Schüler-/innen die Verantwortung für ihr Lernen in adäquater Form überträgt (Adamina / Müller, 2005). Der Unterricht braucht neue methodische Akzente, damit eine grössere Wirksamkeit und zeitgemässere Qualifizierung erreicht wird. Im Unterricht muss ein Weg von der Belehrungskultur hin zur Lernkultur gegangen werden, so dass sichergestellt ist, dass Schüler-/innen gefordert und gefördert werden. Sie werden damit auf die Anforderungen der aktuellen Gesellschaft vorbereitet, zudem verändern sich Motivation, Konzentration und Lerndisziplin positiv und der kognitive Wissenserwerb wird nachhaltiger und vernetzter.

Es wird aus den Ausführungen offensichtlich, dass sich durch die Berücksichtigung der methodischen Kompetenzförderung der Unterricht und die Rolle der Lehrperson stark ändern. Diesem Umstand wird in der Formulierung des Konzeptes Rechnung getragen, hier aber auf der theoretischen Ebene nicht weiter ausgeführt.

3.4.3 Methodenkompetenz in Lehrplänen und der Unterrichtsrealität

Lehrplanempfehlungen und Lehrpläne sowie Standardformulierungen tragen den veränderten Bedingungen des aktuellen Unterrichtes Rechnung und übersetzen, was Forschungsergebnisse, Lernerkenntnisse und Anforderungen der Gesellschaft hervorbringen. Sie zeigen auf, was heute von der Schule erwartet wird. Obwohl noch nicht alle untersuchten Lehrpläne in den letzten Jahren überarbeitet wurden, ist die Förderung methodischer Kompetenzen bereits darin integriert. Die Einzelheiten dazu wurden in *Kapitel 2.4.4* ausgeführt.

Was die Lehrpläne offen lassen, ist die konkrete Umsetzung dieser methodischen Kompetenzen. Häufig befinden sich in Lehrbüchern Anleitungen zur Arbeit mit Bildern, Texten, Graphiken oder Modellen, diese beschränken sich aber auf eine systematische und rezeptartige Vorgehensweise. Reichhaltige schüleraktivierende Aufgabenstellungen, verschiedenartige Zugänge zu Arbeitsweisen mit Medien oder Konzepte für einen methodisch orientierten Geographieunterricht gibt es nur vereinzelt, die Lehrwerke orientieren sich stark an den Lerninhalten, Methoden sind zweitrangig. Das Prinzip "ohne Methodenkompetenz keine Sachkompetenz" (*Buske, 2004:2*) hat sich noch nicht durchgesetzt, lehrerzentrierter Unterricht ist immer noch die Regel und die hauptsächliche Arbeit im Unterricht wird grösstenteils von Lehrpersonen und nicht von Schüler-/innen geleistet. Als Legitimation für die starke kognitive Orientierung dient oft die Klassengrösse und die entstehende Unruhe bzw. schwierige Disziplin im Klassenzimmer. Erfahrungen zeigen aber auch, dass Schüler-/innen sich an eine veränderte Arbeitsweise rasch gewöhnen, wenn sie ausreichend Gelegenheit zur Ausübung haben und in verschiedenen Formen erleben, wie sie Wissen durch ihre eigenen erlernten Fähigkeiten erwerben können.

Die Fernerkundung ist eines von vielen Beispielen für eine neue Arbeitstechnik (vgl. Kap. 3.3) und bringt neue zeitgemässe Ideen für den Geographieunterricht (Roseau, 1997:3). Die Faszination für das weitgehend Unbekannte löst Neugier und dadurch Gelegenheiten zur Diskussion über das Bild aus. Wird dieses sprachliche Entdecken von Bildinhalten mit geeigneten Aufgabenstellungen verknüpft, gelangen die Bilder ins methodische Repertoire der Schüler-/innen, weil sie erkennen, dass durch die Interpretation geographische Erkenntnisse gewonnen werden. Zudem lernen sie, diese Erkenntnisse über verschiedene Zugänge zu erschliessen, sie erkennen die Bedeutung von Satellitenund Luftbildern in einem Medienverbund und erleben in propädeutischer Weise das, was auch Wissenschaftler tun. Wenn ein Konzept die häufige und abwechslungsreiche Arbeit mit Satellitenbildern vorstellt, werden ausreichende Übungsmöglichkeiten geschaffen, die nachhaltiges Lernen initieren.

3.5 Bilder lesen lernen

Für eine verstärkte und neue Form der Beschäftigung mit Satellitenbildern im Unterricht ist es bedeutsam, sich mit dem visuellen Lernen im Allgemeinen auseinander zu setzen. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich deshalb nicht explizit auf Satelliten- und Luftbilder, es können aus den allgemeinen Formulierungen aber deren Potenziale abgeleitet werden. Zudem können die Erläuterungen auch auf andere Fächer als die Geographie übertragen werden.

Im Bereich des visuellen Lernens tut sich grundsätzlich ein riesiges Feld auf, das noch nicht sehr weit erforscht und im Bezug auf neue Lernerkenntnisse weitgehend ungenutzt ist. Die Komplexität zeigt sich darin, dass weit mehr Bereiche als die Geographie davon tangiert sind, wie zum Beispiel die Kognitionsforschung, die Lernpsychologie, die Kunst und Ästhetik oder die Philosophie und Logik. Die Aspekte des visuellen Lernens in ihrer ganzen Fülle wieder geben zu wollen, würde den Umfang dieser Arbeit weit übersteigen. Dennoch soll, zumindest ansatzweise aufgezeigt werden, dass in der

Auseinandersetzung mit visuellem Lernen und seinen Möglichkeiten im Unterricht ein Tätigkeitsbereich liegt, mit dem wir uns in Zukunft deutlich stärker als bisher auseinander setzen müssen. Zudem tragen die Ausführungen dazu bei, zu verstehen, warum vermehrt mit Bildern, insbesondere mit Luftund Satellitenbildern, im Unterricht gearbeitet werden soll.

Nachfolgend werden - soweit bekannt - Iernpsychologische Erkenntnisse zum Wissenserwerb mit Bildern vorgestellt. Es wird aufgezeigt, wie Bildinformationen verarbeitet werden und welche Bedeutung Bilder für die Behaltensleistungen im Lernprozess haben. Diskutiert wird unter diesen Aspekten die Bedeutung des Vorwissens. Aber auch die Wissenskategorien Codewissen und Weltwissen, die für die Entschlüsselung von Bildern wichtig sind, werden ausgeführt.

Unter der Kategorie "Bilder" werden Photos, Luft- und Satellitenbilder zusammengefasst. Weidenmann (1994) ordnet diese Bilder den "statischen, darstellenden Bildern" zu und grenzt sie von logischen Bildern, bildlichen Analogien und bewegten Bildern in Film und Fernsehen ab. Andere Bildarten wie Skizzen, Graphiken, Gemälde, Piktogramme oder auch animierte Bilder werden in den folgenden Ausführungen also nicht explizit berücksichtigt.

Auch nicht diskutiert wird der Erwerb des bildkategorialen Wissens durch visuelles Lernen, die dafür nötigen medizinischen Kenntnisse würden zu weit führen. Es sei hierfür auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen (z.B. M. Jüttner (2003): Visuelles Lernen – Erwerb und Anwenden bildkategorialen Wissens).

3.5.1 Bilder im Unterricht

In den letzten 200 Jahren haben sich Möglichkeiten für den Einsatz von Bildern eröffnet, von denen Pädagog-/innen früher nur träumen konnten (*Weidenmann, 1991:7*). Film, Fernsehen, Internet und Printmedien offerieren wahre Fluten von Bildern. Nicht nur im Alltag, sondern auch im Bereich des Lernens und Lehrens werden zunehmend bildhafte Formen der Informationsdarbietung verwendet (*Schnotz, 1998:97*). Sicher zu Recht kann die heutige Zeit deshalb als "visuelles Zeitalter" bezeichnet werden.

Bilder sind im Unterricht längst zum Standard geworden; Lehrbücher sind reich illustriert, die Veranschaulichung von Sachverhalten mit Bildern und Bildmaterialien ist unbestritten. Dennoch wird im Unterricht überwiegend eine "Pädagogik des Wortes" (*Weidenmann, 1991:10*) praktiziert, die dadurch ersichtlich wird, dass sich der Unterricht auch ohne den Einsatz von Bildern kaum verändern würde. In den meisten Fällen werden die Bilder als Illustration und als Ergänzung oder Alternative zu Texten verwendet. Sie sollen den Unterricht anschaulicher und attraktiver werden lassen. *Petersson (1994:223f)* hat 1990 und 1991 untersucht, wie Bilder im Unterricht tatsächlich eingesetzt werden.

Es wird unter anderem deutlich, dass

- heutige Lehrbücher eine Vielzahl von (farbigen) Bildern enthalten,
- sich eine zu grosse Anzahl von Bildern ungünstig auf Design und Struktur eines Textes auswirkt,
- die Bilder oft unerwartete emotionale Wirkungen auslösen,
- die Bilder eher sporadisch genutzt werden, viele Bilder sogar "ungesehen" bleiben oder selten "aktiv" verwendet werden,

- durch eine aktive und analytische Betrachtung Bilder "bemerkt" werden und erst dadurch Leserreaktion hervorrufen,
- Schüler-/innen über geringe Fertigkeiten zur Bildverarbeitung verfügen,
- Schüler-/innen wie Lehrer-/innen den Umgang mit Bildern lernen müssen,
- Lehren weitgehend mündlich, ungenutzt von medialer Unterstützung erfolgt.

Eigene Gespräche mit Lehrkräften, Unterrichtsbeobachtungen und -erfahrungen bestätigen, dass sich bis heute wenig an dieser Situation geändert hat. Auch Sauer (2000:7) hält fest, dass die methodisch aktive und vielfältige Auseinandersetzung mit Bildmaterialien eher selten statt findet. Es ist deshalb nicht verwunderlich, wenn eine gewisse Achtlosigkeit im Umgang mit Bildern zu verzeichnen ist und Lernende wie Lehrende ein Defizit in ihrer Medienkompetenz mit Bildern aufweisen und nicht wissen, wie sie mit Bildinformationen effektiv umgehen sollen (Lewalter, 1997:42). Um ein Bild aber – auch bei der gemeinsamen Betrachtung – verstehen zu können, muss es "erst auf den Begriff gebracht" werden. Das heisst, Schüler-/innen müssen bereits früh zu einem sinnvollen und abwechslungsreichen Umgang mit Bildern angeleitet und befähigt werden. Dies wird im Unterricht vernachlässigt, wenn Bilder nur illustrativen Charakter haben und keine oder wenig Möglichkeiten zu aktiven Auseinandersetzungen bestehen.

Grundsätzlich ist gegen den gegenwärtigen Einsatz von Bildern im Unterricht nichts einzuwenden. Angesichts der Bilderfülle, der wir im Alltag ausgesetzt sind, ist es aber dringend nötig, Bilder auch als Informationsquelle zu nutzen und den Aufbau von Kompetenzen im Umgang mit Bildern zu gewährleisten und zu fördern. Dadurch wird auch erst möglich, Bilder kritisch zu beurteilen, ihre Wirkung zu erkennen und zu beurteilen oder mit der Macht der Bilder umgehen zu lernen - wichtige Fähigkeiten in einem visuellen Zeitalter.

3.5.2 Lernpsychologische Grundlagen des visuellen Lernens

Bildinformationen verarbeiten

Wie die Abspeicherung von Informationen im Gehirn erfolgt, ist immer noch weitgehend unbekannt. Es ist also nicht endgültig geklärt, ob Bilder und Sprache unterschiedlich gespeichert oder ob alle Informationen unabhängig ihres Symbolsystems in einer einheitlichen abstrakten Form festgehalten werden (*Weidenmann 1991:28*).

Weitgehend Klarheit besteht dagegen darin, dass Lernende sich an Bilder besser erinnern können als an Texte (*Weidemann, 1991:29, Strittmatter 1994:191, Lewalter 1997:31/53*), wobei Texte und Bilder nicht gegeneinander ausgespielt werden sollen, da sie sich gegenseitig ergänzen und bedingen. Wie *Weidenmann (1991:21)* ausführt, geht es vor allem im Unterricht darum, geeignete "Treatments" (Medienkombinationen mit entsprechenden Bearbeitungsmöglichkeiten) für die jeweilige Unterrichtssequenz zu finden, die didaktisch ausgewählt und aufbereitet werden, damit sie optimal die pädagogisch erwünschten Interaktionsformen erzeugen. *Levie und Lentz (in Peeck 1994:69)* stellen 1982 eine Studie vor, die signifikante Leistungsunterschiede beim Lesen von Texten mit Illustrationen gegenüber Texten ohne Illustrationen ausweisen. Bestätigt wurde diese Studie von weiteren Untersuchungen

(z.B. Levin, Anglin und Carney, 1997), festgehalten wird in neueren Analysen aber auch, dass viele Begleitumstände (wie z.B. die Bildunterschriften, die Komplexität von Texten, die Bekanntheit der Bilder etc.) die Behaltensleistung ebenfalls beeinflussen.

Dass visuell vermittelte Informationen resistenter gegen das Vergessen sind als zum Beispiel sprachlich vermittelte Information hat weniger mit der Verarbeitung und dem Behalten komplexer Inhalte zu tun, sondern vielmehr mit dem Behalten der Erscheinungen von Objekten und Objektmerkmalen (Strittmatter, 1994:191). Dies rührt daher, dass – entgegen der weit verbreiteten Meinung, Bilder würden als Ganzes wahrgenommen – bei der Bildbetrachtung eine Zerlegung und kategoriale Analyse einzelner Bildobjekte stattfindet und Bilder als Strukturen räumlicher Komponenten wahrgenommen werden, die durch Merkmale charakterisiert bzw. verknüpft werden (Jüttner, 2003:19/217). Ein Bildmuster aber als Ansammlung isolierter Einzelmerkmale zu betrachten, wäre problematisch und unkorrekt. Denn bei der Speicherung im Gehirn werden die Einzelmerkmale zu einem Eindruck vervollständigt, der – wie das Hauptaxiom der Gestaltpsychologie besagt, dass "das Ganze mehr ist als die Summe seiner Teile" – auch Informationen über die Gesamtstruktur beinhaltet (Jüttner, 2003:23). Jüttner (2003:216) bezeichnet diesen Prozess als "Bottom-up"-Lernen und präzisiert, dass das bildkategoriale Lernen in einem graduellen Prozess der Abstraktion verläuft, der aber durch sprunghafte Veränderungen im Klassifikationsverhalten gekennzeichnet ist, die mit Phasen einer quasi-stetigen Entwicklung abwechseln.

Bedeutsam ist diese Erkenntnis deshalb, weil sie Auswirkungen auf die Arbeit mit Bildern im Unterricht hat. Eine Untersuchung von *Weidenmann, Paechter und Hartmannsgruber (1998 in Schnotz, 1998:98)* zur Lernwirksamkeit von Bildbetrachtungen mit offener Lernzeit zeigt auf, dass Lernende bei einer Gesamtdarstellung eines Bildes offenbar vorzeitig den Eindruck haben, das Informationsangebot des Bildes ausreichend verarbeitet zu haben. Dagegen führt die Überblick-Detail-Sequenz zu besseren Ergebnissen, da die Lernenden sich länger mit dem Bildinhalt auseinander setzen (*Schnotz, 1998:98*). Die Erkenntnisse legen den Schluss nahe, dass eine Bildbetrachtung nur dann lernwirksam ist, wenn der Prozess der Bildbetrachtung nach erfolgtem automatisch ablaufenden "Bottom-up"-Prinzip nicht abgeschlossen, sondern mit Hilfe veränderbarer Reize, vermittelt durch aktive "Topdown"-Mechanismen fortgesetzt wird (*Jüttner, 2003:222*). Solche Reize können Fragen der Lehrperson, Aufgabenstellungen oder graphische Hinweise im Bild sein.

Jüttners Erkenntnisse können durch theoretische Überlegungen und empirische Befunde von Weidenmann (1988, in: Lewalter, 1997:35) ergänzt werden. Sie weisen darauf hin, dass der Verarbeitungsprozess des Lernenden im Kontakt mit einem Bild in mehreren Phasen verläuft. Diese Phasen sind durch unterschiedliche Intensitätsgrade gekennzeichnet, mit denen ein Lernender ein Bild betrachtet, verarbeitet und dabei verschiedene Ziele verfolgt.

In der **Vorphase**, beim ersten Bildkontakt, trifft der Betrachter in einer bestimmten, kognitiven, motivationalen und emotionalen Verfassung auf ein Bild.

In der Initialphase, der ersten Auseinandersetzung mit dem Bild, versucht der Betrachter das Bild zu verstehen. Nach dem Prinzip der minimalen Verarbeitung kommt es nur dann zu einer vertieften Auseinandersetzung, wenn der Lernende merkt, dass er das Bild noch nicht vollständig verstanden hat. Manifestiert sich jedoch der Eindruck, dass das Bild keine Schwierigkeiten darstellt bzw. der Betrachter es verstanden hat, wird der Bildkontakt abgebrochen. Wenn die Auseinandersetzung mit dem Bild anhält, zum Beispiel durch neu wahrgenommene unbekannte oder unerwartete Bildaspekte oder durch eine erhöhte Virulenz (Ausmass von Assoziationen, Ideen oder Vorstellungen, die durch ein Bild beim Lernenden angeregt werden), wird die Beschäftigung mit dem Bild intensiver.

Die weitere Aufrechterhaltung der Auseinandersetzung mit dem Bild wird als **Progressionsphase** bezeichnet. In dieser Phase der intensivierten Verarbeitung kommt es zu einer tiefergehenden Beschäftigung mit dem Bild, die als Bildverstehen zweiter Ordnung bezeichnet werden kann. Neben dem reinen Erkennen, welches Objekt oder welcher Sachverhalt dargestellt wird, erfasst der Betrachter zudem, welche Intention dem Bild zu Grunde liegt.

Mit zunehmender Zeit des Bildkontakts nimmt dann der erlebte Bedarf, das Bild zu betrachten, ab, da keine neuen Bildinformationen mehr wahrgenommen werden. Die Virulenz stabilisiert sich, das entwickelte mentale Modell verändert sich nicht mehr. Nach dieser **Stabilisierungsphase** kommt es zum Abbruch des Bildkontakts.

Den Abschluss bildet die Speicherung der piktoralen Information im Gedächtnis. Die **Speicherphase** findet ihren Abschluss nach der Beendigung des Bildkontakts. Die Differenziertheit und der Grad der Adäquatheit des vom Lernenden aufgebauten mentalen Modells hängen dabei entscheidend von der Intensität der Bildverarbeitung ab. Der Lernende wird bei einer intensiven Beschäftigung mit dem Bild ein kohärentes, mit anderen Wissensbereichen verknüpftes und stärker vernetztes mentales Modell entwickeln, das zu besseren Erinnerungsleistungen führen kann.

Das Phasenmodell gibt einen idealtypischen Prozess des Bildverstehens wieder und verdeutlicht erneut, dass verschiedene Faktoren für das Auftreten einer hohen Verarbeitungsintensität von Bedeutung sind. Diese sind vor allem im Lernprozess mit Bildern begründet und haben mit der Komplexität der Bildinhalte, aber auch mit der persönlichen Kompetenz des Bildbetrachters zu tun.

Bedeutung von Vorwissen und Kontext bei der Bildwahrnehmung

Von Goethe (1749 - 1832) stammt die weit verbreitete Aussage "man sieht nur, was man weiss". Damit drückte er aus, dass das Auge ein bestechlicher Urteilsfinder und die sinnliche Wahrnehmung nicht zuverlässig sind. Sicher ist die Aussage nach wie vor gültig, bezieht sich aber auf einen grösseren Kontext, als nur auf den im Bild dargestellten Sachverhalt. Lange begegneten einander Sehen und Wissen zögerlich, weil keine Einigkeit darüber herrschte, ob Formensehen auf angeborenem Wissen oder auf sinnlicher Erfahrung basieren. Die entsprechende philosophische Debatte wurde lange geführt, da bereits Platon und Aristoteles die beiden Aspekte Sehen und Wissen zu gegensätzlichen Standpunkten ausbauten, die immer wieder aufeinander trafen (Jüttner, 2003:1).

Erst *Immanuel Kant (1724 – 1804*) strebte 1787 mit seiner *Kritik der reinen Vernunft* eine Synthese der vermeintlichen Gegensätze an: sensorische Erfahrungen wurden zum Ausgangspunkt individuellen Wissens, indem sie mit Hilfe von Schemata in die Organisationsstruktur vorgegebener Gedankenkategorien eingebunden werden. Damit zeigte er Bedingungen für die Möglichkeit von Wissen auf.

Allen Untersuchungen gemeinsam ist die Erkenntnis, dass der Wissenserwerb mit Bildern auf bestehendem Vorwissen aufbaut. *Jüttner* (2003:2) hält fest, dass Denken, Planen und Handeln für die Verarbeitung von Informationen wichtig sind und für das visuelle Lernen Objektklassifikationen benötigt werden. Es darf angenommen werden, dass diese Klassifikationen nur dann möglich sind, wenn dafür im Gehirn bereits Kategorien angelegt wurden, wobei zum Beispiel auch die Kategorie "kenne ich nicht" als Klassifikation ihre Berechtigung hat. Durch diese Objektklassifikation kann einerseits die Anzahl der Objekte reduziert und andererseits das Wissen in Form von Hierarchien (aus kategorialen Ebenen) organisiert und repräsentiert werden (Jüttner, 2003:2).

Kirby / Boulter (in Schnotz 1998:99) stellen in einer Untersuchung zum Lernen mit neuen Technologien fest, dass für die Orientierung in komplexen Informationsräumen visuell-räumliches Vorwissen bedeutsam ist und Lernende mit geringem Vorwissen in dieser Orientierung benachteiligt sind. Sowohl Lowe (in Schnotz 1998:98) wie auch Weidenmann (1991:30) betonen aber, dass das Vorwissen hauptsächlich auf Alltagserfahrungen und nicht auf (fach-)spezifischem Wissen beruht. So werden zum Beispiel animierte Wolkenbilder als mechanische Objekte und nicht als flüchtige Phänomene einer fliessenden Luftmasse betrachtet.

Dass dieses Vorwissen kategorial abgespeichert ist, belegt auch die Psychologie, die für die Organisation von Wissen verschiedene Wissenstypen, wie Schemata, Skripts (Drehbücher) und mentale Modelle unterscheidet (*Weidenmann, 1991:31*). Diese Kategorien machen uns handlungsfähig, weil die Reizflut im Alltag dadurch schnell verarbeitet wird.

Oft ist die Entschlüsselung eines Bildes kein grosses Problem, weil mühelos erkannt wird, was das Bild darstellt. Im Falle von Luft- und Satellitenbildern ist das jedoch anders: um das Bild zu verstehen, müssen die richtigen Kategorien gefunden und abgerufen werden können. Dazu ist Übung nötig, die didaktisch gezielt aufgebaut und gefördert werden kann.

Für das Bildverstehen oder "Bilder lesen lernen" sind nach *Weidenmann (1991:49f)* zwei verschiedene Prinzipien bedeutsam:

- Codewissen entschlüsselt die Abbildungskonvention (wie man etwas abbilden kann).
- Weltwissen befähigt, den Realitätsausschnitt, zu erkennen (das was abgebildet wird).

Bei einer Bildbetrachtung finden als erstes diese beiden Prozesse statt. Sie werden auch als "natürliches Bildverstehen" bezeichnet (Weidenmann 1991:51) und führen zu einem **Erkennen** der Bildinhalte. Bei Luft- und Satellitenbildern ist das natürliche Bildverstehen nicht zwingend selbstverständlich, da vor allem die die ungewohnte Perspektive von oben, aber auch die Farbwahl einiger Gewöhnung bedarf und die Bildinhalte nicht ohne weiteres mit Alltagserfahrungen in Verbindung gebracht werden können. Zudem liegen die dargestellten Ausschnitte der Welt nicht mehr im unmittelbaren Erfahrungsbereich der Schüler-/innen, was die Bildbetrachtung zusätzlich erschwert.

Das blosse Erkennen von Bildmerkmalen ist aber besonders im Unterricht nicht die einzige Zielsetzung. Damit ein Bild seine Wirkung und Absicht voll entfalten kann, genügt es nicht, die Realitätsausschnitte nur zu erkennen, sondern es ist nötig, die Mitteilung des Bildproduzenten zu entschlüsseln (Weidenmann, 1991:53f). In diesem zweiten Schritt soll das Bild gelesen bzw. verstanden werden. Weil die Bildinhalte mögliche Indikatoren für die Mitteilung des Bildes sind, wird dieses Bildverstehen auch als "indikatorisches Bildverstehen" bezeichnet. Wie gezeigt wurde, ist das natürliche Bildverstehen bei Luft- und Satellitenbildern nicht ganz einfach, dies wirkt sich notgedrungen auch erschwerend auf das indikatorische Bildverstehen aus. Bedeutend wird deshalb der Kontext, in dem die Bilder betrachtet und bearbeit werden. Schüler-/innen, die ein Luft- oder Satellitenbild betrachten, wissen, dass sie im Geographieunterricht sitzen, sie kennen normalerweise das Thema der Lektionsreihe oder sogar den Inhalt der Einzelstunde. Dadurch werden die Bildinhalte bereits selektioniert wahrgenommen, die Zuordnung zu Kategorien verläuft schneller und einfacher, als wenn das Bild in einem anderen (ausserschulischen) Kontext betrachtet würde. Insofern begünstigt der Kontext "Geographieunterricht" die Luft- und Satellitenbildinterpretation und erleichtert das natürliche und das indikatorische Bildverstehen.

Im Zusammenhang mit der Bedeutung des Vorwissens ist ein weiterer Aspekt beachtenswert. Lernende mit geringem oder mittlerem Vorwissen können von Bildern profitieren, weil diese als Vorlage für die Bildung eines mentalen Modells dienen (*Lewalter*, 1997:82). Wenn das Vorwissen aber zu gering ist, können auch Schwierigkeiten auftreten, relevante Bildinformationen zu erkennen. Lernende mit gutem (fachlichem) Vorwissen profitieren von Bildern nur wenig, es können sogar Interferenzen zwischen Vorwissen und Illustrationsinformation auftreten, die die Lernleistung negativ beeinflussen. Ob sich dieser kognitive Konflikt negativ auf den gesamten Lernprozess auswirkt oder ob das Auslösen eines (inneren) Dialoges zwischen Vorwissen und Bildinformation einen Lernprozess bereichern, müsste erst erforscht werden.

3.5.3 Funktionen von Bildern

Bereits erläutert wurde, dass Bilder den Lernprozess positiv unterstützen. Es sind im Wesentlichen folgende Aspekte, die dazu beitragen:

Anschaulichkeit und Lebensnähe: Bilder tragen dem Prinzip der Anschaulichkeit und der Lebensnähe Rechnung. Sie sind geeignete Ersatzanschauungen für Räume ausserhalb unserer direkten Umgebung und präsentieren Rauminformationen und -beziehungen real und nicht symbolisch. Was wir auf Bildern sehen, ist aber nicht die Wirklichkeit, sondern das Ergebnis komplexer Konstruktionen und Interpretationsprozesse unseres Gehirns. Beachtet werden muss deshalb, dass das Bild zwar auf anschauliche Weise abstrakte Begriffe, Theorien und Gefühle vermittelt. Andererseits kann der Wahrheitsanspruch, der noch immer abbildenden Darstellungen anhaftet, das Bild zum Mittel von Manipulationen machen (*Burda, 2004:27/55*). Visuelle Lernkompetenz beinhaltet also, dass Schüler-/innen sowohl die Anschaulichkeit und Lebensnähe für die Informationsgewinnung ausnützen, als auch manipulative Wirkungen erkennen lernen.

Aktive Auseinandersetzung: Bilder ermöglichen Lernenden ein aktives, exploratives Lernen, wie dies von modernen konstruktivistischen Auffassungen des Lehrens und Lernens gefordert wird (*Schnotz, 1999:97*). Dass die Zeit für diese Auseinandersetzung auch im Unterricht reif ist, wurde ausführlich erläutert. Zudem ist erwiesen, dass nicht die Fülle an Bildern zu einem höheren Bildungsgehalt führt, sondern die gezielte Auseinandersetzung beim Lernen am Bild, weil erst dadurch mentale Strukturen aufgebaut werden können.

Ganzheitlichkeit: Auch wenn der Entschlüsselungsprozess von Bildern über Einzelheiten abläuft, präsentiert das Bild alle Zeichen gleichzeitig. Es ist dem Betrachter überlassen, in welcher Reihenfolge er das Bild wahrnimmt. *Doelker (1998:37)* drückt die Ganzheitlichkeit in Form verschiedener Sinnebenen aus, die im Bild gleichzeitig enthalten und mehrfach codiert sind. Explizit erwähnt er dabei die offene Bedeutung von Bildern, die besagt, dass Bilder komplex und mehrschichtig sind und keine festen Bedeutungen transportieren können. Zudem hält er fest, dass Bilder konkret erlebbar und direkt und rasch entschlüsselbar sind.

Emotionalität: Viele Bilder werden bei der Rezeption spontan mit Emotionen verbunden. Dadurch können Lerner-/innen dazu angeregt werden, mehr Zeit und kognitive Anstrengung in das Studium des Lernmaterials zu investieren, die Aufmerksamkeit und die Sorgfalt bei der Bearbeitung sind grösser. Die Emotionalität trägt auch dazu bei, dass mit den Bildern ein Kontext geschaffen wird, der die Aktivierung des Vorwissens begünstigt und dadurch eine gezielte Interpretation und eine effektive Abspeicherung der Informationen ermöglicht. Vermutlich fördern Bilder aufgrund ihres affektiven Cha-

rakters bzw. ihrer ästhetischen Wirkung auch eine grössere Klarheit beim Enkodieren, dadurch wird die Wahrscheinlichkeit von Vergessen des Lerninhaltes vermindert (*Peeck, 1994:73*).

Räumlichkeit: Die Räumlichkeit von Bildern trägt dazu bei, dass man sich visuelle Informationen offenbar besonders gut merken kann, dies aufgrund vieler Erfahrungen mit dem Aussehen von Dingen und der Orientierung im Raum (*Weidenmann 1991:46*). Dadurch ist der spätere Informationsabruf erleichtert möglich (*Peek, 1994:74*). *Peek* stellt in diesem Zusammenhang eine Theorie von *Paivos* vor (*1971/1986 in Peek 1994:74*), wonach die Kognition aus zwei separaten, aber miteinander verbundenen Systemen besteht: einem verbalen und einen nonverbalen System. Bilder werden im nonverbalen System gespeichert, linguistische Informationen im verbalen System. Wenn ein Lernender bei der Bildbetrachtung nun zur Verbalisierung angeregt wird, werden Informationen in beiden Systemen gespeichert und man kann sich an sie besser erinnern, als wenn sie nur in einem System kodiert werden. *Doelker (1998:37)* führt aus, dass die optische Wahrnehmung untrennbar an den Raum gebunden ist und die Räumlichkeit des Bildes eine globale Wahrnehmung gestattet. Im Unterschied zur Verbalsprache, wo einzelne Informationen nur segmentweise in der Zeit angeboten werden, wird eine Erkenntnis durch das Bild unmittelbar und vollständig vermittelt.

Alltagsgegenwart: Bilder sind in unserem Alltag, in unserer Welt allgegenwärtig. Sehende Menschen sind Bildern im Alltag weit häufiger ausgesetzt als z.B. sprachlichen Informationen, dies nehmen wir mit einer grossen Selbstverständlichkeit als gegebene Tatsache hin. Wir speichern Wissen, Erlebnisse und Erfahrungen in Form von Bildern ab, die komplexer und vielschichtiger sind als das, was wir sprachlich wiedergeben können. Trotz dieser Alltagsgegenwart wird zumindest im Unterricht aber weit weniger Wert auf die Verarbeitung von Bildinformationen gelegt als auf den Umgang mit Texten oder Wörtern.

3.5.4 Lernen und Arbeiten mit Bildern

Weidenmann (1991:58) gliedert den Lernprozess mit Bildern in drei Schritte: erstens die umfassende Wahrnehmung (natürliches Bildverstehen), zweitens das Erkennen von Bedeutungen (indikatorisches Bildverstehen) und drittens die Nutzung der Bildinformation im Lernprozess. Für den Unterrichtsalltag ist es bedeutsam, dass für jede der drei Lernarten Unterstützungen nötig und wichtig sind. Allerdings lassen sie sich in der Realität nicht ohne weiteres trennen, sie spielen im Lernprozess stark ineinander. Die folgenden Hinweise sind denn auch als übergreifender bzw. umfassender Massnahmenkatalog zu verstehen, die das visuelle Lernen erleichtern und positiv unterstützen. Wo nötig, wird auf die Besonderheit von Luft- und Satellitenbildern explizit hingewiesen. (Die Ausführungen stellen eine Zusammenfassung der Literaturquellen von Weidenmann (1991 und 1994), Lewalter (1997), Peek (1994), Strittmatter (1994), Schnotz (1998) und eigenen Erfahrungen dar.)

Auch wenn nicht immer alle Hinweise gleichzeitig berücksichtigt werden können, sind folgend Anregungen für den Einsatz von Bildern im Unterricht bedeutsam:

• Kontext: Für einen effektiven Lerngewinn mit dem Bild muss es im Kontext des Lerninhaltes stehen und zielorientiert eingesetzt werden. Durch den Kontextbezug kann eine aufgabenbezogene Erwartungshaltung erzeugt werden, die sich positiv auf die Bildbearbeitung auswirkt. Erwachsenen fällt es leichter, auch ein unbekanntes Bild einem Kontext zuzuordnen, Kinder betrachten Bilder eher losgelöst vom Kontext, vor allem auch deshalb, weil sie in der Regel über ein geringeres Vorwissen verfügen als Erwachsene. Besonders zu Luft- und Satellitenbildern finden gerade jüngere Schüler-/innen einen schnelleren Zugang, wenn diese im Kontext des Unterrichtsgeschehens stehen (Neumann-Mayer, 2005:169).

- Bildgrösse: Die Grösse des Bildes spielt eine nicht unerhebliche Rolle. Erstens hat ein grosses Bild eine motivationale Funktion, weil es zum Verweilen einlädt, das Lernen belebt und durch die gut sichtbaren Bildinhalte spannend und interessant ist; man sieht tatsächlich auch etwas auf dem Bild, die Motivation der Schüler-/innen wird aktiviert. Zweitens wird die kognitive Wahrnehmung begünstigt, da aus dem Bild Sachinformationen entnommen werden können, die Bildorganisation deutlicher sichtbar wird und auch Details erkannt und interpretiert werden können. Vor allem jüngere Schüler-/innen sind stark auf grosse Bilder angewiesen. Da aber aus den obigen Ausführungen darauf geschlossen werden kann, dass die visuelle Fähigkeit eher mit der Erfahrung mit Bildern, als dem Alter der Lernenden zunimmt (und ganz grundsätzlich eher rudimentär ausgebildet ist), ist ein ausreichend grosses Bild für alle Lerner von Vorteil. Der Computer leistet durch seine Zoomfunktion bei der Bildbetrachtung gute Dienste; leicht lassen sich Bilder vergrössern, so dass Details rasch sichtbar werden.
- Farben: Am einfachsten ist ein Bild dann zu lesen, wenn möglichst wenige Transformationen zwischen Realität und Abbildung bei der Entschlüsselung durchlaufen werden müssen. Dies gelingt am besten, wenn die Farbgebung des Bildes der natürlichen Sehweise entspricht. Viele Luft- und Satellitenbilder stehen heute in dieser Form zur Verfügung. Je nach Thema ist ein Falschfarbenbild aber aussagekräftiger und muss deshalb für die Erkenntnis des entsprechenden Sachverhaltes eingesetzt werden. Es wird empfohlen, diese Bilder nur für geübte Bildleser zu verwenden und in jedem Fall sicher zu stellen, dass die Farbcodierung verstanden wird und nicht vom Bildinhalt ablenkt. Allerdings können gezielt eingesetzte Farben die Aufmerksamkeit auch auf die besondere Bildinhalte lenken, dann wirken sie im Lernprozess unterstützend. Etwas anspruchsvoller wird bei Luft- und Satellitenbildern die Tatsache, dass es sich bei der Farbgebung nicht um eine Farbkasten-Mischungen handelt, die Schüler-/innen einfach demonstriert werden kann, sondern um die spektrale Zusammensetzung von Licht. Auch sie ist mit Diaprojektoren oder Taschenlampen illustrierbar, geht aber über das Alltagswissen hinaus. Insbesondere beim Einsatz von Falschfarbenbildern sollten Lehrpersonen die Grundlagen der additiven Farbmischung beherrschen und verstehen, wie die Farben auf einem Satellitenbild entstehen.
- Zugänglichkeit: Wichtig für die intensive Bearbeitung von Bildern ist, dass sie den Schüler-/innen in geeigneter Form zur Verfügung stehen. Das von der Lehrperson projizierte Bild am Projektor ist deshalb keine optimale Variante. Ideal ist, wenn Schüler-/innen zu zweit ein Bild in adäquater Grösse und guter Farbqualität vor sich haben oder jeder Lernende ein eigenes Bild bearbeiten kann.
- Zeitdauer der Betrachtung: Für den Erwerb visueller Kompetenzen ist es wichtig, ein Bild ausreichend lange betrachten zu können. Einerseits kann dadurch der Prozess der Bildwahrnehmung vollständig bzw. mehrfach ablaufen. Andererseits findet erst durch die längere Betrachtung eine intensive Auseinandersetzung mit den Bildinhalten statt, die für eine ausreichende Erfassung der Datenbasis nötig ist. Es muss möglich sein, sowohl den Gesamtkontext, wie auch einzelne Bilddetails aufnehmen zu können. Umgekehrt ist festzuhalten, dass die Komplexität eines Bildes bei kürzerer Betrachtungszeit reduziert werden muss.
- Bildhinweise: Für die Erkennung bedeutender Bildinhalte sind didaktische Hinweise ratsam. Dies können verbale Äusserungen sein ("beachte", "schau hier genau hin"), aber auch gezielte Legenden, Titel, Beschriftungen, Zeichen wie Kreise, Pfeile oder Nummern im Bild. Auch Ausschnittvergrösserungen weisen auf Besonderheiten hin, z.B. mit Hilfe einer gezeichneten Lupe oder wie bei Karten mit Hilfslinien, die den vergrösserten Ausschnitt angeben. Neumann-Mayer (2005:168) stellt fest, dass erklärende Texte bei Farbcodierungen (Legenden) von jüngeren Schüler-/innen nicht wahrgenommen werden. Daraus lässt sich ableiten, dass

die Bildhinweise für die verschiedenen Altersklassen der Lernenden entsprechend variiert werden müssen.

- Arbeitsaufträge zum Bild: Die intensive Bildbetrachtung und -analyse wird durch verschiedenartige gute Arbeitsaufträge begünstigt, z.B. das Bild beschriften, abzeichnen, Elemente daraus kartieren, ergänzen, umrahmen, Fragen zum Kontext beantworten, Informationen zu Bildhintergründen suchen, Legenden erstellen und vieles mehr. "Gute" Arbeitsaufträge stehen dabei in direktem Zusammenhang mit dem Unterrichtsgeschehen und müssen sich präzise auf das Thema und das vorliegende Bild beziehen.
- Gesprächsgelegenheiten: Lernende müssen die Bildelemente verstehen können, dazu sind
 – vor allem bei schwierigen oder unbekannten Bildinhalten Gespräche über das Bild nötig,
 dies insbesondere auch deshalb, weil das Vorwissen der Lernenden unterschiedlich ist und
 dadurch ganz verschiedene Deutungen der Bildinhalte möglich sind. Erst durch Sprechanläs se können verschiedene Meinungen ausgedrückt, ausgetauscht und die eigene Meinung posi tioniert, allenfalls relativiert werden (*Graf/Gattiker*, 2005:19). Die Gespräche können durch
 Lehrpersonen geleitet werden, aber auch unter den Schüler-/innen stattfinden.
- Wechselwirkung mit anderen Medien: Wie bereits dokumentiert, ist für den Unterricht die Kombination verschiedener Medien wichtig und bedeutsam. Dadurch können Bildinformationen in einen grösseren Zusammenhang gebracht werden und Lernende erkennen die Bedeutung von Medien für die Informationsgewinnung und -verarbeitung.

Ergänzend muss bemerkt werden, dass zahlreiche Rahmenbedingungen, die den Unterricht und die Lernprozesse stark beeinflussen (wie das Alter der Lernenden, die heterogene Zusammensetzung der Schüler-/innen, das unterschiedliche Vorwissen usw.), hier nicht berücksichtigt werden. Dies einerseits deshalb, weil deren Einfluss auf das visuelle Lernen kaum erforscht und deshalb weitgehend unbekannt ist, andererseits aber auch, weil deren Berücksichtigung den Rahmen dieser Arbeit übersteigen würde. Soweit möglich, werden sie aber in die Ausgestaltung der Praxisteile einbezogen.

3.5.5 Das richtige Bild

Trotz der oben dargestellten Aufzählung von Begünstigungen im visuellen Lernprozess kann die Frage, nach dem "richtigen Bild" für den Unterricht nicht einfach beantwortet werden. Weidenmann schreibt dazu (1991:65): "Ein Bild ist dann gut, wenn es optimal dazu beiträgt, dass das natürliche Bildverstehen, das indikatorische Bildverstehen und die Nutzung der Bildinformation für das Lernziel gelingen". Dwyer (1978, in Lewalter 1987:31) empfiehlt eine mittlere Realitätsnähe und einen mittleren Grad an Kontextualität. Diese weisen für Lerner die grösste Effektivität auf. Scherling (2003:10) betont, dass ein Bild vor allem die Phantasie ansprechen soll, damit auf diese Weise Fragen bei den Lernenden ausgelöst werden und sich daraus Lernanlässe ableiten lassen. Im Weiteren soll eine niveaudifferenzierte Betrachtung möglich sein, damit im Bild sowohl einfache, wie auch komplexe und anspruchsvolle Deutungen und Interpretationen möglich sind. Und dann muss das Bild reichhaltig an Informationen sowie offen sein, Bezüge zur Welt herstellen, verschiedene Zugänge ermöglichen und Sachverhalte akzentuiert, für Schüler-/innen aber lesbar darstellen.

Die Aufstellung macht deutlich, dass es für die Auswahl des "richtigen, guten" Bildes keine Checkliste gibt, sondern dafür sehr viel Intuition, Gespür, Unterrichtserfahrung und eigene Sicherheit im Umgang mit Bildern nötig sind. Daneben gibt *Breitbach* (1996:26ff) hilfreiche Anleitungen zur Bildauswahl. Als

Grundsatz kann festgehalten werden: je häufiger mit Bildern gearbeitet wird, desto einfacher fällt die Entscheidung, das richtige gute treffende Bild zu finden.

3.6 Räumliches Denken und Raumorientierung

Eine wichtige Schlüsselqualifikation, die im Geographieunterricht erworben werden soll, ist die von Köck (1992:48) definierte Raumverhaltenskompetenz. Raumverhaltenskompetenz ist ein konstitutiver Bestandteil allgemeiner Handlungskompetenz und wird verstanden als die Fähigkeit, die räumlichen Erscheinungen einerseits als je eigenständige Systeme, andererseits als Bestandteile jeweils übergeordneter und hierarchisch integrierter Systeme mit der Erde bzw. der Welt als ranghöchstem System, gegebenenfalls jedoch auch als Obersysteme von untergeordneten Systemen zu verstehen und die für Systeme konstitutive vielseitige innere wie äussere Verflochtenheit und Wechselwirkung sowie (geo)ökologische Haushaltsbeziehung als Determinante des eigenen Raumverhaltens zur Geltung zu bringen (Köck, 1993:6). Laut Köck ist kein anderes Unterrichtsfach nach Gegenstand und Fragestellung in einem dem Geographieunterricht vergleichbaren Mass in der Lage, diese für das Leben des Einzelnen wie das Überleben der Menschheit unverzichtbare Schlüsselqualifikation aufzubauen.

Die Raumverhaltenskompetenz stellt in diesem Sinn also eine Vereinigung verschiedener Einzelkompetenzen dar, die im geographischen Lernprozess kontinuierlich gefördert werden müssen. Unter den Begriffen Raumkenntnis, Raumwahrnehmung, Raumbewertung, Raumbewusstsein und Raumverantwortung vermittelt die Geographie - neben der Wertevermittlung und der Handlungskompetenz - ein gefügtes Bild des Lebensraumes Erde (*Haubrich*, 1997:172). Bestandteil dieses Spiralcurriculums ist die Entwicklung des räumlichen Denkens, das eine Bedingung für die Raumorientierung darstellt und damit zum Aufbau bzw. dem Erwerb der Raumverhaltenskompetenz beiträgt. Die Entwicklung des räumlichen Denkens wird nachfolgend kurz vorgestellt. Welche Rolle Luft- und Satellitenbilder in diesem Kompetenzaufbau spielen, wird später daraus abgeleitet.

3.6.1 Entwicklung des räumlichen Denkens

Die Entwicklung des räumlichen Denkens wird sehr kontrovers diskutiert, insbesondere die älteren Modelle werden aus heutiger Sicht auch kritisiert, weil sie angesichts ihrer Komplexität der Thematik als zu eindimensional empfunden werden. Neue, breit abgestützte und allgemein anerkannte Erkenntnisse liegen nur wenige vor.

Stückrath stellte 1955 eine Stufenlehre zur Entwicklung des Raumverständnisses vor. Innerhalb der ersten Lebensjahre ist die Ausbildung des Körperschemas von grosser Bedeutung, es beginnt sich im Leibraum (*Urraum und Greifraum*) zu entwickeln und wird im *Ichraum* fortgeführt. Mit zunehmender Erforschung der (räumlichen) Umwelt wachsen die Fähigkeiten der Raumerfahrung und Raumwahrnehmung (*Maier*, 1999:115).

Stufe der dynamischen Ordnung	Stufe der gegenständlichen Ordnung	Stufe der figuralen Ordnung
6. – 8. Lebensjahr	9. – 11. Lebensjahr	12. – 15. Lebensjahr
Das Raumerleben beschränkt sich auf einzelne Plätze ohne erlebten Zusammenhang. Der Weg selbst ist noch nicht als Verbindungslinie zwischen den verschiedenen Orten zu verstehen. Der Raum wird von der Bewegung her erlebt, aufgeschlossen und angeeignet.	Das Kind steht unter dem Eindruck der dinglichen Vielfalt und will die dinghafte Gestalt des Weges wiedergeben. Der Weg erscheint jetzt als Bahn im Raum, kann jedoch noch nicht von einem erhöhten Standort eingeordnet werden.	Hier ergibt sich in einer äusseren Distanzierung eine Überschau über den Weg. Eine fortschreitende Präzisierung im Hinblick auf Lage, Grösse, Entfernung und Struktur des Weges ist möglich. Die Schüler-/innen sind fähig, die egozentrische Sicht aufzugeben.
• • • •	• • • • • •	

Abb. 9: Stufen der räumlichen Entwicklung nach F. Stückrath (in: Rinschede, 2003:73)

Das räumliche Verständnis wird bei Grundschülern zwischen dem 6. und 10. Lebensjahr durch eine starke Innensicht bestimmt, aus der sich die Schüler/-innen erst allmählich loslösen. Die Abstraktionsfähigkeit ist noch gering und die Denkleistung noch stark von der Wahrnehmung gelenkt. Bis zum 14./15. Lebensjahr konzentrieren sich die Schüler-/innen vor allem auf Details, die ihnen interessant erscheinen. Überblicke sind daher erst am Ende von Unterrichtseinheiten sinnvoll, ein induktives Vorgehen ist motivierender und Erkenntnis fördernder. Erst ab dem 16./17. Lebensjahr ist ein Ausgehen von Überblicken adäquat und willkommen (*Rinschede, 2003:72*). Bezüglich geographischer Räume verändern sich die Raumdimension und die Fähigkeit, Räume zusammenhängend bzw. in Bezug zueinander wahrzunehmen. Mit fortgeschrittenem Alter bzw. fortgeschrittener Raumerfahrung verändert sich die Perspektive, mit der Kinder ihre Umgebung erkennen und begreifen können. Der Raum kann immer besser auch abstrahiert und losgelöst von eigenen Erfahrungen verstanden werden.

Piaget und Inhelder (1971) haben zusammen mit einer umfassenden Stufentheorie drei Entwicklungsphasen räumlicher Operatoren entwickelt, die als gesichert gelten, auch wenn die Forschungsmethoden aus heutiger Sicht oft kritisiert werden (*Maier*, 1999:117). Sie leiten aus dieser Stufentheorie drei Merkmale ab, die für den räumlichen Kompetenzerwerb bedeutend sind:

- Die kognitive Entwicklung des Kindes verläuft in Stadien. Für jedes Stadium gibt es spezifische Schemata.
- Die Reihenfolge, in der die Stadien durchlaufen werden müssen, ist zwingend.
- Beim Übergang in ein höheres Stadium werden die vorher verfügbaren Schemata nicht zerstört, sondern integriert.

Wichtig dabei ist Piagets These, dass Vorstellungen durch Verinnerlichung gegenständlicher Handlungen aufgebaut werden. Damit begründet sich ein gezielter Medieneinsatz.

Gemeinsam ist den Modellen und Erkenntnissen von Stückrath, Piaget und Inhelder, dass der Aufbau der räumlichen Kompetenz in Phasen bzw. Stadien abläuft. Auch wenn die charakterisierten Stufen als Orientierungspunkte zum Aufbau des Raumverständnisses zu verstehen sind und nicht derart starr wie abgebildet ablaufen, suggerieren sie einen kontinuierlichen linearen Aufbau des räumlichen Vorstellungsvermögens. Ob dieses tatsächlich Altersklassen zugewiesen werden kann, ist heute umstritten, der Ansatz wird deshalb auch kritisiert. Aus dem zunehmenden Aktionsradius von Lernenden lässt sich jedoch ableiten, dass die Entwicklung auch in einzelnen Phasen mit unterschiedlichen Eigenschaften verläuft. Weitere Einflussfaktoren müssen aber zusätzlich berücksichtigt werden.

Adamina und Wyssen (2005) stellen die neuesten Forschungserkenntnisse vor, sie ergänzen die oben beschriebenen Stufentheorien durch Ausführungen zu inhaltlichen Merkmalen im Kompetenzerwerb. Sie gehen davon aus, dass sich Menschen ihre gedanklichen Vorstellungen von Räumen aufgrund subjektiver Wahrnehmung und Erfahrung konstruieren und beziehen den Aufbau räumlicher Kompetenzen auf das Ausmass qualitativer Einflüsse im Lernprozess. Die Entwicklung der Raumkompetenz hängt deshalb nicht vom Alter ab, sondern davon, wie weit Umweltreize und Informationen aufgrund des Vorwissens verarbeitet werden können, welche Bedeutung Objekten in der Umwelt beigemessen wird und wie weit Beobachtungen den persönlichen Erwartungen und Einschätzungen entsprechen. Dadurch sind räumliche Vorstellungen lückenhaft, vereinfacht und teilweise verzerrt.

Die Förderung der räumlichen Orientierungsfähigkeit hat aufgrund dieser Überlegungen zwei Ziele:

- Schüler-/innen sollen räumliche Situationen wahrnehmen, sich selber im Raum orientieren und mit Hilfsmitteln zur räumlichen Orientierung umgehen lernen.
- Schüler-/innen sollen mit Hilfe von Informationen zu Räumen Vorstellungen über räumliche Situationen aufbauen und erweitern. Dadurch lernen sie, Informationen räumlich einzuordnen und sich in räumlichen Situationen zunehmend besser zu orientieren.

Unterstützt wird die Erreichung der Ziele, wenn die individuellen Vorstellungen Ausgangspunkt des Lernprozesses sind und diese den Lernenden bewusst gemacht werden, wenn unmittelbare Begegnungen stattfinden und der Lernprozess kontinuierlich stattfindet. Dies geschieht durch den Einbezug räumlicher Aspekte im thematischen Unterricht, persönliche Erfahrungen und Beziehungen, sowie Interesse für die Sache und nicht durch isoliertes Lernen topographischer Fakten und Fertigkeiten (Adamina / Wyssen, 20051:22).

Zur Entwicklung des räumlichen Denkens sind folgende Aspekte nötig:

- Erkennen von unterschiedlichen Formen und Lagemerkmalen der Objekte
- Erfassen von Proportionen und Dimensionen
- Übergänge von der Wahrnehmung zur Vorstellung von Formen und Raum
- Differenzierung von Perspektiven (Ansicht und Aufsicht) und Relationen
- Entwicklung einer differenzierten Erfassung von Raumstrukturen, Dimensionen und Perspektiven, losgelöst vom eigenen Blickwinkel

Neben einem aktiven handelnden Umgang mit verschiedenen Medien (Karten, Pläne, Bilder, Modelle) und den selbsttätigen Erkundungen im Gelände haben "Mental Maps" eine wichtige Bedeutung. Unsere Vorstellung von Räumen mit ihren bestimmten unterschiedlichen Bedeutungen werden als kognitive Landkarten, so genannte "Mental Maps" gespeichert. Sie sind wertbesetzte, subjektive Konstruktionen

von Wirklichkeiten und enthalten Elemente und Merkmale der natürlichen, gebauten und sozialen Umwelt. In Untersuchungen wurde festgestellt, dass Kinder Räume zum Teil mit anderen Augen und Bezügen wahrnehmen und erschliessen als Erwachsene (*Adamina / Wyssen, 2005*²:31). Die Unterschiede in Mental Maps beruhen – und dies ist die wesentliche Abgrenzung zu älteren Modellen - nicht nur auf dem Alter, sondern vor allem auf den bereits erwähnten Aspekten wie Lebensweltbezug, Erfahrung, emotionale Bedeutung, ausgelöste Reize und Informationen.

Mit der Anfertigung von Mental Maps werden Lernende dazu aufgefordert, ihre Vorstellungen transparent zu machen. Auf diese Weise können sie bewusst gemacht, beschrieben, ausgetauscht und in den weiteren Lernprozess aufgenommen werden. Neue Vorstellungen können bisherige Konzepte relativieren oder korrigieren oder werden an bisherige angeknüpft und die mehrperspektivische Sichtweise wird gefördert.

Zum Aufbau der Raumverhaltenskompetenz sind neben der Entwicklung des räumlichen Denkens weitere Faktoren wie beispielsweise soziale Fähigkeiten, das Wahrnehmen und Einnehmen von Haltungen, der Erwerb reichhaltiger Informationen oder ansatzweise die Fähigkeit zum systemischen Denken nötig. Diese werden in dieser Arbeit aber nicht besprochen, weil sie vom Thema zu weit weg führen würden.

3.6.2 Der Beitrag von Luft- und Satellitenbildern zur Raumorientierung

Luft- und Satellitenbilder können sowohl als Bestandteil eines Medienverbundes im Unterricht, aber auch für sich eingesetzt, zur Raumorientierung, insbesondere zur Entwicklung des räumlichen Denkens beitragen. Die folgende Übersicht soll die wesentlichen Aspekte verdeutlichen:

- Luft- und Satellitenbilder stellen immer Ausschnitte der Erde dar, sie f\u00f6rdern die Vorstellung von r\u00e4umlichen Situationen.
- Auf den meisten Luft- und Satellitenbildern wird nicht nur ein Raum dargestellt, sondern auch ein Thema visualisiert. Die Bilder verbinden dadurch geographische Räume mit inhaltlichen Fragestellungen, die räumlichen Aspekte werden in Themen des Unterrichts (oder der Geographie allgemein) eingebettet.
- Luft- und Satellitenbilder ermöglichen, bedingen und fördern den Perspektivenwechsel von der Ansicht zur Aufsicht.
- Dadurch, dass Luft- und Satellitenbilder noch nicht häufig in der Schule verwendet werden, aber auch weil es ungewohnte Abbildungen der Erde sind, können sie persönliche Vorstellungen der Lernenden erweitern.
- Durch die Komplexität der Bildinhalte werden r\u00e4umliche Vorstellungen differenziert und erg\u00e4nzt.
- Luft- und Satellitenbilder sind ein Hilfsmittel zur räumlichen Orientierung. Durch eine komplexe Abbildung der Wirklichkeit und eine meist fehlende Bearbeitung zum Bildverständnis (Farblegende, Massstab, Nordpfeil usw.) ermöglichen sie Auseinandersetzungen mit Orientierungsmerkmalen. Zudem stellen sie Räume in verschiedenen Grössenverhältnissen dar, was zum Bewusstsein unterschiedlicher Raumdimensionen und damit zur Raumorientierung beiträgt.
- In Luft- und Satellitenbildern müssen Merkmale, Proportionen und Dimensionen stärker als in anderen Medien erkannt und beschrieben werden. Durch die bewusst aktive Auseinandersetzung entwickeln sich Vorstellungen zum Raum.

- Im Unterricht ist durch Luft- und Satellitenbilder in Ergänzung zu Karten oder Photos die Erfassung differenzierter Raumstrukturen möglich, die Welt wird durch einen anderen als den eigenen Blickwinkel wahrgenommen.
- Luft- und Satellitenbilder helfen, kognitive Landkarten aufzubauen und zu erweitern. Aufgebaute Strukturen werden erweitert und ergänzt.
- Luft- und Satellitenbilder passen in die "Stufe der figuralen Ordnung" (nach Stückrath) und tragen dazu bei, dass für diese Stufe massgebliche Schemata gebildet werden können. Es kann erwartet werden, dass Schüler-/innen spätestens ab der 7.Klasse Satellitenbilder verstehen, die Bilder aber gleichermassen zum Kompetenzerwerb dieser Phase beitragen.
- Durch eine regelmässige aktive Auseinandersetzung mit Satellitenbildern kann die Erde systematisch in verschiedenen Dimensionen erfasst werden. Räume werden dadurch als Einzelsysteme wahrgenommen und verstanden, die Gesamtheit der Eindrücke und Kenntnisse ermöglicht aber auch (zumindest ansatzweise) ein vernetztes systemisches Denken

3.7 Datenfülle, Erhältlichkeit, Bildqualität

Die Fernerkundung produziert eine riesige Datenmenge, die sich vor allem in einer Fülle an Luft- und Satellitenbildern ausdrückt. Viele Bilder sind heute in Büchern und vor allem über das Internet gratis oder kostengünstig verfügbar. Von Vorteil ist zudem, dass alle Räume der Erde regelmässig aufgenommen werden, so dass praktisch jeder Winkel dieser Welt betrachtet werden kann. Wir sehen uns also mit einer enormen Menge von Bildmaterialien konfrontiert, die für jeden zugänglich ist und jeden Raum, der im Geographieunterricht thematisiert werden könnte, in irgendeiner Form abbildet. Im Vergleich zu früheren Jahren ist die Zugänglichkeit zu Bildern und deren Erhältlichkeit leichter geworden.

Stark verbessert hat sich auch die Bildqualität. Bilder von ganzen Erdteilen oder kleinsträumige Detailausschnitte von Einzelphänomenen sind – egal von welchem Anbieter – in meist hervorragender Qualität verfügbar und erhältlich. Zuweilen können Bilder sogar in verschiedenen räumlichen Auflösungen vom Internet herunter geladen werden und der Einsatz derselben ist für die Schule kostenlos. Wer mit Luft- und Satellitenbildern zeigen möchte, in welchen Spektralbereichen die Fernerkundung tätig ist, kann auch dies ohne Probleme tun, da einigermassen einfach verständliche Bilddaten zu allen Spektralbereichen erhältlich sind.

Weniger erfolgreich ist die Direktanfrage bei Bildanbietern. In der Regel sind die Bildbezüge dort kostenpflichtig und die entsprechenden Beträge für schulische Zwecke zu hoch. Dafür wären über diese Wege Bilder des richtigen oder passenden Ausschnittes der Erde erhältlich, was bei der Internetsuche oder dem Einsatz von Bildern aus Kalendern oder Zeitschriften nicht zwingend gelingt. Die viel gepriesene uneingeschränkte Datenverfügbarkeit muss in diesem Sinne also etwas korrigiert werden: Wer zu einem beliebigen Bild arbeiten möchte, hat bei der Bildersuche sicher keine Probleme, wenn das Bild aber zum Unterrichtsthema passen soll, ist das Auffinden geeigneter Bildmaterialien keineswegs trivial und die entsprechende Suche zuweilen sehr aufwändig.

3.8 Fazit und Schlussfolgerungen

Im vorliegenden Kapitel wurden verschiedene Aspekte diskutiert, die für die Integration der Fernerkundung von Bedeutung sind. Aufgrund dieser Ausführungen kann das Potenzial von Luft- und Satellitenbildern für den Geographieunterricht abgeleitet und damit die zweite Fragestellung beantwortet werden.

Die Einbettung der Fernerkundung in das Schulfach Geographie ist unumstritten. Sie legitimiert sich dadurch, dass es sich um eine geographische Methode handelt, die Objekte der Erdoberfläche in vielfältigster Form erfasst und darstellt. Mit Hilfe der Fernerkundung wurden Blicke auf die Welt ermöglicht, die vor der Satellitentechnik nicht existierten. Zudem visualisieren Luft- und Satellitenbilder unzählige Sachverhalte, die auch im Geographieunterricht thematisiert werden. Sie ermöglichen die Erfassung, Beschreibung und Erklärung räumlicher Strukturen, Vorgänge und raumwirksamer Handlungen und tragen dadurch zu einem umfassenden Verständnis geographischer Anliegen bei.

Luft- und Satellitenbilder weisen zahlreiche Eigenschaften auf, die sie von anderen Medien unterscheiden. Aus den positiven Merkmalen kann direkt deren Potenzial für den Geographieunterricht abgeleitet werden. Beispielsweise muss die Farbgebung und die Entstehung der Farben in den Satellitenbildern immer wieder thematisiert werden. Oder die Komplexität und Mehrdeutigkeit lösen aus, dass im Unterricht eine aktive Auseinandersetzung mit Satellitenbildern nötig wird. Werden sie in der Schule nur angesehen, wird die Informationsgewinnung möglicherweise unnötig erschwert oder sogar behindert

Nicht genug betont werden kann, dass Luft- und Satellitenbilder Teil eines Medienverbundes sind und im Unterricht auch als solche eingesetzt werden sollen. Auch wenn der Schwerpunkt dieser Arbeit auf einer verstärkten Einbettung des Luft- und Satellitenbildes liegt, weil dessen Potenzial noch weitgehend ungenutzt ist, muss sein Einsatz in der Schulgeographie zielorientiert, sinnvoll und dem Unterrichtsinhalt entsprechend passend sein.

Nicht nur aufgrund von Lehrplänen oder Bildungsstandards, sondern auch durch gesellschaftliche Veränderungen und Erkenntnisse aus der Lernpsychologie soll die Methodenkompetenz von Schüler/innen verstärkt gefördert werden. Sie trägt dazu bei, dass sich Lernende selbständig Informationen beschaffen und diese verarbeiten können. Zudem werden sie dazu befähigt, sich in der Medienvielfalt zurecht zu finden und mit Informationen aus Medien kritisch umzugehen. Methodenkompetenz lässt sich nur durch einen Unterricht vermitteln, der Schüler-/innen aktiviert und sie dazu anleitet, sich selbständig auf verschiedenen Wegen Wissen anzueignen. Damit trägt das Anliegen der methodischen Kompetenzförderung einerseits dazu bei, dass dem gesellschaftlichen Wandel auch im Unterricht Rechnung getragen wird. Andererseits gewährleistet es eine Wissensaneignung, die gegenwärtige Lernerkenntnisse berücksichtigt und einen konstruktivistisch-handlungsorientierten Unterricht anstrebt.

Luft- und Satellitenbilder leisten einen bedeutenden Beitrag zum Erwerb des visuellen Lernens bzw. zur Förderung visueller Fähigkeiten. Obwohl wir uns in einem visuell geprägten Zeitalter befinden und Bilder unser ganzes Leben stark prägen, ist insbesondere der aktive Umgang mit ihnen in der Schule eher zurückhaltend. Sowohl die emotionale Wirkung, als auch vor allem ihr Beitrag im Wissenserwerb werden kaum für Lernprozesse eingesetzt, das Potenzial, das sich erahnen lässt, ist noch weitgehend ungenutzt.

Im Unterricht müssen zwei Wege im Zusammenhang mit Bildern begangen werden. Einerseits geht es darum, dass Schüler-/innen den kritischen Umgang mit Bildern, insbesondere auch Luft- und Satellitenbildern lernen und zunehmend beurteilen können, was diese aussagen, wozu andere Medien ver-

wendet oder beigezogen werden müssen oder welche Aussagekraft sie haben. Andererseits geht es darum, Informationen aus Bildern entnehmen, abspeichern und verwerten zu können. Dazu ist eine visuelle Lesekompetenz wichtig, die durch eine aktive Auseinandersetzung mit Bildmaterialien aufgebaut und gefördert wird. Sie ist dann effektiv, wenn der ganze bisher bekannte Ablauf in der Wahrnehmung von Bildern durchlaufen wird, was eine ausreichend lange, gezielte, aktive und regelmässige Bildbetrachtung voraussetzt. Aufgabenstellungen, die diese vertiefte Auseinandersetzung mit den Inhalten von Satellitenbildern ermöglichen, sind unumgänglich. Dabei wird einerseits das Lesen und Verstehen von Bildern angeregt und gefördert. Andererseits ermöglichen erst Aufgaben, die mit einem Bild in Verbindung stehen, vertiefte Erkenntnisse und Interpretationen. Aufgabenstellungen beziehen auch – sofern möglich - das Alltagswissen der Schüler-/innen mit ein (Alltagsbezüge sind mehrfach gegeben), unterstützen die Entschlüsselung von Abbildungskonventionen (Codewissen) und fördern das Erkennen der dargestellten Bildinhalte (Weltwissen). Zudem müssen die Aufgaben sowohl die Bildbetrachtung, als auch das Bildverstehen unterstützen.

Für eine wirksame Einbettung im Unterricht ist wichtig, dass beim Einsatz der Luft- und Satellitenbilder ein Kontext zum Thema hergestellt wird. Die Bilder sind also nicht zum Selbstzweck einzusetzen, sondern dort, wo sie für die inhaltliche Klärung von Sachverhalten einen wichtigen Beitrag leisten können. Aus diesem Grund ist wichtig, dass sie nicht nur in Bezug zum Unterrichtsthema stehen, sondern auch den Kontext ihrer ursprünglichen Bedeutung repräsentieren. Am Beispiel "Naturkatastrophen" kann diese doppelte Bedeutung dargestellt werden: Satellitenbilder stehen bei Naturkatastrophen schnell zur Verfügung und helfen zum Beispiel, das Schadensausmass zu beziffern oder Entwicklungen mit zu verfolgen. In diesem Alltagskontext werden sie hergestellt und verwendet und genau dazu sollen sie auch im Unterricht benützt werden. Die Schüler-/innen sehen also im Unterricht einerseits, wozu Satellitenbilder im Alltag dienen, andererseits können sie deren Inhalte zur Gewinnung von sachdienlichen Erkenntnissen im Unterrichtszusammenhang nutzen und beispielsweise Hintergründe oder Folgen von Naturkatastrophen aus einem Bild ableiten.

Egal ob es sich um gross- oder kleinmassstäbliche Abbildungen handelt, zeigen die Bilder in vielfältigster Weise Objekte auf der Erdoberfläche. Diese können als Einzelmerkmale identifiziert werden und fördern dabei das gezielte und genaue Beobachten und Betrachten. Zudem vermitteln sie als Gesamtbild Eindrücke der Welt und tragen dadurch zum Aufbau der räumlichen Kompetenz bei. Und weiter visualisieren Luft- und Satellitenbilder geographisch relevante Themen, so dass inhaltliche Anbindungen an Unterrichtsbezüge möglich sind.

Als Abbilder der Erde ermöglichen die Bildinhalte Assoziation mit bekannten Darstellungen, die Lernenden können diese mit ihrem Vorwissen in Zusammenhang bringen und die Bildinhalte daran anknüpfen. Durch die neue Perspektive von oben erfordern sie aber auch eine vertiefte Auseinandersetzung. Damit leisten sie einen Beitrag zum Aufbau von neuen Strukturen und Kategorien, die die bisherigen Erfahrungen ergänzen und erweitern.

Luft- und Satellitenbilder tragen dazu bei, dass im Geographieunterricht sowohl Methoden- als auch Raumorientierung gefördert und eine Vielzahl an Medien eingesetzt wird, sowie visuelles Lernen stattfindet. Dadurch, dass sie weitgehend gut erhältlich und vielfältig verfügbar sind, können in der Unterrichtsgestaltung relativ einfach neue Wege begangen und ungenutzte Potenziale entdeckt und entwickelt werden. Nicht unerheblich bei der Integration der Fernerkundung ist die Bereitschaft der Lehrer/innen, die sich auf diese neuen Wege einlassen, sich fachlich einarbeiten und ungewohnte Unterrichtssituationen akzeptieren und sich darin zurecht finden müssen.

Die zweite Fragestellung, welche Beiträge Satellitenbilder in der geographischen Bildung leisten können, kann wie folgt beantwortet werden:

- Wissenschaftspropädeutik und geographische Arbeitsweise: Die Fernerkundung sammelt systematisch (und für die Schule in neuer Form) Informationen über die Erde und stellt sie reichhaltig und meist kostenlos einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung. Fast jede Region der Welt wird in verschiedenen räumlichen Dimensionen, spektralen Auflösungen, zeitlichen Wiederholungsraten und thematisch vielfältigen Inhalten abgebildet. Durch diese Datenfülle lässt sich in den Geographieunterricht eine geographische Methode integrieren, die bisher weitgehend unbeachtet blieb. Zudem können die Schüler-/innen nachempfinden, wie Wissenschaftler-/innen arbeiten.
- Perspektivenwechsel: Luft- und Satellitenbilder ermöglichen auf verschiedenen Ebenen den Wechsel von Perspektiven im Geographieunterricht. Einerseits tragen sie dazu bei, dass sich Raumvorstellungen aufbauen und entwickeln können. Andererseits ist es durch eine weitgehend unbearbeitete Darstellung der Wirklichkeit möglich, sich ein eigenes Bild der Welt zu machen und im Verbund mit anderen Medien Sachverhalte aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten. Und drittens bietet der Unterricht mit Luft- und Satellitenbildern durch veränderte Unterrichtsformen und Zugänge zum Lernstoff einen didaktisch-methodischen Perspektivenwechsel sowohl für Schüler-/innen als auch für Lehrer-/innen.
- Methodenvielfalt und Methodenkompetenz: Luft- und Satellitenbilder bereichern den zur Zeit mehrheitlich üblichen Geographieunterricht mit einem weiteren Medium, das nicht nur Neugier und Interesse bei den Schüler-/innen weckt, sondern reichlich auch geographisch relevante Informationen bereit hält. Dadurch wird der Unterricht sowohl inhaltlich, als auch methodisch ergänzt. Durch eine aktive Auseinandersetzung, die für die Informationsgewinnung aus Luft- und Satellitenbildern nötig ist, erwerben Schüler-/innen Fähigkeiten und Fertigkeiten, die auch ausserschulisch bedeutsam sind. In diesem Sinne stellen Luft- und Satellitenbilder eine neue Arbeitstechnik dar, die sich mit anderen Arbeitsweisen verbinden lässt und zum Aufbau von Handlungskompetenzen beiträgt.
- Visuelles Lernen: Anhand von Luft- und Satellitenbildern kann das visuelle Lernen gef\u00f6rdert und vorangetrieben werden. Das bisher noch weitgehend ungenutzte Potenzial von Bildern im Wissenserwerb l\u00e4sst den Schluss zu, dass sich Lernprozesse durch den Einbezug von Bildern nachhaltig verbessern werden. Sch\u00fcler-/innen lernen nicht nur, welche Informationen aus Bildern gewonnen werden und welche Aussagekraft sie haben, sondern auch, wie wir Bilder beurteilen k\u00fcnnen und welche vielf\u00e4ltige Wirkung sie auf uns haben. Ein kompetenter Umgang mit Bildmedien kann daraus abgeleitet werden.
- Motivation und Interesse: Einerseits weil Luft- und Satellitenbilder (noch) neu im Geographieunterricht sind, andererseits weil sie Schüler-/innen durch ihren ästhetischen Wert und ihre
 Bildwirkung faszinieren und drittens, weil sie ein "Gefühl von Weltraum" vermitteln, wirken sie
 sich motivierend auf den Unterricht aus. Schüler-/innen arbeiten erfahrungsgemäs gern mit
 Luft- und Satellitenbildern, sie sind oft konzentriert und engagiert bei der Sache. Luft- und Satellitenbilder ermöglichen spannenden, lehrreichen, schülernahen Unterricht.
- Geographisches Bewusstsein: Durch die Arbeit mit Luft- und Satellitenbildern lassen sich verschiedene Haltungen f\u00f6rdern und vermitteln, die f\u00fcr die Geographie im Besonderen und f\u00fcr die Bildung im Allgemeinen zentral sind. Adamina / Wyssen (20052:14f) formulieren Bewusstseinsgrunds\u00e4tze f\u00fcr den Geographieunterricht, die mit geeigneten Aufgabenstellungen zu Luft- und Satellitenbildern erzielt werden k\u00f6nnen: Raumbewusstsein, Wirklichkeitsbewusstsein, Bewusstsein f\u00fcr Entwicklungen und Ver\u00e4nderungen, f\u00fcr Beziehungen der Menschen zu ihrer Lebenswelt, f\u00fcr Vielfalt, Eigenarten, Identit\u00e4ten und verschiedenartige Sichtweisen, f\u00fcr

Unterschiede und Ungleichheiten, für die eigene Wirksamkeit und die Teilhabe an der Gestaltung der Mitwelt. Luft- und Satellitenbilder tragen damit zu einer umfassenden geographischen Bildung bei.

Abschliessend muss festgehalten werden, dass die Fähigkeit, Luft- und Satellitenbilder lesen und mit ihnen arbeiten zu können – wie alle anderen Methoden auch – schon früh eingeführt und immer wieder geübt werden muss. *Neumann-Mayer (2005)* zeigt in ihrer Dissertation auf, dass es bereits mit Schüler-/innen der 5./6. Klasse möglich ist, Luft- und Satellitenbilder zu bearbeiten. Entsprechende Übungsmöglichkeiten oder Konzepte liegen aber erst ansatzweise (z.B. aus Amerika) vor.

Gezeigt wurde, dass Luft- und Satellitenbilder den Lernprozess auf verschiedenen Ebenen positiv unterstützen und sich zudem begünstigend auf den Wissenserwerb auswirken. Das diesbezügliche Potenzial sollte also nicht weiter ungenutzt bleiben. Allerdings konnte auch verdeutlicht werden, dass dafür Übung und aktive Auseinandersetzung, also Anstrengungen nötig sind; Bilder nur zu sehen oder als Illustration wahrzunehmen, löst weder einen Lernprozess aus, noch fördert es den Erwerb von Wissen und Können. Geeignete Aufgabenstellungen und verschiedene Zugänge zu passenden Luftund Satellitenbildern sind also nötig und unumgänglich.

4 KONZEPT ZUR VERSTÄRKTEN INTEGRATION VON LUFT-UND SATELLITENBILDERN IN DEN GEOGRAPHIEUN-TERRICHT

Das in diesem Kapitel vorgestellte Konzept zur Integration der Fernerkundung in den Geographieunterricht soll dazu beitragen, dass die Auseinandersetzung mit Luft- und Satellitenbildern zu einem selbstverständlichen Bestandteil des Unterrichtes wird, gleichberechtigt neben anderen Medien wie Karten, Texten, Photos, Graphiken, Modellen oder Spielen.

Ein Konzept geht über konkrete Ideen zur Umsetzung im Unterricht hinaus. Es muss in den ganzen Kontext der Thematik Fernerkundung eingebunden werden, die Anliegen der Wissenschaft berücksichtigen und diese für die Schule – unter Berücksichtigung der dortigen Rahmenbedingungen – umsetzen. Zudem ist es sinnvoll, auch wirtschaftliche Gesichtspunkte einzubeziehen, so dass ein wirksames Zusammenspiel mehrerer Entscheidungsträger entstehen kann.

Im folgenden Kapitel wird erläutert, welches die Anliegen und Rahmenbedingungen der einzelnen Beteiligten sind. Zudem werden Hintergründe zum Verständnis der Umsetzung des Konzeptes in den Unterrichtsalltag erklärt.

4.1 Anliegen aus Wissenschaft, Schule und Wirtschaft

4.1.1 Wissenschaft und Wissenschaftstransfer

Gerade im Bereich der Fernerkundung hat die Wissenschaft bis heute enorme Entwicklungen durchlaufen (*vgl. Kap. 1.4*). Diese bedingen, fördern aber gleichzeitig auch einen hohen Spezialisierungsgrad und umfangreiche wie detaillierte Kenntnisse und Fähigkeiten. Für Wissenschaftler-/innen ist diese Spezialisierung bedeutend, weil erst dadurch Forschung und Weiterentwicklung möglich wird.

Beim Transfer von Fachwissen aus Forschung und Wissenschaft - so auch im Bereich der Fernerkundung - werden Erkenntnisse für Laien oft nicht genügend vereinfacht. Bei Projekten, Besuchstagen oder in wissenschaftlichen Schülerlabors werden insbesondere Gymnasiast-/innen häufig schon stark mit wissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen konfrontiert, die sie überfordern. Der Anteil an Eigenaktivität ist relativ klein und die Zugänge entsprechen eher denjenigen von Student-/innen bzw. Erwachsenen. Es wird vorausgesetzt, dass die Lernenden sich rasch in die Thematik eindenken und Details und Zusammenhänge eines sehr spezifischen Anliegens strukturiert und systematisch nachvollziehen können oder begreifen.

Sicher ist richtig, dass den Schüler-/innen auf diesem Weg die Komplexität von wissenschaftlicher Arbeit und Forschung verdeutlicht wird, auch sollen inhaltliche Grundlagen möglichst vollständig und

wissenschaftlich korrekt weiter gegeben werden. Leicht resultiert daraus aber eine Überforderung, die sich kontraproduktiv auf das Interesse und die Neugier auswirkt. Besonders die Naturwissenschaften werden deshalb, stärker als viele andere wissenschaftliche Richtungen, als schwierig und anspruchsvoll erlebt. Die Wahl fällt deutlich seltener auf entsprechende Studienrichtungen und Berufe. Bei der Fernerkundung kommt dies so zum Ausdruck, dass der Begriff Assoziationen mit der Physik, der Mathematik und einem gewissen Abstraktionsvermögen weckt, das viele sich nicht zutrauen. Dadurch wird eine Weiterinformation oder eine nähere Beschäftigung erschwert.

Die Lösung liegt darin, neue Wege des Wissenstransfers zu begehen. Zum einen muss die Wissenschaft vereinfacht werden. Dies gelingt – zusammen mit genauen Überlegungen zur Erkenntnistiefe oder dem Detailreichtum der Disziplin – durch eine klare Orientierung auf die Zielgruppe Schüler/innen. So wird die Wissenschaft, im vorliegenden Fall die Fernerkundung, nicht vollständig vermittelt, was in einer allgemein bildenden Ausbildung auch nicht das Ziel sein kann / soll. Dafür werden Neugier und Interesse geweckt, dies sind wichtige Faktoren für einen erfolgreichen Lernprozess und die weiterführende Auseinandersetzung mit der Fernerkundung. Didaktiker-/innen sprechen in diesen Zusammenhang von Wissenschaftspropädeutik, darunter wird eine Vorform bzw. eine Vorbildung zur Wissenschaft verstanden. Sie soll aufmerksam machen auf Tätigkeiten und Erkenntnisse aus der Forschung, muss diese aber nicht schon in ihrer gesamten Komplexität wieder geben. "Mut zur Lücke" und "Fokus auf das Wesentliche" sind zwei Aspekte, die beim Wissenschaftstransfer ernst zu nehmen und umzusetzen sind.

Zum anderen müssen neue Zugänge für den wissenschaftlichen Transfer geschaffen werden. Die Übersetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse gelingt nicht nur durch eine Reduktion und Vereinfachung der Inhalte. Abgesehen von der Heterogenität einer jeden (Lern)-Gruppe muss berücksichtigt werden, dass Schüler-/innen in einem ganz anderen Lebensabschnitt stehen als Erwachsene: sie verfügen über weniger Lebenserfahrung, ihr Allgemeinwissen baut auf Erkenntnissen ihres nahen Umfeldes auf, sie sprechen eine andere Sprache (Wissenschaft und Forschung sind für sie in der Regel Begriffe ohne Inhalt) oder ihr Interesse richtet sich in der Regel auf andere Dinge als auf die Arbeit. Es sind keine "kleinen Erwachsenen", die wir vor uns haben, sondern Kinder oder Jugendliche in einem für sie eigenen Lebenskontext. Deshalb müssen Lernwege und -inhalte so gewählt werden, dass sie dem Alter, dem Vorwissen, den Fähigkeiten, der Sprache und dem Lebensweltbezug der Lernenden entsprechen.

Umgesetzt für die Schule bedeutet dies erstens, dass die Disziplin Fernerkundung über den phänomenologischen Zugang durch Satellitenbilder vermittelt wird. Eine theoretische Einführung zu Spektrum, Bildarten, Aufnahmemöglichkeiten, Satellitentypen usw. kann daran anschliessen, sie macht in einer zweiten Phase durchaus Sinn, dann nämlich, wenn Schüler-/innen anfangen, entsprechende Fragen zu stellen. Der Aufbau von Vorlesungen an Universitäten, wonach die Theorie an den Anfang gestellt und (allenfalls) parallel zu praktischen Übungen vermittelt wird, ist für die Schule und eine allgemein bildende Ausbildung ungeeignet. Schüler-/innen müssen im Bereich der Fernerkundung nicht das Gleiche wissen wie Student-/innen.

Zweitens ist eine sorgfältige Überprüfung der fachlichen Hintergründe, die vermittelt werden sollen, erforderlich. Das Konzept sieht vor, die Erarbeitung geographisch relevanter Informationen anhand von Luft- und Satellitenbildern zu fokussieren, deshalb orientieren sich die Bilder an Themen, die im Geographieunterricht besprochen werden. Dies gelingt, wenn die Satellitenbilder mit passenden Aufgaben versehen werden, damit die Bilderfassung und -interpretation auf verschiedenen Wegen ermöglicht wird. Implizit Iernen die Schüler-/innen dadurch auch die Möglichkeiten der Fernerkundung kennen. Eine systematische Einführung in die Grundlagen der Fernerkundung tritt in den Hintergrund,

was weder deren Bedeutung schmälert noch sie in Frage stellt. Auch entsprechende Kenntnisse für Lehrpersonen sind wichtig, sie sollten in der Aus- und Weiterbildung einen entsprechenden Stellenwert erlangen.

4.1.2 Aufgabenvielfalt von Lehrer-/innen

Lehrpersonen stehen heute in einem Spannungsfeld äusserst vielfältiger Anforderungen und Aufgaben, die sie im Schulalltag zu erfüllen haben. Die Initiierung von Lernanlässen und Unterstützung der entsprechenden Prozesse ist zwar nach wie vor ihre Hauptaufgabe, die Unterrichtsrealität zeigt aber, dass sie durch soziale, erzieherische, administrative oder schulpolitische Aufgaben manchmal in den Hintergrund treten. Es ist deshalb nicht verwunderlich, wenn Lehrer-/innen gegenüber Neuigkeiten im gewohnten Alltag eher skeptisch eingestellt sind, weil sie sich vor noch mehr Arbeit und Aufwand fürchten.

Das Thema Fernerkundung weckt bei den meisten Lehrpersonen, mit denen ich gesprochen habe, gemischte Gefühle. Obwohl viele ein grundsätzliches Interesse an Luft- und Satellitenbildern im Unterricht bekunden, sie teilweise auch damit gearbeitet und ihr didaktisch-methodisches Potenzial erkannt haben, existiert eine grosse Skepsis oder Hemmschwelle, sich konkret mit den Methoden der Fernerkundung auseinander zu setzen. Oft wird diesbezüglich auch die Angst erwähnt, nicht über die dafür nötigen Hintergründe zu verfügen (technisches Wissen, Komplexität usw.). Zudem sind vielen Lehrpersonen mögliche methodische Zugänge unbekannt; sie wissen nicht, wie sie Luft- und Satellitenbilder im Unterricht einsetzen können, wenn die Arbeit über die systematischen Bearbeitungsvorschläge einzelner Lehrbücher hinausgehen soll.

Genau wie für Schüler-/innen müssen auch die Zugänge für Lehrer-/innen angepasst werden. Die Komplexität ihrer Aufgabenfelder ist bei der Einführung weiterer Methoden oder der Aneignung von Sachkenntnissen zu berücksichtigen – auch Lehrpersonen sind dort abzuholen, wo sie stehen. Das vorliegende Konzept sieht dafür eine schrittweise Annäherung – den Schüler-/innen gleich – vor. Auch im Lernprozess von Lehrer-/innen steht am Anfang ein phänomenologischer Zugang. Wenn die Neugier geweckt ist und der Bedarf an Zusatzinformationen von den Lehrpersonen festgestellt wurde, kann die reichlich komplexe Theorie aufgenommen werden.

Dies lässt sich beispielsweise an Weiterbildungskursen realisieren, sie sind neben den konkreten Unterrichtsmaterialien fester Bestandteil des Konzeptes. Lehrer-/innen müssen dort erleben, wie sie später mit den Schüler-/innen arbeiten können. Dies geht ausschliesslich durch konkrete Übungsmöglichkeiten und die eigene Aktivität. Ausgehend von diesen eigenen Erfahrungen werden Fragen zu Hintergründen der Fernerkundung aktiviert und die Voraussetzung für eine interessierte Zuhörerschaft auch bei technischen Einzelheiten ist gegeben.

Eine andere Möglichkeit für eine lehrernahe Einführung sind gemeinsame Projekte, bei denen die Lehrpersonen ihre Klassen zur Verfügung stellen, bei der Planung mitdenken und die Durchführung aktiv begleiten. Auf diese Weise kann verstanden und nachempfunden werden, was auf dem Papier vielleicht schwierig oder ungewohnt aussieht und es wird ein Gefühl für den Umgang mit den Bildmaterialien vermittelt, dass zur Nachahmung befähigt. Die Auswertung des Projekts trägt zum Verständnis von Erfolgen bei und hilft, Schwierigkeiten zu überwinden sowie Fehler zu verbessern.

Weil gemeinsame Projekte aber nicht immer und überall möglich sind (unter anderem, weil geeignete Vorbilder fehlen) und auch Weiterbildungskurse nicht alle paar Wochen besucht werden können,

müssen Unterlagen geschaffen werden, die diese Zugänge und Möglichkeiten ebenfalls anbieten. Diese Unterlagen dürfen nicht mit Formeln oder komplizierten technischen Einzelheiten abschrecken, sondern sollen animieren und Lehrpersonen dazu befähigen, mit relativ wenig Aufwand Luft- und Satellitenbilder im Unterricht einzusetzen. Dies erfordert klare Unterrichtsbezüge und es müssen konkrete Anleitungen mit einfach verfügbaren Materialien vorliegen. Zudem ermöglicht eine Art "Hilfe zur Selbsthilfe" den Lehrer-/innen, über die konkreten Aufgabenstellungen hinaus, die vorgestellten Zugänge zu verinnerlichen, selber kreativ tätig zu werden und eigene Aufgaben zu formulieren.

Auf der organisatorischen Ebene gelingt die Umsetzung solcher Konzepte dann, wenn Wissenschaftler-/innen, Didaktiker-/innen und Lehrer-/innen zusammen arbeiten und gemeinsam überlegen, was realisiert werden kann. Zudem ist die Unterstützung aus der Wirtschaft nötig, die sich unter anderem für eine kostengünstige Verbreitung der Luft- und Satellitenbilder auch in der Schule einsetzt. Im Zusammenhang mit dieser Arbeit konnte festgestellt werden, dass diesbezüglich erste Bestrebungen im Gange sind, gleichzeitig wurden diese auch aktiv initiiert. Die Zusammenarbeit von Entscheidungsträgern aus Schule, Wissenschaft und Wirtschaft wird zunehmend von allen Seiten als bereichernd und wichtig beurteilt.

4.1.3 Neugier und Interesse von Schüler-/innen

Obwohl einige Schüler-/innen zuweilen lautstark und demonstrativ ihr Desinteresse an Schule und Unterricht bekunden, sieht die Situation bei näherer Betrachtung nicht so gravierend aus. Eine differenzierte Wahrnehmung gerade auch von Geographieunterricht zeigt, dass Schüler-/innen an vielen Themen interessiert sind. *Hemmer und Hemmer* stellten 2002 eine Studie zum Interesse von Schüler-/innen an geographischen Themen vor. Einerseits wurde das Interesse am Fach Geographie erhoben, andererseits dasjenige zu geographischen Unterrichtsthemen. Von insgesamt 9 Fächern belegte Geographie den dritten Platz in Klasse 5, rutschte in der 7. Klasse dann aber auf Platz 5 ab (*Obermaier (1997:73*). In einem Interessensprofil wird deutlich, dass Geographie einen guten Mittelplatz belegt. Die Ursache für die Stärke des Faches liegt gemäss *Hemmer/Hemmer* in seiner Realitätsbezogenheit.

Hervorzuheben sind aus der Interessensstudie die Themen, die bei Schüler-/innen auf Anklang stossen. Aus einer Auswahl von 50 Themen ergab die Hierarchisierung der Schüler-/innenantworten 1995 folgende Rangliste (*Hemmer/Hemmer*, 2002:3):

- Naturkatastrophen
- Weltraum / Planeten / Sonnensystem
- Entdeckungsreisen
- Entstehung der Erde
- Menschen und Völker in fremden Ländern
- Umweltthemen (Waldsterben, Treibhauseffekt, Umwelt und Verkehr, Eingriffe des Menschen in den Naturhaushalt, Umweltprobleme im Heimatraum).

Den klassischen Themen aus der Human- und Wirtschaftsgeographie (Stadtplanung, Industrie, Bevölkerungswanderung etc.) wurde von Seiten der Schüler-/innen ein geringeres Interesse entgegen gebracht.

2005 wurde die Studie wiederholt, im Vergleich zu 1995 ergaben sich in der Rangliste geringfügige Änderungen: an erster Stelle standen wie bisher Naturkatastrophen und der Weltraum (gleiche Anzahl Nennungen). Die Menschen in fremden Ländern und die Umweltprobleme rutschten auf Platz zwei und drei hoch, die Topographie rangierte auf Platz vier, gefolgt von den Themen Oberflächenformen und Klima auf Platz fünf. Neu waren auch wirtschaftliche und stadtgeographische Themen an sechster Stelle zu finden (Hemmer, 2006).

Deutlich wird, dass es sich um aktuelle Themen handelt, die das Interesse der Schüler-/innen wecken. Der bisherige Unterricht – was unter anderem die Lehrpläne verdeutlichen – legt seine Schwerpunkte anders. Bei der Lehrplanüberarbeitung sind bisherige Inhalte also zu überdenken, die Schülerinteressen sind einzubeziehen und der Unterricht muss neu gestaltet werden. Dies insbesondere deshalb, weil das Interesse von Schüler-/innen eine wesentliche Voraussetzung fürs Lernen ist.

Für die Fernerkundung ist die Aufstellung der Schülerinteressen wegweisend, die interessanten Themen des Geographieunterrichtes lassen sich sinnvoll mit der Fernerkundung verbinden. Die Aufstellung zeigt auch das Interesse für den Weltraum auf, diesem Bereich ist sicher auch ein Teil der Faszination Fernerkundung zuzuschreiben. Belegt wird dies nicht nur durch eigene Erfahrungen und Unterrichtsbeobachtungen, sondern auch durch die Siegerthemen des deutschen Wettbewerbes "Jugend forscht" von 2004 (2004:16). Im Bereich der Chemie haben zwei Schüler ein Spektrometer hergestellt und die Sieger der Geo-/Raumwissenschaften gewannen mit ihrem Projekt zum Thema "Das Auge aus dem All – Auswertung multispektraler Satellitenbilder". Es zeigt sich, dass die Fernerkundung direkt oder indirekt in den Schülerköpfen präsent ist. Dies ist eine gute Voraussetzung dafür, mit Luftund Satellitenbilder entdeckendes und forschendes Lernen auszulösen.

4.1.4 Bedeutung der Wirtschaft

Entscheidungsträger aus der Wirtschaft formulieren zunehmend, welches Vorwissen, Verhalten und welche Fähigkeiten sie von Schulabgänger-/innen erwarten. Damit tragen sie dazu bei, dass im Unterricht Kompetenzen aufgebaut und erworben werden, die für ein späteres Berufsleben erforderlich und bedeutsam sind.

Der Einbezug von Anforderungen aus der Wissenschaft in den Unterricht ist aber nicht der einzige Beitrag einer wirkungsvollen Zusammenarbeit. Ein weiteres Potenzial – im Bereich der Fernerkundung – liegt auch darin, dass wirtschaftliche Betriebe ideell, materiell und finanziell dazu beitragen können, die Fernerkundung ins Bewusstsein der Schüler-/innen und Lehrer-/innen zu tragen. Dies könnte dadurch erfolgen, dass entsprechende Betriebe (Photogrammetriebüros, kartographische Betriebe usw.) Schülerprojekte durchführen aus denen ersichtlich wird, wie mit Luft- und Satellitenbildern gearbeitet wird, welche Ziele bei der Arbeit verfolgt werden und welche Anforderungen an die Tätigkeiten gestellt werden. Die oben beschriebenen Grundsätze für den Wissenschaftstransfer haben auch bei solchen Projekten Gültigkeit.

Im Weiteren können diese Betriebe dazu beitragen, dass Satellitenbilder passend zu Unterrichtsthemen verfügbar sind und zu erschwinglichen Preisen erworben werden können. Dadurch reduziert sich die aufwändige und möglicherweise teure Beschaffung geeigneter Bildmaterialien auf ein vernünftiges Mass, was zur Integration der Fernerkundung in den Geographieunterricht beiträgt.

4.2 Einbettung des Konzeptes in den Unterrichtsalltag

Die oben aufgeführten Aspekte stellen Bestandteile des Konzeptes dar und sind in diesem Sinn als Rahmenbedingungen für die Integration der Fernerkundung in den Geographieunterricht aufzufassen. Schwerpunkt und Hauptbestandteil sind allerdings unterrichtliche Umsetzungen, die anhand von Satellitenbildern mit geeigneten Aufgabenstellungen erfolgen sollen. Sie stellen den konkreten Teil des Konzeptes dar, mit welchem Lehrer-/innen und Schüler-/innen später arbeiten sollen. Ziel ist, diese Unterrichtsumsetzungen mit didaktischen Hinweisen in einem Lehrwerk zu publizieren. Ein Publikationsvertrag mit einem deutschen Verlag konnte bereits realisiert werden, die Veröffentlichung des Lehrwerkes ist auf September 2007 geplant.

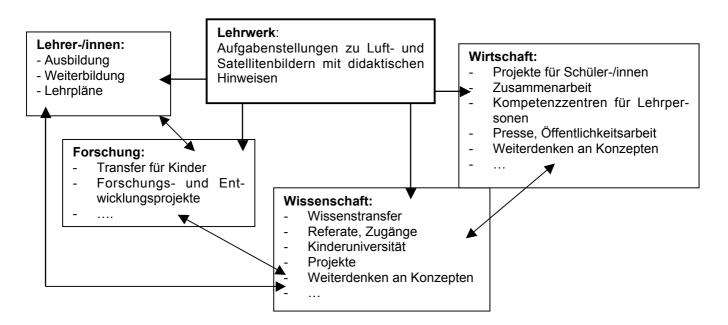


Abb. 10: Grafische Übersicht über das Konzept zur Integration der Fernerkundung in den Geographieunterricht

Nachfolgend soll vorgestellt werden, wie das Lehrwerk gestaltet ist und welche Grundhaltung hinter den Umsetzungsideen steht. Beispiele und Einzelheiten sind in Kapitel 5 aufgeführt.

4.2.1 Unterrichtswerk

Im Bereich der Fernerkundung wurde bis anhin nur ein Lehrwerk verfasst (*Breitbach et al., 1998, vgl. auch Kap. 2.5.2*), seit diesem Zeitpunkt gab es nur einzelne Artikel in Zeitschriften, die sich mit der Fernerkundung im Geographieunterricht befassten. Aus der Sicht heutiger Kenntnisse und der Analyse dieser Forschungsarbeit entspricht das Lehrwerk von *Breitbach* den Anforderungen nicht mehr, die heute an Geographieunterricht und Unterrichtskonzepte gestellt werden: die Aufgabenstellungen sind zu stark kognitiv ausgerichtet, die Komplexität ist sehr hoch, der Zeitbedarf für die Bearbeitung der Themen ist für reguläre Lektionen zu gross und die Bilder liegen nur als Folien zur Projektion durch die Lehrperson vor.

Es ist deshalb an der Zeit, nicht nur Bausteine für den Unterricht zu formulieren, sondern ein Lehrwerk vorzuschlagen, das ergänzend zu anderen Lehrbüchern im Unterricht verwendet werden kann. Es zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Das Lehrwerk bietet sowohl zu einem thematisch ausgerichteten, als auch zu einem regional orientierten Unterricht Hilfestellungen für die Arbeit mit Luft- und Satellitenbildern.
- Das Lehrwerk deckt alle Themen ab, so dass in allen Klassen und zu allen Unterrichtsinhalten mit Luft- und Satellitenbildern gearbeitet werden kann.
- Das Lehrwerk zeigt auf, wie methodisch orientierter Unterricht stattfinden kann und bezieht neben den Luft- und Satellitenbildern weitere Medien mit ein. Die Schüler-/innen werden durch die vorgestellten Arbeitsvorschläge in ihrer Methodenkompetenz gefördert.
- Das Lehrwerk setzt ein neues Verständnis von Lernen um. Durch schülernahe, vielfältige Zugänge, eine hohe Eigenaktivität und offene Aufgabenstellungen findet eigenständiges und dialogisch-kooperatives Lernen statt (*vgl. dazu auch nachfolgendes Kapitel 4.3*).
- Das Lehrwerk kann nicht nur im regulären Unterricht eingesetzt, sondern auch für Projekte oder Kurswochen verwendet werden, weil es ausreichend Beispiele und Materialien für eine intensive Beschäftigung mit dem Thema Fernerkundung beinhaltet. Es zeigt aber auch auf, wie die Einbindung von Satellitenbildern selbstständig weitergeführt werden kann, so dass Lehrpersonen die dem Konzept zu Grunde liegenden Ideen autonom fortsetzen, erweitern und ergänzen können.

4.2.2 Bearbeitungszeit der Aufgabenstellungen

Die qualitative Analyse der publizierten Aufgaben ergab unter anderem (vgl. Kap. 2.7.4 / 2.7.5), dass die Bearbeitungszeit für die Aufgaben vor allem in den ersten Jahren bis 2002 relativ hoch war. Dadurch ist es fast unmöglich, diese Aufgaben in Einzellektionen zu bearbeiten. Abzuschätzen, wie lange Schüler-/innen für die Auseinandersetzung mit Aufgaben benötigen, ist deshalb schwierig, weil dies von vielen Faktoren im Unterricht abhängt, die weder allen Schüler-/innen gemeinsam sind, noch quantifiziert werden können. Dennoch müssen aber Gedanken zur Zeitdauer der Bearbeitung eingeplant werden.

Das geplante Lehrwerk geht diesbezüglich zwei Wege: der Schwerpunkt liegt klar bei Aufgabenstellungen, die eine Bearbeitungszeit von ein bis zwei Lektionen nicht übersteigen. Es beinhaltet aber auch Luft- und Satellitenbilder mit umfangreichen Aufträgen, so dass Lehrpersonen die zum Unterrichtsgeschehen passenden Fragestellungen auswählen und einsetzen können.

Die Aufgabenstellungen sind als Empfehlungen zu betrachten, sie zeigen auf, welche Möglichkeiten sich in der Bildarbeit ergeben. Eine vollständige Abarbeitung der Aufträge ist nicht immer sinnvoll und erwünscht, es obliegt deshalb der Entscheidung der Lehrperson, wie lange die Beschäftigung mit dem Luft- oder Satellitenbild stattfinden soll, wann weitere Medien ins Spiel kommen, welche Bestandteile die Schüler-/innen alleine bearbeiten oder was im Klassenverband gemeinsam besprochen wird. Die Aufgabenstellungen können und sollen nicht nur zeitlich flexibel gehandhabt, sondern auch dem Leistungsniveau, dem Alter, dem Vorwissen der Schüler-/innen sowie dem Unterrichtskontext angepasst werden. Dadurch kann die gesamte Zielgruppe der 7. bis 12. Klässler-/innen mit dem Lehrwerk arbeiten. Eine erste grobe Zuordnung zu Zielstufen wird aufgrund der Lehrplanschwerpunkte vorgenommen.

4.2.3 Analoge Bildbearbeitung

Wie bereits in der Einleitung angesprochen, liegt der Fokus dieses Lehrwerks auf der analogen Bildbearbeitung. Dieser Entscheid ist nicht nur in der Abgrenzung zu anderen Arbeiten begründet (vgl. Kap. 1.2, S. 4).

Einerseits ist aus den vorgelegten Ausführungen die Erkenntnis gereift, dass Aufgabenstellungen im Zusammenhang mit der Fernerkundung möglichst einfach sein müssen. Insbesondere für einen Konzeptwechsel, der mit den vorliegenden Empfehlungen verbunden ist, stehen kreative Zugänge und unkomplizierte Einsatzmöglichkeiten im Vordergrund. Das Phänomen Luft- oder Satellitenbild soll betont, die Faszination dafür geweckt und die visuelle Lesekompetenz gezielt und systematisch gefördert werden. Diese Absichten können auch ohne digitale Fernerkundung verwirklicht werden. Zudem ist der Einsatz des Computers in der Schule häufig immer noch mit zahlreichen organisatorischen Hürden verbunden, aufgrund derer die eigentliche Computerarbeit in den Hintergrund tritt (Mobilität, ausreichende Anzahl Geräte, Einrichten und Aufstarten, Funktionsstörungen, Internetzugänge etc.). Für einen regelmässigen Einsatz der Computer sowie digitaler Anwendungen der Fernerkundung müssen die bisherigen Bemühungen im Bezug auf die neuen Medien erst weiter vorangetrieben und optimiert werden.

Andererseits wird das Anliegen des hauptsächlich analogen Bildeinsatzes auch durch die Ausführungen zur Wissenschaftspropädeutik (*Kap. 4.1.1, S. 83*) unterstützt. Wird der Computer dominant für die Bearbeitung von Satellitenbildern eingesetzt, kommt dies zwar der Fernerkundung als Wissenschaft entgegen (und am Rande auch dem Anliegen, den Computer verstärkt in die Schule zu integrieren), entspricht aber im Bezug auf die Fernerkundung bzw. die digitale Bildbearbeitung weder Lehrplaninhalten noch den Grundsätzen einer allgemein bildenden Ausbildung. Selbstverständlich ist wichtig und bedeutsam, dass Schüler-/innen den Computer als Arbeits- und nicht nur als Spiel- und Kommunikationsinstrument kennen und einsetzen lernen. Dennoch sollte dies über allgemeine Funktionen erfolgen, wie zum Beispiel die Informationsrecherche und –auswahl, Textdarstellungen, die Umsetzung von Informationen in Präsentationen, die Datenspeicherung usw. Diese werden in den Aufgabenstellungen immer wieder angeregt. Die digitale Bildbearbeitung hat – wie auch GIS – einen untergeordneten Stellenwert und macht erst dann Sinn, wenn die Grundlagen bereits gelegt wurden oder eine vertiefende Sequenz zur Fernerkundung durchgeführt werden soll (z.B. in Projektwochen oder Vertiefungskursen).

4.3 Didaktische Grundhaltung

Die bisherigen Ausführungen verdeutlichen, dass der unterrichtlichen Umsetzung zur Integration der Fernerkundung in den Geographieunterricht ein bestimmtes Lernverständnis zu Grunde liegt. Die didaktische Grundhaltung, die sich in den Zugängen zu den Satellitenbildern und den formulierten Aufgabenstellungen wieder spiegelt, geht von einem konstruktivistischen Lernverständnis aus, das im Folgenden charakterisiert und verstanden werden soll (vgl. auch Kap. 3.4.2, S. 63).

Die Ausprägung des konstruktivistischen Lernverständnisses entspricht den Ausführungen des didaktischen Grundlagenbandes "Lernwelten" von Adamina / Müller, 2005 und darin enthaltenen Beiträgen weiterer Autoren (Reusser, Messner, Reinmann-Rothmeier & Mandl, Möller). Die hier formulierten Merkmale geben somit keine allgemein gültige Definition wieder, sondern eine von verschiedenen möglichen Ausprägungen. Sie entsprechen in dieser Form auch meiner persönlichen Überzeugung.

Lernen wird im Konstruktivismus als aktiver Prozess verstanden, bei welchem bereits vorhandene Wahrnehmungs-, Denk- und Handlungsmuster an neue Informationen angepasst werden. In Abkehr zum Trichterprinzip, das Schüler-/innen als leere Gefässe versteht, die in der Schule mit Wissen gefüllt werden, findet Lernen nach konstruktivistischem Verständnis selbständig und aktiv statt. Die eigenen Vorstellungen werden dabei verändert und weiterentwickelt. Dies geschieht durch drei neben einander stehende Prozesse:

- das Differenzieren und Erweitern bestehender Vorstellungen
- · das Korrigieren und Umstrukturieren bisheriger Vorstellungen und
- das Konstruieren neuer Vorstellungen.

Das konstruktivistische Lernverständnis hat sich im Laufe der Jahre durch Resultate aus der Kognitions- und Lernforschung gebildet. Heute weiss man, dass konstruktivistische Lernprozesse nachhaltiger und effektiver sind als beispielsweise diejenigen der behavioristischen Lernauffassung. Dieses Lernprinzip verändert den Unterricht sowohl für Lehrpersonen wie auch für Schüler-/innen. Die Rolle der Lehrer-/innen ändert sich von derjenigen der Vermittler hin zu Berater-/innen und Lernbegleiter-/innen. Schüler-/innen arbeiten weitgehend selbständig, sind aktiv und für ihren Lernprozess selbst verantwortlich. Dies wird von ihnen in Umstellungsphasen häufig als mühevoll und anstrengend bewertet, weil die oft passive Zuhörer-Rolle durch eine aktive Selbsttätigkeit ersetzt wird. Auch für Lehrpersonen ist konstruktivistisch geprägter Unterricht gewöhnungsbedürftig, dies unter anderem auch deshalb, weil Schüler-/innen miteinander sprechen müssen und dadurch eine möglicherweise ungewohnte Unruhe und vermeintliche Disziplinlosigkeit eintritt.

Die untenstehende Abbildung verdeutlicht, in welchem Spannungsfeld sich Schüler-/innen und Lehrer-/innen im Unterrichtsgeschehen bewegen können, wenn sie sich für einen schülerzentrierten Unterricht entscheiden:

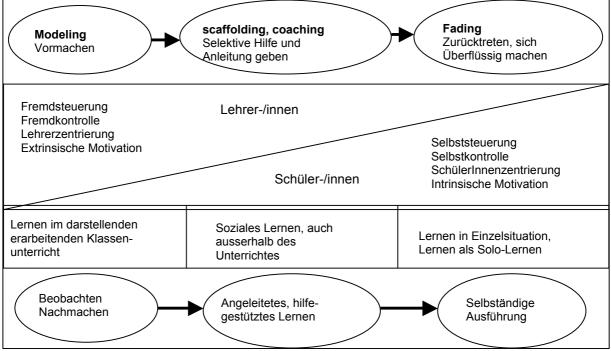


Abb. 11: Aktivitäten von Schüler-/innen und Lehrer-/innen im Unterricht (Quelle: Volkart, 2002)

Beim konstruktivistischen Lernverständnis gehen wir davon aus, dass alles, was wir wahrnehmen, sehen und verstehen individuell wahrgenommen wird und davon individuelle Konstrukte abgespeichert werden. Diese Konstrukte werden geprägt durch unsere Umwelt, unser soziales Netz, unsere Kultur und unsere eigenen Erfahrungen, Erlebnisse und Erkenntnisse. Der Lernprozess im Bezug auf Wissen, Fähigkeiten / Fertigkeiten und Haltungen (kognitive, instrumentelle und affektive Zielebenen) leistet jeder eigenständig und aktiv. In gleichem Masse ist aber auch eine Auseinandersetzung mit der sachlichen und sozialen Umwelt nötig, denn im Dialog und Austausch finden wesentliche Verankerungen des Wissens und Könnens statt. Man spricht deshalb von eigenständig-dialogisch-kooperativem Lernen.

Wichtig für das Begreifen des konstruktivistischen Lernverständnisses sind folgende Kernpunkte:

- Die Ergebnisse von Lernprozessen h\u00e4ngen nicht nur von der Lernumgebung, sondern auch vom Vorwissen, der Einstellung und von den Zielen der Lernenden ab. Es z\u00e4hlt viel, was Lernende schon wissen.
- Lernen umfasst die Konstruktion von Wissen durch Erfahrung. Lernende konstruieren jeweils ihre eigenen Bedeutungen.
- Das Verbinden neuer Erfahrungen mit Vorwissen ist ein aktiver Prozess. Er umfasst die Erzeugung, Prüfung und Restrukturierung von Ideen und Hypothesen. Die Konstruktion von Bedeutungen ist ein kontinuierlicher und aktiver Prozess.
- Lernen bedeutet nicht nur, neue Konzepte zu erwerben oder bestehende Konzepte auszubauen, sondern es kann eine radikale Neuorganisation bewirken. Lernen kann die Änderung von Konzepten einschliessen.
- Einmal konstruierte Bedeutungen können akzeptiert und wieder verworfen werden. Die Konstruktion von Bedeutungen führt aber nicht immer zur Überzeugung.
- Lernen ist kein passiver Vorgang. Menschen setzen sich Ziele und kontrollieren auch ihren Lernprozess selbst. Lernende sind für ihren Lernprozess selber verantwortlich.

Die diesen Ausführungen zu Grunde liegende Haltung vertritt keinen Unterricht, der nur von der Eigenaktivität der Schüler-/innen geprägt ist. Der konstruktivistische Unterricht löst Fragen aus, die Schüler-/innen beantwortet haben möchten. Wenn möglich, recherchieren Lernende selbst. Wo dies nicht erfolgen kann, ist die Instruktion durch die Lehrpersonen (Vermittlung, Anleitung usw.) richtig, wichtig und sinnvoll. Unterricht, der sich am Konstruktivismus orientiert, steht folglich im ständigen Spannungsfeld zwischen Instruktion und Konstruktion.

Zusammengefasst geben folgende Grundsätze das konstruktivistische Lernprinzip wieder:

- Jeder Lernprozess beginnt mit dem, was Kinder / Jugendliche schon wissen, was sie verstehen und was sie tun können.
- Kinder und Jugendliche sind die Konstrukteure ihres eigenen Wissens. Lehrende können nur anleiten, unterstützen, helfen.
- Der Dialog der Kinder und Jugendlichen, den sie untereinander und mit den Lehrpersonen führen, ist ein wesentlicher Bestandteil des Lernprozesses.
- Im Brennpunkt des gesamten Lernfeldes steht immer die einzelne Schülerin, der einzelne Schüler, auch wenn sie / er in der Gruppe arbeitet.
- · Lehren bedeutet befähigen.

Mit dem Konzept zur Einbindung der Fernerkundung in den Geographieunterricht wird das konstruktivistische Lernverständnis umgesetzt. Auch wenn das Vorwissen der einzelnen Schüler-/innen in einem Lehrwerk nicht individuell berücksichtigt werden kann, wird mit den Aufgabenstellungen dennoch versucht, vom Vorwissen der Schüler-/innen auszugehen, es zu aktivieren und den Lernenden bewusst zu machen. Zudem besteht genügend Spielraum, die Aufgaben an die Voraussetzungen der Lerngruppen anzupassen bzw. sie gezielt zu bereits erworbenen Kenntnissen einzusetzen.

Die Schüler-/innen werden durch die mit den Luft- und Satellitenbildern verbundenen Aufgabenstellungen dazu angeleitet, sich ihr Wissen möglichst selbständig und auf verschiedenen Wegen anzueignen. Durch diese aktivierende Haltung werden im Unterricht die methodische Kompetenz und das visuelle Lernen der Schüler-/innen gefördert. Beide Anliegen stehen neben der thematischen Anbindung im Vordergrund.

Dem konstruktivistischen Lernverständnis entspricht weiter, dass Aufgaben formuliert werden, die nicht immer mit "richtig" oder "falsch" beantwortet werden können. Sie sollen bewirken, dass Vermutungen ausgedrückt werden, welche die Basis für weitere vertiefte Recherchen sind. Ziel ist auch, regelmässig Diskussionsgelegenheiten anzuregen, die zur Lösungsfindung beitragen. Nicht die richtige eindeutige Beantwortung von Fragestellungen steht im Vordergrund, sondern die aktive Auseinandersetzung mit dem Lernstoff und das Gewinnen von Erkenntnissen und Feststellen von Ursachen, Wirkungen und Zusammenhängen. Durch die Befähigung der Lernenden, sich selbstständig Informationen zu beschaffen, zu verarbeiten und darzustellen entstehen Konstruktionen des Wissens. Neben dem Erwerb methodischer Kompetenzen durch den Einbezug verschiedener weiterer Medien neben dem Luft- und Satellitenbild werden auch Neugier, Interesse und eine offene Haltung für Phänomene, Sachverhalte und Probleme dieser Welt entwickelt. Unter diesen Gesichtspunkten kann die Integration der Fernerkundung in den Unterrichtsumsetzungen zum Erwerb einer umfassenden Handlungskompetenz beitragen.

4.4 Themenfelder mit Lernplanbezug

Wie bereits mehrfach erläutert, müssen Luft- und Satellitenbilder zu passenden Themen im Geographieunterricht eingesetzt werden. Zudem soll die Arbeit mit den Bildern aufzeigen, welches die Aufgabenbereiche der Fernerkundung sind. Bringt man also die Unterrichtsthemen, wie sie in Lehrplänen aufgeführt sind (*vgl. Kap. 2.4.4, S. 24*), in Übereinstimmung mit den Anwendungen der Fernerkundung (*vgl. Kap. 3.1, S. 51*) und berücksichtigt zudem zukunftsweisende schulgeographische Ansätze, liegt für die verstärkte Arbeit mit Luft- und Satellitenbildern die Orientierung an Themenfeldern nahe.

Die Unterrichtsumsetzung findet deshalb über 15 Themenfelder statt. Jedem Themenfeld werden – passend zu den dazu aufgeführten Unterthemen – Luft- oder Satellitenbilder mit entsprechenden Aufgabenstellungen zugeordnet. Die Luft- und Satellitenbilder stellen in verschiedenen Grössenordnungen Landschaftsausschnitte der Kontinente (Nordamerika und Süd- und Mittelamerika, Europa, Asien, Afrika und Australien/Ozeanien) sowie der Grossregion Arabische Halbinsel und der Polarregionen dar. Eine ausgewogene Berücksichtigung aller Kontinente und Grossregionen zu jedem Themenfeld ist gewährleistet, wodurch die Förderung der räumlichen Orientierungsfähigkeit umfassend möglich wird.

Die folgende Übersicht zeigt die 15 Themenfelder. Ausführlich, das heisst mit ihren Unterthemen und Schwerpunkten, werden sie in Kapitel 6 vorgestellt. Dort wird auch kommentiert, an welchen Raumbeispielen die Unterthemen ausgearbeitet werden.

Die Reihenfolge der Themenfelder ist nicht zwingend verbindlich, macht aufgrund einer persönlichen Gewichtung von den Grundlagen hin zu komplexen Themen so aber am meisten Sinn.

- Raumorientierung
- Grundlagen der Erde
- Kartographie
- Raumplanung
- Landnutzung, Land- und Forstwirtschaft
- Oberflächen- und Landschaftsformen (Geomorphologie)
- Geologie
- Wasser
- · Wetter und Klima
- Naturkatastrophen
- Bevölkerung
- · Stadtgeographie und Verstädterung
- Handel, Verkehr und Transport
- Tourismus
- Umweltfragen

4.5 Diskussion

Die untenstehenden Gedanken beantworten die dritte in der Einleitung formulierte Fragestellung: "Wie muss ein Konzept heute aussehen, das eine verstärkte Integration von Luft- und Satellitenbildern im Geographieunterricht ermöglicht und gewährleistet?"

Das Konzept zur Integration der Fernerkundung in den Geographieunterricht beinhaltet verschiedene Komponenten, die das Anliegen in einen umfassenden Gesamtkontext einbetten. Grundidee ist, dass verschiedene Entscheidungsträger aus Wissenschaft, Wirtschaft und Schule aufeinander zu gehen, so dass gemeinsam an einer Idee gearbeitet werden kann.

Das Anliegen, die Fernerkundung in die Schule zu integrieren, ist nicht neu, trotzdem ist ein fester Platz bzw. ein Selbstverständnis für die Fernerkundung im Unterricht noch nicht erreicht. Nicht nur auf der inhaltlichen Ebene (Unterrichtsumsetzungen) sondern auch im organisatorischen Bereich müssen deshalb Bemühungen stattfinden, damit die Realisierung des Anliegens, Satellitenbilder verstärkt im Geographieunterricht einzusetzen, erfolgreich gelingt.

Im Rahmen des Gesamtkontextes sind aufgrund dieser Grundidee folgende Forderungen umzusetzen und zu realisieren:

• Wissenschaftler-/innen müssen mit der Arbeitsweise von Lehrer-/innen und Lernprozessen von Schüler-/innen vertraut gemacht werden. Wissenschaft und Forschung, auch die Ferner-kundung, darf der Schule nicht zum Selbstzweck aufgezwungen, sondern muss über thematische und methodische Anbindungen transferiert werden. Dies gelingt durch Aufklärungsarbeit, Referate, Schulbesuche oder gemeinsame Projekte. Auch der Blick über die eigene Fachdisziplin hinaus und Bemühungen zu interdisziplinärer und fakultätsübergreifender Zusammenarbeit fördern das Anliegen. Die Bereitschaft, eine Arbeit wie die vorliegende an einer mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät anzusiedeln, ist zum Beispiel ein Schritt in diese Richtung.

- Personen aus der Wirtschaft können mit Formulierungen zu Anforderungen beruflicher Qualifikationen dazu beitragen, dass schulische Lernprozesse zu Fähigkeiten und Fertigkeiten führen, die im späteren Erwerbsleben (oder der "Zwischenstation" Studium) bedeutsam sind. Im Bezug auf die Verfügbarkeit und die Erhältlichkeit geeigneter und kostengünstiger Satellitenbilder kommt der Wirtschaft eine wichtige Bedeutung zu, da es Betriebe gibt, die in der Lage sind, die Bildmaterialien für Lehrer-/innen einfach zugänglich bereit zu stellen. Eine erfolgreiche Zusammenarbeit lässt sich wiederum durch gemeinsame Projekte und Gespräche, zum Beispiel mit Vertreter-/innen aus Lehrerbildungsinstitutionen realisieren.
- Lehrpersonen müssen sorgfältig in die Fernerkundung eingeführt werden, wenn die Einbettung erfolgreich gelingen soll. Es ist wichtig, dass Bedeutung und Potenzial der Arbeit mit Luftund Satellitenbildern aufzuzeigen, damit Lehrer-/innen erkennen, welche Bereicherung das Unterrichtsmedium für den Unterricht darstellt und wie es eingesetzt werden kann. Sowohl die fachlichen Hintergründe als auch der Erwerb des methodisch-didaktischen Know-hows können sowohl in der Ausbildung, als auch an Weiterbildungskursen vermittelt werden. Nötig dazu sind fachlich, methodisch und didaktisch qualifizierte Personen, welche das Interesse, die Neugier und die Faszination für die Arbeit mit Satellitenbildern weiter geben können.

Die formulierten Forderungen zur Einbettung der Fernerkundung sind nicht eindeutig voneinander abgrenzbar. So können beispielsweise auch Wissenschaftler-/innen methodische Berufsqualifikationen formulieren und Personen aus der Wirtschaft Schulbesuche tätigen. Wichtig sind das gegenseitige Interesse an den jeweiligen Tätigkeitsbereichen, die Bereitschaft zur Zusammenarbeit und das Erkennen und Aufgreifen brachliegender Potenziale.

Im Bereich der unterrichtlichen Umsetzungen füllt das Lehrwerk in verschiedenen Bereichen Nischen aus, deren Möglichkeiten im Unterricht erst ansatzweise erkannt oder bis anhin zu wenig ausgenutzt wurden. Im Besonderen sind dies die Unterstützung im Bereich des visuellen Lernens, die angeleitete aktive Förderung der Methodenkompetenz, die Einbindung der Satellitenbilder in die Themen des Unterrichts, die Schaffung wissenschaftspropädeutischer Zugänge zur Disziplin Fernerkundung und die Umsetzung des konstruktivistischen Lernverständnisses.

Charakterisiert sind die Aufgabenstellungen mit den Satellitenbildern durch folgende zehn Merkmale:

- Das Interesse für die Disziplin Fernerkundung wird über die Faszination geweckt. Phänomenologische Zugänge mit offenen Aufgabenstellungen zu den Luft- und Satellitenbildern schaffen eine wissenschaftspropädeutische erste Begegnung mit der Fernerkundung.
- Die mit ausgewählten Luft- und Satellitenbildern verbundenen Aufgabenstellungen orientieren sich an den in den Lehrplänen definierten Unterrichtsinhalten. Dadurch weisen sie klare Unterrichtsbezüge auf.
- Die Luft- und Satellitenbilder werden Themenfeldern zugeordnet und lehnen sich diesbezüglich an die Aufgabenbereiche der Fernerkundung an. Weil zahlreiche Lehrpläne eine regionalgeographische Orientierung vorschlagen, ist aber auch ein Zugang über Kontinente oder Länder möglich.
- Die Aufgabenstellungen gewährleisten die Aktivität der Schüler-/innen im Unterricht, entdeckendes, forschendes Lernen wird möglich. Durch die Bearbeitung der Luft- und Satellitenbilder können methodische Kompetenzen erworben werden, einerseits direkt durch die Arbeit
 mit den Luft- und Satellitenbildern, andererseits durch die Einbindung weiterer Medien, welche
 für die Bearbeitung der Aufgabenstellungen zugezogen werden.

- Die Aufgabenstellungen werden hauptsächlich analog bearbeitet, der Computer wird in der Regel für zusätzliche bzw. weiterführende Aufgaben eingesetzt. Nicht zuletzt deshalb sind die Aufträge bewusst einfach formuliert, dadurch entsteht Vertrautheit mit einem neuem, ungewohnten und bis anhin zu schwierig oder zu technisch empfundenen Unterrichtsmedium.
- Die Schüler-/innen üben durch die Aufgabenstellungen mit den Luft- und Satellitenbildern das visuelle Lernen. Lernprozesse werden durch diese Fähigkeit positiv unterstützt. Die mit den Satellitenbildern erworbenen Erkenntnisse lassen sich auf andere Bildmedien und bildverwandte Darstellungen übertragen.
- Die räumliche Orientierung der Schüler-/innen wird einerseits durch die breite geographische Abdeckung der Luft- und Satellitenbilder und andererseits durch die dargestellten Bildinhalte sowie die mit den Aufgabenstellungen verbundenen Kompetenzen (z.B. Perspektivenwechsel) gefördert.
- Die Luft- und Satellitenbilder und die Arbeitsaufträge können im Bezug auf Zeit, Niveau, Stufe, Alter, Thema, Vorwissen oder Unterrichtsform flexibel eingesetzt werden. Durch die regelmässige Gelegenheit, mit Luft- und Satellitenbildern zu arbeiten, entsteht eine erwünschte Selbstverständlichkeit im Umgang mit der Fernerkundung.
- Lehrer-/innen werden durch die verschiedenen Zugänge zur Fernerkundung dazu befähigt, ihr eigenes Medienrepertoire zu erweitern und die Anliegen der Fernerkundung selbständig weiter zu führen.
- Die in einem Lehrwerk zusammen gefassten Unterrichtsvorschläge ergänzen den bisherigen Geographieunterricht nicht nur im Bezug auf die Fernerkundung, sondern sie zeigen auch Wege auf, wie das konstruktivistische Lernverständnis umgesetzt werden kann.

Das hier vorgestellte Konzept kann nicht von heute auf morgen realisiert werden, es ist deshalb als Anregung zu verstehen, bisherige Bemühungen gezielt weiter zu führen und neue Ideen aufgrund dieser Basis umzusetzen. Es hat zum Ziel, die Fernerkundung schrittweise und nachhaltig in den Geographieunterricht zu integrieren, so dass das Luft- und Satellitenbild und dessen Bearbeitungsmöglichkeiten selbstverständlich werden. Obwohl das Schwergewicht des Konzeptes auf den unterrichtlichen Umsetzungen liegt, gehen die Empfehlungen darüber hinaus. Denn erst das wirksame Zusammenspiel der verschiedenen Funktionsträger gewährleistet neben der Initiierung auch die Verbreitung und die Weiterführung der hier vorgestellten Anliegen.

Teil 2: Praktische Umsetzung

Kapitel 5: Didaktische Hinweise

Kapitel 6: Themenfelder und Regionale Bezüge

Kapitel 7: Aufgabenbeispiele mit Luft- und Satellitenbildern

Kapitel 8: Grundlagen der Fernerkundung

Kapitel 9: Praxiserprobung

5 Didaktische Hinweise

Das fünfte Kapitel leitet mit didaktischen Hinweisen die verschiedenen Praxisbausteine des Konzeptes ein. Insbesondere für das Verständnis der Themenfelder (Kapitel sechs) und die konkrete Unterrichtsumsetzung in Form von Aufgabenbeispielen mit Luft- und Satellitenbildern (Kapitel sieben) sind Hintergrundinformationen wichtig. Sie zeigen auf, was Absichten und Zielsetzungen bei deren Ausarbeitung waren, so dass Lehrpersonen und andere Interessierte die Überlegungen nachvollziehen können. Die didaktischen Hinweise gliedern sich in zwei Bereiche. Zu Beginn werden einige allgemeine Grundlagen zur Bildarbeit und den Zugangsweisen zu den Arbeitsaufträgen formuliert. Daran schliessen konkrete Hinweise zur Arbeit mit den vorgestellten Aufgabenbeispielen zu Luft- und Satellitenbildern an. Sie konkretisieren das Unterrichtsgeschehen und den Einsatz der Aufgabenstellungen.

5.1 Allgemeine Erläuterungen

5.1.1 Zugänge zu den Luft- und Satellitenbildern

Im Bezug auf das visuelle Lernen verfolgen die Aufgabenstellungen zwei Zielsetzungen: einerseits sollen die Bildinhalte identifiziert werden, andererseits wird das Bild interpretiert. Bei der **Identifizierung** des Bildes geht es darum, Helligkeiten, Farben, Formen, Strukturen, Grössen, Texturen, Schatten oder die Lage von Objekten zu beschreiben und zu unterscheiden. Bei der **Interpretation** werden Objekte oder Bildinhalte gedeutet und möglicherweise erkannt, Zusammenhänge zwischen Bildinhalten können hergestellt und Informationen aus dem Bild abgeleitet werden.

In Lehrbüchern wird die Objektidentifizierung der Bildinterpretation oft voran gestellt: bevor Schüler-/innen interpretieren, müssen sie die Objekte beschreiben und deuten. Im Lernprozess lassen sich die beiden Schritte nicht ohne weiteres trennen. Sobald wir etwas betrachten, versuchen wir dies in bestehende Konzepte zu integrieren – eine erste Interpretation findet statt. Problemorientierte Unterrichtszugänge stellen bewusst die Bildinterpretation in den Vordergrund, die Identifizierung der Bildinhalte erfolgt laufend und eher unbewusst. Sie kann explizit verdeutlicht werden, wenn Schüler-/innen begründen müssen, welche Hinweise sie zu welcher Interpretation führen. Auf diese Weise gelingt es, Schüler-/innen den Unterschied zwischen Wahrnehmung und Deutung bewusst zu machen, ohne eine systematische Bildarbeit durchzuführen.

Neu am vorliegenden Konzept ist, dass der Zugang zu den Satellitenbildern über das Phänomen im Bild erfolgt und in den Aufgabenstellungen die beiden Schritte Objektidentifikation und Interpretation nicht immer und nicht streng getrennt werden. Manchmal initiieren und fördern aber die eher am Anfang stehenden Aufträge die genaue Bildbetrachtung, auch wenn bereits Interpretationen darin eingebettet sind. Dadurch, dass bei der Bearbeitung der Satellitenbilder die Erklärung von Zusammenhängen, Ursachen oder Auswirkungen im Vordergrund stehen, findet die Objektidentifzierung in der Regel gleichzeit mit der Bildinterpretation statt.

Bei der Arbeit mit den Satellitenbildern sollen sich die Schüler-/innen intensiv mit den Bildinhalten auseinander setzen. Sie beschreiben, unterscheiden und erkennen Merkmale und können dadurch das Bild interpretieren. Oft werden auch Begründungen für Lösungen bzw. Lösungswege verlangt, so dass sichtbar gemacht werden kann, welche Schlussfolgerungen die Schüler-/innen ziehen. Lösungen können dadurch auch falsch sein, bei einer logischen Begründung ist dies aber für den Lernprozess zweitrangig. Für die Gewöhnung an die Satellitenbildarbeit und den Kompetenzerwerb im visuellen Lernprozess sind Gespräche über Bedeutungen, Hintergründe, Lösungswege oder Schlussfolgerungen sehr wichtig.

5.1.2 Die Gestaltung der Arbeitsaufträge

Die Aufgabenstellungen mit den Luft- und Satellitenbildern aktivieren das Vorwissen der Schüler-/innen und bauen darauf auf. Sie leiten die genaue Bildbetrachtung an, ermöglichen die Bildinterpretation und fördern die methodische Kompetenz. Zudem beziehen sie weitere Medien in die Bearbeitung ein und gewährleisten, dass geographisch relevante Informationen gewonnen werden können. Die Aufgabenstellungen sind dementsprechend vielseitig gestaltet und initiieren verschiedene Zugänge zur Bildarbeit. Im Vordergrund steht immer das Phänomen Luft- oder Satellitenbild, das die Schüler-/innen intensiv betrachten und durch die Aufträge kennen lernen. Durch diese Bildarbeit erlernen die Schüler-/innen eine neue Betrachtungsweise der Welt, die sie dazu befähigt, Interpretationen und weiterführende Informationen aus dem Bild zu entnehmen oder daraus abzuleiten. Dieser Zugang soll gewährleisten, dass Sachinformationen mit bildhaften Darstellungen verbunden und dadurch vertieft abgespeichert werden können.

Die Aufgabenstellungen sind als Auswahl und Empfehlung zu verstehen, die aufgrund einer persönlichen Auseinandersetzung mit dem Satellitenbild entstanden sind. Geplant ist, dass die Aufgaben in der vorliegenden Form von einer Klasse ohne zusätzliche Bearbeitung durch die Lehrperson übernommen werden können, es steht jeder Lehrerin / jedem Lehrer aber frei, sie ihrer Klasse entsprechend auszuwählen, zu ergänzen oder anzupassen. In diesem Sinne sind sie nicht als Rezept zu verstehen, das im Unterricht durchgearbeitet werden muss, sondern als Vorschlag, der Möglichkeiten zur Arbeit aufzeigen will.

Die Zugänge und Aufgabenbeispiele sollen Lehrer-/innen dazu befähigen, selbstständig Aufträge zu Luft- und Satellitenbildern zu formulieren. Wichtig dabei ist, den phänomenologischen Zugang zu berücksichtigen und in den Vordergrund zu stellen. Dies gelingt dann, wenn man sich auf das Bild einlässt und aufgrund der Bildwirkung oder der Bildaussage Ideen entwickelt, die zum Unterrichtskontext passen. Gleichzeitig müssen Überlegungen dazu stattfinden, wie man die Schüler-/innen mit Hilfe von inhaltlichen Deutungen und Erklärungen dazu bringen kann, das Bild möglichst intensiv und genau zu betrachten. Die Erkenntnisse aus diesen Überlegungen resultieren dann in der Formulierung der Aufträge.

Die kreative Auseinandersetzung soll durch die folgende Übersicht über die Vielfalt an Arbeitsmöglichkeiten mit Luft- und Satellitenbildern unterstützt werden. Die Anregungen sind gemäss einer persönlichen Einschätzung in der Reihenfolge ihrer Komplexität aufgeführt, zudem geben die Oberbegriffe eine leichte Strukturhilfe. Die Vorschläge verstehen sich als offene Ideensammlung, eine Aneinanderreihung der einzelnen Aufträge im Unterricht wäre aber unsinnig.

Bildbetrachung

- Farben, Formen, Linien, Strukturen beschreiben
- Merkmale suchen, finden und wiedererkennen
- Merkmale nummerieren, mit Pfeilen versehen, etwas einkreisen
- Elemente zuordnen
- Auffälligkeiten feststellen
- Grössenverhältnisse vergleichen und deuten
- Bildinhalte erklären, begründen, miteinander in Verbindung bringen
- räumliche Strukturen beschreiben
- Falschfarben deuten
- Bild deuten: Aufnahmeort, dargestellte Objekte, Aufnahmezeitpunkt, Kontext
- herausfinden, was das Bild nicht zeigt

Tätigkeiten an und mit dem Bild

- Bildelemente kartieren (vereinfacht oder exakt)
- Objekte klassieren
- Skizzen aus Bildelementen anfertigen
- Legenden erstellen
- Wege einzeichnen
- messen, zählen, rechnen
- Statistiken erstellen, ableiten oder beiziehen
- mit Hilfe eines Rasters arbeiten: Informationen vergleichen, übertragen, beurteilen
- etwas mit dem Bild und der Bildinformation planen
- das Bild verändern
- Bildausschnitte vergrössern, Ausschnitte festhalten
- Satellitenbild in Kategorien zerlegen, Bedeutungsebenen herausarbeiten
- Satellitenbilder mit Karten vergleichen
- Eine Profillinie durch das Bild ziehen und daran eine Aufgabe anknüpfen

Weiterführende Aufträge

- eine Kartenskizze des Bildes mit einer eigenen Legende versehen
- Zusammenhänge zwischen Bildelementen und der Raumstruktur herstellen
- Ursache-Wirkung-Beziehungen erläutern
- Bilder / Bilderreihen vergleichen
- verschiedene Bilder in eine Reihenfolge bringen
- eine Geschichte zum Bild erzählen
- das Satellitenbild mit einem Photo des gleichen / eines ähnlichen Bildausschnittes vergleichen
- Photos zuordnen: was passt, was passt nicht?
- Hypothesen aufstellen, Informationen klären und Hypothesen beantworten
- Informationen zu Bildinhalten suchen
- weitere Bilder zum Satellitenbild suchen.
- Bilder und Texte zuordnen
- Rätsel zu den Satellitenbildern formulieren
- bei Bildern bekannter Regionen: benennen, wo man selber schon gewesen ist
- Bilder digital bearbeiten
- Präsentationen zu Themen mit Luft- und Satellitenbildern erstellen

Die aufgeführten Beispiele sind nicht abschliessend, die Liste liesse sich ergänzen und weiterführen, denn der Kreativität sind auch bei der Arbeit mit Satellitenbildern wenig Grenzen gesetzt. Reichhaltig wird die persönliche Fähigkeit, Aufgabenstellungen zu formulieren dann, wenn oft die Gelegenheit zur Betrachtung von Satellitenbildern besteht und regelmässig damit gearbeitet wird. Nicht selten erfolgt die Formulierung von Aufgabenstellungen über die Faszination, die ein Bild auslöst.

Auch Schüler-/innen können selbstständig Aufgaben zu Satellitenbildern formulieren, dabei wird einerseits deutlich, über welche Fähigkeiten sie bereits verfügen, andererseits kommt diese Möglichkeit ihren eigenen Interessen und ihrem Forschungsdrang entgegen, etwas tun zu dürfen, was sie selber für bedeutsam halten.

5.1.3 Thematische Zugangsweise mit regionalen Bezugsräumen

Die Diskussion, ob Geographieunterricht eher länderkundlich (gemäss dem Prinzip "vom Nahen zum Fernen") oder thematisch orientiert stattfinden soll, wird seit Ende der 70er Jahre diskutiert (*vgl. Ernst / Salzmann, 2004:130*). Die lange Geschichte führte zu variantenreichen Ausprägungen, die den Unterricht beeinflusst haben.

Obwohl die Zahl der Lehrpläne, die nicht regionalen, sondern oft inhaltsbezogenen Stufenschwerpunkten folgen (ohne dabei konkrete Bezugsräume aufzugeben) vor allem in Deutschland eher gering ist (*Kirchberg, 2005:7*), orientiert sich die hier vorgestellte Unterrichtsumsetzung an Themenfeldern. Das Konzept möchte aufzeigen, wie eine Alternative zu einer regional ausgerichteten Unterrichtsgestaltung aussehen kann, da diese in verschiedener Hinsicht nicht mehr zeitgemäss ist und dem Stand der gegenwärtigen fachdidaktischen Diskussion widerspricht (*nach Kirchberg, 2005:7*):

- Ein "Land-nach-Land- oder "Kontinent-nach-Kontinent-Unterricht" ermöglicht keine Progression der Einsichten zu räumlichen Strukturen und Prozessen, sondern folgt der Zufälligkeit der Gegebenheiten im jeweiligen Raum.
- Die schematische Abfolge erlaubt es nicht, Nahes und Fernes und damit eigenes Erleben und Fremdes im Geographieunterricht ständig und gleichberechtigt in Beziehung zu setzen.
- Die Festlegung auf eine regionale Abfolge erschwert einen logischen und schülergemässen thematischen und curricularen Aufbau des Unterrichts.
- Das Verständis von Zusammenhängen und komplexen Strukturen ist erst beim Verlassen des regionalen Durchgangs möglich.

Kirchberg (2005:8/9) hält fest, dass die Diskussion um den Vorrang von Räumen oder Themen eigentlich ausgestanden ist. Der Schwerpunkt des Geographieunterrichtes liegt darin, den Schüler-/innen geographische Kenntnisse und Fähigkeiten zum persönlichen Weltverstehen sowie zur individuellen und gesellschaftlichen Lebensbewältigung zu vermitteln. Erreicht wird dieses Ziel durch eine thematische Orientierung mit regionalen Bezugsräumen.

Die hier umgesetzten Zugänge zu den Aufgabenstellungen mit Satellitenbildern erfolgen primär über die thematische Orientierung, diejenige an Kontinenten und Grossregionen ist durch die möglichst breite regionale Anbindung aber dennoch möglich. Eine Tabelle zu jedem Themenfeld (in Kapitel sechs) zeigt die regionale Verankerung der einzelnen Themen auf.

5.2 Erläuterungen für die Unterrichtsumsetzung

5.2.1 Aufbau der Lernaufgaben¹

Für die Schüler-/innen sind jeweils das Satelliten- oder Luftbild (gelegentlich handelt es sich auch um mehrere Bilder) und die Aufgabenstellungen gedacht. Das Satellitenbild wird so gross wie möglich abgebildet. Wenn es auch vergrössert betrachtet werden soll (z.B. digital am Computer), wird explizit darauf hingewiesen. Die Aufgabenstellungen dienen dazu, das Bild intensiv zu betrachten und zu interpretieren. Auf eine systematische Bildinterpretation wird verzichtet.

Bei vereinzelten Lernaufgaben existiert ein ergänzender Informationstext, der spezielle Aspekte der Thematik erläutert. Quellenangaben sowohl zu den Texten als auch zu den Bildern ermöglichen das Auffinden der Informationen.

Für die Lehrpersonen werden Bild und Aufgabenstellungen mit didaktisch-methodischen Hinweisen ergänzt. Sie beinhalten – sofern verfügbar - Bildinformationen aus welchen entnommen werden kann, von welchem Satelliten das Bild aufgenommen wurde oder was die Farben bedeuten. Zudem werden Ziele und Absichten für die Formulierung der Aufgabenstellungen transparent gemacht, damit die Lehrer-/innen verstehen, was die Satellitenbildaufgabe auslösen soll. Rahmenbedingungen wie Zeitbedarf für das Lösen der Aufgabe, Voraussetzungen und Bezüge zu den Themen erleichtern den Einsatz im Unterricht. Lösungshinweise runden die Informationen ab.

5.2.2 Einarbeitung in die Sachthemen

Die Satellitenbildaufgaben beschäftigen sich jeweils mit einem Aspekt eines geographischen Themas, sie sind als Ergänzung zu den in Lehrbüchern vorgesehenen Schwerpunkten gedacht und nicht als Ersatz dafür. Vereinzelt können die Satellitenbildaufgaben als Einstieg in ein Thema verwendet werden, manchmal als Vertiefung oder auch als Übungssequenz. Es reicht in der Regel aber nicht aus, ein Thema ausschliesslich mit der Satellitenbildaufgabe zu bearbeiten. Für Hintergründe und Sachkenntnisse zu den Themen müssen die gängigen Unterrichtswerke beigezogen werden.

5.2.3 Lösungshinweise

Die Lösungshinweise werden bewusst knapp formuliert und nur dort angefügt, wo eindeutige Antworten möglich sind. Viele Fragestellungen beinhalten einen Spielraum in der Beantwortung und es wird Wert darauf gelegt, dass diese Offenheit für die Schüler-/innen gewährleistet ist. In diesem Sinne können Lösungen der Schüler-/innen auch falsch sein, so lange sie logisch begründet werden und aus dieser Sicht Sinn machen, sollen sie im Unterricht aber Platz haben.

Die Entscheidung für diesen Lösungsweg wird deshalb gewählt, weil die intensive Auseinandersetzung mit dem Luft- und Satellitenbild im Vordergrund steht und nicht die richtige Beantwortung der Fragen bzw. der Aufträge. Bewusst wird damit auch ein Umdenken der Lehrpersonen angeregt, die sich durch fehlende Lösungen einerseits selbst mit dem Bild beschäftigen und einen eigenen Lernpro-

¹ Die Kombination aus Luft- oder Satellitenbild, Aufgabenstellungen für die Schüler-/innen und ergänzende Materialien wird nachfolgend jeweils als "Lernaufgabe", selten auch als Satellitenbildaufgabe bezeichnet.

zess mit dem Luft- und Satellitenbild durchlaufen müssen. Andererseits wird ein Unterricht vorgestellt (oder angeleitet), der die komplexe Realsituation in der Welt widerspiegelt, die nur selten eindeutige Antworten auf Fragestellungen liefert.

5.2.4 Sozialform

Die Lernaufgaben mit Satellitenbildern sind so konzipiert, dass die Schüler-/innen die Aufgaben in der Regel selbstständig in Gruppen bearbeiten. Bei diesen meist offenen Problemstellungen müssen die Schüler-/innen miteinander über Phänomene, Sachverhalte, Hintergründe und Ursachen diskutieren können. Auf diese Weise erwerben sie fundierte Kenntnisse, die ihnen aufgrund der intensiven Auseinandersetzung lange in Erinnerung bleiben. Zudem trägt der Austausch verstärkt dazu bei, sich einer sinnvollen Lösung anzunähern. Wo methodisch gearbeitet werden muss, können die Schüler-/innen die Tätigkeiten auch alleine ausführen.

Die Lehrpersonen begleiten diesen Arbeits- und Lernprozess mit anregenden Unterstützungen, sie geben mit Hilfe ihrer eigenen Sach- und Methodenkenntnis Ratschläge zur Lösungsfindung oder weisen mit Fragen und Präzisierungen auf richtige Entscheide hin. Damit unterstützen sie das selbständige Lernen der Schüler-/innen und tragen dazu bei, dass geographisches Wissen durch eigene Beobachtungen, Interpretationen, Recherchen oder Argumentationen entstehen kann.

Jeder Lehrperson steht es aber frei, einzelne Aufgaben auch im Klassenverband zu lösen, zum Beispiel zur Einstimmung, bei der Klärung von allgemeinen Fragen, als Einführung in die Luft- und Satellitenbildarbeit oder zur Unterstützung bei Unsicherheiten.

5.2.5 Kartenarbeit

Bei verschiedenen Aufgaben werden die Schüler-/innen aufgefordert, einen Eintrag in ihre persönliche Karte vorzunehmen. Dieser Hinweis bezieht sich auf die Idee, dass die Schüler-/innen eine eigene, vorerst leere, dann mitwachsende Karte führen, in welcher sie diejenigen topographischen Merkmale eintragen, mit denen sie im Laufe des Geographieunterrichtes konfrontiert sind. Aus dieser Arbeit entsteht eine Orientierungskarte mit Orten und anderen Lokalitäten, die die Schüler-/innen mit Themen und Merkmalen verbinden. Ergänzend zur Karte kann ein Heft geführt werden, das kurze Aufzeichnungen zu den einzelnen Karteneinträgen enthält. Dadurch werden die Bezüge zu den topographischen Merkmalen vertieft.

Diese Form der Kartenarbeit ist deshalb sinnvoll, weil topographische Merkmale nur mit inhaltlichen Bezügen vermittelt und gelernt werden. Die Kombination von inhaltlichem Kenntnissen und der Lagebezeichnung auf einer Karte verhilft zu einer nachhaltigen Abspeicherung von Wissen. Gerade für das topographische Lernen ist dies bedeutsam.

5.2.6 Fächerübergreifender Unterricht

Obwohl es besonders in Gymnasien oder anderen Schulen mit Fachlehrerprinzip nicht einfach ist, fächerübergreifend zu unterrichten, bieten sich die Aufgabenstellungen dennoch an, Kolleg-/innen aus

der Physik, Biologie, Mathematik oder dem Sport für gemeinsame Projekte beizuziehen. Auch wenn nicht in jeder Aufgabe explizit auf das gemeinsame Arbeiten hingewiesen wird, soll der Aspekt dennoch nicht vernachlässigt werden. Gerade die Anschauung komplexer technischer Hintergründe, das Aufzeigen und Erfassen von Zusammenhängen im Weltgeschehen oder die Erhebung von Bodendaten zur Verifizierung von Sachverhalten im Bild tragen wesentlich zum vertieften Verständnis bei. Gleichzeitig entspricht der Umgang mit dem Luft- oder Satellitenbild noch stärker der Alltagsrealität, da auch in Wirtschaft und Wissenschaft die Bildmaterialien in der Regel zusammen mit weiteren Informationen verwendet werden.

5.3 Empfehlungen zur Bildersuche

Wer nicht nur das geplante Lehrwerk einsetzen will, sondern sich von der Faszination der Luft- und Satellitenbildarbeit hat anstecken lassen, kann sich selbst auf die Suche nach passenden Bildmaterialien machen. Dies ist heute möglich, die nachfolgenden Hinweise möchten die Suche und Auswahl erleichtern.

Am schwierigsten ist es, geeignete Luft- und Satellitenbilder zu finden, die zum aktuellen Unterrichtskontext passen. Ohne persönliche Beziehungen zu Institutionen oder Betrieben, die Luft- und Satellitenbilder vertreiben, ist das Finden des exakt richtigen Bildes kaum möglich oder für die Unterrichtsvorbereitung zu aufwändig.

Wer für die Fernerkundung sensibilisiert ist, findet im Alltag und natürlich im Internet eine sehr gute und überaus vielfältige Auswahl an Bildern, die sich für den Unterricht eignen. Grossformatige Bilder können zum Beispiel aus Kalendern stammen, die als Werbegeschenke verbreitet werden. Auch Zeitungen oder Zeitschriften (v.a. GEO) enthalten häufig schöne und passende Bilder, sie werden bei Berichterstattungen, Reportagen, Forschungsergebnissen oder für Rätsel abgebildet.

Die Bilderfülle im Internet ist unüberschaubar, nur müssen die Bilder auch gefunden werden. Dort Luftbilder zu suchen und zu finden, ist schwierig. Bei Satellitenbildern gelingt die Recherche dann gut, wenn in die Suchmaschine die englische Bezeichnung des gewünschten Themas oder der Region zusammen mit dem Begriff "satellite" eingegeben wird (bsp. "munich + satellite"). Wer sich ohne bestimmtes Thema von Satellitenbildern inspirieren und von ihrer Fülle beindrucken lassen will, ist mit Satellitenbild-Datenbanken gut bedient. Dort werden Bilder veröffentlicht, die ästhetisch sehr ansprechend sind oder besondere Bildinhalte (wie z.B. Sportstadien oder das Oktoberfest) abbilden. Sie haben eine stark motivierende Wirkung und lassen sich deshalb gut im Unterricht einsetzen. Mit Geduld und Ausdauer können auch in den Datenbanken Luft- und Satellitenbilder gefunden werden, die zum Unterrichtsthema passen.

Die Linkliste im Anhang stellt eine Zusammenfassung aller Bilddatenbanken dar, die in den untersuchten Zeitschriften, Fachartikeln, Lehrbüchern, wissenschaftlichen und fachdidaktischen Aufsätzen aufgeführt wurden. Ergänzt wurde diese Sammlung durch persönliche ausgiebige Recherchen. Die einzelnen Links sind mit wenigen Informationen kurz kommentiert. Die letzte Überprüfung der Links fand am 27.6.06 statt, zu diesem Zeitpunkt funktionierten alle Verweise. Aufgrund der Schnelllebigkeit des weltweiten Netzwerkes ist diese Liste nicht abschliessend, immer wieder sind bei der Arbeit am Computer neue Archive auffindbar.

6 Themenfelder und regionale Bezüge

6.1 Einführende Hinweise

Nachfolgend werden die 15 Themenfelder, die in *Kapitel 4.4, S. 93* bestimmt wurden, je auf einer Doppelseite vorgestellt. Ein Kurztext erklärt, was die Schwerpunkte des einzelnen Themenfeldes sind und wie es sich gegenüber anderen Themenfeldern abgrenzt. Ein Cluster verdeutlicht dessen Unterthemen und Teilbereiche. Abgrenzungen wurden bewusst gefällt, verdeutlichen aber auch, dass die Themen miteinander verbunden sind bzw. ineinander übergehen.

Die Farben in den Clustern zeigen auf, welches eher Grundlagenthemen sind und wo die Schwerpunkte in den Bereichen physische Geographie oder Humangeographie liegen. Ziel war, in jedem Thema sowohl physisch-geographische als auch humangeographische Themenschwerpunkte zu berücksichtigen. Wo es möglich war, wurden auch Grundlagen einbezogen. Bei Teilthemen weisen farbige Linien auf die entsprechenden Bezüge hin.

Die Grundlagen der Fernerkundung können bei jedem Thema vermittelt werden. Es entspricht dem Konzept aber besser, sie passend an einem Thema anzuknüpfen. Das Verständnis für die Aufgabenbereiche und Möglichkeiten der Fernerkundung können auf diese Weise kontextbezogen vermittelt werden, wichtige Alltagsbezüge der Disziplin werden so transparent. Wo dies vorgesehen ist, befindet sich ein entsprechender Hinweis im Cluster.

Vereinzelt weisen Pfeile auf Zusammenhänge innerhalb eines Themenfeldes hin, sie akzentuieren besonders wichtige Verbindungen. Es ist selbstredend, dass viele Aspekte sowohl innerhalb eines Themenfeldes als auch zwischen verschiedenen Themenfeldern miteinander verknüpft sind. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde auf weitere graphische Hinweise verzichtet.

Neben den Clustern und den Kurztexten erläutert eine Tabelle, an welchen geographischen Regionen die einzelnen Themen festgemacht werden. Die regionalen Beispiele stammen aus der Durchsicht verschiedener Lehrbücher und gewährleisten, dass die üblicherweise im Unterricht besprochenen Länder, Orte, Regionen oder Landschaften durch die Arbeit mit den Satellitenbildern abgedeckt werden. Als Orientierung für die regionale Anbindung dienen die verschiedenen Kontinente, innerhalb dieser wird weiter differenziert (Städte, Länder, Berge, Gewässer, Regionen usw.). Neben den Kontinenten werden auch die Polregionen (Arktis und Antarktis) berücksichtigt und die Arabische Halbinsel wird aus Gründen der besseren Darstellungsmöglichkeit separat ausgewiesen. Eine Rubrik ist mit "Welt" übertitelt, darunter werden Satellitenbilder verstanden, die die ganze Erde oder Erdhälften abbilden.

Nicht zu allen im Cluster aufgeführten Teilthemen sind Aufgabenstellungen geplant. Dies deshalb, weil eine überzeugende Kombination von Unterrichtsthemen und Aufgabenstellungen der Fernerkundung realisiert und keine beliebige Aneinanderreihung von Luft- und Satellitenbilderaufgaben stattfinden soll.

Noch einmal muss an dieser Stelle betont werden, dass es sich bei den Vorschlägen um ein umfangreiches und quasi vollständig erarbeitetes Konzept handelt. Ob alle geplanten Aufgabenstellungen in dieser Form realisiert, das heisst in einem oder mehreren Lehrwerken publiziert werden können, hängt neben der konzeptionellen Erarbeitung stark von den Verlagen ab, die sich zur Produktion es Lehrwerkes entschliessen. Aufgrund der gegenwärtigen Verhandlungen kann bereits festgehalten werden, dass pro Themenfeld zwei bis drei Aufgabenstellungen konkretisiert werden. Dadurch wird ein breites Spektrum abgedeckt, das vielfältig veranschaulicht und verdeutlicht, wie die Umsetzung des Konzeptes aussieht.

6.2 Themenfeld 1: Orientierung im Raum

Das Thema "Orientierung im Raum" ist als Einstiegskapitel zu verstehen, die darin enthaltenen Ideen können aber auch für vertiefende Unterrichtssequenzen oder zur Auflockerung eingesetzt werden.

Die Anbindung an Kontinente und Grossregionen wird nur im Teilbereich der Rekorde / Extreme realisiert, die anderen Unterthemen beziehen sich auf verschiedene Themen der ganzen Welt. Inseln, Oberflächenformen oder Vegetationszonen dienen (exemplarisch) dazu, sich mit einzelnen Merkmalen der Erde genauer zu beschäftigen und diese kennen zu lernen. Durch die breite Verteilung der Einzelmerkmale quer über die Erdoberfläche können Schüler-/innen eine räumliche Übersicht gewinnen und erste Beziehungen zwischen den Merkmalen aufbauen. Dem gegenüber steht eine eher systematische Charakterisierung der Kontinente und Grossregionen, wodurch genaues Betrachten und Beschreiben geübt sowie präzise Kenntnisse gebildet werden können.

Die Erläuterungen machen deutlich, dass in diesem Themenfeld der Schwerpunkt auf der physischen Geographie liegt, geographische Grundlagenkenntnisse kommen keine zum Zug und humangeographische Aspekte werden nur am Rand angesprochen. Dies legitimiert sich aus drei Gründen:

- Gemäss der chronologischen Entwicklung der Erde kann dem natürlichen Untergrund eine entscheidende Rolle zugewiesen werden (*Kaminske*, 2004:93). Es macht deshalb Sinn, sich mit den entsprechenden Merkmalen schon früh auseinander zu setzen.
- Die Themenfelder sind nicht scharf voneinander abgrenzbar, sie weisen so auch die Aspekte des Themas Raumorientierung auf andere Themenfelder hin und verbinden verschiedene Unterthemen miteinander. Physische und human-geographische Schwerpunkte sind aber im Bezug auf das gesamte Unterrichtskonzept ausgewogen verteilt.
- Das Ziel dieses Themenfeldes ist es, den Schüler-/innen eine erste Begegnung mit Luft- und Satellitenbildern zu ermöglichen und über verschiedene Zugänge mit der Art der Aufgabenstellungen vertraut zu werden. Beschreibungen und Charakterisierungen unterstützen die Erreichung dieses Ziels besser als schwierige Bildinterpretationen.

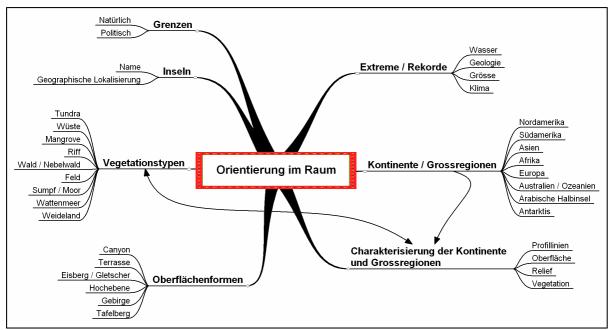


Abb. 12: Themenfeld Raumorientierung

Tab. 7: Regionale Bezüge im Themenfeld "Orientierung im Raum"

Übersicht ü	Übersicht über Extreme der	_	Erde in den Bereichen Geologie, Wasser, Grösse und Klima	Geologie, W	asser, Gröss	e und Klima		
	Nordamerika	Südamerika	Asien	Afrika	Europa	Arabien	Australien / Ozeanien	Antarktis
Geologie	Rainbow Bridge, Utah	Salar de Uyu- ni, Bolivien	Putorama- Plateau, Sibi- rien	Grabenbruch Ostafrika	Island	Totes Meer	Kirimati Atoll	
	Grösste natürli- che Brücke	Grösste Salz- pfanne	Grösste Basalte	Längster Graben- Am schnellsten bruch wachsende Inse	Am schnellsten wachsende Insel	Tiefster Punkt der Grösstes Atoll Erde	Grösstes Atoll	
Wasser	Lake Superior Canada / USA	Iguacu-Fälle, Argentinien	Kaspisches Meer	Namibwüste	Nordwestfjord Ostgrönland		Malediven	Lambertglet scher
	Grösster Süsswassersee	Breitester Was- serfall	Grösster Salzwassersee	Älteste Wüste	Längster Fjord		Am schnellsten versinkende Inseln	Längster Talgletscher
Grösse	Mauna Loa, Mauna Kea	Amazonas	Himalaya, Mt. Everest	Sahara	Grönland	Rhub al Khali	Simpson- wüste	Wostok
	Grösste Berge vom Meeresgrund	Gewaltigster Fluss	Höchster Berg	Grösste Wüste	Grösste Insel	Grösste Sand- fläche in einer Wüste	Längste Sand dünen	Kältester Ort
Klima	Columbia- gletscher	Atacama	Mawsynram, Nordostindien	Danakilsenke, Äthiopien	Sturm Lothar		1	Common wealth-Bay
	Schnellster vorrückender Gletscher	Trockenster Platz Nässester Ort der Erde	Nässester Ort	Unwirtlichster Ort	Grösster Wald- schaden			Windigster Ort
Übersicht ü	Übersicht über die ausgwähl	vählten Inseln	_					
	Намаіі	Yucatan, Gala- pagos, Kuba, Antillen, Baha- mas	Sri Lanka	Madagaskar, Seychellen	Kreta, Elba, Sardinien, Kanarische Inseln	1	Malediven, Indonesien, Borneo	

6.3 Themenfeld 2: Grundlagen der Erde

Im Themenfeld "Grundlagen der Erde" werden Themen zusammengefasst, die hauptsächlich mit der Form und der Bewegung der Erde im Zusammenhang stehen. Schwerpunkte des Themenfeldes sind die Auswirkungen der Erdbewegungen, die Beschreibung der Erde als Körper im Weltraum und die Grundlagen der Plattentektonik. Der Aspekt "Erdoberfläche" wird nicht in diesem Themenfeld konkretisiert, die entsprechenden Unterthemen werden an andere Themenfelder angebunden, weil dort bessere Bezüge oder konkrete Anwendungen zu den Teilaspekten geschaffen werden können.

Das Thema Plattentektonik beschäftigt sich in diesem Themenfeld mit Formen plattentektonischer Vorgänge und ihren Ursachen. Regionale Beispiele zeigen unterschiedliche Arten von Plattengrenzen. Deshalb tauchen die beiden Begriffe Erdbeben / Vulkanismus in der Übersichtstabelle mehrfach auf. Durch die quer über die Erdoberfläche verteilten Beispiele soll ein Bewusstsein für die Vielfalt dieser Erde geschaffen und die räumliche Orientierungsfähigkeit der Schüler-/innen gefördert werden.

Wie die Legende zeigt, werden in diesem Themenfeld Grundlagen und physisch-geographische Schwerpunkte berücksichtigt. Die humangeographischen Aspekte fehlen aus vergleichbaren Gründen wie im Themenfeld Raumorientierung.

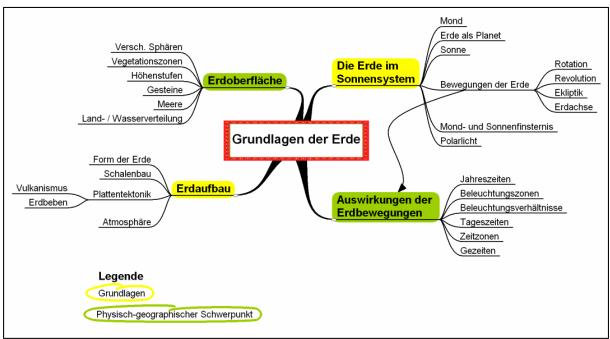


Abb. 13: Themenfeld Grundlagen der Erde

Tab. 8: Regionale Bezüge im Themenfeld "Grundlagen der Erde"

Nordamerika	Erdbeben: Kalifornien Vulkanismus: Mt. St. Helens, Hawaii (Hot Spot) Gezeiten: St. Lorenz-Strom
Süd- und Mittelamerika	Erdbeben: Anden Vulkanismus: Popocatepetl
Asien	Erdbeben: Japan, Himalaja Vulkanismus: Pinatubo Tageszeiten
Afrika	Erdbeben / Vulkanismus: Kilimandscharo Höhenstufen: Kilimandscharo Tageszeitenklima Mond- und Sonnenfinsternis
Europa	Erdbeben: Alpen, Oberrheingraben Vulkanismus: Ätna, Island Gezeiten: St. Malo
Arabischer Raum	Erdbeben: Sinai, Totes Meer
Welt	Charakterisierung des Mondes Atmosphäre Zeitzonen Jahreszeiten Plattengrenzen in der Übersicht Land-/Wasserverteilung in Kombination mit Projektionen

6.4 Themenfeld 3: Kartographie

Das Thema Kartographie ist etwas anders strukturiert als die nachfolgenden Kapitel. Von den im Cluster aufgeführten Aspekten werden nur fünf Aspekte mit einem Satellitenbild verdeutlicht:

- Projektionen am Beispiel Sinai
- Herstellen einer physischen Karte am Beispiel Asien
- Herstellen einer thematischen Karte am Beispiel Europa (oder der eigenen Wohnregion)
- Vergleich von Luftbild, Satellitenbild und Karte
- Weltbilder an geeigneter Abbildung der ganzen Welt.

Die Ursache für diese Entscheidung liegt in der Tatsache begründet, dass die Kartographie als Grundlage für das Kartenverständnis für Schüler-/innen zwar bedeutsam ist, als Methode aber nicht nur in einem Themenfeld ihren Platz findet, sondern immer wieder geübt werden muss. Deshalb fliesst das Lesen und Herstellen von Karten in viele andere Aufgabenstellungen mit ein, was mehr Sinn macht, als dies hier nur einmal exemplarisch zu realisieren. Aufgrund dieser Entscheidung existiert zum Themenfeld Kartographie keine Tabelle zur räumlichen Anbindung.

Erstmals erscheint in diesem Cluster der Aspekt der "Anbindung der Grundlagen der Fernerkundung". Dadurch, dass die Fernerkundung einen wesentlichen Beitrag zur Herstellung und Nachführung von Karten leistet, ist hier über diesen Aufgabenbereich die Vermittlung von Hintergrundinformationen sinnvoll.

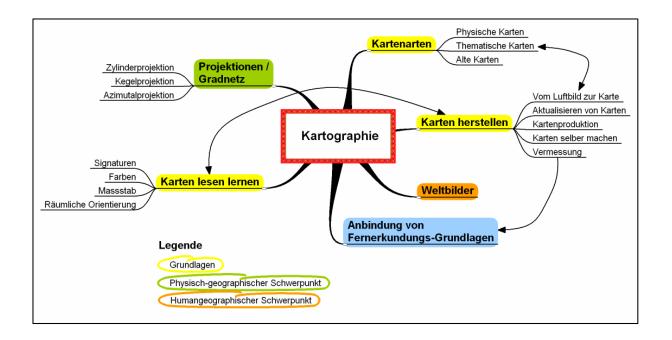


Abb. 14: Themenfeld Kartographie

6.5 Themenfeld 4: Raumplanung

Aspekte der Raumplanung werden hauptsächlich in oberen Klassen des Gymnasiums besprochen. Die Schüler-/innen sollen lernen, welche Aufgaben Raumplaner-/innen erfüllen und in welchen Bereichen raumplanerische Tätigkeiten erforderlich sind.

Die Umsetzung des Themenfeldes Raumplanung erfolgt so konkret wie möglich, damit die Schüler-/innen authentische Aufgabenstellungen nachspielen können. Zu jedem Kontinent bzw. Grossregion wird ein ausgewähltes Planungsziel aus dem untenstehenden Cluster verwirklicht und mit einem Beispiel verknüpft. Grundlagen der Raumplanung können in die Arbeitsaufträge einfliessen, sie sollen aber angewendet und – soweit dies auf der Stufe möglich ist – umgesetzt werden. Auch die Raumkategorien fliessen implizit in die Aufgabenstellungen ein, zum Beispiel wenn die Schüler-/innen ein Bild beschreiben und Elemente daraus erkennen müssen.

In der untenstehenden Tabelle wird verdeutlicht, welche Themen den verschiedenen Regionen zugeordnet werden.

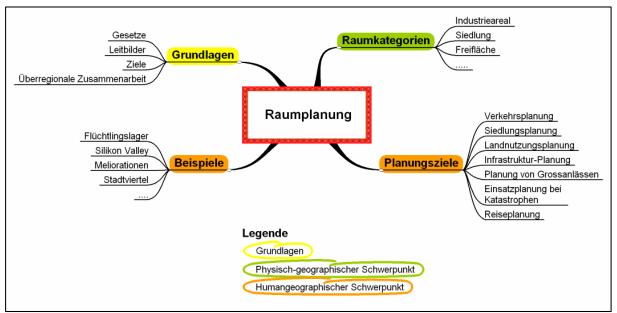


Abb. 15: Themenfeld Raumplanung

Tab. 9: Regionale Bezüge im Themenfeld "Raumplanung"

Nordamerika	Stadtplanung im bis anhin ungenutzten Gelände Planungsziele: Wohnfläche, Verkehr, Grünflächen, Mietpreisunter- schiede, Freizeitgestaltung usw.
Süd- und Mittelamerika	Ansiedlung eines Dorfes im Regenwald Planungsziele: Wasserquelle, erlaubte Rodungsfläche, Dimension der Siedlung, Verpflegung und Verkehr usw.
Asien	Planung einer Ölpipeline durch Aserbaidschan Planungsziele: Berücksichtigung der Naturgeographie, Weglänge, Bautätigkeit, Reparaturen usw. Wirtschaftssektoren am Beispiel Kandahar kartieren
Afrika	Planung und Organisation eines Flüchtlingslagers Planungsziele: Unterkunft, Ausdehnung (Personenzahl), Lage, Infra- struktur, Hilfsmassnahmen, Zugänglichkeit usw.
Europa	Logistik eines Sportanlasses in einer Stadt planen Planungsziele: Verpflegung, Route, Verkehr, Hilfsmassnahmen, Abfall, Parkplatz, Besucherführung usw. Entwicklungsvergleiche von Städten (Luftbildpaare, z.B. Davos oder St. Moritz – 1956 / 2005)
Arabischer Raum	Planung neuer Wasserwege Realisierung utopischer Ideen (vgl. Palm Island)
Australien	Reiseplanung Planungsziele: Verkehrsmittel, Zeit, Verhalten, Kulturprogramm, usw.

6.6 Themenfeld 5: Landnutzung, Land- und Forstwirtschaft

Das Thema Landnutzung gestaltet sich relativ komplex, es werden sowohl Beschreibungen der Erdoberfläche wie auch Aspekte der Land- und Forstwirtschaft darunter subsumiert. Einerseits sollen die Schüler-/innen kennen lernen, wie vielfältig die Erdoberfläche gestaltet ist und welche Landbedeckungseinheiten unterschieden werden können. Andererseits sollen auch typische exemplarische Anwendungen der Fernerkundung besprochen werden, wie zum Beispiel die Tierzählung, Ernteprognosen oder Probleme, die sich aus der Nutzung ergeben.

Die Landnutzung / Land- und Forstwirtschaft ist mit anderen Themenfeldern verzahnt. So ergeben sich zum Beispiel Abgrenzungen zu den Oberflächen- und Landschaftsformen, zum Wasser und zu den Umweltproblemen. Aufgezeigt wird so, dass Themen im Geographieunterricht nicht isoliert betrachtet werden können, sondern viele Anliegen zusammen hängen.

Das Cluster zeigt, dass in diesem Themenfeld Grundlagen, physisch-geographische und humangeographische Schwerpunkte ausgewogen vertreten sind. Fernerkundungs-Grundlagen sollen hier über den Aspekt "Erdbeobachtung" angebunden werden, da diese als ein Hauptzweig der Disziplin betrachtet werden kann.

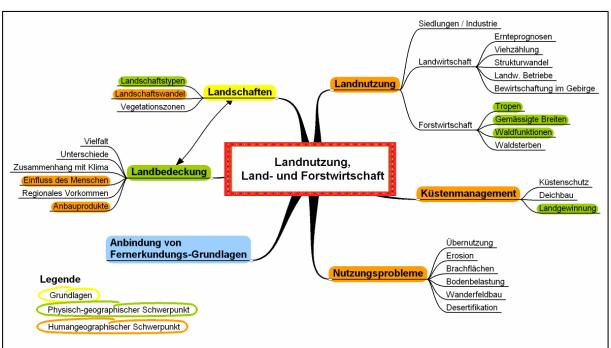


Abb. 16: Themenfeld Landnutzung / Land- und Forstwirtschaft

Tab. 10: Regionale Bezüge zum Themenfeld "Landnutzung, Land- und Forstwirtschaft"

Nordamerika	Great Plains; Landnutzung / Landnutzungsmuster der USA Laubwald im Herbst Landwirtschaftsbetriebe – Wandel der Betriebsgrösse Tierzählung Erosion durch Überbeanspruchung
Süd- und Mit- telamerika	Agrarnutzung im Regenwald / Rodung Landnutzung in Südamerika: Santa Cruz Plantagenwirtschaft Landnutzungsspuren alter Völker
Asien	Tundra, Mangrove aus der Luft Landgewinnung am Huang-He-Delta Reisanbau -> Ernteprognose Bewirtschaftung im Gebirge
Afrika	Buschfeuer und Kochstellen im Regenwald Wanderfeldbau Savanne und Steppe aus der Luft Leben im Wadi
Europa	Ackerbau (Nutzungsvielfalt) und Siedlungstypen Mischwald, Waldverbreitung, Waldzustand Deichbau und Küstenschutz, Landgewinnung Bodendegradation im Mittelmeerraum Landschaftspflege in den Alpen
Arabischer Raum	Wüste, Desertifikation Terrassenbau im Jemen
Australien, Ozeanien	Inselgruppe Polynesien Tierzählung

6.7 Themenfeld 6: Oberflächen- und Landschaftsformen

In diesem Themenfeld werden Oberflächen- und Landschaftsformen aufgeführt, die durch verschiedene Kräfte entstanden sind. In Abgrenzung zur Landnutzung / Land- und Forstwirtschaft liegt der Schwerpunkt hier auf dem prozessualen Verständnis, also der Wirkung verschiedener Einflüsse auf die Oberflächen- und Landschaftsgestaltung.

Auch in diesem Themenfeld ergeben sich Bezüge zum Beispiel zu den Naturkatastrophen, wo die Auswirkungen von Ereignissen und Prozessen besprochen werden. Andere Verbindungen existieren zu den Themenfeldern Wasser und Geologie.

Der Luftbildarchäologie ist es zu verdanken, dass archäologische Stätten in einer grösseren Überschau erfassbar oder überhaupt erst entdeckt wurden. Deshalb werden auch Spuren früherer Siedlungs- oder Bewirtschaftungstätigkeiten hier angegliedert.

Im Themenfeld Oberflächen- und Landschaftsformen dominieren die physisch-geographischen Schwerpunkte, aufgrund der Themenstellung ist dies einleuchtend. Dadurch, dass der Mensch die Gestalt der Erde nicht unbedeutend beeinflusst, können auch humangeographische Aspekte berücksichtigt und einbezogen werden.

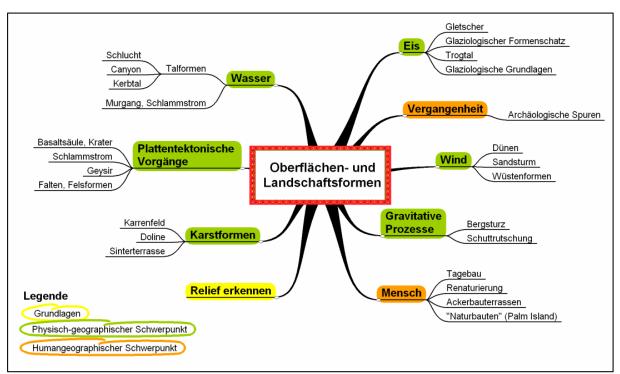


Abb. 17: Themenfeld Oberflächen- und Landschaftsformen

Tab. 11: Regionale Bezüge zum Themenfeld "Oberflächen- und Landschaftsformen"

Nordamerika	Grand Canyon, Appalachen Mt. St. Helens (Krater und Schlammstrom) Lava und Aschestrom in Hawaii Arizona: Wüste, Krater, versteinerter Wald Archäologisches Beispiel (Tempel)
Süd- und Mit- telamerika	Altiplano Peru / Bolivien Gletscher Patagonien Basaltsäulen Mexiko Iguaçu-Wasserfall Archäologisches Beispiel (Grabstätte)
Asien	Hochland von Tibet Sinterterrassen, Karst Türkei Salzfelder beim Toten Meer Mar des Pinatubo Löss Ackerbauterrassen
Afrika	Kilimandscharo: Kegelform und Krater Wüstenformen Algerien Sandsturm in Marokko Archäologisches Beispiel (Palast)
Europa	Ätna mit Asche und Rauch, Vesuvkrater Landbedeckung der Kanarischen Inseln Geysir und Spalten von Thingvellir, Island Dolinen, Karrenfelder Slowenien Gletscher und -rückzug in den Alpen; glaziologischer Formenschatz Talbildung (Trog- und Kerbtal) Renaturierung von Braunkohlegebieten Massenbewegungen: Bergrutsch, Murgang, Steinschlag, Archäologisches Beispiel (Grenzverlauf)
Arabischer Raum	Wüstenschliff Dünenformen Palm Island
Australien, Ozeanien	Uluru Gefaltete Bergrücken der Mc Donell Ranges Archäologisches Beispiel (Siedlung)
Polregionen	Eisfeld im Meer: Packeis, Eisberge, kalbender Gletscher Polygonböden
Welt	Reliefkarten Profile quer durch einen Kontinenten hindurch erstellen Oberflächenkarten aus Satellitenbildern zeichnen

6.8 Themenfeld 7: Geologie

Das Themenfeld Geologie wird in Lehrplänen sehr unterschiedlich behandelt, in der Regel aber an den unmittelbaren Erfahrungsraum der Schüler-/innen angebunden. Dies macht deshalb Sinn, weil das komplexe Thema im Nahraum besser veranschaulicht werden kann. Ein Schwerpunkt liegt deshalb auf der geologischen Gliederung der Regionen, in welchen die Schüler-/innen leben.

Bei der Umsetzung zu Aufgabenstellungen mit Luft- und Satellitenbildern geht es darum, geologische und tektonische Strukturen zu erkennen und zu beschreiben und auf diese Weise einen weltweiten Formenschatz kennen zu lernen. Zudem wird ein Schwerpunkt auf die Rohstoffgewinnung gelegt. Die Schüler-/innen sollen lernen, welche Rolle die Fernerkundung bei der Gewinnung von Rohstoffen und der Mineralprospektion spielt, welche Formen daraus an der Erdoberfläche entstehen und welche Probleme damit verbunden sind. Auf diese Weise wird das für Schüler-/innen relativ abstrakte Thema Geologie konkretisiert und sie erkennen die Bedeutung der Auseinandersetzung mit geologischen Fragestellungen.

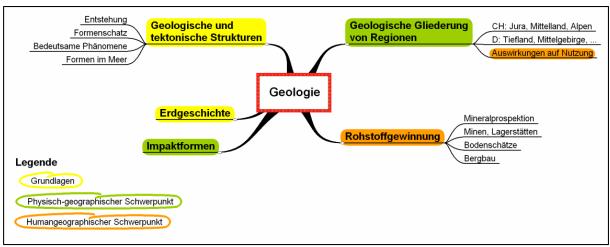


Abb. 18: Themenfeld Geologie

Tab. 12: Regionale Bezüge zum Themenfeld "Geologie"

Nordamerika Süd- und Mit-	Utah und Front-Range: Gesteinsformen, Entstehung, Strukturgeologie Kohlenmine Wyoming Manicouagan-Impaktkrater Quebec Subduktion des Mt. St. Helens Vergleich von Nord- und Südamerika im West-Ost-Profil Geologische Struktur der Anden
telamerika	Silbertagebau Chile Lagerstättensuche
Asien	Himalaja Tagebau in Sibirien Impaktkrater im Pamirgebirge mit Wasser gefüllt
Afrika	Atlasgebirge: Formen und Entstehung Diamanten- und Goldminen Südafrika Aorounga-Krater, Tschad
Europa	Tektonische Einheiten der Schweiz: Jura, Mittelland und Alpen Tektonische Einheiten Deutschlands: Oberrheingraben, Tiefebenen, Mittelgebirge, (Kombination mit Nutzung) Strukturgeologie Alpen Vulkanische Geologie Santorini Kiesgrube, Steinbruch Ruhrgebiet in Deutschland im Wandel Nördlinger Ries / Hohentwil: Landschaftsgeschichte mit geologischer Karte nacherzählen
Arabischer Raum	Geologische Struktur Saudi-Arabiens Rohstoffe-Detektion Maar in Harrat Shamah, Saudi-Arabien
Australien	Diamantenmine und Bauxitabbau in Australien
Welt	Struktur des Meeresbodens Mondoberfläche im Vergleich zur Erdoberfläche

6.9 Themenfeld 8: Wasser

Wasser ist ein Themenfeld, das viele andere Bereiche tangiert, wie z.B. Oberflächenformen, Landnutzung, Naturkatastrophen, Umweltfragen, Tourismus usw. Das Themenfeld Wasser wurde so umfassend wie möglich zu gestalten versucht, damit die Bedeutung des Wassers, Zusammenhänge und Ursache-Wirkungs-Analysen verdeutlicht werden können.

Ein Schwerpunkt liegt auf den verschiedenen Vorkommensarten von Wasser. Die Schüler-/innen lernen daran, Satellitenbilder zu lesen und die unterschiedlichen Darstellungen verschiedener Formen von Wasser zu interpretieren. Auch die Wasserkraft wird an exemplarischen Formen demonstriert.

Neben der Beschreibung eher physisch-geographischer Aspekte kommt auch der Wassernutzung eine grosse Bedeutung zu. Die Schüler-/innen beschäftigen sich in diesem Themenfeld mit den vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten, lernen entsprechende Formen kennen und beschreiben ihre Vor- und Nachteile. Nicht alle Aspekte dieses Clusters werden separat behandelt, dies würde dem Anspruch des vernetzten Denkens nicht entsprechen. In der Regel geht es darum, Vorkommen, Form, Wasserkraft und Nutzung miteinander zu verbinden und daraus Ursachen und Wirkungen abzuleiten.

Ein in Lehrplänen eher untergeordnetes Thema ist das Weltmeer. Dennoch soll es hier aufgeführt werden, gerade auch deshalb, weil seine Erforschung zunehmend an Bedeutung gewinnt und es zahlreiche Einflüsse auf unser Leben hat.

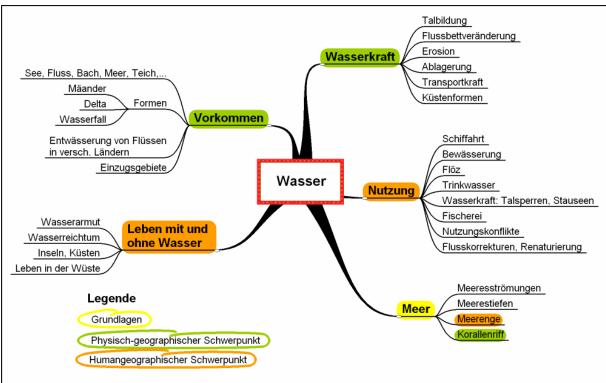


Abb. 19: Themenfeld Wasser

Tab. 13: Regionale Bezüge zum Themenfeld "Wasser"

Nordamerika	Colorado River: Talbildung, Flussverlauf, Nutzung, Erosion Grosse Seen: Canada / USA Deltaverlagerung am Mississippi Bewässerung
Süd- und Mit- telamerika	Amazonas: Mäander, Schwemmerosion, Flözerei Fischerei Höchster Wasserfall, Salto Angel: Entstehung, Form
Asien	Ganges: Einzugsgebiet, Delta, Leben in Bangladesh Baikalsee und Jenissei: Trinkwasserreserven Yangtsekjang: Dreischluchtendamm Huang He: Flussregulation Mekong: Pendelbewegung des Flussverlaufes Wasserkonflikte im Nahen Osten
Afrika	Nil und Nildelta: Formbildung, Nutzung, Bedeutung Wadi Inlanddelta des Okawango Flussformen am Niger, Kongo Verlandung des Tschadsees, Erfolge am Nassersee Assuan-Staudamm
Europa	Küstenformen, Küstenerosion Seenplatte Finnland Wattenmeer Wasserschloss Schweiz und Entwässerung der Flüsse Gletscherfluss und Schwemmebene Flusskraftwerke, Talsperren, Stauseen Leben in Venedig Formen des Wassers im Satellitenbild erkennen: Bach, See, Teich, Meer, Fluss,
Arabischer Raum	Meerenge Bosporus Bewässerung in der Wüste
Australien, Ozeanien	Korallenriff, Atoll, Saumriff usw. Meerestiefen Leben auf Bora Bora
Welt	Meeresgebiete, Meeresströmungen

6.10 Themenfeld 9: Wetter und Klima

Das Themenfeld Wetter und Klima kann als Aushängeschild der Fernerkundung bezeichnet werden, da den meisten Menschen Satellitenbilder aus der Wettervorhersage am Fernsehen bekannt sind und sie die Fernerkundung mit dem Wetterbericht in Verbindung bringen.

Das Themenfeld greift diesen Ansatz als Hauptanliegen auf, der Schwerpunkt liegt darin, Wetterkarten zu betrachten und die darin enthaltenen Informationen zu interpretieren. Dabei geht es keineswegs um eine meteorologisch korrekte Interpretation, sondern um Feststellungen von Wolkenverläufen, Farbveränderungen und Vergleiche verschiedener Wetterlagen. Der Zugang zum Wetter erfolgt stark phänomenologisch. Grundlagen, die für das Verständnis nötig sind, werden nicht mit den Satellitenbildern gelegt sondern sollten vorher im Unterricht besprochen werden.

In der Regel werden Wetterkarten oder Wetterlagen aus dem Raum besprochen, in welchem die Schüler-/innen leben. Gleichwohl sind auch Wetterlagen anderer Regionen immer wieder Gegenstand des Unterrichts. Unter dem Aspekt globale Zirkulation wird deshalb der Blickwinkel geöffnet, so dass weltweite klimatische Zusammenhänge verdeutlicht werden können. Dadurch wird es auch möglich, den Klimawandel zu thematisieren und ansatzweise zu verstehen. Die Farbgebung beim Klimawandel zeigt an, dass ein Schwerpunkt auf die Auswirkungen auf die natürliche Umwelt gelegt wird (grüne Markierung des Begriffs), für dessen Ausprägung aber anthropogene Ursachen verantwortlich sind (orange Linien).

Auch beim Thema Wetter und Klima kann die Anbindung von Fernerkundungs-Grundlagen erfolgen.

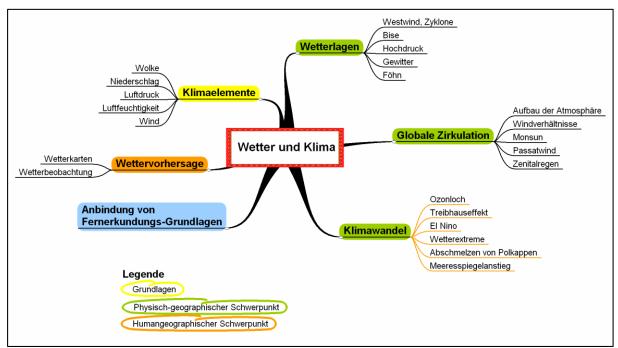


Abb. 20: Themenfeld Wetter und Klima

Tab. 14: Regionale Bezüge zum Themenfeld "Wetter und Klima"

Nordamerika	Wetterlage Hurrikan: Dimension, Verlauf, Zugbahn, Lage Bezug zum Klimawandel
Süd- und Mit- telamerika	El Nino Bezüge zur globalen Zirkulation und den Passaten
Asien	Klimazonen: polar bis gemässigt und azonale Zonen (Gebirge) Monsun
Afrika	Klimazonen: subtropisch bis tropisch Zenitalregen, ITC, Passate
Europa	Wetterlagen: Westwind / Zyklone, Föhn, Hochdruck, Bise, Gewitter Wettervorhersage
Arabischer Raum	Hochdruck Passate
Australien, Ozeanien	Ozonloch -> Klimawandel Wolkenabdrift in der Atmosphäre
Polregionen	Veränderung der Polkappen -> Klimawandel
Welt	Globale Zirkulation der Winde Ozongehalt weltweit Verlagerung von Klimazonen durch Klimawandel TIR-Meteosatbilder: Tag und Nacht, Meer und Wüste (unterschiedliches Verhalten)

6.11 Themenfeld 10: Naturkatastrophen

Das Themenfeld Naturkatastrophen thematisiert zu den verschiedenen Unterthemen Ursachen, Auswirkungen, Schutzmassnahmen, die Vorhersehbarkeit und die Erfassung des Schadensausmasses nach Ereignissen. Es geht von verschiedenen Grundlagen und Erkenntnissen aus, die in anderen Themenfeldern angesprochen werden. Am Themenfeld Naturkatastrophen wird dadurch deutlich, wie stark die Themen miteinander verbunden und welche Zusammenhänge für das Verständnis von Prozessen auf der Welt nötig sind.

Auch in diesem Themenfeld können Grundlagen zur Fernerkundung angebunden werden. Die Fernerkundung hat bei Naturkatastrophen eine wichtige Bedeutung, weil sie zum Beispiel das Ausmass der jeweiligen Schäden schnell erfassen und darstellen kann. Schüler-/innen können über diesen Zugang erfahren, welche Aufgaben die Fernerkundung (unter anderem) erfüllt.

Die Aufgabenstellungen zu den Satellitenbildern können auf andere Beispiele transferiert werden, so dass auch der Einbezug aktueller Ereignisse mit gleichen oder ähnlichen Aufträgen gelingen kann.

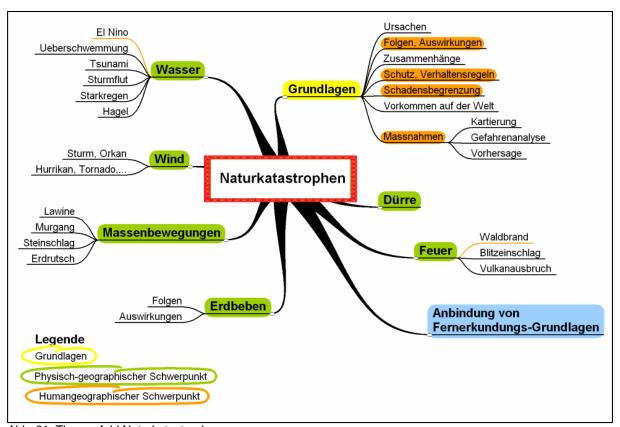


Abb. 21: Themenfeld Naturkatastrophen

Tab. 15: Regionale Bezüge zum Themenfeld "Naturkatastrophen"

Nordamerika	Auswirkungen eines Hurrikan (z.B. New Orleans) oder Tornados Erdbeben in Californien Winterstürme
Süd- und Mit-	Auswirkungen von El Nino
telamerika	Vulkanismus und Erdbeben in den Anden
Asien	Tsunami von Indonesien
	Hochwasser in Bangladesh
	Erdbeben von Bam: Vergleichsbilder
	Vulkanausbruch Indonesien
Afrika	Dürre und Trockenheit in Äthiopien
	Hochwasser in Moçambique
Europa	Überflutung und Hochwasser: Schweiz, Elbe, Türkei
	Hochwasserschutz St. Petersburg
	Massenbewegungen: Lawine und Murgang
	Sturmflut Norddeutschland / Holland
	Stürme (Lothar)
Australien	Waldbrand Sydney

6.12 Themenfeld 11: Bevölkerung

Schwerpunkte des Themenfeldes Bevölkerung sind die Aspekte Bevölkerungsverteilung und der Ressourcenbedarf. Unter dem Stichwort Bevölkerungsverteilung sollen die Schüler-/innen lernen, wo viele und wo wenig Menschen leben, warum dies aus einem Satellitenbild zu erkennen ist und welche Gründe für diese Bevölkerungsverteilung verantwortlich sind. Dabei lassen sich Grundlagen ebenso vermitteln wie Veränderungen, so dass eine Sensibilisierung für das Themenfeld erreicht werden kann. Aus der Bevölkerungsverteilung kann der Aspekt des Ressourcenbedarfs abgeleitet werden. In Abgrenzung zur Gewinnung von Rohstoffen (vgl. Themenfeld Geologie) liegt der Fokus hier beim Umgang mit Ressourcen und deren weltweiter Verbreitung und Verteilung.

Deutlich wird, dass die humangeographischen Schwerpunkte dominieren, dennoch lassen sich – gerade beim Aspekt Ressourcen – Verbindungen zur physischen Geographie herstellen.

Wichtig zu erwähnen ist, dass die Aufgaben zu den Satellitenbildern transferierbar auf andere Regionen aber auch auf andere Bilder sind. Die dokumentierten Beispiele zeigen Möglichkeiten auf, die entsprechend der Rahmenbedingungen im Unterricht erweitert oder übertragen werden können.

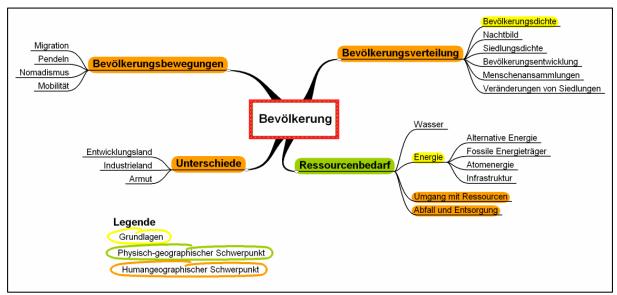


Abb. 22: Themenfeld Bevölkerung

Tab. 16: Regionale Bezüge zum Themenfeld "Bevölkerung"

Nordamerika	Nachtbild: Strombedarf ableiten aus Anzahl Lampen / Person Bevölkerungshochrechnung an einem Marathon Bevölkerungsveränderungen von Vancouver Island Trans-Alaska-Pipeline
Süd- und Mit- telamerika	Nachtbild Räumliche Veränderung von Mexiko-City Bevölkerungsverteilung in La Paz, Altiplano (Rückschlüsse auf Klima, Relief, Höhenunterschiede ziehen: Zusammenhänge herstellen) Verschiedene Wohnformen
Asien	Nachtbild Stadtausdehnung von Teheran
Afrika	Nachtbild Ausdehnung eines Flüchtlingslagers in Guinea / zeitliche Veränderung (Stichwort Migration)
Europa	Nachtbild Hochrechnung von Bevölkerungszahlen Energiegewinnungsanlagen im Vergleich: Windkraft, Atom, Solar, Wasserkraft, Grossanlässe (Stadion, Marathon, Oktoberfest) Stadtgründungen
Arabischer Raum	Nachtbild; Energiebedarf Erdölfeld in Saudi-Arabien Bevölkerungszählung in unzugänglichen Gebieten
Australien, Ozeanien	Bevölkerungsverteilung und naturräumliche Grundlagen Erdgas-Anlage
Welt	Nachtbilder vergleichen

6.13 Themenfeld 12: Stadtgeographie / Verstädterung

Das Themenfeld Stadtgeographie / Verstädterung legt seinen Schwerpunkt auf verschiedene Stadtund Siedlungsmuster, weil dieser Aspekt mit Satellitenbildern anschaulich dargestellt werden kann. In diesem Sinne bezieht sich das Themenfeld nicht nur auf städtische Siedlungen, sondern bezieht ländliche Formen mit ein. Es geht darum, dass Schüler-/innen insbesondere Städte, aber auch andere Formen menschlicher Siedlungen charakterisieren und miteinander vergleichen lernen. Soweit möglich werden an diesen Schwerpunkt die Stadtfunktionen und stadtökologische Fragestellungen in die Beschreibungen und Vergleiche einbezogen, es sind aber eher weiterführende Fragestellungen, die zu diesen Unterthemen führen.

Unter dem Aspekt "Lage" wird das Erkennen von Städten anhand ihrer Lage und weiterer Merkmale wie Ausdehnung, Flussverläufe, Relief usw. verstanden. Ein weiteres Ziel ist die Feststellung von Veränderungen von Siedlungsräumen, insbesondere von Städten. Daraus können räumliche Prozesse abgeleitet werden, was mit Hilfe von Zusatzinformationen und –materialien möglich ist.

Das Themenfeld steht in engem Zusammenhang mit den Themenfeldern Bevölkerung, Raumplanung und Verkehr und Transport. Nicht mit Satellitenbildaufgaben umgesetzt wird das im Cluster dargestellte Unterthema "Städte und Länder", das sich vor allem mit der Entwicklungsländerproblematik beschäftigt. Ihre explizite Anbindung an Satellitenbilder ist aber eher etwas künstlich, weshalb darauf verzichtet wird.

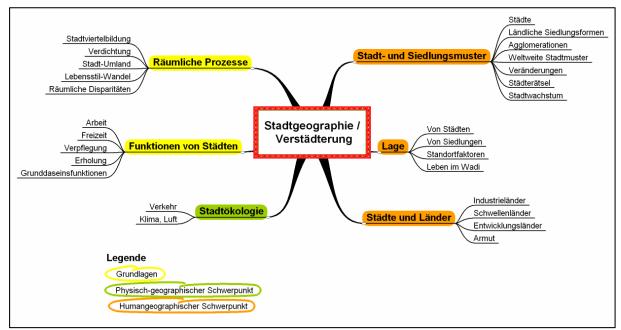


Abb. 23: Themenfeld Stadtgeographie / Verstädterung

Tab. 17: Regionale Bezüge zum Themenfeld "Stadtgeographie / Verstädterung"

Nordamerika	Stadtmuster einer amerikanischen Stadt Stadtbeispiele: New York, Ottawa, Las Vegas, Hawaii: Waikiki Beach Verschiedene Siedlungsmuster
Süd- und Mit- telamerika	Stadtwachstum Buenos Aires Lage von Brasilia Verdichtung in Santiago
Asien	Stadtmuster einer chinesischen Stadt Lage von Bombay, Delhi, Nanjing Peking: die verbotene Stadt
Afrika	Kolonialistische Städte in Afrika: Capetown Lage von Kairo Windhoek
Europa	Städterätsel (London, Berlin, Paris, Rom, Venedig, Wien, Zürich, Moskau,) Agglomeration von Paris Stadtviertel in Glasgow Räumliche Disparität am Beispiel russischer Siedlungen
Arabischer Raum	Stadtmuster einer orientalischen Stadt Beispiele: Falluja, Abu Dhabi, Medina,
Australien, Ozeanien	Canberra / Sydney Vergleiche mit Wellington, Neuseeland
Welt	Städte auf einer Nachtkarte lokalisieren und benennen

6.14 Themenfeld 13: Verkehr und Transport / Handel

Schwerpunkte dieses Themenfeldes sind die beiden Aspekte Verkehrsmöglichkeiten und Transportwege. Es geht darum, dass Schüler-/innen möglichst viele Verkehrswege (er)-kennen und lokalisieren können. Ausgehend von dieser Grundlage können Probleme im Zusammenhang mit dem Verkehr besprochen werden. Auf diese Weise wird ein Bewusstsein für die Komplexität des Themenfeldes geweckt, das wichtig für das Einnehmen von Haltungen ist.

Verkehrs- und Transportwege und Verkehrsprobleme werden nicht isoliert betrachtet sondern miteinander verbunden. An typischen regionalen Beispielen erarbeiten die Schüler-/innen zunächst Grundlagen, orientieren sich geographisch und stellen die Erkenntnisse dann in einen grösseren Zusammenhang.

Es ist nur beschränkt möglich, den Schüler-/innen anhand von Satellitenbildern aufzuzeigen, dass nicht nur Menschen und Waren, sondern auch Daten und Nachrichten transportiert werden oder dass Handel und Markt eng an das Thema Transport gekoppelt sind. Wo es möglich ist, werden diese Unterthemen in die oben genannten Schwerpunkte einbezogen, im Wesentlichen sind sie im Cluster aber aufgeführt um zu zeigen, dass sie dazu gehören und hier weiterführende Unterrichtssequenzen (mit anderen Materialien) sinnvoll wären.

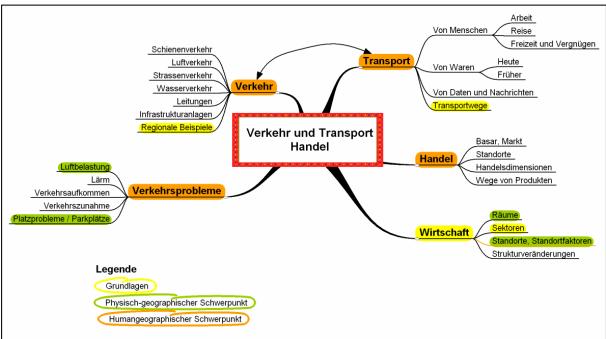


Abb. 24: Themenfeld Verkehr und Transport / Handel

Tab. 18: Regionale Bezüge zum Themenfeld "Verkehr und Handel / Transport"

Nordamerika	St. Lorenzstrom Transportwege in einer Stadt erkennen und nachverfolgen Parkplatz eines Shopping-Centers: Hochrechnung von Kunden Autobahnlabyrinth: Strassensuche von Toronto nach Chicago
Süd- und Mit- telamerika	Panamakanal
Asien	Transsibirische Eisenbahn Ölpipeline Shanghai: Verkehrsknotenpunkt Seidenstrasse
Afrika	Schifffahrt auf dem Nil Safaritouren in Kenia Rallye Paris-Dakar: Umweltbelastung
Europa	Hafen Hamburg Alpen: Schienenverkehr, Strassenverkehr, Stau, Tunnels Kondensstreifen am Himmel über den Alpen Autogeschwindigkeiten in einem Luftbildpaar berechnen Veränderungen in Zürich-Nord im Bezug auf den Verkehr Strukturwandel im Ruhrgebiet / in Sachsen
Arabischer Raum	Öltransporte / Hafen Kamelkarawane der Weihrauchstrasse Basar
Welt	Weg eines Produktes mit Satellitenbildern illustrieren oder darin einzeichnen

6.15 Themenfeld 14: Tourismus

Das Themenfeld Tourismus ist – wie es hier vorgestellt wird – eng mit dem Themenfeld Raumorientierung verwandt. Am Beispiel verschiedener Tourismusorte oder Sehenswürdigkeiten lernen die Schüler-/innen die Welt, einzelne Räume, Orte oder Regionen kennen, sie orientieren sich dazu auf Karten und weiteren Medien. Die Tourismusorte werden aber nicht wie in Karten nur lokalisiert, sondern können durch die Darstellung im Satellitenbild in ihrer räumlichen Umgebung wahrgenommen und umfassender charakterisiert werden. Die Schüler-/innen lernen so die touristische Vielfalt der Erde kennen.

Ausgehend von diesem Zugang führen weitergehende Aufgabenstellungen zu den Problemen und Abhängigkeiten vom Tourismus und das Thema kann nicht nur beschreibend, sondern analysierend weitergeführt werden. Dadurch kann ein Bewusstsein für den Wirtschaftsfaktor Tourismus aufgebaut und das eigene touristische Verhalten reflektiert werden. Beides sind wichtige Ziele, die mit diesem Themenfeld realisiert werden sollen.

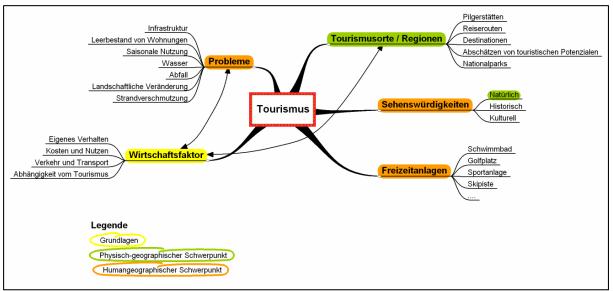


Abb. 25: Themenfeld Tourismus

Tab. 19: Regionale Bezüge zum Themenfeld "Tourismus"

Nordamerika	Nationalparks Niagarafälle, CN Tower, Washington Strand von Miami Algenbildung in Californien
Süd- und Mit- telamerika	Galapagos-Inseln Aztekentempel von Chichen Itza Zuckerhut, Rio de Janeiro, Karibik
Asien	Chinesische Mauer Peking: Verbotene Stadt Höhlen von Guilin: touristisches Potenzial, Angebot, Nachfrage, Veränderungen
Afrika	Namibia: Wüstentourismus Surfen in Südafrika Kenia
Europa	Freizeitanlagen erkennen Skipisten und Umweltveränderungen: Skifahrer auf Piste zählen und Engpässe, Restaurantbedarf etc. ableiten Lauberhornrennen: Publikum zählen und Abfallmengen hochrechnen (vgl. auch Street Parade) Sehenswürdigkeiten Rom
Arabischer Raum	Pyramiden von Gizeh Dubai: Palm Island (Luxustourismus) Mekka als Pilgerstätte: Personen zählen
Australien, Ozeanien	Uluru Great Barrier Reef
Grönland,	Spitzbergen
Polregionen	Menschen in empfindlichen Ökosystemen Unberührte Natur
Welt	Tourismusregionen zu bestimmten Themen einzeichnen / erkennen Reise zu den Highlights der Welt mit Satellitenbildern illustrieren UNESCO-Welterbe einbeziehen Reisebeschreibung und Satellitenbild: Weg suchen

6.16 Themenfeld 15: Umweltbeobachtung, Umweltfragen

Im Themenfeld Umweltbeobachtung / Umweltfragen wird aufgegriffen, was in anderen Themenfeldern angesprochen, ausgelöst oder wozu ansatzweise hingeführt wurde: das Zusammenwirken von Mensch und Umwelt. Das Cluster stellt eine Kategorisierung der Umweltfragen dar, wobei die Aspekte Wald, Wasser, Boden, Luft, Rohstoffe oder Kulturgüter als Ausgangspunkt für die weitere Bearbeitung verstanden werden sollen. Im Cluster wird optisch deutlich, dass Umweltfragen sowohl natürliche als auch anthropogene Schwerpunkte beinhalten, per Definition stehen sie aber im Zusammenhang mit menschlichen Aktivitäten.

Es wird versucht aufzuzeigen, dass Eingriffe in die Natur positiv sein können (Renaturierungen oder die unter Schutz Stellung von Kulturgütern). Neben einzelnen Ereignissen (Bsp. Öltankerunglück) sind auch komplexe Umweltprobleme Thema dieser Auseinandersetzungen (Bsp. Aralsee). Insbesondere an diesen Beispielen kann das Zusammenwirken verschiedener Geosphären und dem Menschen in Ursache und Auswirkung exemplarisch verdeutlicht und verstanden werden. Das Kapitel Umweltbeobachtung / Umweltfragen steht am Schluss der Themenfeldliste, weil es die Kenntnis vieler anderer Themen voraussetzt.

Auch beim Themenfeld Umweltbeobachtung kann die Grundlagenvermittlung der Fernerkundung sinnvoll angebunden werden. Gerade über Umweltsatelliten (wie Envisat), die ein umfassendes Programm zur Beobachtung und Aufzeichnung von Umweltdaten verwirklichen, ist ein Einstieg in die Hintergründe der Fernerkundung gut und einfach möglich.

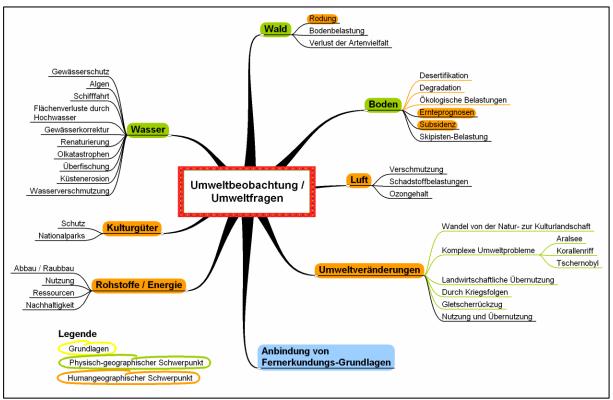


Abb. 26: Themenfeld Umweltbeobachtung, Umweltfragen

Tab. 20: Regionale Bezüge zum Themenfeld "Umweltbeobachtung, Umweltfragen"

Nordamerika	Nationalpark Yellowstone Ozonbelastung Houston Öltanker Alaska
Süd- und	Shrimp-Farm in Honduras
Mittelamerika	Rodung des Regenwaldes durch Buschfeuer
	Buenos Aires: Abwasserkartierung (Legende zu Wasserfarben erstellen)
Asien	Aralsee
	Küstenerosion in China
	Tschernobyl
	Zerstörte Gebiete durch Krieg
Afrika	Desertifikation
	Erosion in Madagaskar
	Meeresspiegelanstieg beim Nildelta
Europa	Flusskorrektur und Renaturierung
	Subsidenz Venedig
	Flächenverluste bei Hochwasser
	Waldrodung
	Waldbrand in Frankreich, Spanien
	Industrieunglücke Russland
	Nationalparks, Weltnaturerbe
A 1: 1	Öltankerunglück bei Spanien / Portugal
Arabischer	Algenbildung Rotes Meer
Raum	Kuwaitkrieg: Ölfeuer
Australien	Verlust der Artenvielfalt im Korallenriff
14/ 1/	Ozonbelastung 5 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 -
Welt	Meeresspiegelanstieg: Folgen und betroffene Regionen

6.17 Grundlagen der Fernerkundung für Schüler-/innen

Das vorgestellte Konzept ermöglicht Schüler-/innen Zugänge zur Fernerkundung über das Luft- und Satellitenbild, verzichtet aber bewusst auf eine systematische Einführung in die Grundlagen der Fernerkundung. Aufgrund aller Recherchen, Untersuchungen und geführter Gespräche mit Lernenden und Lehrenden reifte die Überzeugung, dass der richtige Zeitpunkt dafür das Studium an der Universität und nicht das Gymnasium oder die Sekundarschule ist.

Dennoch stellen Schüler-/innen bei der Bearbeitung der Satellitenbildaufgaben Fragen zu Fernerkundungs-Grundlagen, die nach Antworten verlangen. Wann und wie diese Grundlagen sinnvoll an Themenbereiche angeknüpft werden können, wurde in den verschiedenen Clustern aufgezeigt. Sie sind als Möglichkeiten und nicht als verbindlichen Richtlinien zu verstehen.

Als Orientierungshilfe sollen hier diejenigen Kenntnisse wieder gegeben werden, die aufgrund der Satellitenbildaufgaben für Schüler-/innen als sinnvoll und relevant betrachtet werden können. Die Auflistung resultiert aus eigenen Unterrichtserfahrungen mit Lehrer-/innen und Schüler-/innen.

Im Bezug auf die Grundlagen der Fernerkundung sollen Schüler-/innen

- verstehen, dass ein Satellitenbild keine Photographie ist,
- wissen, wie die Farbgebung im Satellitenbild erfolgt,
- Echt- und Falschfarbenbilder unterscheiden können,
- sich bewusst sein, dass nicht nur das sichtbare Licht für die Aufnahmen genutzt wird,
- einige Anwendungsgebiete der Fernerkundung kennen,
- verstehen, warum die Fernerkundung eine wichtige Disziplin der Geographie ist.

Ergänzend dazu sind für viele Schüler-/innen auch technische Fragestellungen interessant, in diesem Zusammenhang können weitere Kenntnisse und Fähigkeiten formuliert werden. Sie gehen aber bereits über das Grundlagenverständnis hinaus und sind in diesem Sinn als Zusatzinformation zu bezeichnen.

Schüler-/innen können sich weiter damit beschäftigen,

- wie Licht aufgespaltet wird und wie Wellenlängen gemessen werden können,
- welche Wellenlängen sich für welche Anwendungen eignen,
- auf welchen Umlaufbahnen Satelliten sich bewegen und warum,
- wie ein Satellit funktioniert und welche Satelliten es gibt,
- · welche Schritte für eine Bildbearbeitung nötig sind.

Entsprechend dem Konzept ist es sinnvoll, wenn die Schüler-/innen die Antworten zu diesen Fragestellungen selbst suchen und zusammenstellen. Dazu nötige Recherchen in Bibliotheken, Internet
oder bei Fachpersonen sind bereichernd und fördern den selbstständigen Wissenserwerb. Auch geeignete Experimente tragen dazu bei. Zudem erkennen die Lernenden durch diese Tätigkeit, dass sie
sich in einen komplexen und schwierigen Themenbereich einarbeiten, entsprechende Fragen nicht
mehr zum Alltagswissen gehören und deshalb auch nicht einfach zu beantworten sind. Das entsprechende Interesse aufzunehmen und zu unterstützen, es in den Unterricht einzubeziehen, kann zum
Beispiel durch Referate oder schriftliche Arbeiten erfolgen. Ideal eignen sich auch kompakte Kurswochen oder Vertiefungskurse dafür.

7 Aufgabenbeispiele mit Luft- und Satellitenbildern

In diesem Kapitel werden exemplarisch je zwei Satellitenbildaufgaben zu den in Kapitel sechs aufgeführten Themenfeldern vorgestellt. Sie sollen verdeutlichen, wie die konkrete Umsetzung der Lernaufgaben aussieht und wie die Zugänge zu den Luft- und Satellitenbildern erfolgen.

Gelegentlich lassen sich die Aufgaben auch einem anderen, als dem vorgesehenen Themenfeld zuordnen. Dies ist durch die Vernetzung geographischer Anliegen bedingt sowie durch die meist offene Zugangsweise zu den verschiedenen Themen. Einzelne Schwerpunkte oder weiterführende Aspekte lassen sich nicht messerscharf trennen.

Die ausgearbeiteten Aufgabenstellungen wurden aus den Übersichtstabellen in Kapitel sechs zufällig ausgewählt und die Zusammenstellung ist in diesem Sinn exemplarisch. Alle anderen konkretisierten Ideen aus den Tabellen könnten in relativ kurzer Zeit realisiert werden, da ausreichende Bildmaterialien und Umsetzungsmöglichkeiten existieren.

Die Tabelle auf der nachfolgenden Doppelseite zeigt auf, welche spezifischen Kompetenzen mit der jeweiligen Lernaufgabe erworben werden können. Die Kompetenzbereiche lehnen sich an die von der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG, 2006) formulierten Bildungsstandards an, wurden für diese Übersicht aber vereinfacht.

Kreuze in Klammern (x) bedeuten, dass die entsprechende Kompetenz nur ansatzweise erworben wird.

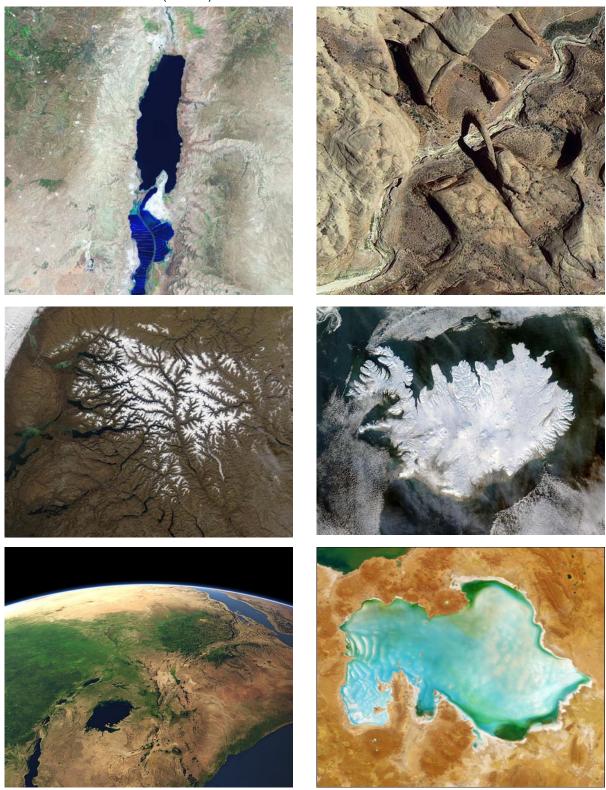
Tab. 21: Kompetenzbereiche für die Lernaufgaben mit Satellitenbildern

Kompetenzen		Fachwissen			Orien- Methoden						Weitere				
						tierung				ı	Kompetenzen				
Aufgabe	Region	Erde als Planet	Naturgeogra- phisches System	Humangeogra- phisches System	Mensch-Umwelt- Beziehung	Topographisches Wissen	Räumliche Sys- teme	Umgang mit wei- teren Medien	Informationen beschaffen	Informationen verarbeiten	Informationen darstellen	Kommunikation, Begriffsbildung	Beurteilung und Bewertung	Ableiten von Handlungen	
Geologische Extreme	Welt		Х			Х		Х	Х		Х	Х			
Europa im Satellitenbild	Europa		Х		Х	Х	Х	Х				Х			
Jahreszeiten verstehen lernen	Welt	Х	Х				Х	Х	Х			Х	Х		
Plattengrenzen	Welt	Х	Х			(X)		Х				Х			
Projektionen	Welt	Х								Х	Х	(X)	Х		
Halbmarathon München	Europa				(X)			Х	Х	Х	Х	Х		Χ	
Ölpipeline in Aserbaidschan	Europa / Asien		Х			Х	Х	Х				Х	Х	Х	
Landbedeckung Amerika	Nord- Amerika		Х		Х	Х					Х				
Regenwald Brasilien	Süd- amerika		Х		Х							Х	Х		
Vesuv	Europa		Х		Х			Х				Х	Х		
Iranische Wüste	Arabien		Х				Х	Х							
Manicouagan Krater	Nord- amerika		Х					Х	Х	Х			Х	Х	
Landschaftsana- lyse Schweiz	Europa		Х			Х	Х	Х	Х			Х	Х		
Colorado River	Nord- amerika		Х		Х	Х	Х		Х	Х		Х	Х		
Nil	Afrika		Х	Х	Х	Х						Х	Х		
Klimazonen Afrika	Afrika		Х				Х	Х							
Wettervorher- sagen	Welt	Х				Х				Х					
Tsunami Süd- ostasien	Asien		Х		Х				Х			Х	Х	Х	
Australien	Austra- lien		Х		Х	Х		Х	Х			Х	Х		
Nachtbild USA	Nord- amerika			Х		Х				Х		Х	Х		
Mexico City verändert sich	Mittel- amerika		(X)	Х	Х			Х	Х				Х	Х	
Städterätsel Europa	Europa					Х			Х		Х				
Orientalische Stadt	Arabien			Х					Х	Х		Х			

Kompetenzen		Fachwissen				Orientie- rung		Methoden			Weitere Kompetenzen			
Aufgabe	Region	Erde als Planet	Naturgeogra- phisches System	Humangeogra- phisches System	Mensch-Umwelt- Beziehung	Topographisches Wissen	Räumliche Systeme	Umgang mit weite- ren Medien	Informationen be- schaffen	Informationen verar- beiten	Informationen dar- stellen	Kommunikation, Begriffsbildung	Beurteilung und Be- wertung	Ableiten von Hand- lungen
Hafen Hamburg	Europa			Х				Х	Х			Х		
Kondensstreifen Europa	Europa				Х	Х	Х		Х	Х	Х		Х	
Sehenswürdig- keiten	Welt		Х	Х				Х	Х	Χ	Х			
Pyramiden von Gizeh	Afrika		Х	Х	Х			Х	Х		Х			Χ
Shrimpfarm Honduras	Mittel- amerika		Х		Х			Х	Х	Х		Х	Х	Х
Aralsee	Asien		X		Х	X	X	X	Х			X	X	Х

7.1 Geologische Extreme auf der Erde (Orientierung im Raum)

Material 1: Satellitenbilder (A bis F)



Material 2: terrestrische Aufnahmen (1 bis 6)













- Bildquellen:
 A NASA-earth-observatory / www.mfb-geo.com, 2000
 C http://www.hi.is/-oi/satellite_photos.htm
 E http://earth.imagico.de/view.php?site=eafrica

- 1 http://photo.net/photo/pcd0133/lake-powell-rainbow-bridge-26.4.jpg 3 eigene Aufnahme 5 http://www.dac.neu.edu/physics/s.kravchenko/myweb3/dead_sea_2.JPG

- B Space Imaging / www.mfb-geo.com, 2004 D http://www.hi.is/~oi/satellite_photos.htm F http://dsc.discovery.com/news/briefs/20041206/flatearth_zoom1.html

- 2 http://www.livesteaming.com/Great_Rift_Valley-s.jpg 4 http://www.livesteaming.com/Great_Rift_Valley-s.jpg 6 http://dsc.discovery.com/news/briefs/20041206/flatearth_zoom1.html

Material 3: Informationstexte (a bis f)

a Der Salar de Uyuni ist mit 12.000 km² der grösste Salzsee der Welt. Er liegt im Südwesten Boliviens auf einer Höhe von 3653 m. Der Salzreichtum des Salar de Uyuni wird auf ungefähr 10 Milliarden Tonnen geschätzt. Jährlich werden davon etwa 25'000 Tonnen abgebaut.	b Die Rainbow Bridge (deutsch Regenbogenbrücke) befindet sich in einem Seitencanyon des Lake Powell in Utah (USA). Sie ist die grösste natürliche Sandsteinbrücke der Welt. Sie entstand, als das Wasser des Flusses die dünne Wand zur anderen Seite eines Mäanders durchbrach und im Laufe der Zeit die riesige Öffnung formte.
c Der grosse afrikanische Graben ist der längste Grabenbruch der Welt. Er erstreckt sich von Syrien bis Mosambique und entstand durch die Bewegung der Afrikanischen und Arabischen tektonischen Platten während der letzten 35 Millionen Jahre.	d Island ist der zweitgrösste Inselstaat Europas und die am schnellsten wachsende Insel. Sie wächst deshalb, weil sie genau über dem Mittel- ozeanischen Rücken liegt und von dort immer wieder neues Material an die Erdoberfläche dringt.
e Das Tote Meer bildet einen abflusslosen See in Israel. Er ist der am tiefsten liegende Punkt er Erde, der Meeresspiegel des Toten Meers liegt bei –418 m. Der Salzgehalt des Sees beträgt rund 28%.	f Das Putorana-Plateau liegt im Osten von Sibirien. Auf der Hochebene sind die grössten Basalte der Welt zu finden.

Aufgabenstellungen

- 1. Du siehst bei Material 1 Satellitenbilder von verschiedenen geologischen Extremen. Zu jedem Satellitenbild passt ein Photo (Material 2) und ein Text (Material 3).
- 2. Ordne die passenden Texte und Photos den Satellitenbildern zu.
- 3. Kläre bei den Texten, was du nicht verstanden hast. Besprecht die Fragen miteinander.
- 4. Erkläre, wie du die Zuordnung vorgenommen hast und welche Merkmale im Satellitenbild helfen, das richtige Photo und den richtigen Text zu finden.
- 5. Markiere in den Bildern, woran man die im Text beschriebenen Merkmale eindeutig erkennen kann.
- 6. Suche die angegebenen Orte in einem Atlas und trage sie auf einer persönlichen Weltkarte ein.

Weiterführende Aufgaben:

- 7. Suche im Internet oder in Kalenderblättern Satellitenbilder zu anderen Rekorden der Welt: höchster Berg, längster Fluss, grösste Wüste, grösste Insel, kältester Ort, trockenster Ort, höchster Wasserfall usw. Stelle eine Bildergalerie mit Satellitenbildern und / oder Photos zusammen.
- 8. Stelle ein Quiz her. Trage auch diese Orte auf der persönlichen Weltkarte ein.

Informationen für Lehrerinnen und Lehrer

Ziele

Die Schüler-/innen lernen mit dieser Aufgabe Orte oder Phänomene der Erde kennen – die Bilder verhelfen zu einem Eindruck des Phänomens, so dass es nicht beim abstrakten Begriff bleibt. Durch die Zuordnung der Satellitenbilder, Photos und Texte findet eine intensive Betrachtung der Bilder statt, dadurch können sich die Schüler-/innen diese einprägen. Durch die Lokalisierung der Orte / Phänomene mit dem Atlas orientieren sich die Schüler-/innen geographisch auf der Erde.

Didaktisch-methodische Hinweise

Die Aufgabe ist als Einstiegsaufgabe in die Geographie gedacht, sie ergänzt Übungen zur Orientierung im Raum. Aufhänger für die Orientierung sind Rekorde, hier vorgegeben zu geologischen Phänomenen. Dies ist nicht ganz einfach, aber daran lernen die Schüler-/innen besser, die Bilder genauer zu betrachten als bei Phänomenen, die ihnen bereits vertraut sind.

Die Anschlussaufgaben bieten die Möglichkeiten, das Vorwissen der Schüler-/innen einzubeziehen und sie selbst eine ähnliche Aufgabe erarbeiten zu lassen.

Themengebiete

Orientierung im Raum, Rekorde

Zeitaufwand

1 Lektion (Zusatzaufgabe: 2 Lektionen oder Hausaufgaben)

Lösungshinweise

A5e, B1b, C2f, D3d, E4c, F6a

7.2 Europa im Satellitenbild (Orientierung im Raum)



Quelle: NASA-earth-observatory, www.mfb-geo.com, 2005

Aufgabenstellungen

- 1. Beschreibe die Oberfläche Europas: charakterisiere verschiedene Grüntöne, erkläre, was du aus den Farben und Strukturen ableitest und welche Oberflächenformen du erkennst.
- 2. Zeigt einander, welche Regionen ähnlich sind und grenzt diese von anderen Regionen ab. Begründet eure Überlegungen.
- 3. Suche mit einem Atlas fünf wichtige Gebirge und beschrifte sie ausserhalb des Bildes am Blattrand
- 4. Lege je eine Gerade von Südwest nach Nordost und von Nord nach Süd. Markiere entlang dieser Geraden 5-8 Stellen und beschreibe diese Orte ganz genau: Veränderung zum vorherigen Ort, Gestaltung der Oberfläche, allenfalls Höhe, Klima (abgeleitet aus den Farben).
- 5. Zeichne auf einem Pauspapier oder auf diesem Bild die Landesgrenzen von 15 europäischen Ländern ein (Hilfe findest du im Atlas). Überprüfe, wo sich die Landesgrenzen den natürlichen Oberflächenformen anpassen und wo nicht. Überlege, warum das so ist und erkläre dein Ergebnis den Mitschüler-/innen.
- Ordne die nachfolgenden sechs Bilder einer Region / einem Land Europas zu und begründe, warum du dich so entschieden hast. Begründe die Zuordnungen auch mit Darstellungen im Satellitenbild.

Bilder für Aufgabe 6

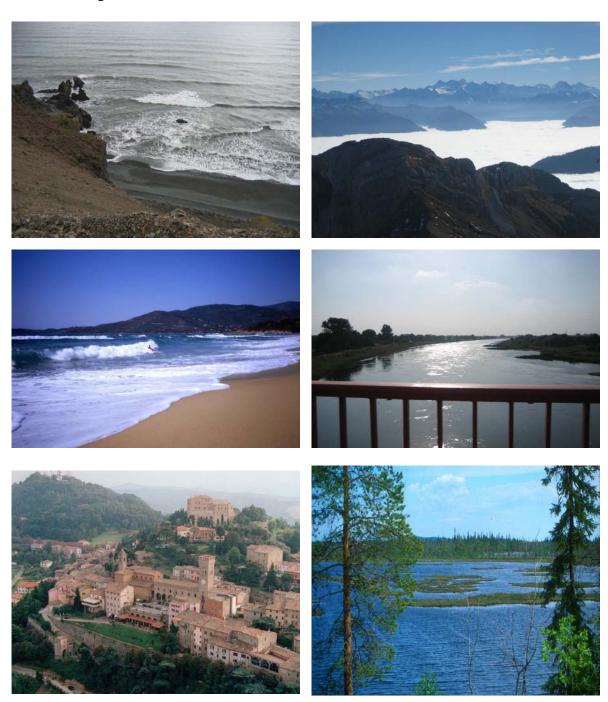


Bild: 3 http://homepage.uibk.ac.at/~c81531/BestOf/Frankreich/006_Korsika_Meer_Surf.jpg, 18.10.06 Bild 5: http://www.cs.unibo.it/bertinoro/hilltop.jpg, 18.10.06 Bild 6: http://jeanpierre.malfre.free.fr/plus/finnland.jpg, 18.10.06 Restliche Bilder: eigene Aufnahmen

Informationen für Lehrerinnen und Lehrer

Bildinformation

Das Bild stammt vom Umweltsatelliten ENVISAT und wurde mit dem Sensor MERIS im Jahr 2005 aufgenommen. Beim Ausschnitt handelt es sich um ein Mosaik verschiedener Einzelbilder.

Ziele

Die Schüler-/innen lernen durch die genaue Bildbetrachtung natürliche Gegebenheiten Europas kennen, beschreiben und unterscheiden. Ansatzweise leiten sie Merkmale verschiedener Orte aus der Darstellung ab (Höhe, Klima usw.). Dadurch erfassen sie Europa in seiner Gesamtheit. Differenziert wird diese Wahrnehmung durch die Aufgaben mit den Profillinien und die Zuordnung zu Ländern bzw. das Einzeichnen der Grenzen.

Didaktisch-methodische Hinweise

Das Beispiel Europa zeigt, wie auch andere Kontinente charakterisiert und beschrieben werden können. Die Oberflächenformen und Vegetationsflächen gilt es genau zu betrachten: Beschreibungen, Unterscheidungen, das Suchen von Gemeinsamkeiten und das Ableiten weiterer Informationen tragen dazu bei, dass eine intensive Auseinandersetzung mit dem Satellitenbild stattfindet und die Informationen nachhaltig gespeichert bzw. verankert werden können. Die Aufgaben haben zum Ziel, dass Schüler-/innen die Kontinente möglichst ganzheitlich wahrnehmen und in einem zweiten Schritt voneinander unterscheiden können.

Aufgabe 5 hat zum Ziel, die Schüler-/innen darauf aufmerksam zu machen, dass sich Grenzen teilweise an naturräumlichen Phänomenen orientieren, teilweise aber auch aus ganz anderen Überlegungen so gewählt wurden. Erst durch die Arbeit mit dem Satellitenbild werden diese Zusammenhänge sichtbar. Die Zahl von 15 Ländern wurde deshalb gewählt, weil erst dadurch zwingend auch Länder im Osten Europas gewählt werden müssen. Die Grenzen dieser Länder sind für die Schüler-/innen immer noch fremder als diejenigen der Länder in Westeuropa. Die Aufgaben 6 und 7 sind auch als weiterführende Anregungen zu verstehen.

Themengebiete

Raumorientierung

Zeitaufwand

1 - 2 Lektionen

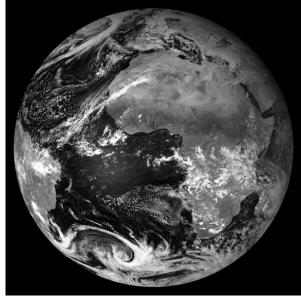
Lösungshinweise

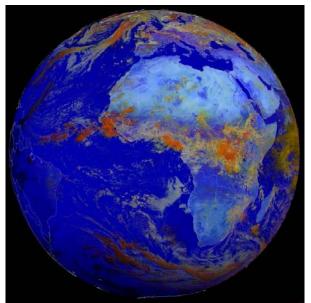
- Bild 1: Island (passen würde auch Küste im Vulkangebiet)
- Bild 2: Alpen (passen würde auch Gebirge)
- Bild 3: Korsika (passen würde auch Mittelmeer-Region, Küstengebiete)
- Bild 4: Elbe bei Wittenberg (passen würde auch Mitteleuropa)
- Bild 5: Emilia Romagna (passen würde auch Italien, Bergdorf Frankreich)
- Bild 6: Finnland (passen würde auch Waldgebiet)

Wichtig ist die logische Begründung für die Zuordnung zu einer möglichen Region oder einem Grossraum. Die korrekte geographische Lokalisierung des Bildes ist kaum möglich und auch nicht anzustreben.

7.3 Jahreszeiten verstehen lernen (Grundlagen der Erde) (publiziert gg heute, 235/2005)







Bildquellen: http://www.eumetsat.int/en/index.html?area=left5.html &body=/en/m_area5.html&a=500&b=0&c=0&d=0&e=0

Informationstext

Die Schiefstellung der Erdachse, die Rotation der Erde um die Sonne und die geographische Lage (insbesondere die geographische Breite) bringen es mit sich, dass es Regionen auf der Erde mit sehr ausgeprägten Jahreszeiten gibt, aber auch Orte, die vom jahreszeitlichen Verlauf weitgehend unbeeinflusst bleiben.

Die Bahn der Erde um die Sonne entspricht einer nahezu kreisförmigen Ellipse. Im sonnenfernsten Punkt (Aphel, Anfang Juni) beträgt die Distanz der Erde zur Sonne 152.1 Mio km, im sonnennächsten Punkt (Perihel, Anfang Januar) 147.1 Mio km. Die Erdachse steht nicht senkrecht auf der Bahnebene zur Sonne (Ekliptik), sondern ist um 23.5° geneigt. Wegen dieser Schiefstellung der Erdachse und dem Umlauf der Erde um die Sonne (Revolution) ändert sich die Sonnenhöhe am Mittag (und damit die Einstrahlungsverhältnisse auf verschiedenen Breitengraden) im Laufe eines Jahres - dies erzeugt die Jahreszeiten. Die Sonne steht am 21. März und 23. September senkrecht über dem Äquator, am 21. Juni senkrecht über dem nördlichen Wendekreis und am 21. Dezember senkrecht über dem südlichen Wendekreis. An den beiden Polen sind die Beleuchtungsverhältnisse extrem: im Nordsommer wird der Südpol nicht beleuchtet, am 21. Juni fällt auf die ganze Zone zwischen 66.5° und 90° südlicher Breite kein Sonnenlicht (Polarnacht). Am 21. Dezember hingegen liegt die Zone zwischen 66.5° und 90° nördlicher Breite im Dunkeln. Diese Beleuchtungsverhältnisse können im Satellitenbild gut erkannt werden und weisen auf die Jahreszeiten hin. Frühling und Herbst dagegen können auf diese Weise nicht unterschieden werden, in beiden Jahreszeiten werden die beiden Erdhalbkugeln etwa gleich stark beleuchtet.

Zwischen den beiden Wendekreisen (23.5° nördliche und südliche Breite) wirken sich die jahreszeitlichen Schwankungen kaum aus, die Zonen sind eher tageszeitlich als jahreszeitlich geprägt. Allerdings verlagert sich aufgrund der jahreszeitlichen Änderungen des Sonnenstandes die Innertropische Konvergenzzone (ITC) im Nordsommer (Juni bis August) gegen Norden und im Südsommer (Dezember bis Februar) gegen Süden. Es kommt zu einer Verschiebung der Druckzentren und Windgürtel um 5°-8°. Die ITC ist auf Satellitenbildern als markantes Wolkenband in der Nähe des Äquators erkennbar. Aus der Lage dieses Wolkenbandes kann in etwa auf die Jahreszeit geschlossen werden.

Weitere Hinweise zur Erkennung von Jahreszeiten liefern lokale oder regionale Phänomene. Liegt zum Beispiel Schnee in den Alpen, weist dies eher auf Frühling statt Herbst hin. Andere Merkmale können Eisflächen in Gewässern oder die Grösse der Eisausdehnung in den Polregionen sein.

Aufgabenstellungen

- Hypothesenbildung: Du siehst drei Satellitenbilder, die Afrika, Europa und Teile des Nahen Ostens in drei verschiedenen Jahreszeiten darstellen. Betrachte die Bilder genau. Stelle dann mit deiner Gruppe eine Hypothese auf, in welcher Jahreszeit das Bild aufgenommen wurde. Ihr könnt die Behauptung aufstellen, ohne weitere Informationen zu Rate zu ziehen, sollt sie aber dennoch mit mindestens einem Bildinhalt begründen.
- Experimentiert mit dem Tellurium. Stellt alle vier Jahreszeiten ein und beobachtet die Lichtverhältnisse für den auf dem Satellitenbild dargestellten geographischen Raum. Haltet fest, welche Beleuchtungsverhältnisse ihr für alle Jahreszeiten erkennen könnt.
- 3. Formuliert Ursachen, die zu den jeweiligen Beleuchtungsverhältnissen führen.
- 4. Erklärt im Zusammenhang mit Experiment und Literaturstudium die Begriffe Wendekreis, Polarkreis, Revolution, Rotation, Erdachse und Ekliptik. Erläutert, welche Bedeutung die geographische Breite für die Ausprägung der Jahreszeit hat und welche Bedeutung der geographischen Länge zukommt.
- 5. Vergleicht das Modell Tellurium mit der Wirklichkeit: was stimmt am Modell mit der Realität überein, was ist verschieden? Schreibt auf, wo ihr bei der Interpretation von Erkenntnissen mit dem Tellurium also aufpassen müsst.
- 6. Tretet nun mit den neuen Erkenntnissen den Beweis für die bei Aufgabe 1 aufgestellten Hypothesen an. Notiere diese Erkenntnisse bzw. Beweise.
- 7. Neben den bisherigen Erkenntnissen benötigt ihr Informationen zum Wolkenband (der innertropischen Konvergenzzone ITC), das ihr in Äquatornähe auf den Satellitenbildern abgebildet seht. Ihr findet diese Informationen ebenfalls im deinem Geographiebuch, dem Atlas und auf den folgenden Internetseiten:
 - http://www.top-wetter.de/lexikon/i/innertropisch.htm
 - http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/21/0,1872,2055925,00.html.

Informationen für Lehrerinnen und Lehrer

Bildinformation

Bei den Abbildungen handelt es sich um Bilder des Satelliten METEOSAT-8. Bild 1 und 3 sind RGB-Farbkomposits, bei Bild 3 handelt es sich um ein Falschfarbenbild. Bild 2 ist eine schwarz-weiss-Darstellung im sichtbaren Bereich.

Ziele und didaktisch-methodische Hinweise

Die Aufgabenstellung ist - dem Sachverhalt entsprechend - ziemlich komplex und weicht von den traditionellen Möglichkeiten ab, dieses Thema im Unterricht zu behandeln. Im Sinne des problemorientierten Unterrichtes formulieren Schüler-/innen zu jedem der drei Satellitenbilder der Erde die Hypothese, aus welcher Jahreszeit die Abbildung stammt. Die Behauptungen werden anhand einer genauen Bildbetrachtung aufgestellt, sie sind anschliessend Gegenstand der weiteren Bearbeitung.

In der ersten Phase wird deutlich, dass die Beleuchtungsverhältnisse auf der Erdkugel verschieden sind, einmal Schnee in den Alpen liegt und einmal nicht, das Wolkenband in der Nähe des Äquators nicht immer am gleichen Ort ist etc. Die Hypothesenbildung in Verbindung mit der sehr genauen Beobachtung führt die Schüler mitten ins Thema hinein. Sie werden neugierig und wissbegierig, sind daran interessiert, die Lösung heraus zu finden.

Die formulierte Hypothese soll im weiteren Arbeitsverlauf verifiziert bzw. falsifiziert werden. Dazu dient – neben Fachbüchern, Unterrichtshilfen und dem Internet – auch das Tellurium. Als wichtiges Unterrichtsmittel zur Reduktion der komplexen Wirklichkeit leistet es zum Beweis der aufgestellten Behauptungen gute Dienste. Einerseits setzen sich die Schüler mit dem Modell auseinander und erfahren auf anschauliche Weise die Zusammenhänge in der Konstellation Erde – Sonne – Mond. Andererseits erkennen sie die Unterschiede zwischen dem Modell und der Realität und lernen deshalb, die Komplexität der Wirklichkeit zu abstrahieren. Diese Transferleistung ist auch für die Überprüfung der Hypothesen bedeutsam.

Themengebiet

Grundlagen der Erde, Jahreszeiten

Zeitaufwand

2 - 3 Lektionen

Lösungshinweise



Abb. 1: Meteosat-8

Nord- und Südhalbkugel etwa gleich beleuchtet (-> Frühling oder Herbst) Wolkenband der ITC relativ gleichmässig um den Äquator verteilt Schnee in Alpen oder Pyrenäen in Ansätzen erkennbar

Das Bild wurde im Nordfrühling (April / Mai) aufgenommen (Aufnahmedatum: 9. Mai 2003).



Abb. 2: Meteosat-8

Nordhalbkugel im Schatten, Südhalbkugel beleuchtet ITC leicht nach Süden verschoben, etwa in der Mitte zwischen südlichem Wendekreis und Äquator

Das Bild wurde im Nordwinter aufgenommen, zwischen dem 21.12. und dem 21.März (Aufnahmedatum: 12.2.2003).

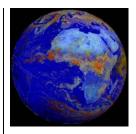


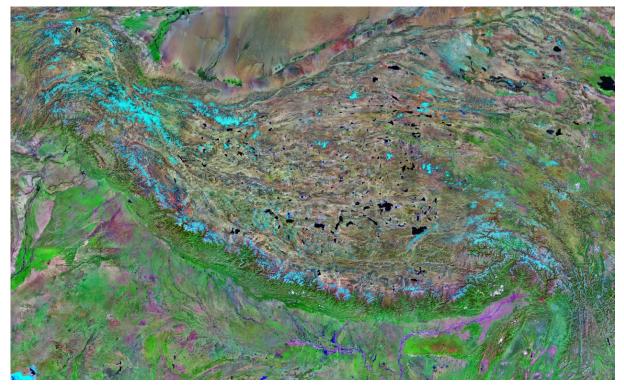
Abb. 3: Meteosat-8

Nordhalbkugel beleuchtet, Südalbkugel im Schatten ITC über dem Äquator, aber etwas stärker im Süden Kein Schnee nirgendwo

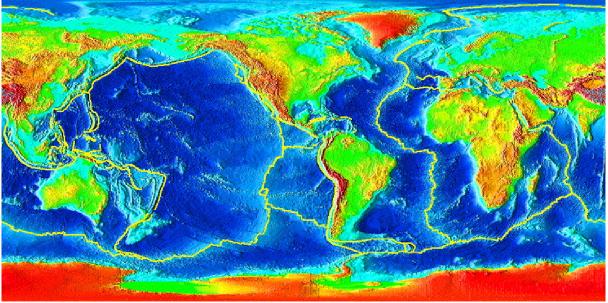
Das Bild wurde im Nordsommer (Juni / Juli) aufgenommen (Aufnahmedatum: 25.6.2003)

7.4 Plattengrenzen (Grundlagen der Erde)









= Plattengrenzen der Erdkruste

- Bildquellen:
 1: http://earthweb.ess.washington.edu/EPIC/Geologic/Satellite/Faulting/pages/EP_0023_JD_FL_09.htm
 2: http://geology.com/satellite/himalaya-satellite-map.shtml
 3: http://islanti.fi/ruotsi_www.tourism/bilder/thingvellirbild.htm
 4: http://www.geologieinfo.de/plattentektonik/plattengrenzen.html

Aufgabenstellungen

- Auf den Bildern sind drei Arten von Plattengrenzen dargestellt: eine divergierende und eine konvergierende Plattengrenze und eine Transformstörung. Du siehst also das Resultat von kollidierenden, auseinander driftenden und sich aneinander vorbei schiebenden Platten.
- Beschreibe, wie sich die drei Bilder unterscheiden. Du musst dazu ganz genau beobachten, welche Merkmale auf eine Plattenbewegung hinweisen. Die Farben im Bild sind dazu nicht entscheidend, dafür erhältst du aus den abgebildeten Strukturen die nötigen Informationen. Das vierte Bild kannst du dafür ausser Acht lassen.
- 3. Ordne den drei Bildern die folgenden Begriffe zu (zu jedem Bild passen 2 Wörter):
 - Konvergierende Plattengrenze
 - Divergierende Plattengrenze
 - Transformstörung
 - Gebirge
 - Verschiebung
 - Rift-Valley (schluchtartiges Tal) / Graben
- 4. Auf dem vierten Bild sind die Plattengrenzen der Erde abgebildet. Versuche mit einer Atlaskarte und deinen Schulbüchern die Satellitenbilder auf dem vierten Bild zu platzieren. Dazu markierst du die Plattengrenzenarten (divergierend, transformierend und konvergierend) mit verschiedenen Farben. Dann überlegst du, wo das Satellitenbild hinpassen könnte, hierfür hilft dir auch der Atlas weiter.

Informationen für Lehrerinnen und Lehrer

Ziele und didaktisch-methodische Hinweise

Die Schüler-/innen erarbeiten die Grundlagen der Plattengrenzen mit ihren Lehrbüchern. Ergänzend dazu passt diese Satellitenbildaufgabe, die im Schwierigkeitsgrad eher hoch einzuordnen ist. Die Schüler-/innen müssen die Bilder genau beobachten und auf die Strukturen in den Bildern achten. Gelingt dies, können daraus die Plattengrenzen abgeleitet werden. Die Zuordnung zur Weltkarte und eine mögliche Lokalisierung der abgebildeten Orte soll die Atlasarbeit vertiefen und das Vorwissen der Schüler-/innen ansprechen: möglicherweise haben die Schüler-/innen bereits Bilder dieser drei Regionen gesehen und können die Bilder mit Regionen assoziieren. Allenfalls kann auch durch das Ausschlussverfahren eine Lösung herbeigeführt werden.

Ziele

- Vertiefen der Kenntnisse der Plattengrenzen
- Erkennen von Strukturen im Luft- bzw. Satellitenbild
- Erlernen bzw. Anwenden der thematischen Atlasarbeit
- Interpretation von Abbildungen im Satellitenbild
- Zuordnen von Begriffen und Phänomenen

Themengebiete

Grundlagen der Erde

Zeitaufwand

1 Lektion

Lösungshinweise

Bild 1: San Andreas Verwerfung (Transformstörung)

Bild 2: Himalaya (konvergierende Plattengrenze)

Bild 3: Thingvellir, Island (divergierende Plattengrenze)

7.5 Projektionen (Kartographie)





Bildquellen: Satellitenbild: http://www.science-softcon.de/best_of_archiv.htm

www.penguinegypttours.com/images/Bicycling4.jpg

Aufgabenstellungen

- 1. Halte ein Pauspapier über die Halbinsel Sinai und fertige eine Kartenskizze der Halbinsel an. Zeichne Gebirge, Flussläufe, angrenzende Meere und Nachbarländer ein.
- Halte das Pauspapier mit den Passpunkten nun auf die Karte, die etwa gleich gross abgebildet ist. Stelle Vermutungen an, warum deine Kartenskizze nicht mit der Karte aus dem Atlas übereinstimmt.
- 3. Lies den nachfolgenden Informationstext über Kartenprojektionen und ergänze deine Vermutungen aus Aufgabe 2.
- 4. Beantworte, welche deiner Vermutungen richtig waren und welches die Ursachen für die Abweichungen sind.
- 5. Fülle die Tabelle aus und diskutiere die Ergebnisse mit deinen Nachbarn.

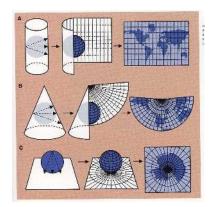
	Ja	Nein	Nicht beantwortbar
Die Kartenskizze ist längentreu.			Boartwortbar
Die Kartenskizze ist winkeltreu.			
Die Kartenskizze ist flächentreu.			
Für die Region wäre eine Zylinderprojektion ideal.			
Für die Region wäre eine Azimutalprojektion ideal.			
Für die Region wäre eine Kegelprojektion ideal.			
Die Kartenskizze sieht nach einer Georeferenzie-			
rung gleich wie die Karte aus.			

- 6. Stelle Überlegungen an, wie du überprüfen könntest, ob deine Kartenskizze längentreu, winkeltreu oder flächentreu ist.
- 7. Schreibe in Form einer Prozesskette auf, wie aus einem Satellitenbild eine Karte entsteht. Vergleiche dazu das Satellitenbild und die Kartendarstellung ganz genau.

Informationstext

Satellitenbilder werden oft als Grundlage für die Herstellung von Karten verwendet. Sie können aber nicht direkt nach der Aufnahme "abgezeichnet" werden, weil dadurch Fehler entstehen würden. Einerseits hat das damit zu tun, dass die Erde keine flache Scheibe ist, sondern eine kugelähnliche Gestalt hat. Dadurch entstehen bei der Abbildung auf ein flaches Papier Fehler, die nicht erwünscht sind. Andererseits nimmt das Aufnahmesystem auf Flugzeugen oder Satelliten nicht jeden Punkt der Erde exakt senkrecht von oben auf, wodurch Verzerrungen, unterschiedliche Perspektiven und Massstäbe auf dem Satellitenbild resultieren. Auch diese müssen bei der Kartenherstellung korrigiert werden. Diesen Prozess nennt man Geocodierung. Bei der Geocodierung werden vielen genau bestimmten Punkten auf dem Satellitenbild die exakten Koordinaten eines so genannten Referenzsystems zugewiesen, so dass es entzerrt wird. Das Referenzsystem ist ein bekanntes Koordinatensystem, das auf einer bestimmten Projektionsart beruht. Zudem können Aufnahmefehler korrigiert werden.

Da die Kugeloberfläche für die Herstellung von ebenen Karten nicht abgewickelt werden kann, müssen verschiedene Projektionsarten angewendet werden. Dabei lassen sich nicht gleichzeitig Strecken, Winkel und Flächen "richtig" (d.h. massstabsgetreu) abbilden – es wird also bei jeder Kartenherstellung ein Kompromiss geschlossen und die für die spätere Nutzung wichtige Eigenschaft ausgewählt. Schifffahrtskarten sind winkeltreu, weil die Navigation von Schiffsrouten über Winkelberechnungen erfolgt. Und Karten im Schulatlas sind flächentreu, damit beispielsweise die Flächen von Ländern oder Kontinenten besser verglichen werden können.



Graphikquelle: Hasler, 2004:39

Je nach Region der Erde eignet sich eine Projektionsart besser: Regionen im Bereich des Äquators oder entlang eines Meridians werden mit der Zylinderprojektion abgebildet. Die Kegelprojektion wird für die Darstellung von Gebieten mittlerer geographischer Breite und einer grossen Ost-West-Ausdehnung verwendet. Und die Azimutalprojektion eignet sich für Gebiete von ungefähr kreisförmiger Gestalt, wie zum Beispiel die Polregionen.

Ziele

Die Schüler-/innen stellen fest, dass die Skizze eines Satellitenbildes noch keine Karte darstellt, wie sie zum Beispiel in Atlanten abgebildet ist. Sie lernen sehr vereinfacht, welche Schritte dazu noch nötig wären und setzen sich dabei mit verschiedenen Projektionsarten auseinander. Sie versuchen, einen Bezug ihrer Kartenskizze zur Atlaskarte herzustellen und diese beiden Abbildungen zu vergleichen.

Didaktisch-methodische Hinweise

Das Thema Kartenprojektionen soll exemplarisch an einem Satellitenbild aufgezeigt werden. Beim Vergleich der eigenen Kartenskizze und dem Kartenausschnitt wird deutlich, dass die beiden Abbildungen nicht übereinstimmen. Daraus kann abgeleitet werden, dass Zwischenschritte in der Bearbeitung nötig sind. Diese mit Schüler-/innen exemplarisch durchzuspielen wäre zu aufwändig und kompliziert. Durch die Beurteilung der eigenen Abbildung und Überlegungen zur Herstellung einer Karte aus dem Satellitenbild kann aber ein Bezug zu den Prozessen hergestellt werden. Es erfolgt eine Anwendung des im Informationstext (und im Unterricht) gelernten Wissens über Kartenprojektionen.

Themengebiete

Kartographie

Zeitaufwand

1-2 Lektionen

Lösungshinweise

_	Ja	Nein	Nicht beant- wortbar
Die Kartenskizze ist längentreu.		X	
Die Kartenskizze ist winkeltreu.		X	
Die Kartenskizze ist flächentreu.		X	
Für die Region wäre eine Zylinderprojektion ideal.	Х		
Für die Region wäre eine Azimutalprojektion ideal.		X	
Für die Region wäre eine Kegelprojektion ideal.	Х		
Die Kartenskizze sieht nach einer Georeferenzierung	Х		
gleich wie die Karte aus.			

Aufgabe 7:

Satellitenbild -> Aufnahmekorrektur -> Georeferenzierung mit passender Projektion -> Vereinfachung (Generalisierung) -> andere Farbgebung -> Symbolverwendung -> Beschriftung

-> Karte

7.6 Thematische Karte "Landnutzung Aden" (Kartographie)



Quelle: unbekannt (Kalenderbild)

Aufgabenstellungen

- Erstelle mit einem Pauspapier eine Landnutzungskarte dieses Siedlungsausschnittes von Aden / Jemen. Das Bild zeigt einen Ausschnitt der Stadt und den Hafen. Verwende dazu folgende Landnutzungsklassen:
 - Erholungsgebiet / Grünflächen
 - Industrie
 - Wohnfläche
 - Infrastrukturanlagen (Parkplätze, Strassen usw.)
- 2. Erkläre, worum es sich bei allfällig weiss bleibenden Flächen handelt. Wähle weitere passende Kategorien, um auch diese Flächen klassieren zu können.
- 3. Wenn nötig, kannst du wichtige Merkmale auf dem Bildausschnitt mit einem Symbol auf deiner Karte kennzeichnen.
- 4. Vervollständige deine Karte mit Angaben, die auf jede Karte gehören: Titel (er gibt auf die drei Fragen Antwort: was, wann, wo?), Legende für die Farberklärung und allfällige Symbole, dein Name, Nordpfeil und Massstab. Versuche auch die Angaben zu bestimmen, bei denen zu Schwierigkeiten hast. Nimm dazu einen Atlas, das Internet oder ein Lexikon zu Hilfe und überlege, wozu diese Angaben wichtig sind. (Tipp für die Nordbestimmung: Atlas und Schatten von Häusern mit geographischer Lage kombinieren.)
- 5. Interpretiere deine Kartenskizze: was stellst du fest? Was erstaunt dich? Was hast du erwartet? Welches Bild ergibt sich im Vergleich zu einer Stadt in deiner Heimat?
- 6. Fasse in 5 10 Sätzen diese Erkenntnisse zusammen und halte sie in schriftlicher Form fest.
- 7. Besprich deine Angaben mit anderen Mitschüler-/innen. Seid ihr zu gleichen Resultaten gekommen? Ergänze deine Aufzeichnungen damit, was du zusätzlich durch das Gespräch gelernt hast.
- 8. Zusatzaufgabe: am unteren Bildrand sieht man Wohnhäuser, sie werden immer kleiner, je weiter der Berg (Kraterrand) ansteigt. Erkläre, warum das so ist.

Bildinformation

Beim Bild handelt es sich um ein Luftbild der Hafenstadt Aden in Jemen. Das Bild wurde von einem Flugzeug in etwa 1500 m Höhe aufgenommen.

Ziele

Die Schüler-/innen fertigen eine thematische Karte eines Ausschnittes der Stadt Aden an und lernen dabei, dargestellte Elemente im Bild für die Karte zu vereinfachen (= generalisieren). Die Ergänzung von Randangaben zur Karte machen die Schüler-/innen darauf aufmerksam, dass eine Karte Erklärungen zum Verständnis benötigt.

Durch die Karteninterpretation und die ergänzende Aufgabe können die gewonnenen Eindrücke vertieft und explizit formuliert werden. Dadurch wird deutlich, dass eine Karte Informationen beinhaltet, die wir lesen lernen müssen.

Didaktisch-methodische Hinweise

Die kartographische Übung will den aufwändigen Prozess der Kartenherstellung verdeutlichen, aber auch aufzeigen, dass eine intensive Beschäftigung mit Darstellungen möglich macht, Informationen aus einer Abbildung zu gewinnen.

Dadurch, dass Auftrag fünf nicht ohne weiteres gelöst werden kann, ersehen die Schüler-/innen, dass es wichtig ist, auch über Hintergrundinformationen zu Abbildungen zu verfügen. Sie können zum Beispiel durch die Lage des Hafens (Norden) und Distanzschätzungen (Massstab) ergänzt werden.

Themengebiete

Kartographie

Zeitaufwand

2 Lektionen

Lösungshinweise

Es kann aufgrund der Lage des Meeres angenommen werden, dass Norden unten ist. Auch der Schatten der Häuser zeigt leicht schräg nach unten, was bei einer Aufnahme um die Mittagszeit für einen Ort auf der Nordhalbkugel auf Norden hinweist, da die Sonne im Süden steht.

Der Masstab muss in der Abbildung mit einer angenommenen Hauslänge oder Strassenbreite berechnet werden.

7.7 Halbmarathon in München (Raumplanung)



Bildquelle: http://www.spaceimaging.com/newsroom/photos/2002/munich.htm, 27.6.2006

Aufgabenstellung

München möchte gerne einen Halbmarathon in der Innenstadt durchführen. Du siehst einen Teil der Stadt im oberen Bild dargestellt. Du wirst mit deiner Gruppe ausgewählt, um den Anlass zu planen, dazu müsst ihr ein umfassendes Konzept vorlegen.

- 1. Beschafft euch alle Informationen, die dafür nötig sind. (Tipp: Karte, Massstab, Internet, ...)
- 2. Zeichnet die Route auf dem Satellitenbild mit roter Farbe ein.
- 3. Vergesst bei der Planung folgende Dinge nicht:
 - Die Länge des Laufes sollte möglichst genau stimmen.
 - Der Streckenverlauf soll möglichst schön sein.
 - Start und Ziel müssen festgelegt werden.
 - Überlegt, wie viele Menschen aufgrund eurer Routenwahl am Rennen teilnehmen können.
 - Platziert Verpflegungsmöglichkeiten (Getränke, Erfrischung) sinnvoll.
 - Es könnte sein, dass sich jemand verletzt.
 - Die Zuschauer brauchen Platz.
 - Der Verkehr muss umgeleitet werden.
 - Die Teilnehmer müssen zum Startort gelangen und vom Zielort wieder zurück in ihre Unterkünften oder nach Hause. (Hinweis: der Bahnhof befindet sich knapp ausserhalb des Bildes am linken Bildrand in der Mitte).
- 4. Wenn ihr das Bild am Computer betrachtet, könnt ihr es vergrössern und Einzelheiten besser erkennen.
- 5. Vergleicht eure Lösung mit den anderen Gruppen. Besprecht die Hintergründe für euer Konzept. Tauscht aus, wie ihr vorgegangen seid. Stimmt ab, wer die beste Route gewählt hat.

Bildinformation

Das Satellitenbild zeigt die Innenstadt von München in hoher räumlicher Auflösung (Satellit Ikonos). Sowohl auf Papier, als auch bei der Betrachtung des Bildes am Computer können Einzelheiten festgestellt werden, da die Farbgebung der natürlichen Sehgewohnheit entspricht.

Ziele

Die Schüler-/innen erfahren bei der Aufgabenstellung, wie komplex die Organisation eines Sportanlasses ist. Sie sehen die Nützlichkeit des Satellitenbildes, beziehen aber auch andere Medien (wie Karten und den Computer) in die Arbeit mit ein. Sie lernen auch, ihre Entscheidungen zu begründen und zu reflektieren, dies erfolgt vor allem im Vergleich mit anderen Gruppen. Die Schüler-/innen lernen, das Satellitenbild genau zu betrachten, Formen und Farben zu deuten und diese Kenntnisse anzuwenden. Zudem führen sie Messungen im Satellitenbild durch.

Die Aufgabe kann auch mit einer Karte gelöst werden. Sie auf ein Satellitenbild zu transferieren befähigt die Schüler-/innen zur intensiven Bildbetrachtung. Im Satellitenbild ist der Grad der Abstraktion weniger hoch als in einer Karte, was gerade jüngere Schüler-/innen stärker anspricht. Der Unterschied von Satellitenbild und Karte kann verdeutlicht werden, die beiden Medien werden gleichzeitig verwendet.

Didaktisch-methodische Hinweise

Die Aufgabe ist relativ komplex und anspruchsvoll, dennoch regt die Schüler-/innen zu intensiver Denkarbeit an. Sie ist bewusst offen formuliert, es gibt wenige Kriterien, mit welchen die Lösung als eindeutig richtig oder falsch bewertet werden kann (abgesehen z.B. von der Streckenlänge). Das Satellitenbild wird mit der Aufgabenstellung intensiv betrachtet und interpretiert, dadurch und mit Hilfe der zusätzlichen Medien kann das Konzept zur Halbmarathon-Organisation erarbeitet werden.

Themengebiete

Raumplanung, Kartographie

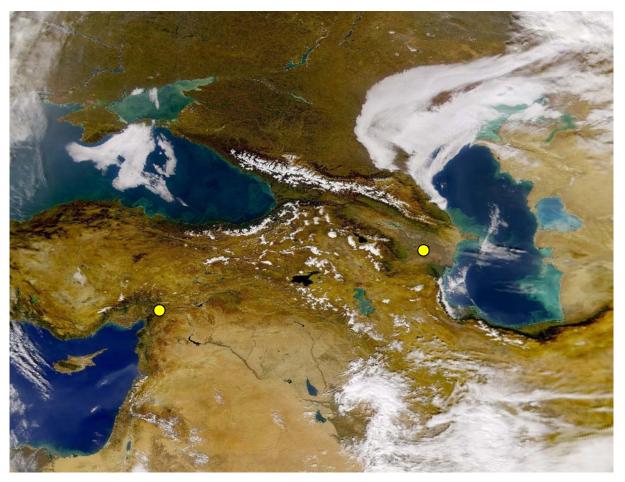
Zeitaufwand

2 Lektionen

Voraussetzungen

Karten lesen und mit ihnen arbeiten können (Messung, Kartenmassstab)

7.8 Ölpipeline in Aserbaidschan (Raumplanung)

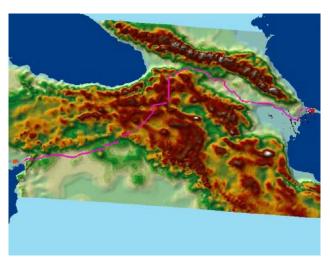


Quelle: http://armenianpages.com/ap-photos/satellite/07_armenia_turkey-VL.htm, 5.8.06

Aufgabenstellungen

- Auf dem Satellitenbild siehst du die Länder Aserbaidschan, Armenien und die Türkei, zudem sind das Kaspische Meer, das Schwarze Meer und Teile des Mittelmeeres abgebildet. Orientiere dich mit einer Atlaskarte über die Region und charakterisiere sie so genau wie möglich: Oberflächen, Flüsse, Gebirge, Ortschaften etc. Erkläre die weissen Flächen.
- Wir gehen davon aus, dass in Baku (gelber Punkt rechts, Hauptstadt von Aserbaidschan) Erdöl gefunden wurde. Die Firma möchte dieses Erdöl nun mit einer Pipeline ans Mittelmeer transportieren (gelber Punkt links). Beachte folgende Kriterien für den Bau:
 - Die Pipeline darf nicht über Staaten führen, die in kriegerische Auseinandersetzungen verwickelt sind.
 - Möglichst wenige Staaten sollen am Bau der Pipeline beteiligt sein.
 - Es muss eine optimale Wegführung (Länge, Oberfläche usw.) gefunden werden, damit die Kosten nicht expandieren.
 - Die Pipeline darf nicht durch Städte oder andere Siedlungen führen. (Informationen dazu gibt es im Atlas.)
- 3. Du wirst mit deinem Team für den Bau der Pipeline ausgewählt. Überlegt, wo eure Pipeline gebaut werden soll. Bezieht die Kriterien in die Überlegungen ein. Zeichnet dann ins Bild den gewählten Weg ein. Begründet eure Wahl. Haltet fest, welche weiteren Kriterien berücksichtigt werden müssen, die hier aber nicht aufgeführt wurden.
- 4. Vergleicht und diskutiert miteinander die verschiedenen Lösungen und erklärt allfällige Unterschiede.
- 5. Vergleicht die Lösung mit dem Vorschlag einer GIS-Firma (GIS = Geographische Informationssysteme), die dieses Projekt für ihre Werbung braucht. Beurteilt die vorgestellte Variante im Vergleich zu eurer eigenen Lösung und erklärt wiederum Unterschiede und Gemeinsamkeiten.
- 6. Informiert euch im Internet unter "Pipelinebau" über die Anforderungen an dieses Bauwerk. Haltet eure Erkenntnisse in 5-10 Sätzen fest.

Vorschlag der GIS-Firma



Quelle: http://www.esri.com/industries/pipeline/business/rout e.html, August 2006

Ziele und didaktisch-methodische Hinweise

Die Schüler-/innen lernen, Oberflächen genau zu betrachten und mit Informationen aus dem Atlas (oder dem Internet) zu verknüpfen. Sie interpretieren ein Bild im Hinblick auf eine konkrete Fragestellung und erkennen, dass für Planungsprojekte komplexe Anforderungen berücksichtigt werden müssen. Einzelne dieser Anforderungen werden vorgegeben, andere können selbstständig erarbeitet werden (z.B. Erdbebensicherheit).

Die Aufgabe kann dadurch erschwert werden, dass die Auseinandersetzung mit der Pipeline an den Anfang gestellt wird und die Grundlagen für den Bau der Pipeline von den Schüler-/innen selbstständig erarbeitet werden.

Ziele der Aufgabenstellung sind:

- Darstellungsmerkmale im Satellitenbild beschreiben
- Satellitenbild interpretieren
- Satellitenbild als Planungsgrundlage nutzen
- Anforderungen an den Bau einer Pipeline kennen lernen und anwenden
- Im Gespräch Lösungen austauschen, vergleichen und eigene Gedanken ergänzen

Themengebiete

Raumplanung, Oberflächenformen

Zeitaufwand

1 – 2 Lektionen

7.9 Landbedeckung in den USA (Landnutzung)

Bildquelle: http://geography.usgs.gov/www/products/geoface.html vom 18. Oktober 2005

Informationstext

■USGS ⇒ EPA

Die oben stehende Karte entstand aus Bildern des Satelliten Landsat und weiteren ergänzenden Messungen. Der ganze Datensatz enthält 21 Kategorien, welche die Oberfläche der USA möglichst genau beschreiben. Die Daten werden für zahlreiche Aufgabenstellungen verwendet, z.B. für Landschaftsanalysen, die Raumnutzung, die Entwicklung von Erntebeständen oder für Modelle zum Einsatz von Düngemitteln.

Die Legende erklärt sehr genau die Farben der Original-Landbedeckungskarte.



Aufgabenstellungen

- Beschreibe die Landbedeckung der USA: Halte fest, welche Kategorien du gut unterscheiden kannst und welche schwierig sind. Suche jede Legendenfarbe im Bild. Finde Bezeichnungen, die wir in Europa für die einzelnen Landnutzungseinheiten verwenden.
- 2. Halte ein Pauspapier über die Karte und erstelle eine vereinfachte Landbedeckungskarte. Entscheide dich für eine Gruppierung mit etwa 6 8 Klassen. Sprich die Vereinfachung vorher mit deinen Nachbarn ab. Umfahre für deine Kartierung gleiche Flächen mit der gleichen Farbe und grenze sie von anderen Flächen ab. Bei deiner Kartierung dürfen keine weissen Flächen zurück bleiben.
- 3. Ergänze die Kartierung mit einem passenden Titel, deinem Namen, dem Datum der Bearbeitung und der Legende, die zu deinen Farben passt. Achte darauf, dass die Farben in der Legende genau gleich wie diejenigen in der Karte sind und vergiss keine der Klassen.
- 4. Halte in einem kurzen Text fest, was du über die USA im ersten Übungsteil gelernt hast.
- 5. Halte ein zweites Pauspapier auf die Karte und zeichne die Umrisse Amerikas ab. Schreibe mit Hilfe eines Atlas die folgenden Begriffe direkt in deine Karte hinein:
 - Portland, San Francisco, Las Vegas, Salt Lake City, Minneapolis, Kansas City, Detroit, Miami, New York, Washington, Halifax
 - Grosses Becken, Badlands, Rocky Mountains, Appalachen, Küstengebirge, Colorado Plateau,
 - Rio Grande, Colorado, Missouri, Mississippi, Ohio-River, Lake Michigan, Lake Erie, Grosser Salzsee
- 6. Wähle sechs Städte aus und beschreibe anhand der Landnutzungskartierung (erste zwei Aufgaben), wie die Bodenbedeckung dieses Ortes aussieht (Wald, Busch, Wasser, Feld). Erkläre, ob die dort lebenden Menschen auf diesem Boden Nahrungsmittel anpflanzen können. Überlege, welche Konsequenzen dies auf die Wirtschaft und die Landwirtschaft hat.

Bildinformation

Das Satellitenbild entspricht unserer natürlichen Wahrnehmung und trägt deshalb auch den Titel "Landbedeckung als geographisches Gesicht der Nation". Dennoch handelt es sich um eine bereits erfolgte, sehr detaillierte Kartierung, die auch als Abbild der Landoberfläche verwendet werden kann.

Ziele

Die Schüler-/innen setzen sich mit der Landbedeckung der USA auseinander und lernen dabei die verschiedenen natürlichen Einheiten dieses Staatenbundes kennen. Sie stellen fest, dass sehr heterogene Elemente das Land kennzeichnen. Dies soll dazu beitragen, die Vielfalt und unterschiedliche natürliche Ausprägung zu erkennen.

Zudem orientieren sie sich geographisch in den USA und lernen durch die genaue und intensive Betrachtung wichtige topographische Orientierungsmerkmale kennen und einordnen.

Didaktisch-methodische Hinweise

Die Aufgabe will die Vielfalt und Differenziertheit eines Lebensraumes verdeutlichen und gleichzeitig die Begriffsbildung für Oberflächenformen fördern. Dies trägt dazu bei, dass sich die Schüler-/innen einen geographischen Wortschatz aneignen.

Die geographische Orientierung der USA wird durch die vorangehende Bildbetrachtung und – kartierung vernetzt vermittelt und gewährleistet dadurch einen nachhaltigen Wissenserwerb. Die Jugendlichen können sich zusammen mit den Begriffen auch die dazugehörige Oberfläche einprägen, was zu einer vertieften Abspeicherung und einer besseren räumlichen Orientierung führt. Die abschliessende Beschreibung der natürlichen Lebensgrundlagen verstärkt diese Wirkung und setzt den Naturraum mit dem Wohnort in Verbindung. Die Schüler-/innen können bei dieser Aufgabe weitere Informationen (Klimadiagramme, Photos,...) benützen.

Themengebiete

USA, Landbedeckung, Geomorphologie

Zeitaufwand

2 Lektionen

Voraussetzungen

Kartenarbeit, Begriffe von Oberflächenformen

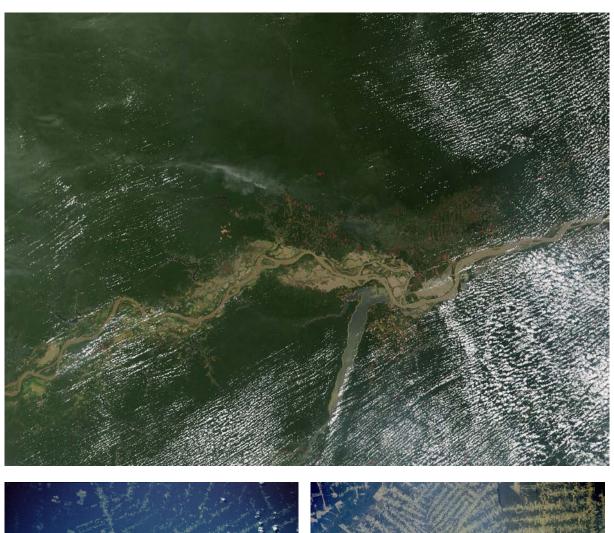
Lösungshinweise

Bei der ersten Aufgabe wird erwartet, dass die Kartierung folgende Einheiten umfasst (sinngemäss): Gebirge, Wald, Ebene, Wüste, Seenregion, Stadtregionen, Küstengebiete.

Beim Vergleich mit der ursprünglichen Legende wird deutlich, dass die eigene Kartierung weniger differenziert ist, für eine Beschreibung der amerikanischen Landschaftstypen aber ausreicht. Zudem werden die Schüler-/innen eher die Oberflächenformen fokussieren, die Legende gibt aber mehrheitlich Landnutzungen an.

Möglicherweise ist es sinnvoll, den Schüler-/innen die Legende separat zu verteilen.

7.10 Regenwald Brasilien (Landnutzung)







Bildquellen:
Bild oben: http://www.fire.uni-freiburg.de/GFMCnew/2004/1208/20041208_br.htm, 16. November 05
Bilder unten: http://news.mongabay.com/2005/0424-rhett_butler.html, 16. November 2005

Informationstext

Die Abholzung des Regenwaldes hat viele verschiedene Ursachen. Eine davon ist das Anliegen armer Bauern, die von Regierung und Polizei dazu ermutigt werden, die Waldflächen für die Landwirtschaft zu nutzen. In Brasilien kann sich ein Landbesetzer das Recht zur Landnutzung erwerben, wenn er auf einem nicht beanspruchten Landstück lebt und es für mindestens ein Jahr nutzt. Die staatliche Polizei erlaubte bis in die Mitte der 90er Jahre dreimal höhere Verkaufspreise für entwaldetes Gebiet als beim Verkauf von Waldflächen.

Vor der eigentlichen Brandrodung wird zuerst das Unterholz beseitigt und die Bäume abgesägt. Dann wird das Gebiet für einige Monate ausgetrocknet, bevor es angezündet wird. Nicht immer können die Feuer kontrolliert werden.

Einmal gerodet, wird das Land mit Bananen, Palmen, Maniok, Mais oder Reis bepflanzt. Nach einem oder zwei Jahren Bewirtschaftung nimmt die Bodenfruchtbarkeit und damit die Ernte rapide ab, weshalb die Bauern gezwungen sind, weiter in die noch bestehenden Waldflächen vorzudringen und diese ebenfalls zu roden. Die unfruchtbar gewordenen Felder werden Kleintierherden zur Weide überlassen oder bleiben als Buschland ungenutzt. Oft wächst auch gar nichts mehr auf den Brachflächen und eine Bodenerosion mit katastrophalem Ausmass ist die Folge.

Zwischen 1995 und 1998 hat die Regierung im Amazonasgebiet 150'000 Familien Land zugesprochen. 48% der gerodeten Waldflächen waren kleiner als 50 Hektaren. Jedes Jahr konnten mit Hilfe von Satellitenbildern Zehntausende von Feuern entlang des Amazonas festgestellt werden.

Ein weiterer Grund für die Abholzung geht auf den Strassenbau zurück. Strassen verbinden Flecken mit kleinen Siedlungen oder abgeholzten Flächen und garantieren die Versorgung der Menschen. Der Brasilianische Trans-Amazonien-Highway war eines der ehrgeizigsten Wirtschaftsentwicklungsprojekte, das je entwickelt wurde – und gleichzeitig einer der spektakulärsten Fehler. In den 70er Jahren plante die Brasilianische Regierung einen 2000 Meilen langen Highway, der den riesigen Amazonas-Regenwald halbiert.

Menschen, die sich hier ansiedeln wollten, erhielten ein Landstück von 100 Hektaren, ein garantiertes Gehalt für sechs Monate um den Aufbau von Häusern und die Umwandlung von Regenwald in Ackerland zu ermöglichen. Die entstehenden Kosten übertrafen Brasiliens Möglichkeiten um ein Vielfaches, zudem resultierte eine enorme Entwaldung, weil die Farmer zu wenig über das ökologische Gefüge der Region wussten.

Die Satellitendaten von 2004 zeigen eine markante Zunahme der Entwaldung entlang der geteerten Strasse und des Amazonas. Typischerweise siedeln sich entlang dieser Strassen weitere Bauern an, die den Regenwald als freies Land für ihre Landwirtschaftlichen Bedürfnisse nutzen. Brasilien und Peru haben mittlerweile eine Weiterführung der Strasse bis an den Hafen von Lima geplant, damit die Nachfrage nach Nahrungsmitteln aus China erfüllt werden kann.

Textquelle: Rhett Butler, mongabay.com, 24. April, 2005 - http://news.mongabay.com/2005/0424-rhett_butler.html

Aufgabenstellungen

Du siehst im oberen Bild zwei verschiedene Flächen: in der Mitte ein hellgrau-beiges, breites, sehr verzweigtes und verschlungenes Band, der Amazonas. Nördlich und südlich davon ist die Fläche dunkelgrün, sie ist aber ganz fein unterbrochen von hellbraunen, schmalen Streifen, die sich wie Fischgeräte in Nord-Süd oder Ost-West-Richtung vom Mittelband wegbewegen. Zudem sind kleine rote Flecken eingezeichnet, die Feuer symbolisieren. Am rechten unteren Rand gibt es weisse Flecken und in der oberen Bildhälfte helle Schlieren.

- 1. Erkläre, was die einzelnen Farben und Formen bedeuten.
- 2. Die Fläche im Bild entspricht etwa der Grösse der Schweiz. Lege ein Pauspapier über das Satellitenbild und zeichne die Feuer (rote Flecken) ab. Halte dieses Papier dann auf die Kantonskarte auf S. 23 im Schweizer Weltatlas. Schreibe auf, an welchen Orten in der Schweiz überall ein Feuer brennen würde, wenn wir die Situation in Brasilien auf die Schweiz übertragen. Halte fest, welche Ausbreitung du feststellst. Beurteile, ob es sich auf die Fläche der Schweiz bezogen um viele oder wenige Feuer handelt. Leite daraus ab, was diese Dichte an Feuern für die Bewohner in Brasilien bedeutet. (*)
- 3. Beantworte folgende Fragen: Warum brennt der Regenwald in diesem Ausmass? Warum holzt man Regenwälder ab? Lies anschliessend den Informationstext und stelle eine Liste von Ursachen zusammen, die zur Regenwaldabholzung führen. Belege sie mit den Bildern. Beantworte auch, welche Rolle Europäer bei der Regenwald-Abholzung spielen.

Die beiden unteren Aufnahmen liegen acht Jahre auseinander, das erste Bild stammt von 1985, das zweite von 1992.

- 4. Beschreibe, was du feststellst.
- 5. Vermute, wie sich die Landschaft vom zweiten Bild (1992) bis heute verändert hat.
- 6. Diskutiert gemeinsam, welche Lösungen die Regenwald-Abholzung verringern oder gar stoppen könnten.
- 7. Schreibe auf, welche Regionen weltweit von der Abholzung der Regenwälder betroffen sind. Dazu brauchst du einen Atlas oder das Internet.

(*) Variante Deutschland: Die Aufgabe lässt sich auch für deutsche Bundesländer übertragen. Dafür sind Karten im Massstab 1:1 600 000 nötig, 1 cm auf der Karte muss etwa 16 km in der Wirklichkeit entsprechen. Es lassen sich auch bereits vorhandene Karten vergrössern.

Bildinformation

Im oberen Bild ist ein Teil Brasiliens beim Zusammenfluss des Tapajós (Mitte unten) und des Amazonas (West-Ost-Richtung in der Bildmitte) dargestellt. Die entwaldeten Flächen erscheinen in hellbraun oder hellerem grün als die unzerstörten Flächen. Sie sind im Satellitenbild durch ihre Struktur zu erkennen, weil sie wie Fischgeräte-Muster aussehen (herringbone-pattern). Obwohl Feuer früher auch in Trockenzeiten sehr selten waren, gehören sie heute zur Tagesordnung.

Das Bild stammt von einer MODIS-Aufnahme (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) des NASA-Satelliten Terra, Aufnahmedatum ist der 18. November 2004. Es zeigt, wo MODIS Feuer entdeckt hat, die auf dem Bild rot markiert sind. Obwohl die Feuer nicht zwingend gefährlich sind, können sie sich doch unkontrolliert ausbreiten.

Das untere Bildpaar zeigt zwei Flächen im Regenwald von Rondônia in Brasilien. Das rechte Bild stammt vom Juni 1985, das linke vom August 1992. Die Bilder zeigen die Zerstörung des Regenwaldes eindrücklich, insbesondere auch dessen Ausmass und die zeitliche Veränderung. Der Umfang der blank gerodeten Flächen überschreitet mittlerweile denjenigen der noch existierenden Regenwaldflächen. Die dunkelgrüne Farbe zeigt den verbleibenden Rest Tropischen Regenwaldes.

Ziele

Die Schüler-/innen setzen sich mit der Abholzung des Regenwaldes auseinander. Sie lernen, das Ausmass der Abholzung abzuschätzen und zu beurteilen. In Zusammenarbeit mit der Bildbetrachtung und –analyse und einem Text werden Ursachen für die Abholzung festgehalten und mit dem Bild begründet. Im Sinne einer Transferleistung können die Schüler-/innen weltweit betroffene Regionen benennen und mögliche Gegenmassnahmen aus der Bearbeitung ableiten.

Didaktisch-methodische Hinweise

Ausgehend vom oberen Bild stellen die Schüler-/innen fest, dass die Landschaft ein merkwürdiges Muster aufweist. Ursache sind die rot markierten Feuer, der Rauch dieser Feuer ist auf dem Satellitenbild gut erkennbar. Die Abschätzung des Ausmasses der Feuer wird durch einen Transfer auf die vertraute Umgebung verdeutlicht. Die Schülerinnen und Schüler erkennen dadurch, welche Wirkung die auf dem Bild kleinen Flecken tatsächlich haben – dies anhand eines ihnen vertrauten, bekannten Raumes zu beurteilen ist einfacher, als in einem fremden Gebiet.

Im Vergleich zweier Bilder aus unterschiedlichen Zeitpunkten kann abgelesen werden, wie die Regenwaldzerstörung aussieht. Erst durch die Visualisierung kann erfasst werden, wie katastrophal die Folgen der Abholzung sind.

Themengebiete

Landnutzung, Regenwald

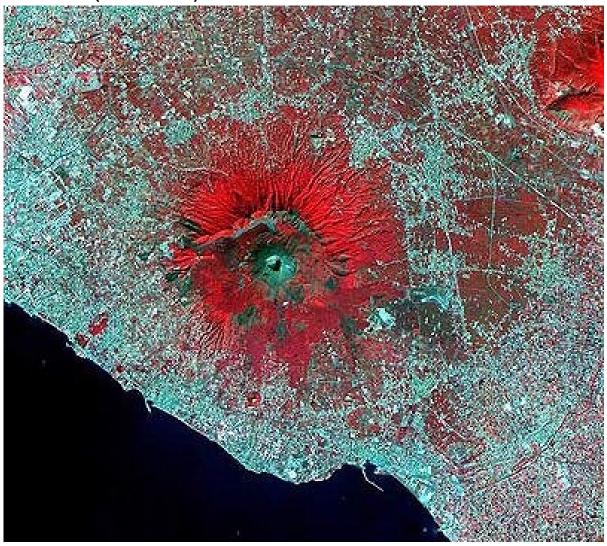
Zeitaufwand

2 - 3 Lektionen

Voraussetzungen

Atlasarbeit

7.11 Vesuv (Oberflächen)



Bildquelle: http://veimages.gsfc.nasa.gov//1555/aster_vesuvius_lrg.jpg

Aufgabenstellungen

Das Satellitenbild zeigt den Vesuv und seine Umgebung. Im Bild entsprechen die Farben nicht denen der natürlichen Oberfläche. Das Bild wurde im Infrarotbereich aufgenommen, dabei werden die Farben anders als wir sie sehen dargestellt. Rot zeigt hier die Vegetation, hellblau-grau sind Gebäude oder Strassen, schwarz das Wasser.

- 1. Zeige deinem Nachbarn, welches der Vesuv ist. Erkläre, wie man ihn eindeutig erkennen und von anderen Bergen / Gebirgen unterscheiden kann.
- 2. Beschreibe die Form des Vulkans so genau wie möglich. Suche Lavaströme, den Krater, den am nächsten gelegenen Ort. Tauscht aus, was gut zu entdecken und was schwierig zu finden ist.
- 3. Erkläre, warum die Flanken des Kraters ganz rot sind. Äussere dich zur Landschaft am Vulkankrater und seinen Flanken mit Hilfe der Bilderklärung.
- 4. Beziehe die untenstehende Photographie (links) in die Überlegungen ein und ergänze deine Vermutungen von Aufgabe 3.
- 5. Bestimme, ob der Vulkan aktiv ist oder nicht. Begründe deinen Entscheid.
- 6. Bezeichne auf dem Bild, wo Menschen leben, wo du Häuser, Strassen, einen Flughafen oder Hafen etc. erkennen kannst. Beurteile die Wohnlage im Zusammenhang mit der Lage des Vulkans: leben die Menschen gefährlich? Oder profitieren sie vom Vulkan? Begründe mit Hilfe des Bildes.
- 7. Vergleiche die Situation heute mit der Darstellung früher (Photo unten rechts). Halte Unterschiede und Gemeinsamkeiten dieser beiden Zeiten fest.
- 8. Schreibe auf, was du mit Hilfe des Bildes über den Vesuv lernst.





Bildquellen:
Bild links: http://www.atlanteparchi.it/parco.nazionale.vesuvio/index.html, Dez. 06
Bild rechts:http://www.polygraphicum.de/scan/Vesuv%20Ansicht.jpg, Dez. 06

Bildinformation

Das Bild des Satelliten Terra (Sensor ASTER: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) wurde am 26. September 2000 aufgenommen. Es handelt sich um ein Falschfarbenbild, das eine Fläche von 36 x 45 km abdeckt. Der Vulkan ragt über die Stadt Neapel hinaus und gehört damit neben Popocatepetl und Mount Fuji zu wenigen Vulkanen, die in dicht besiedelten Regionen liegen. Im Jahre 79 nach Christus brach der Vesuv aus, verbrannte seine ganze Umgebung und begrub sie unter einer Aschenschicht von 30 m Mächtigkeit. Im 18. Jahrhundert entdeckte man die damals verschütteten Städte Pompeji und Herculaneum, seit dem 20. Jahrhundert kann man sie besichtigen.

Der Vesuv wird sehr intensiv beobachtet, damit mögliche Signale einer weiteren Eruption frühzeitig erkannt werden können.

Ziele

Die Schüler-/innen betrachten das Bild und lernen dabei die Lage des Vulkans mitten in einem dicht besiedelten Gebiet kennen. Sie leiten aus den Beobachtungen ab, ob die Menschen gefährdet leben und ob sie von der Lage des Vulkans profitieren.

Didaktisch-methodische Hinweise

Durch die Bildbetrachtung eines Vulkans erleben die Schüler-/innen einen Perspektivenwechsel. Sie erkennen die Merkmale eines Vulkans auch im Satellitenbild, können diesen aber nicht als Einzelphänomen, sondern als Teil eines (genutzten) Raumes begreifen. Dadurch setzen sie den Vulkanismus in einen grösseren Zusammenhang und leiten daraus die Erkenntnisse zur Gefahr.

Themengebiete

Oberflächenformen, Landnutzung, Vulkanismus

Zeitaufwand

1 Lektion

Lösungshinweise

Im Bild erkennt man Strassen, Felder, Siedlungen und den Flughafen. Auch die Gebirge sind deutlich erkennbar, weisen aber im Vergleich zum Vulkan eine andere Form auf.

Der Vulkan ist nicht aktiv, es kann kein Rauch erkannt werden.

Die Hänge des Kraters sind rot, was auf eine intensive Vegetation schliessen lässt. Das bedeutet, dass die Kraterhänge landwirtschaftlich intensiv genutzt werden. Auch aus der Nutzung kann abgeleitet werden, dass keine Aktivität vorherrscht, da bis zur Zeit der Pflanzenbesiedlung nach einem Ausbruch eine gewisse Zeit vergehen muss.

7.12 Saudiarabische Wüste (Oberflächen)



Bildquelle: http://bilddb.rb.kp.dlr.de/deutsch/rubrik.asp?qryRubrik=2; 3.4.07

Aufgabenstellungen

- Das Bild wurde 600 km östlich von Mekka aufgenommen. Die Oberfläche wird in Falschfarben dargestellt. Betrachte das Bild genau und beschreibe, wie die richtige / reale Oberfläche in den gelb-rot eingefärbten Flächen und wie in den blauen aussieht. Erkläre, welche Bildmerkmale deine Behauptungen unterstützen.
- Nimm einen Atlas zu Hilfe und überprüfe, ob er deine Beobachtung stützen kann oder ob du sie durch die Karteninformation verwerfen musst. Vergleiche, welche Information dir der Atlas liefert und welche das Bild.
- 3. Neben der Farbe gibt es auch Strukturen im Bild, die auffällig sind. Deute, was du erkennst und interpretiere!
- Am linken Bildrand sind dunkle Kreise zu erkennen. Interpretiere zuerst die unnatürliche Form mitten in einer natürlichen Wüstenlandschaft und versuche dann zu bestimmen, woher diese Formen stammen.

Bildinformation

Aus der Entfernung des Weltraums lassen sich auch die schwer zugänglichen Wüstenregionen der Welt überwachen und ihre Ausbreitung sowie die Entwicklung karger Vegetation beobachten. In Trockengebieten, wie hier am Rande der saudi-arabischen Wüste, ist Landwirtschaft nur mit intensiver Bewässerung möglich. Am linken Rand sieht man dunkle Kreise. Das sind kleine bewässerte Felder. Dafür wird Grundwasser hochgepumpt und von Bewässerungsanlagen verteilt. Die rot-orange eingefärbte Fläche auf der linken Seite ist eine Dünenlandschaft. Rechts sieht man in Blau Gebirgszüge mit nacktem Felsgestein. In solchen Trockenzonen suchen Geologen nach Grundwasser. Sie vermuten es in alten Flussbetten, die längst ausgetrocknet und von Sand verschüttet sind (Wadis). Bilder dieser Art können den Geologen bei dieser Aufgabe helfen. Mit einem Infrarot-Sensor an Bord der russischen Raumstation MIR wurde dieses Bild aus der saudi-arabischen Halbinsel etwa 600 Kilometer östlich von Mekka aufgenommen.

Ziele und didaktisch-methodische Hinweise

Die Schüler-/innen lernen, ein Falschfarbenbild zu lesen und zu interpretieren. Im Vergleich mit dem Atlas sehen sie, dass die beiden Medien unterschiedliche Informationen wiedergeben und sich gegenseitig ergänzen. Die Aufgabe zu den dunklen Kreisen (bewässerte Felder) will die Schüler-/innen auf anthropogene Landschaftsmerkmale aufmerksam machen. Sie sollen aus der Form ableiten, dass hier der Mensch wirkt und seine Spuren hinterlässt.

Themengebiete

Wüste, Wüstenformen, Oberflächengestaltung, Bewässerung,

Zeitaufwand

1 - 2 Lektionen

Lösungshinweise

In der Sandwüste (roter Teil) sind Längsstreifen zu erkennen, die als Dünen interpretierbar sind. Auch die bewässerten Felder (dunkle Kreise) sieht man deutlich.

In der Steinwüste (blau) weisen die dunklen Flecken auf Gebirge hin. Zudem sieht man Linien, die zu diesen Steinen hinführen. Möglicherweise handelt es sich um Wege oder Leitungen. Bei den weissen Flecken könnte es sich um Salzablagerungen handeln.

Der Vergleich des Bildes mit der Atlaskarte ist nicht ganz einfach, auch deshalb, weil die Positionierung des Bildausschnittes nicht zweifelsfrei möglich ist. Dennoch sieht man auf einer Reliefkarte etwa 600 km östlich von Mekka den Übergang von Sand zu Steinwüste (Region der Tuwaik-Berge). Der Vergleich zeigt aber deutlich die Unterschiede der beiden Medien. Die Erkenntnis, dass zur Lösung der Aufgaben beide Informationen nötig sind, ist wichtig.

7.13 Manicouagan-Krater (Geologie)



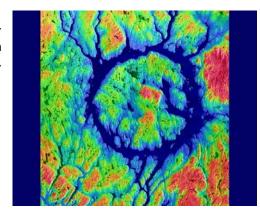
Quelle: http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA03434, August 2006

Aufgabenstellungen

Satellitenbilder haben den Vorteil, dass man Dinge aus der Luft und aus grosser Distanz sehen kann. Dadurch werden Phänomene auf der Erdoberfläche sichtbar, die man vom Boden aus nicht hätte erkennen können. Die Abbildung oben stellt ein solches Phänomen dar.

- Überlegt zusammen, was der dargestellte Kreis bedeuten k\u00f6nnte und wie er entstanden ist. Als kleine Hilfe: beim Bild handelt es sich um ein Echtfarbenbild, der Kreis befindet sich in Quebec, Canada und weist einen Durchmesser von etwa 70 km auf. Betrachte die Farben und Formen im Bild sehr genau.
- 2. Lest nachher den Informationstext und ergänzt eure Gedanken mit den Informationen.

- 3. Sich die Grösse eines Kraters vorzustellen, ist nicht ganz einfach. Führe dazu die folgende Übung aus: Ziehe einen Kreis von 70 100 km Durchmesser um die nächste Stadt deines Wohnortes herum. Schätze nun ab, wie gross der See ist. Was stellst du fest?
- 4. Trage zusammen, was es bedeuten würde, wenn heute ein Asteroid dieser Grösse auf die Erde fallen würde. Mit welchen Folgen wäre zu rechnen? Erstelle eine Liste aller möglichen Folgen auf Natur, Mensch, Tier, Landschaft und Klima.
- 5. Verfasse einen Massnahmenkatalog, der Politikern bei einem solchen Ereignis helfen könnte, die richtigen Schritte in die Wege zu leiten.
- 6. Wie schätzt du die Theorie der Wissenschaftler ein, dass bei diesem Ereignis vor 212 Millionen Jahren viele Lebewesen ausgestorben sein sollen? Begründe deine Meinung!
- 7. Erkundige dich im Internet nach weiteren Impaktereignissen und stelle eine Bildergalerie und die wichtigsten Fakten zusammen.
- 8. Zusatzaufgabe: Erkläre die Farben auf dem nebenstehenden Falschfarbenbild und überlege, wozu ein solches Bild dienen könnte. Vergleiche dazu die beiden Bilder. Halte die Erkenntnisse schriftlich fest.



Quelle

http://www.geog.ucsb.edu/~jeff/wallpaper2/canada_manicouagan_reservoir_radarsat_dec142003_landsatwall.jpg

Informationstext

Der grosse ringförmige See in diesem Bild zeigt die Überbleibsel eines der grössten erhaltenen Impaktkraters der Welt. Der Manicuagan-See in Nord-Quebec, Canada, umschliesst die im Zentrum des Kraters entstandene Erhebung (Horstbildung), die einen Durchmesser von rund 70 km aufweist. Vergletscherung und andere Erosionsprozesse haben die Ausmasse des Kraters reduziert, seine Originalgrösse wird auf etwa 100 km Durchmesser geschätzt.

Das Impaktereignis (wörtlich: Aufprall) hat vermutlich vor etwa 212 Millionen Jahren gegen Ende der Trias stattgefunden. Es gibt Wissenschaftler, die glauben, dass der Impakt für das Aussterben von fast 60% aller damals lebenden Arten verantwortlich war. Es wird davon ausgegangen, dass der Impakt durch einen Asteroiden mit 5 km Durchmesser verursacht wurde. Der See liegt zwischen erosions-resistenten metamorphen Gesteinen und vulkanischen Eruptivgesteinen, es wird zudem vermutet, dass am Kraterboden durch den Schock des Aufpralls zahlreiche metamorphe Prozesse ausgelöst wurden.

Heute dient der See als Trinkwasserreservoir. Zudem wurde er 1960 durch den Bau einer Staumauer in einen Stausee umgewandelt, so dass Elektrizität durch Wasserkraft erzeugt werden kann. Die Talsperre ist eine der grössten der Welt. Auch ist die Region durch den See zu einer der bedeutendsten für die Lachsfischerei geworden.

Bildinformationen

Das Echtfarbenbild der Region wurde am 1. Juni 2001 vom Sensor MODIS auf dem Satelliten Terra aufgenommen.

Ziele

Die Schüler-/innen stellen fest, dass Satellitenbilder sich für grossräumige Abbildungen eignen, die erst aus der Luft in ihrer ganzen Dimension wahrgenommen werden. Zudem eignen sie sich Hintergrundinformationen zu Impaktereignissen an und Iernen, Vermutungen von Wissenschaftler-/innen zu hinterfragen und zu beurteilen. Das Bild bietet weiter die Möglichkeit, ein Falschfarbenbild zu interpretieren und Gedanken zum Sinn solcher Bildarten zu äussern.

Didaktisch-methodische Hinweise

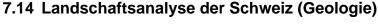
Das Bild dient hier als Aufhänger, direkt wird nur wenig mit der Darstellung gearbeitet. Dennoch ist es bedeutsam, ein Satellitenbild für dieses Phänomen einzusetzen, weil die Struktur erst auf diese Weise deutlich wird. Für die Schüler-/innen ist es wichtig, die Grösse mit einer ihnen bekannten Ausdehnung vergleichen zu können. Erst dadurch kann ermessen werden, welche Auswirkungen Impaktereignisse auf das Leben der Erde hatten.

Themengebiete

Geologie, Weltall, Falschfarben-Satellitenbilder

Zeitaufwand

1 – 2 Lektionen





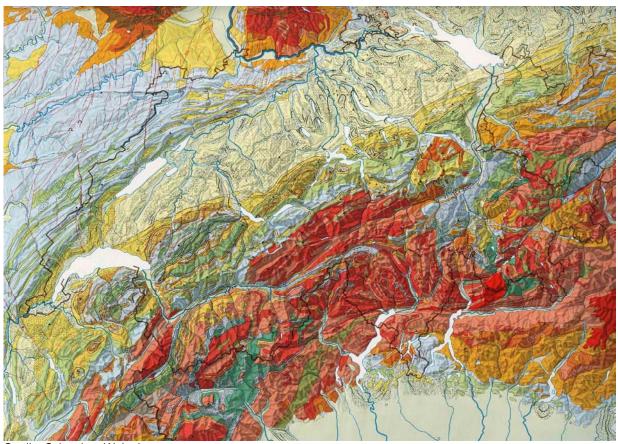
Quelle: eurimage / NPOC

Aufgabenstellungen

- 1. Zeichne mit Hilfe einer Atlaskarte grob die Umrisse der Schweiz auf das Satellitenbild.
- 2. Betrachte das Satellitenbild genau du kannst Flächen feststellen, die ähnlich dargestellt sind und andere, die sich in Grauton, Farbe, Struktur usw. deutlich unterscheiden.
- 3. Arbeite mit einer Folie oder einem Pauspapier. Halte es auf das Satellitenbild und grenze Flächen, die ähnlich aussehen, von anderen ab. Du solltest auf diese Weise etwa 5 8 Regionen bestimmen können. Es können auch Regionen entstehen, die nicht zusammenhängend sind (z.B. Seen). Erstelle eine Tabelle, nummeriere die Flächen und charakterisiere sie mit einigen treffenden Stichworten. Äussere dich mindestens zur Farbe und Struktur.
- 4. Erkläre die gefundene Struktur. Oder anders ausgedrückt: kannst du die auf dem Satellitenbild unterschiedenen Regionen mit Merkmalen der Landschaft assoziieren?
- 5. Arbeite nun mit der nachstehenden geologischen Karte der Schweiz weiter, du findest sie auch im Schweizer Weltatlas S. 9. Vergleiche deine auf der Folie eingezeichneten Regionen mit der Karte. Falls sie im gleichen Massstab vorliegen, kannst du die Folie auch auf die geologische Karte halten, damit du besser arbeiten kannst.
- Stelle Zusammenhänge zwischen deinen Regionen und der Geologie des Landes her: Erkläre, warum sich die Regionen voneinander unterscheiden. Halte deine Erkenntnisse in einer neuen Spalte deiner Tabelle fest.

- 7. Ordne den Regionen der Tabelle folgende Begriffe zu: Voralpen, Seen, Mittelland, Vogesen und Schwarzwald, Alpen, Oberrheinische Tiefebene, Jura.
- 8. Verfahre gleich mit der Klimakarte oder der Karte der Bevölkerungsverteilung im Atlas. Ergänze deine Notizen mit diesen Erkenntnissen.
- 9. Halte schriftlich fest, welche Zusammenhänge zwischen Geologie, Klima, Bevölkerung und der Landschaftsgestaltung (im Satellitenbild sichtbar) deutlich werden.
- 10. Überprüfe deine Meinungen mit Photos, die du zu den einzelnen Begriffen (bzw. Regionen) suchst. Stimmt dein Eindruck mit den Bildern überein?
- 11. Zusatzaufgabe: Begib dich auf Exkursion und kontrolliere, ob deine Vermutungen richtig sind. Hier kannst du auch noch offene Fragen beantworten.

Geologische Karte der Schweiz



Quelle: Schweizer Weltatlas

Bildinformationen

Beim Satellitenbild handelt es sich um ein Mosaik (eine Zusammenstellung verschiedener Bilder) des Satelliten Landsat (TM). Die Aufnahmen stammen aus den Jahren 1990 – 1994.

Ziele

Die Schüler-/innen deuten die Farben und Strukturen eines Satellitenbildes im Hinblick auf ein vertieftes Verständnis der Reliefgestaltung. Sie lernen, dass die Oberflächengestalt der Schweiz im Zusammenhang mit geologischen und klimatischen Ursachen steht und Auswirkungen auf die Bevölkerungsverteilung hat. Diese Erkenntnisse können direkt aus der umfassenden Satellitenbildinterpretation abgeleitet werden.

Didaktisch-methodische Hinweise

Die Aufgabe ist eher als anspruchsvoll einzuordnen, es macht deshalb auch Sinn, sie im Klassenverband zu begleiten und Phasen des Gesprächs einzubauen. Die Aufgabe lässt sich mit den Atlaskarten der Schweiz beliebig erweitern, so dass alle Geofaktoren berücksichtigt werden können. Spielerisch kann z.B. auch die Sprachenvielfalt mit dem Regionsraster untersucht werden, dabei stellt man leicht fest, dass sich zwar viele, aber nicht alle Aspekte mit dem geologischen Untergrund erklären lassen.

Für Schüler-/innen aus Deutschland lässt sich die Aufgabe auf die Heimatregion transferieren. Voraussetzung sind die Erhältlichkeit eines Satellitenbildes und Atlaskarten, die im gleichen Massstab wie das Bild vorliegen (notfalls können sie passend vergrössert werden).

Interessant ist, wenn die Aufgabe nicht nur im Schulzimmer gelöst wird, sondern eine Feldbegehung tatsächlich die entstehenden Fragen beantworten kann. Dadurch wird Schüler-/innen verdeutlicht, dass nicht alle Erkenntnisse am Schreibtisch gefunden werden können, sondern bei der Arbeit mit Medien die originale Bedeutung wesentlich ist. Dies setzt voraus, dass die Aufmerksamkeit bei der Bearbeitung der Aufträge auch tatsächlich auf das Wahrnehmen von Fragen und Unwissenheiten gelegt wird. Idealerweise werden die Fragen zentral gesammelt. Die Aufgabe kann in diesem Umfang zu einem "Projekt Schweiz" ausgebaut werden.

Themengebiete

Geologie, Geofaktoren, Schweiz

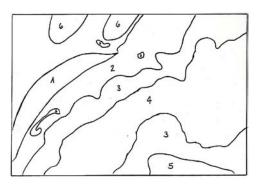
Zeitaufwand

2 Lektionen für die Aufgabe, Weiterführung beliebig

Lösungshinweise

Das nebenstehende Raster soll eine Hilfe dazu geben, welche Regionen ausgeschieden werden können. Es ist aber durchaus möglich, weitere Regionen (auch kleinräumigere) zu beschreiben.

Denkbar ist es, den Schüler-/innen das Raster zu verteilen und dann die Regionen zu beschreiben. Dadurch wird die Aufgabe etwas einfacher.



7.15 Colorado River (Wasser)



ISS002E7887 2001/06/23 20:02:34



Bildquellen:
Oberes Bild:
http://www.gesource.ac.uk/worldguide/ht
ml/image_1620.html
Unteres Bild:
http://www.gesource.ac.uk/worldguide/ht
ml/image_1620.html
Beide Downloads vom 8. November
2005

Informationstext

Beide Bilder zeigen den Colorado River in den USA. In der oberen Echtfarben-Darstellung ist sein Flussbett im Grand Canyon, Arizona, abgebildet. Das untere Falschfarbenbild zeigt das Delta des Colorado River am Golf von Kalifornien in Mexiko.

Aufgabenstellungen

Im oberen Satellitenbild siehst du den Colorado River, wie er sich zwischen Lake Powell und Lake Hoover durch den Grand Canyon schlängelt.

- 1. Suche auf der Atlaskarte der USA den entsprechenden Ausschnitt.
- 2. Beschreibe mit Bild und Atlas so genau wie möglich, wie die Landschaft in diesem Flussabschnitt aussieht. Am besten drehst du das Bild dafür um: aufgrund der Lichtverhältnisse erscheint der Canyon im Bild nicht als Schlucht sondern als Erhebung. Folgende Fragen können dir bei der Beschreibung helfen:
 - Ist es eher trocken oder feucht?
 - Wo ist es steil, wo ist es flach?
 - Wie sieht das steile Gebiet aus? Welche Form haben die Steine?
 - Wie viel Wasser führt der Fluss?
 - Gibt es verschiedene Höhenabstufungen in der Region?
 - Formuliere weitere eigene Fragen bzw. Beobachtungen zum Bild.
- 3. Charakterisiere die "Seitenarme" des Colorado Rivers oder erläutere, ob sie viel oder wenig Wasser führen. Begründe deine Lösungen.
- 4. Erkläre, wie die spezielle Form des Grand Canyon entsteht.
- 5. Suche in Büchern oder dem Internet Photos oder Hintergrundwissen und überprüfe deine Lösung damit.
- 6. Leite aus deinem Wissen ab, was in dieser Landschaft, in diesem Klima, mit dem Wasser des Flusses passiert und welche Probleme für die Wassernutzung existieren.

Das untere Bild zeigt den Colorado River an seiner Mündung im Golf von Kalifornien in Mexiko. Das Bild stellt die Landschaft in Falschfarben dar.

- 7. Beschreibe die Farben. Du solltest Wüste, Salzwassersümpfe, Salzebenen, den Fluss, Sedimente, bewässerte Felder und das Meer erkennen.
- 8. Stelle Vermutungen an, warum das Wasser des Colorado River eher lila und das Meerwasser eher blau ist.
- 9. Beschreibe die Landschaft rund um das Delta.
- 10. Beurteile die Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen in dieser Region und leite daraus ab, welches Schicksal diese Felder in Zukunft erleiden könnten.

Bildinformation

Das obere Satellitenbild entspricht unserer natürlichen Wahrnehmung. Es handelt sich um ein Luftbild der NASA und bildet den Colorado River zwischen den beiden Seen Lake Powell und Lake Hoover ab. Deutlich sichtbar sind verschiedene Höhenstufungen (wolkige Form rund um die Schluchten, Schlucht beim Flussbett). Die Schichtstufenlandschaft des Grand Canyon wird in verschiedenen Brauntönen und einer treppenartigen Darstellung wiedergegeben (Bild dafür umdrehen).

Das untere Bild ist ein Falschfarben-Satellitenbild vom 8. September 2000, ebenfalls von der NASA in einer Terra-ASTER-Mission aufgenommen (ASTER = Advanced Spaceborn Thermal Emission and Reflection Radiometer). Auf der Ansicht sind Bodenerhebungen und –temperaturen sichtbar. Unterschiedliche Oberflächen werden in verschiedenen Farben dargestellt.

Ziele

Die Schüler-/innen analysieren mit Hilfe der Bilder die Oberflächengestalt am Colorado River. Sie werden aufmerksam auf eine natürliche Besonderheit und analysieren im Anschluss an die landschaftliche Charakterisierung die Bedeutung des Wasserhaushaltes in einem ariden Klima. Dadurch erkennen sie, dass grosse Wassermengen verdunsten und das Wasserregime keineswegs gleichförmig ist, Wasser aber auch eine die Landschaft verändernde Wirkung hat.

Bei den Aufgaben zum unteren Bild geht es einerseits um das Lesenlernen von Falschfarbenbildern, andererseits aber auch um den Zusammenhang zwischen Versalzung und Vegetation, wenn ein Fluss durch die Wüste fliesst. Die Schüler-/innen sollen erkennen, dass sich sowohl die Sedimentführung, als auch die Versalzung der Böden auf die Landschaft und die Bodenbewirtschaftung auswirken.

Didaktisch-methodische Hinweise

Die Aufgabe stellt die Bildbetrachtung in den Vordergrund. Sie soll möglichst genau und detailliert erfolgen, damit die Schüler-/innen aus dieser Bildanalyse bereits Hintergrundwissen für die Anschlussfragen erwerben können. Es ist möglicherweise sinnvoll, diese Bildbetrachtung im Klassenverband durchzuführen und auf wesentliche Bildmerkmale hinzuweisen.

Der Colorado-River als Fremdlingsfluss eignet sich hervorragend dafür, Probleme im Zusammenhang mit Wasser aufzuzeigen: einerseits fliesst der Fluss durch eine Wüste, dadurch verdunstet das Wasser. Andererseits wird er – weiter unten im Flusslauf – stark genutzt was sich auf seinen Wasserhaushalt auswirkt. Die Kombination von Wassernutzung (Leitungen fassen, stauen, abzapfen) und der natürlichen Umgebung (arides Klima, unbewohnte Landschaft, Erosionswirkung) kann hier beispielhaft verdeutlicht werden.

Themengebiete

Wasser, Landbedeckung, USA

Zeitaufwand

2 Lektionen

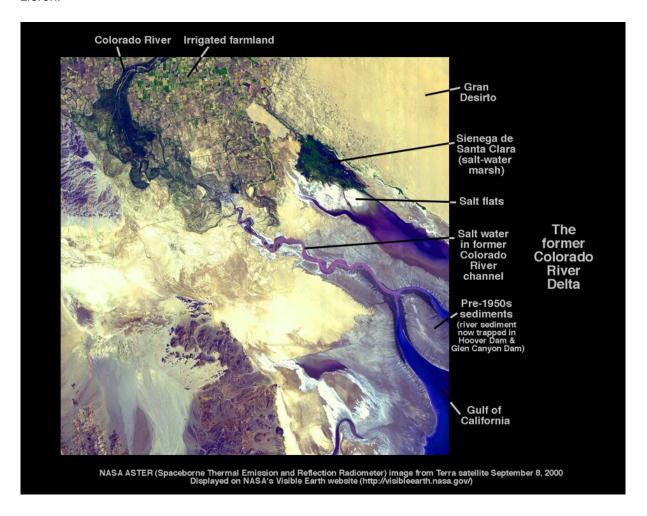
Voraussetzungen

Erkennen von Farben und Formen im Satellitenbild, Kenntnisse über fluviale Erosionsprozesse

Lösungshinweise

Siehe auch "Bildinformation"

Die Legende zu den Formen auf dem Satellitenbild hilft, die gesuchten Landschaftsformen zu identifizieren.



7.16 Nil (Wasser)



Bildquelle: http://www.safariegypt.com/egypt_photos/Satellite/egypt-map.jpg, 16.11.05

Aufgabenstellungen

- Orientiere dich auf dem Bild, welcher geographische Raum dargestellt wird. Erstelle auf einem Pauspapier eine topographische Karte der Region und beschrifte wichtige Gewässer, Städte, Länder, Gebirge etc. Diskutiere zuerst, was "wichtige" topographische Merkmale sind.
- 2. Das grüne Band ist in der Mitte des Bildes etwa 3 mm breit, was ca. 16 km entsprechen. Überlege, ob es kann, dass ein Fluss, der Nil, rund 16 km breit ist. Betrachte das Bild ganz genau und erkläre, was das grüne Band in Wirklichkeit bedeutet.
- 3. Fertige auf einem Pauspapier eine Landbedeckungs-Kartierung an. Unterscheide dabei die folgenden Kategorien: Sandwüste, Kieswüste, Gebirge, Meer, Fluss, Trockental (Wadi), Siedlung, Vegetation, Wolken.
- 4. Finde heraus, was die herzförmige Fläche auf der linken Nilseite (oberes Bilddrittel) darstellen könnte. Beweise deine Vermutungen.
- 5. Vergleiche mit einem Atlas, wo sich die Städte und Siedlungen befinden. Erkläre ihre räumliche Verteilung!
- 6. Je nach der Lage der einzelnen Städte am Nil verändert sich deren Umgang mit dem Nilwasser. Diskutiert die Unterschiede im Bezug auf Wassermenge, Qualität, Strömungsgeschwindigkeit, Energiegewinnung, landschaftliche Veränderung, Gefahr, etc. Haltet die Vor- und Nachteile für die Stadt Kairo und diejenigen für Assuan schriftlich fest.
- 7. In Assuan wurde von 1960 1971 ein Staudamm gebaut. Suche diese Stelle auf dem Satellitenbild und beschreibe, wie sich der Nil an dieser Stelle verändert. Schreibe auf, welche Auswirkungen der Bau des Staudamms auf die Menschen und die Umgebung hatte.
- 8. Berechne mit Hilfe des kleinen Massstabs unten im Bild die Länge des Nils vom Assuan-Staudamm bis zur Mündung ins Mittelmeer.
- 9. Kairo liegt auf dem Nildelta. Erkläre mit Hilfe des Satellitenbildes, was ein Delta ist und wie es entsteht. Überprüfe deine Überlegungen mit Hilfe des Informationstextes. Halte fest, ob es aufgrund deiner Überlegungen Sinn macht, auf einem Delta eine Stadt zu bauen: Was spricht dafür, was dagegen?
- 10. Wenn du die Farbe des Nils genau betrachtest, kannst du immer wieder beige-grüne Flecken, vor allem an den Flussrändern entdecken. Worum handelt es sich?

Zusatzaufgaben

- 11. Auf dem abgebildeten Satellitenbildausschnitt liegen viele touristisch genutzte Orte sowohl am Nil, wie auch am Roten Meer oder auf der Sinai-Halbinsel. Beantwortet zum Tourismus die folgenden Fragen:
 - Welche Gebiete empfehlt ihr einem Touristen? Begründet!
 - Was haben die Regionen den Touristen zu bieten? Welche Angebote lassen sich aus dem Satellitenbild ableiten, zu welchen braucht man Hintergrundinformationen?
 - Wie viel Wasser steht wohl einem Touristen, wie viel einem Anwohner zur Verfügung? Geht die "Wasserrechnung" längerfristig auf?
 - Was bringt der Tourismus der Region, was schadet er ihr? Beurteilt die Situation!
- 12. Beantworte schriftlich die Frage, welche Bedeutung der Nil für Ägypten hat.

Informationstext

Das Nildelta befindet sich in Nord-Ägypten an der Küste des südöstlichen Mittelmeeres. Es stellt das Mündungsgebiet des Nils dar, der vom Viktoriasee bis zur Mündung 5588 km zurückgelegt hat. Im Mündungsgebiet fächert es sich zum etwa 24'000 km² grossen Nildelta auf und mündet schliesslich ins Mittelmeer. Durch den von 1960 bis 1971 am Nassersee errichteten Assuan-Staudamm, der die Schwebstoffe und Sedimente zurückhält, lässt mit fortschreitender Nutzung nicht nur die Fruchtbarkeit der Felder in der 5 bis 20 km breiten Niederung unterhalb des Damms nach, er ist auch der Grund, warum sich das Nildelta nicht mehr weiter ins Meer vorschiebt, sondern durch die Brandung abgetragen wird. Das Nildelta bildet das wohl bekannteste Mündungsdelta, es prägte die Bezeichnung Delta, weil es die charakteristische Dreiecksform des griechischen Buchstabens Delta (Δ) aufweist.

Ein Flussdelta entsteht durch die Aufschüttung von Material (Sediment), das vom Fluss transportiert wird. Weil der Fluss im Mündungsbereich langsamer fliesst und dadurch eine geringere Transportkraft aufweist, lagert sich im Bereich der Mündung das mitgeführte Material ab. Diese abgelagerten Sedimente stellen ein Fliesshindernis dar und zwingen den Fluss, seinen Lauf aufzuspalten. In grösseren Deltas teilt der Fluss seine Läufe mehrfach und führt sie teilweise wie in einem Labyrinth (mit Flussinseln) fliessender und nichtfliessender Läufe zu- und auseinander. Da die Fliessrichtung in der Regel meerwärts ist, wächst ein Delta in das Meer hinein. Dies ist im Bild gut zu erkennen; in der Regel sind Deltas mit Pflanzen bewachsen, die ein Delta aus der Luft betrachtet grün erscheinen lassen.

Informationen für Lehrerinnen und Lehrer

Bildinformation

Das Bild ist eine MODIS-Aufnahme des NASA-Satelliten Terra und wurde am 29. Februar 2000 aufgenommen. Es ist inhaltlich sehr ergiebig und zeigt bei intensiver Betrachtung einen reichhaltigen Formenschatz. Bei der Betrachtung am Computer (siehe Bildquelle) wird die hervorragende Bildqualität deutlich, es empfiehlt sich sehr, das Bild am Bildschirm zu betrachten und einzelne Ausschnitte zu vergrössern. Zum Beispiel ist erkennbar, dass im Westen des Nildeltas kreisrunde Bewässerungsflächen liegen. Oder man kann den Verlauf des Flusses innerhalb des grünen Bandes unterscheiden und stellt fest, dass der Fluss nur aus einer schmalen Linie besteht und das grüne Band die landwirtschaftlichen Flächen zeigen.

Ziele

Die Schüler-/innen lernen, ein Satellitenbild genau zu betrachten. Sie verschaffen sich einen Überblick, erkennen aber auch Details und kleine Einzelheiten. Mit Hilfe des Bildes setzen sie sich mit der Region umfassend auseinander und leiten aus der Bildbetrachtung Aspekte der Wasserthematik, des Tourismus und der Lebensweise an einem Flusslauf ab. Sie erkennen dadurch die Bedeutung des Nils für die Region.

Didaktisch-methodische Hinweise

Wichtigste Basis für die Aufgabenstellungen ist die intensive Bildbetrachtung. Die Aufgaben möchten aufzeigen, wie eine Bildanalyse durchgeführt werden kann und Schüler-/innen einerseits grossräumige Übersichten und Erkenntnisse gewinnen, andererseits aber auch kleine Details im Bild unterscheiden lernen.

Die Aufgaben sind als Ideensammlung zu verstehen: je nach Thema oder Interesse kann am Bild ganz viel erarbeitet werden oder man thematisiert in der Klasse nur einzelne ausgewählte Aspekte. Der Beizug weiterer Informationen und die Einbettung in bereits besprochene Themen (Tourismus, Staudamm, Sedimentation etc.) sind sinnvoll.

Themengebiete

Wasser, Wüste, Landschaftsmerkmale, Nil, Tourismus

Zeitaufwand

2 - 5 Lektionen, je nach Auswahl der Aufgabenstellungen

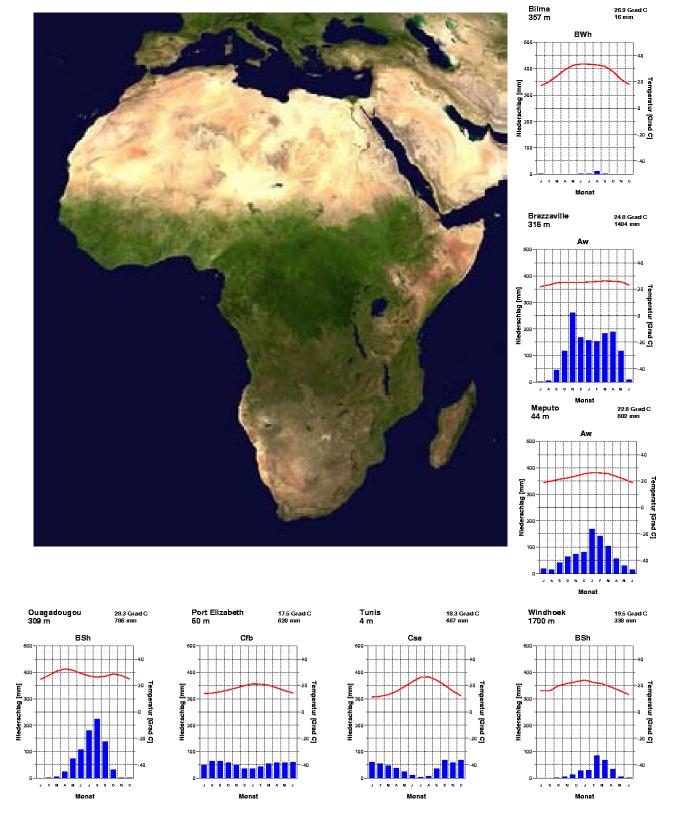
Voraussetzungen

Arbeiten mit Atlas und Pauspapier

Lösungshinweise

Siehe Bildinformation

7.17 Klimazonen Afrika (Wetter und Klima)



Quellen:

Bild: NASA, 16. November 2005

Klimadiagramme unter: http://www.klimadiagramme.de/index_2.html, 16.11.05

Informationstext

Aufgrund der Lage des Kontinents verlaufen die Klimazonen in Afrika annähernd parallel zu den Breitengraden. Dies ergibt sich auch aus der grossen Fläche, die von den Tropen eingenommen wird, aus dem Einfluss kühler Meeresströmungen und aus dem Fehlen von Gebirgszügen als klimatische Barrieren.

Der zentrale Teil des Kontinents und die Ostküste Madagaskars haben ein tropisches Regenwaldklima. Der Jahresmittelwert der Temperatur liegt hier bei 26,7°C, die Jahresniederschläge betragen rund 1780 Millimeter. Während es in den inneren Tropen zu allen Jahreszeiten regnet, konzentrieren sich die Niederschläge in den äusseren Tropen und den Subtropen auf einzelne Jahreszeiten. In weiten Teilen des afrikanischen Kontinents werden diese Jahreszeiten aber nicht von der Temperatur bestimmt, sondern durch die Regenfälle. Somit werden Regen- und Trockenzeiten voneinander abgegrenzt. Mit zunehmender Entfernung vom Äquator fallen die Niederschläge nicht mehr ganzjährig, sondern während zweier Regenzeiten zur Zeit des höchsten Sonnenstandes. Diese Gebiete werden als wechselfeuchte Tropen bezeichnet. Zu den äusseren Tropen hin vereinigen sich diese beiden Regenzeiten zu einer einzigen, die mit weiterer Annäherung an die Wendekreise immer weniger Niederschlag bringt.

Das Klima in Savannen ist durch eine Regenzeit während der Sommermonate und eine Trockenzeit während der Wintermonate gekennzeichnet. Die Jahresniederschläge reichen von 550 bis zu mehr als 1550 Millimetern. Nach Norden und Süden geht das Feuchtsavannenklima allmählich in das Klima der Trockensavanne über. Jährlich fallen zwischen 250 und 550 Millimeter Regen.

Afrika hat – mit Ausnahme von Australien – proportional grössere Zonen mit Trocken- oder Wüstenklima als jeder andere Kontinent. Jedes dieser Gebiete verzeichnet weniger als 250 Millimeter Niederschlag im Jahr. In der Sahara liegen die täglichen und jährlichen Temperaturextremwerte weit auseinander. Im Juli beträgt die Durchschnittstemperatur über 32,2°C; in der kälteren Jahreszeit fällt die Temperatur während der Nacht oft unter den Gefrierpunkt. Teile der zentralen und östlichen Sahara gehören zusammen mit einigen Abschnitten an der Küste des Roten Meeres zu den heissesten und trockensten Gebieten der Erde.

Mediterrane Klimazonen findet man im äussersten Nordwesten an der marokkanischen Küste und im äussersten Südwesten an der Küste der Republik Südafrika. Diese Regionen sind gekennzeichnet durch milde, feuchte Winter und warme, trockene Sommer. Eine wichtige Rolle spielt das Relief. Auch wenn Gebirgszüge nicht – wie etwa in Nord- oder Südamerika – als Klimabarrieren wirken, so herrschen in den höher gelegenen Gebieten andere Bedingungen als im Tiefland gleicher geographischer Breite. In den Hochländern Ostafrikas, besonders in Kenia und Uganda, verteilt sich der Regen gleichmässig auf das ganze Jahr, die Temperaturen sind ausgeglichen. In diesen kühleren Höhenlagen fällt auch Schnee.

Textquelle: http://www.jaduland.de/afrika/afrika_index.html - 16.11.05

Aufgabenstellungen

 Grenze auf dem Satellitenbild Afrikas folgende Vegetationszonen voneinander ab: Tropischer Regenwald, Feucht- und Trockensavanne, Wüste und mediterrane Subtropen. Verwende dafür ein Transparentpapier und halte es über das Bild, dann kannst du die einzelnen Zonen umkreisen und beschriften.

- 2. Erkläre, welche Abgrenzungen du gut vornehmen kannst und welche nicht.
- 3. Lies den Informationstext und ergänze deine Beobachtungen.
- 4. Schreibe zu jeder Zone einen kurzen Text zur Charakterisierung. Entnimm deine Informationen aus dem Satellitenbild.
- 5. Weise jeder Zone ein Klimadiagramm zu. Nimm die Zuordnung zuerst nur mit dem Satellitenbild vor. Erkläre sie und vergleiche sie mit deinen Mitschüler-/innen.
- 6. Überprüfe zum Schluss die Zuordnung der Klimadiagramme mit dem Atlas. Du kannst auf der Afrikakarte die Orte nachschlagen und sie am richtigen Ort auf dem Satellitenbild einzeichnen. Beschreibe in zwei Sätzen das Klima der Region.

Bildinformation

Beim Bild handelt es sich um ein Falschfarbenkomposit der NASA. Es wurde aus mehreren Einzelbildern zusammengesetzt und die Farbgebung der natürlichen Sichtweise angepasst.

Ziele

Die Schüler-/innen lernen durch Beobachtung die Vegetationszonen Afrikas kennen. Sie erkennen die Komplexität der Charakterisierung. Mit Hilfe von Klimadiagrammen setzen sie Klimamerkmale mit Landschaftsmerkmalen in Verbindung.

Didaktisch-methodische Hinweise

Die Abgrenzung der Vegetationszonen ist nicht ganz einfach, da auf dem Bild die Details, wie z.B. Feucht- und Trockensavanne nicht eindeutig unterscheidbar sind. Durch den ergänzenden Text lassen sie sich aber weiter konkretisieren. Die Klimadiagramme unterstützen den Prozess der Zuordnung und fördern gleichzeitig das Verständnis dafür, dass Klima und Landschaft miteinander verbunden sind. Durch zwei Kontrollinstrumente (Text und Atlas) kann die Aufgabe von Schülergruppen weitgehend selbstständig gelöst werden.

Themengebiete

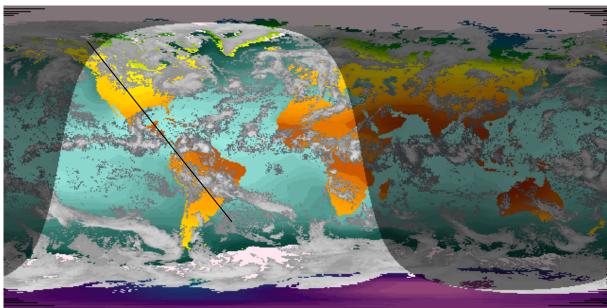
Wetter und Klima, Afrika, Vegetationszonen

Zeitaufwand

1 - 2 Lektionen

Lösungshinweise





7.18 Wettervorhersagen (Wetter und Klima)

Bildquelle: http://www.fourmilab.ch/cgi-bin/uncgi/Earth vom 20. Oktober 2006, 17.00 Uhr

Informationstext

Auf dem Bild siehst du die Wolkendecke vom 20. Oktober 2006 um 17.00 Uhr morgens, wie sie sich über die ganze Erde verteilt. Zusätzlich dazu sind die Temperaturen der Meere und der Landmassen mit Farben dargestellt. Je heller das Blau des Wassers ist, desto wärmer ist es. Sehr hellblau bedeutet etwa 25°C. Bei den Landflächen stellt orange die wärmste Temperatur dar, hier in etwa 30-35°C. Die Farbskala verläuft mit gelb, grün, blau und lila nach unten; grüne Flächen bedeuten Temperaturen von etwa 0-5°C, die lilaren Flächen sind sehr kalt, etwa -55°C.

Abgebildet sind zudem die Lichtverhältnisse auf der Erde. Wo die helle Fläche ist, ist Tag, die Erdteile im Schatten haben Nacht. Du kannst erkennen, dass der Südpol immer hell ist. Das hat damit zu tun, dass die Sonne senkrecht zwischen dem südlichen Wendekreis und dem Äquator steht und der Südpol aufgrund der Schrägstellung der Erdachse zum Aufnahmezeitpunkt beleuchtet wird. Der Nordpol dagegen liegt im Dunkeln.

Die Wolken sind grau abgebildet. Du kannst bei genauerer Betrachtung verschiedene Wolkenformen erkennen. Zum Beispiel siehst du nördlich von Australien die typische tropische Kondensationsbewölkung: die Wolken sind flockig und eher rund. Über Skandinavien dagegen erkennst du die typisch geschwungene Form einer Zyklone, wo sich Warm- und Kaltfront zusammengeschlossen haben.

Aufgabenstellungen

- 1. Erkläre, ob sich das Lichtband nach Osten oder nach Westen bewegt. Begründe deine Erklärung.
- 2. Zeige deinem Nachbarn die beiden im Informationstext beschriebenen Wolkenformen. Findet heraus, warum diese beiden Wolkenformen entstehen und erklärt die Form.

- 3. In Zürich, Berlin oder Köln ist die Sonne soeben untergegangen. Halte fest, wie das Wetter am 20. Oktober in diesen Regionen war und erkläre, wie du zur Lösung kommst.
- 4. In Nord- und Südamerika ist es Tag. Suche entlang der eingezeichneten Gerade mit dem Atlas sechs Städte und charakterisiere deren Wetter (mindestens drei verschiedene Wettersituationen).
- 5. Die Menschen in Alaska stehen demnächst auf: schreibe eine Wetterprognose für sie, wie sie am Radio gesendet werden könnte. Erkläre auch, warum sie welches Wetter erwartet. Lies deine Radiomeldung der Klasse vor.
- Es ist erwiesen, dass die Atmosphäre mit den Meerestemperaturen in Zusammenhang steht. Versuche, einen Zusammenhang zwischen Wolken und Meerestemperaturen aus dem Bild abzuleiten und zu begründen.

Bildinformation

Das Satellitenbild ist ein aus verschiedenen Streifen zusammengesetztes Mosaik, das die Erde ganz abbildet. Die Farben sind nicht echt, sie dienen der Bildinterpretation.

Ziele

Die Schüler-/innen erkennen verschiedene Wolkenformen. Sie können diese auf einem Bild wieder finden und daraus die Wettersituation für einzelne Regionen ableiten. Nebenbei werden die Beleuchtungsverhältnisse bei Tag und Nacht repetiert; die Schüler-/innen wiederholen den Zusammenhang zwischen Sonnenstand, Erdrotation und Schiefstellung der Erdachse.

Didaktisch-methodische Hinweise

Die Aufgabe ist als spielerische Variante der Wolkeninterpretation zu verstehen. Es geht primär darum zu erkennen, dass zur gleichen Zeit verschiedene Wetterlagen auf der Erde herrschen. Die Umsetzung in Form von einer Wettervorhersage soll das Verständnis für Wettergeschehen in groben Zügen und keinesfalls in seiner meteorologischen Komplexität fördern. Die letzte Aufgabe (Zusammenhang Meerestemperaturen und Wolken) will den Blick darauf lenken, dass solche Zusammenhänge existieren. Sie sollen phänomenologisch und nicht wissenschaftlich erklärt werden. Ziel ist hier, nachzudenken um mögliche Zusammenhänge aufzuzeigen, die Begründung dafür soll logisch und nachvollziehbar sein.

Themengebiete

Klima und Wetter (Klimatologie), Meerestemperaturen

Zeitaufwand

1 Lektion

Voraussetzungen

Wolkenformen, Einführung in die Klimatologie, Kenntnisse der Meeresströmungen

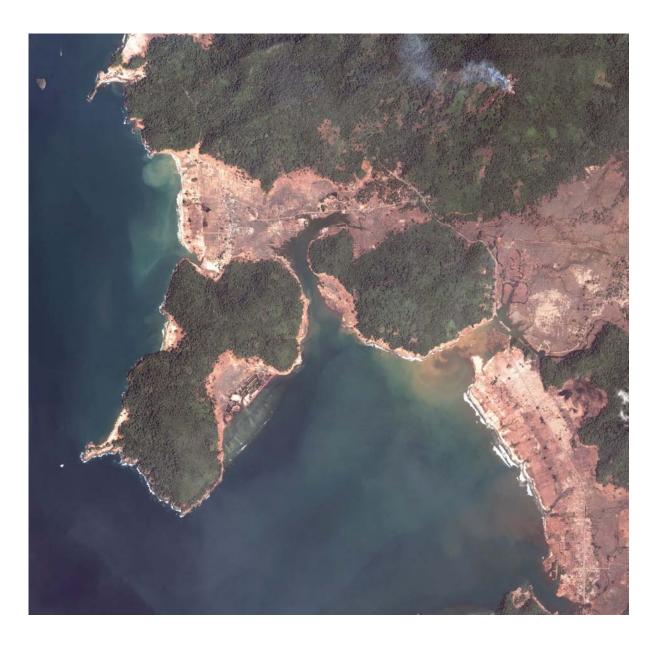
Lösungshinweise

Der Lichtkegel bewegt sich nach Westen, weil sich die Erde nach Osten dreht. Alaska wird eher einen recht sonnigen Tag erwarten: es sind nur wenige Wolken erkennbar.

7.19 Tsunami in Südostasien (Naturkatastrophen)



Quelle: Space Imaging, www.mfb-geo.com, 2002



Quelle: Space Imaging, www.mfb-geo.com, 2002

Du siehst zwei Bilder von Banda Aceh auf der Insel Sumatra im Indischen Ozean. Das erste stellt die Region am 4.12.2004 dar, das zweite die Situation vom 1.2.2005, nach der Tsunami-Katastrophe vom 26. Dezember 2004.

- 1. Beschreibe, was du auf dem ersten Bild sehen und erkennen kannst. Charakterisiere, wie es in Banda Aceh aussieht.
- 2. Beschreibe nun das zweite Bild und charakterisiere wiederum die Landschaft. Versuche, zuerst zu beschreiben, was du siehst und erst dann festzuhalten, was sich verändert hat.
- 3. Besprecht zu zweit, was im unteren Bild als "zerstörte Fläche" bezeichnet werden kann. Halte ein Pauspapier auf das Bild und erstelle eine Schadenskartierung: umkreise dazu die unversehenen und die zerstörten Flächen mit zwei verschiedenen Farben. Ermittle danach mit einem Millimeterpapier, wie viele Prozent der Fläche im abgebildeten Ausschnitt zerstört wurden.
- 4. Gib an, wie gross die Anteile der Zerstörung beim Kulturland, Strand, Wald oder bei Siedlungen sind. Tausche deine Ergebnisse mit den anderen aus und vergleicht sie. Falls grosse Unterschiede in der Beurteilung entstehen, erklärt diese.
- 5. Begründe, ob man davon ausgehen kann, dass Regionen, die nicht im Bild dargestellt werden, gleich stark zerstört wurden.
- 6. Skizziere, was ein Tsunami ist und wodurch er ausgelöst wird.
- 7. Erstellt gemeinsam einen Plan zur Aufbauhilfe ausgehend von der zweiten Darstellung im Februar 2005. Beantwortet dazu die folgenden Fragestellungen:
 - Über welche Transportwege kann Hilfe erfolgen?
 - Wann muss welche Hilfe erfolgen? Erstellt dazu eine Tabelle mit verschiedenen, Massnahmen (etwa 10), die in verschiedenen Zeithorizonten stattfinden. Womit bzw. wo würdet ihr beginnen?
- 8. Das zweite Satellitenbild wurde am 1. Februar aufgenommen, rund 1 Monat nach der Katastrophe. Überlegt gemeinsam, wozu die Aufnahme zu diesem Zeitpunkt nützlich ist und wem sie dann dient.
- 9. Recherchiert, ob es Satellitenbilder gibt, die näher beim Katastrophen-Zeitpunkt liegen und wofür sie dann gebraucht werden.

Bildinformationen

Die beiden Bilder wurden vom Satelliten Ikonos vor und nach der Flutkatastrophe im Indischen Ozean aufgenommen. Das Bild vor dem Ereignis stammt vom 4.12.2004, dasjenige nach dem Ereignis vom 1.Februar 2005.

Ziele

Die Schüler-/innen untersuchen selbstständig das Ausmass der Flutkatastrophe in einem beschränkten Bildausschnitt. Dies geschieht einerseits durch Beschreibung der Bildinhalte und andererseits durch eine quantitative Analyse der zerstörten Flächen. Zudem überlegen sie sich, wie Hilfsmassnahmen organisiert werden müssen und erarbeiten, welche Hilfe prioritär ist, wie sie stattfindet und was längerfristige Massnahmen sind.

Überlegungen zur Verfügbarkeit und zur Bedeutung von Satellitenbildern sollen die Schüler-/innen dafür sensibilisieren, dass die Fernerkundung einen wichtigen Beitrag in der Erfassung von Schäden und der Planung von Massnahmen leistet.

Didaktisch-methodische Hinweise

Im Vordergrund der Bildarbeit steht die Beschäftigung mit den Auswirkungen der Flutkatastrophe. Ihre Ursache und das Phänomen Tsunami können mit dieser Aufgabe ebenfalls besprochen werden, sei dies zur Vorbereitung oder im Anschluss an die gestellten Aufgaben. Es ist auch denkbar, dass die Bilder ohne Aufträge gezeigt werden und zuerst die Frage gestellt wird, was hier passiert ist. Die Bilder dürften den Schüler-/innen aus den Medien bekannt sein, wenn nicht, ist die Problemorientierung ein guter Aufhänger dafür, die Bilder genau zu betrachten und zu begründen, welche Ursachen für dieses Schadensausmass in Frage kommen. Es ist wichtig, dass die Schüler-/innen auch lernen, sich selbst ein Bild einer Katastrophe zu machen und sich aktiv mit den zu erfolgenden Massnahmen zu beschäftigen. Sie erkennen dadurch, welche Fragestellungen bedeutend und welche Kenntnisse zu deren Beantwortung nötig sind. Es ist auch denkbar, die Fragen nach den Hilfsmassnahmen mit tatsächlich erfolgten Schritten zu vergleichen.

Die Aufgabe lässt sich auch auf andere Katastrophen transferieren, sofern vergleichbare Satellitenbilder verfügbar sind. Diese können in der Regel relativ rasch nach einem Ereignis bei Raumfahrtbehören (ESA, NASA oder DLR) über das Internet bezogen werden, auch Zeitungen leisten mit entsprechendem Bildmaterial gute Dienste.

Themengebiete

Naturkatastrophen

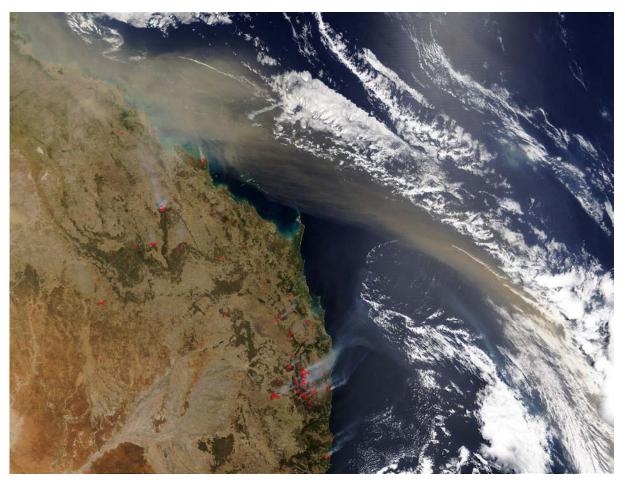
Voraussetzungen

Flächenberechnung mit Millimeterpapier (kann auch am Beispiel der Aufgabe eingeführt werden)

Zeitaufwand

2 Lektionen

7.20 Australien (Naturkatastrophen)



Quelle: http://veimages.gsfc.nasa.gov/3943/Australia2.A2002296.2355.1km.jpg, August 2006

Australien wird regelmässig von Waldbränden heimgesucht. Auf dem Satellitenbild siehst du einen Ausschnitt von Ostaustralien, Brandherde sind rot gekennzeichnet.

- 1. Beschreibe die Landschaft im dargestellten Bildausschnitt: deute die Farben, die du erkennen kannst.
- 2. Nimm einen Atlas zur Hilfe und überprüfe, ob im abgebildeten Ausschnitt auch Städte von den Bränden betroffen sind. Um welche Städte könnte es sich handeln?
- 3. Beurteile die Gefährlichkeit dieser Brände für Menschen und die Natur. Beachte dabei die Distanzen zwischen den einzelnen Feuern, deine geschätzte Ausdehnung, die Nähe zu Siedlungen oder Strand und die Windrichtung. Begründe deine Überlegungen!
- 4. Erkläre, was es bedeutet, wenn es in dieser Region brennt. Erstelle eine Liste mit Auswirkungen auf die Natur und auf die Menschen. Beachte dabei, dass es kurzfristige und längerfristige Auswirkungen gibt.
- 5. Diskutiert eure Listen miteinander und ergänze wenn nötig die eigene Aufstellung.
- 6. Recherchiere, ob Feuer auch positive Auswirkungen hat. Stelle deine Erkenntnisse zusammen.
- 7. Im Satellitenbild ist noch ein zweites Naturereignis abgebildet, ein Sandsturm. Zeigt ihn einander. Überlege, ob der Sandsturm mit den Waldbränden im Zusammenhang steht: beeinflussen oder verstärken sie sich gegenseitig? Tragen sie beide zu Auswirkungen auf Mensch oder Natur bei? Oder sind sie gänzlich voneinander unabhängig? Erkläre deine Gedanken.
- 8. Überlege, welche Auswirkungen der Sandsturm auf Schiffe im Meer hat. Beantworte dazu folgende Fragen:
 - Wie hoch liegt die Sandsturmwolke? (höher oder tiefer als die "normalen" Wolken?)
 - Wohin geht der Sand? Was bedeutet das für dieses Gebiet?
 - Wie gross ist die Ausdehnung des Sandsturms?
 - Wie lange sind Seefahrer maximal von diesem Naturereignis betroffen?

Zusatzaufgaben:

- 9. Das Bild wurde einen Tag nach Beginn der Waldbrände aufgenommen. Überlege nun: Welche Bedeutung haben Satellitenbilder bei Waldbränden? Stelle Vor- und Nachteile von Luft- und Satellitenbildern im Bezug auf Waldbrände zusammen und entscheide, wofür und wann welche Bildart (Luft- oder Satellitenbild) geeignet ist.
- 10. Das nachfolgende Bild steht im Zusammenhang mit den Waldbränden. Was könnte es darstellen? Betrachte es dazu genau.
- 11. Beziehe die Erkenntnisse, die du durch dieses Bild gewinnst, in deine Überlegungen zur Waldbrand-Bedeutung ein.



Quelle: http://www.geog.ucsb.edu/~jeff/wallpaper2/page.html - August 2006

Bildinformationen

Das erste Bild stammt vom Satelliten Terra (Sensor Modis) und wurde am 24.10.2002 aufgenommen. Es stellt Feuerherde dar, die in Neusüdwales (Australien) am 23. Oktober 2002 begannen. Auf der oberen rechten Bildseite ist ein Sandsturm zu sehen, der sich aus Zentralaustralien in Richtung Tasmanisches Meer bewegt.

Das zweite Bild stellt Feuernarben in Australien dar, sie wurden von Landsat aufgenommen.

Ziele und didaktisch-methodische Hinweise

Die Schüler-/innen setzen sich mit Waldbränden auseinander und lernen, ihr Gefahrenpotenzial für Mensch und Umwelt abzuleiten. Insbesondere in Australien werden durch die Brände grosse Wälder zerstört, die vor fortschreitender Desertifikation schützen. Zudem liegen einige Städte nahe an den Waldgebieten und deren Bewohner sind regelmässig durch die Feuer bedroht. Beliebig liessen sich die Aufgaben ergänzen, um das Thema Waldbrand mit Vor- und Nachteilen, Ursachen und Auswirkungen umfassend zu besprechen. Die vorgestellten Aufgaben sind als Aufhänger zu verstehen; sie gewährleisten eine gründliche Bildbetrachtung, so dass Schüler-/innen ein Bild des Ausmasses des Themas Waldbrand gewinnen und sich erste Informationen selbstständig erschliessen.

Die Kombination mit dem Sandsturm weist auf eine weitere Problematik hin, die hier im Zusammenhang mit Landschaftsveränderungen thematisiert werden soll. Die Dimension und die Auswirkungen eines Sandsturmes werden exemplarisch an praktischen Fragestellungen abgeschätzt. Es wird deutlich, dass verschiedene Prozesse zusammenwirken. Zum Beispiel kann der Wind die Feuer verstärken oder in Richtung (bewohnte) Küste lenken. Oder es lässt sich daraus ableiten, dass der Wald eine Schutzfunktion hat, die für das Leben der Menschen wichtig ist.

Das zweite Bild will durch die Übersicht verdeutlichen, wie gross das Ausmass von Waldbränden sein kann und welche Narben es in der Landschaft hinterlässt. Zudem kann es aufgrund seiner ästhetischen Wirkung die Schüler-/innen emotional ansprechen, eine intensive Bildbetrachtung ist gut möglich. Es ist denkbar, dieses zweite Bild auch an den Anfang zu stellen und über das Phänomen zu erarbeiten, worum es sich thematisch handelt.

Ein weiterer Aspekt ist erneut der Bezug zur Fernerkundung. Mit den ergänzenden Fragen sollen die Schüler-/innen die Bedeutung von Satellitenbildern für z.B. die Schadenserfassung kennen lernen, aber auch beurteilen, ob es für diese Art von Naturereignis andere (besser) geeignete Möglichkeiten gibt.

Themengebiete

Naturkatastrophen, Fernerkundungs-Grundlagen

Zeitaufwand

2 - 3 Lektionen

7.21 Nachtbild USA (Bevölkerung)



Quelle: www.noaanews.noaa.gov/stories/s2015.htm, vertrieben durch das DLR (August 2006)

Aufgabenstellungen

- 1. Betrachte das Bild und halte fest, was auf diesem Bild dargestellt wird.
- 2. Benenne, um welche topographischen Merkmale (Städte, Flüsse, Gebiete, Länder usw.) es sich bei den verschiedenen Punkten und Linien handelt. Versuche es zuerst ohne Atlas, du kannst ihn aber nachher (oder zur Überprüfung) zu Hilfe nehmen.
- 3. Es ist offensichtlich, dass in der östlichen Hälfte Amerikas viel mehr helle Flecken zu sehen sind als im Westen. Wie lässt sich dies erklären? Woher stammen die Flecken genau?
- 4. Kannst du aus dieser Erklärung Rückschlüsse auf den Energiehaushalt Amerikas ziehen?
- 5. Rechne aus: Bei jedem US-Bürger / jeder US-Bürgerin brennt zum Aufnahmezeitpunkt eine Glühbirne à 60 Watt. Wie viel Strom wird folglich vom Staat bereitgestellt werden müssen? Recherchiere im Internet die Bevölkerungszahl Amerikas und bestimme das Ergebnis. Vergleiche die Zahl mit dem Verbrauch in Deutschland oder der Schweiz.
- 6. Überlege, wie eine Lichtkarte von Asien, Afrika oder Europa aussähe. Du kannst diese mit den Suchbegriffen "earth at night" auch im Internet finden. Überprüfe mit diesen Bildern deine Vermutungen.

Bildinformationen

Beim Bild handelt es sich um ein Mosaik des Amerikanischen Defense Meteorological Satellite Programm (DMSP) des Satelliten NOAA. Ballungsgebiete und die Kreuzungen der Highways treten deutlich in Erscheinung.

Ziele

Die Schüler-/innen erkennen, dass auch aus einem Bild der Nacht zahlreiche Informationen abgeleitet werden können (Bevölkerungverteilung, Energiebedarf, Strassenkreuzungen usw.). Sie lernen ein Nachtbild zu lesen und zu interpretieren. Gleichzeitig üben sie, sich topographisch zu orientieren, insbesondere Städte und grosse Gewässer dienen dabei als wichtige Anhaltspunkte.

Didaktisch-methodische Hinweise

Neben der topographischen Orientierung und dem Phänomen Nachtkarte soll das Bild als Aufhänger für das Thema Energie verwendet werden. Aus dem Vergleich mit Karten anderer Kontinente wird deutlich, wo weltweit die meiste Energie verbraucht wird, diese augenscheinliche Gegenüberstellung ist für die Einprägsamkeit bedeutend. Sie sollte zur Unterstützung von graphischen Abbildungen (Diagrammen oder Zahlen) unbedingt beigezogen werden. Besonders der Energiebedarf, dessen regionale Verteilung und die dafür nötige Energiebereitstellung können ausgehend von diesem Satellitenbild gut thematisiert werden.

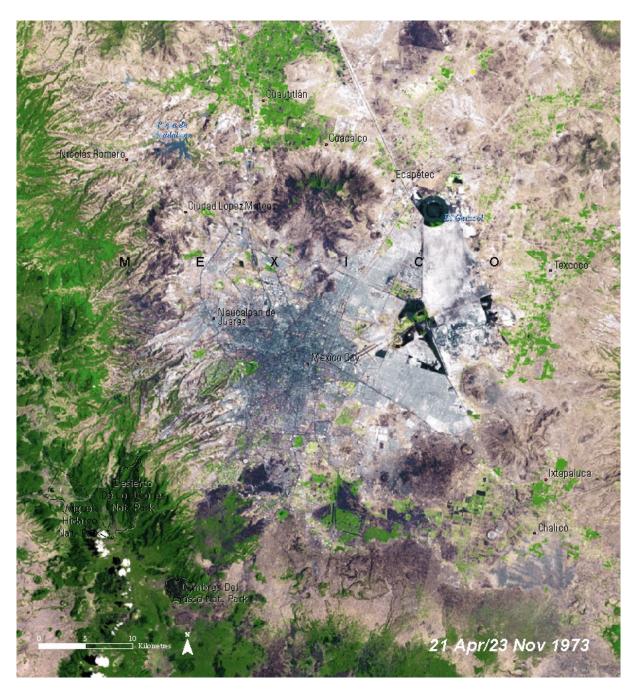
Themengebiete

Bevölkerung, Energiebedarf

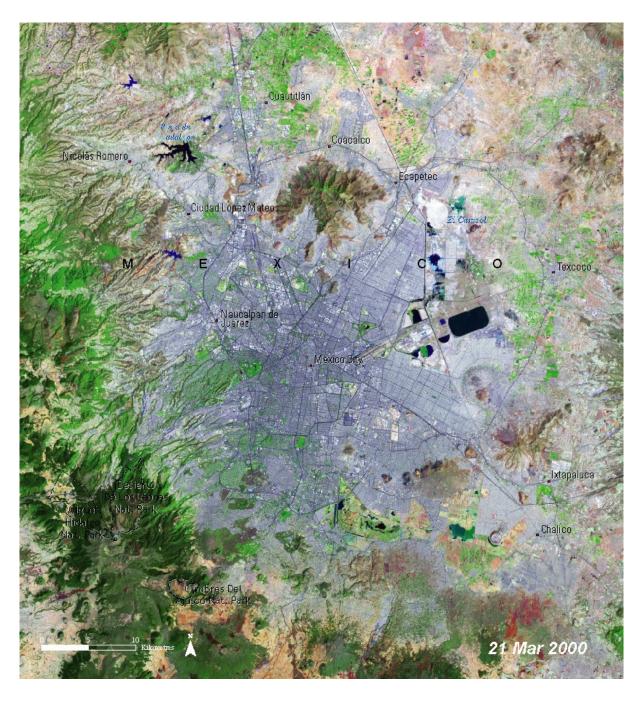
Zeitaufwand

1 – 2 Lektionen

7.22 Mexico City verändert sich (Bevölkerung)



Quelle: http://www.na.unep.net/OnePlanetManyPeople/site_images.html



Quelle: http://www.na.unep.net/OnePlanetManyPeople/site_images.html

- 1. Beschreibe die beiden Bilder, die die Stadt Mexiko City in den beiden Jahren, 1973 und 2000 darstellen. Halte fest, was sich verändert hat Achte auch auf die Landschaft!
- 2. Umfahre auf einem Pauspapier die Stadtgrenze von 1973 und mit einer anderen Farbe diejenige von 2000. Berechne mit Hilfe eines Millimeterpapiers, um wie viele Prozent sich die Stadtfläche vergrössert hat.
- 3. Im Jahr 1973 wohnten neun Millionen Menschen in Mexiko City. Erstelle aufgrund der Flächenausdehnung eine Hochrechnung für den Bevölkerungszuwachs: wie viele Personen müssten aufgrund dieser Rechnung im Jahr 2000 in Mexiko City gewohnt haben?
- 4. Leite ab, wie sich die Situation bis zum heutigen Datum wohl verändert hat. Recherchiere in Lexika, Internet oder Atlas.
- Schreibe auf, was dieser Bevölkerungszuwachs für die Stadt bedeutet. Stelle anhand der Grunddaseinsfunktionen eine Liste mit Bereichen zusammen, die von dieser Zunahme an Menschen betroffen sind (wohnen, arbeiten, sich versorgen, sich bilden, sich erholen, kommunizieren, am Verkehr teilnehmen).
- 6. Überlege, wie sich die Bevölkerungszunahme auf die Umgebung der Stadt Mexiko City auswirkt. Begründe deine Überlegungen mit dem Satellitenbild. Beziehe auch die naturräumliche Beschaffenheit von Mexiko City in die Überlegungen ein (Atlas).
- 7. Stelle eine Liste der 20 grössten Städte der Welt zusammen. Recherchiere, ob in allen diesen Städten ein Wachstum zu erwarten ist.
- 8. Suche nach Ursachen für dieses Städtewachstum und stelle sie in einer Liste zusammen. Unterscheide nach Push- und Pullfaktoren.
- 9. Diskutiert in Gruppen und beurteilt die Situation weltweit.

Ziele

Die Schüler-/innen erkennen, dass die Stadt Mexiko City grösser wird. Sie analysieren den Flächenzuwachs und leiten daraus die Bevölkerungszunahme ab. Ausgehend von diesem Wissen werden Überlegungen zu den Ursachen des Städtewachstums angestellt. Die Bildinformation soll zusammen mit Hintergründen dazu beitragen, die Situation umfassend zu beurteilen: das Wachstum der Städte wirkt sich nicht nur auf die Infrastruktur aus, sondern auch auf die sie umgebende Landschaft. Dies wird am Satellitenbild gut deutlich. Durch die weiterführende Aufgabe mit weltweiten Megastädten kann erahnt werden, dass es sich beim Städtewachstum um ein globales Problem handelt, mit welchem wir uns in Zukunft auseinander setzen müssen.

Didaktisch-methodische Hinweise

Die Aufgabe richtet sich an ältere Schüler-/innen, die Grundlagenkenntnisse der Geographie bereits erworben haben. Sich mit der Bevölkerungszunahme in Städten auseinander zu setzen, ist anspruchsvoll – in diesem Sinn sind auch die Aufgaben formuliert. Die Bilder stellen deutlich dar, was die Veränderung bedeutet: die flächenhafte Ausdehnung ist offensichtlich, dadurch muss Wald gerodet werden, seine Fläche nimmt drastisch ab. Zudem liegt Mexiko City in einem Talkessel und wird von Bergen umsäumt, die eine natürliche Grenze darstellen: Wachstum kann nicht unbeschränkt stattfinden. Die Aufgabe lässt sich beliebig ausdehnen, so dass einzelne Teilbereiche auch vertieft besprochen werden können. Angesichts der Problematik dieses Themas macht es Sinn, sich mit diesen Satellitenbildern ausgiebig zu beschäftigen.

Themengebiete

Bevölkerung, Städtewachstum

Voraussetzungen

Die Aufgabe eignet sich für obere Klassen. Begriffe wie Grunddaseinsfunktionen, Push- und Pullfaktoren sollten bekannt sein.

Zeitaufwand

2 – 4 Lektionen (je nach Anzahl Aufgabenstellungen und Vertiefung)

Lösungshinweise

Bereiche, die von der Bevölkerungszunahme tangiert sind (exemplarisch): Wasserversorgung, Entsorgung, Arbeitsplätze, Wohnraum, Nahrungsmittel, Verkehr, Abgase,...

Bevölkerungszahlen: 2000: 14 Millionen, 2005: 22 Millionen (Agglomeration).

Bei Mexiko-City handelte sich um die drittgrösste Stadt weltweit. Sie gehört zu den am schnellsten wachsenden Metropolregionen der Welt (Gründe: Zuwanderung und hohe Geburtenrate).

7.23 Städterätsel Europa (Stadtgeographie)





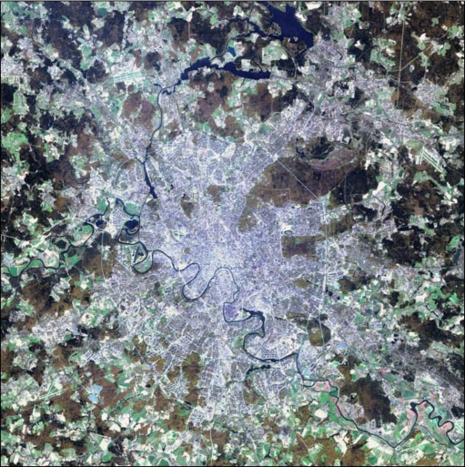












- Die Satellitenbilder stellen verschiedene Städte Europas dar. Beschreibe die einzelnen Städte in einem ersten Schritt so genau wie möglich. Die Bilder können bei der Betrachtung am Computer auch vergrössert werden, dadurch lassen sich Einzelheiten besser erkennen.
- 2. Tauscht eure Beschreibungen aus und ergänzt sie gegenseitig.
- 3. Versuche dann, die Städte zu benennen. Nimm dazu auch den Atlas zu Hilfe. Wichtige Hilfen:
 - Norden ist in diesen Satellitenbildern jeweils oben.
 - Hilfreich sind Gewässer, die Form und Ausdehnung der Stadt, bedeutende Gebäude, Anzahl und Anordnung der Brücken, Geländeerhebungen usw.
- 4. Falls du nicht weiter kommst, darfst du den diesen Hinweis lesen: es handelt sich um die Städte Brüssel, Zürich, Moskau, Paris, Rom, Berlin, London und Venedig.
- 5. Welche Städte kannst du nun eindeutig zuordnen? Warum gelingt dies? Bei welchen ist die Benennung schwierig?
- 6. Überprüfe deine Überlegungen durch eine Recherche im Internet: suche Photos oder Textinformationen, die deine Zuordnung belegen können und gestalte eine "Städtegalerie".
- 7. Diskutiert miteinander, wie man zur besten Lösung kommt.

Bildquellen

Berlin: http://www.satreci.co.kr/products/scene/kitsat/Berlin-large.gif, 6.3.06

Zürich: DigitalGlobe, www.mfb-geo.com, 2002 Brüssel: DigitalGlobe, www.mfb-geo.com, 2002 Rom: http://www.spotimage.fr/html/_62_.php; 8.5.05

London: http://www.spaceimaging.com/gallery/ioweek/archive/05-07-03/index.htm: 6.8.06

Paris: http://www.satimagingcorp.com/gallery/eros-paris-lg.html; 6.8.06

Venedig: http://www.geog.ucsb.edu/~jeff/wallpaper2/venice_italy_jan18_2002_ikonoswall.jpg; 22.3.06

Moskau: http://lexikon.freenet.de/Moskau; 27.12.06

Ziele

Die Schüler-/innen lernen, Stadtbilder genau zu betrachten und miteinander zu vergleichen. Sie werden aufmerksam auf Einzelheiten und können diese zum Beispiel mit Informationen auf Atlaskarten oder eigenem Wissen verknüpfen. Durch die ergänzende Aufgabe mit der Bildersuche wird die Perspektive des Satellitenbildes durch die gewohnte Ansicht von Gebäuden und Städten ergänzt, allerdings ist bei diesen Abbildungen die Gesamtschau nicht mehr möglich. Darauf stossen die Schüler-/innen bei der Arbeit.

Didaktisch-methodische Hinweise

Es macht aufgrund der Bildgrösse Sinn, die Satellitenbilder auch am Computer zu betrachten, da die Details dort besser erkannt werden können. Wichtiger als die Benennung der Stadtnamen ist deren genaue Charakterisierung. Die Hilfe mit den Namen sollte so spät wie möglich erfolgen, damit die Schüler-/innen sich wirklich gedanklich mit den Bildmaterialien auseinander setzen.

Themengebiete

Stadtgeographie, Bildbetrachtung

Zeitaufwand

1 (- 2) Lektionen

Lösungshinweise

Fortlaufend: Berlin – Zürich – London – Brüssel – Rom – Paris – Venedig - Moskau



7.24 Orientalische Stadt (Stadtgeographie)

Quelle: www.gis-ksa.com/gallery_images/htms/madina.htm, 22.3.96

Aufgabenstellungen

IMAGINO

 Beschreibe das Stadtbild von Medina so genau wie möglich. Achte darauf, wie Strassen angeordnet sind, welche Gebäude Wohnhäuser sind, welche Farbe dominiert, ob Grünflächen vorhanden sind, was besondere Gebäude darstellen usw. Unterscheide auch die Grösse der Häuser und ihre Lage.

2. Lies den kurzen Informationstext durch:

Die typisch orientalische Stadt ist von einer runden Mauer umgeben. Die wenigen Hauptstrassen führen sternförmig vom Basar weg, welcher neben der Hauptmoschee das Zentrum der Stadt darstellt. Der Basar (Suq) ist rund um die Moschee angeordnet und branchensortiert, wobei die wertvollsten Dinge (Schmuck, Teppiche etc.) direkt an der Moschee zu finden sind. Moderne Einkaufsmöglichkeiten bieten sich ebenfalls entlang der Hauptstrassen. In der Mauer selbst ist eine Zitadelle integriert, welche mit einer mittelalterlichen Burg (Kasbah) zu vergleichen wäre. Wohnviertel sind ausserhalb der Innenstadt zu finden und nur durch Nebenstrassen erreichbar, die zufällig angeordnet sind. Diese Verschachtelung bietet Sicherheit und gewährleistet die Trennung

von ethnisch und religiös verschiedenen Gruppen. Manchmal sind Hotels in der Nähe der Moschee angeordnet, damit die Pilger genügend Unterkünfte vorfinden. Ein Friedhof befindet sich am Stadtrand.

- 3. Kläre alle Begriffe, die du nicht kennst.
- 4. Suche auf dem Satellitenbild die im Text beschriebenen Merkmale der orientalischen Stadt. Welche kannst du eindeutig erkennen? Begründe, warum es dir gelingt. Woran erkennst du diese Merkmale? Markiere die gefundenen Merkmale im Bild mit einem passenden Symbol.
- 5. Verfasse einen kurzen Text, in welchem du die Stadt Medina mit einer europäischen Stadt, die du gut kennst, vergleichst. Halte Gemeinsamkeiten und Unterschiede fest.
- 6. Finde heraus, ob alle orientalischen Städte so aufgebaut sind und ob sich eine Liste von Gemeinsamkeiten europäischer Städte erstellen lässt.
- 7. Tauscht diese Erkenntnisse miteinander aus.

Informationen für Lehrerinnen und Lehrer

Ziele

Die Schüler-/innen lernen die Merkmale einer orientalischen Stadt kennen und in einem Bild wieder zu finden. Durch den Vergleich mit einer bekannten Stadt aus Europa stellen sie fest, wie verschieden sich die beiden Kulturen auf die Stadtgestaltung auswirken und dass nicht alle Städte dem gleichen Stadtmuster folgen. Unterschiede aber auch Gemeinsamkeiten können festgehalten werden. Dieser Vergleich ermöglicht auch ein vertieftes Verständnis für Merkmale einer Stadt, diese sollen in der letzten Aufgabe zusammen getragen werden.

Didaktisch-methodische Hinweise

Einerseits geht es in der Aufgabe um Stadtmerkmale allgemein, die Schüler-/innen sollen erkennen, dass bei verschiedenen Städten ähnliche Merkmale das Stadtbild prägen. Andererseits setzen sich die Schüler-/innen mit europäischen und orientalischen Städten auseinander, sie sollen aus diesem Vergleich erkennen, dass eine Kultur einen Lebensraum prägt. Diese Aufgabe kann z.B. mit amerikanischen Städten fortgeführt werden.

Die ersten Aufträge sind relativ einfach, da die orientalischen Stadtmerkmale in Medina gut erkannt und zugeordnet werden können – das Stadtmuster entspricht der Beschreibung einer typisch orientalischen Stadt, nur die Hotels in der Nähe der Moschee sind eher neu. Die Aufgabe, Merkmale von europäischen Städten zusammen zu tragen, ist eher schwierig. Sie setzt eine bereits stattgefundene Auseinandersetzung mit Städten oder geschichtliche Kenntnisse voraus.

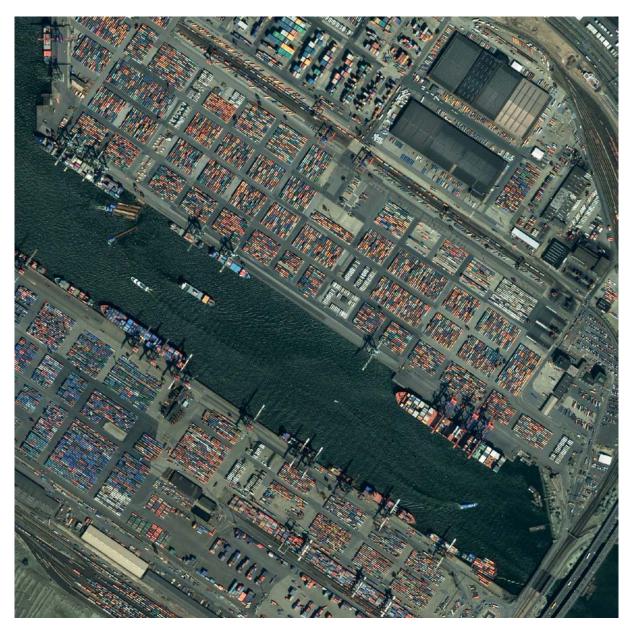
Themengebiete

Stadtgeographie, Orient

Zeitaufwand

1 – 2 Lektionen

7.25 Hafen Hamburg (Verkehr und Transport)



Quelle: www.susannealbers.de/07technik-satellit-container.html; 14.3.06

- Beschreibe, was auf diesem Bild dargestellt wird. Begründe deine Antwort mit den Bildmerkmalen.
 Tipp: Betrachte das Bild am Computer, es lassen sich durch die Vergrösserung viele Details erkennen!
- 2. Suche auf der Internetseite "www.hafen-hamburg.de/de" weitere Informationen zum Hafen Hamburgs. (Tipp: Unter dem blauen Feld zum Hafen Hamburg stehen 7 Stichworte, die angewählt werden können und dann erscheinen weitere Informationen). Stelle die wichtigsten Informationen übersichtlich zusammen. Äussere dich zu folgenden Aspekten:
 - Bedeutung des Hamburger Hafens
 - Containerhafen
 - Transportleistung
 - Wichtige Zahlen
 - Geschichte
 - Schutz vor Gefahren (z.B. Sturmflut)
- 3. Beschrifte im Bild mindestens zehn für den Hafenbetrieb wichtige Gegenstände mit dem richtigen Begriff.
- 4. Erstelle eine Hochrechnung und bestimme, wie viele Container auf dem Bild zu sehen sind. Du musst dazu nicht alle abgebildeten Container einzeln z\u00e4hlen, sondern nur diejenigen f\u00fcr ein Standfeld. Und dann kannst du \u00fcber die Anzahl Standfelder hochrechnen, wie viele Container in der ganze Anlage (Bildausschnitt) stehen. Denke daran, dass durchschnittlich 4 5 Container aufeinander stehen. Rechne aus, wie viele Schiffe mit einer Ladekapazit\u00e4t von rund 500 Containern im Hamburg beladen werden k\u00f6nnen.
- 5. Zeichne den Weg eines Containers vom Lastwagen bis zum Schiff ein. Beschreibe diesen Weg: wie viele und welche Geräte / Personen sind dafür nötig? Nimm dazu auch die Informationen des Internets zu Hilfe und bedenke, dass der abgebildete Containerhafen (Altenwerder) der modernste Containerhafen weltweit ist.
- 6. Der Hafen Hamburg steht weltweit mit seiner Leistung an 9. Stelle. Warum sind andere Häfen noch grösser? Welche natürlichen und wirtschaftlichen Faktoren können dafür verantwortlich sein?
- 7. Was beeindruckt dich am Bild? Erzähle (schriftlich oder mündlich) eine Geschichte, die zum Bild passt. Lest einander die Geschichten vor.

Ziele und didaktisch-methodische Hinweise

Die Schüler-/innen beschäftigen sich mit dem Hafen Hamburg um zu erkennen, dass sehr viele Waren mit dem Schiff transportiert werden und ein Hafen eine wichtige Bedeutung hat. Seine Grösse und Transportleistung wird durch die Abbildung anschaulich verdeutlicht. Neben den unmittelbar mit dem Bild in Zusammenhang stehenden Aufgaben (Begriffe, Containermenge,...) recherchieren die Schüler-/innen nach weiteren Informationen zum Hamburger Hafen und stellen diese in einer Übersicht zusammen. Die Bedeutung eines Hafens als Tor zur weiten Welt soll dadurch verstärkt werden.

Da es sich um ein hoch auflösendes Bild des Satelliten Ikonos handelt, macht es Sinn, das Bild am Computer zu betrachten, wo es vergrössert werden kann. Viele Schüler-/innen sind vom Bild fasziniert, gerade weil es so viele Details beinhaltet. Die letzte Aufgabe soll diese Faszination aufnehmen und die Schüler-/innen animieren, ihre Eindrücke zum Bild zu äussern. Die Geschichte kann z.B. bei jüngeren Schüler-/innen eher eine Erzählung mit erfundenen Elementen sein, bei älteren Schüler-/innen können die Erkenntnisse aus der Hafenrecherche in die Geschichte einfliessen, so dass eine "Hafenreportage" entsteht.

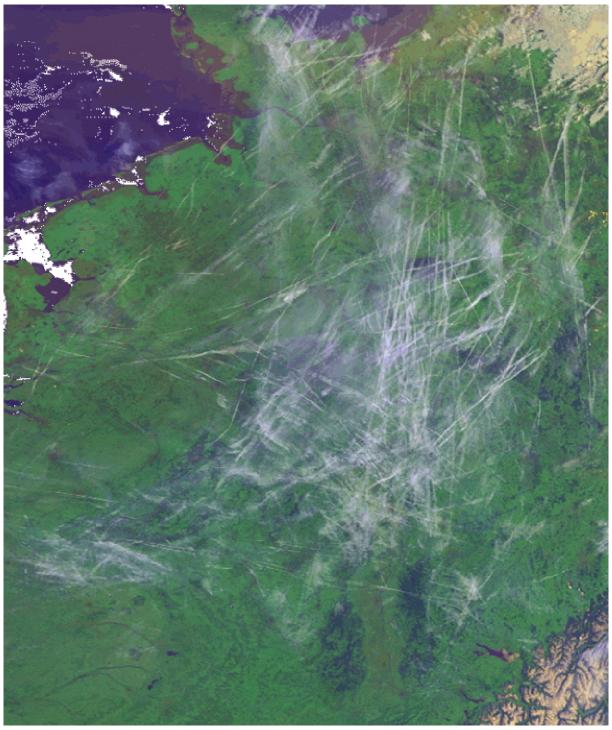
Themengebiete

Verkehr und Transport, Globalisierung

Zeitaufwand

1 - 2 Lektionen

7.26 Kondensstreifen über Europa (Verkehr und Transport)



Quelle: http://www.wrh.noaa.gov/images/fgz/science/contrails040595a.gif; 7.8.06

Du siehst Mitteleuropa abgebildet, am rechten unteren Bildrand erkennst du die Alpen. Vogesen, Schwarzwald im Süden und die Ost- und Nordsee im Norden sind gut erkennbar. Bei den weissen wolkenähnlichen Streifen handelt es sich um Kondensstreifen von Flugzeugen.

- Bestimme mit Hilfe des Atlas die Flugrouten. Wähle dazu 3 4 Nord-Südverbindungen und 3 4
 Ost-Westverbindungen aus und bestimme die Flughäfen. Übermale mit Farbe, welche Verbindungen du ausmachen konntest.
- 2. Erkläre nun, warum sich die Streifen vor allem auf der rechten Bildhälfte befinden und links kaum Kondensstreifen sind. Suche weitere Auffälligkeiten und erkläre sie.
- 3. Kondensstreifen sind künstliche Wolken, die durch Abgase von Flugzeugen entstehen. Überlege, was es für Mensch und Umwelt bedeutet, wenn über dem Himmel diese Dichte an künstlichen Wolken stehen. Halte diese Auswirkungen stichwortartig fest. Kannst du die Kondensstreifen vom Boden aus sehen? Schreibe auch diese Antwort auf.
- 4. Recherchiere im Internet, welche Auswirkungen die Kondensstreifen auf das Klima haben. Kläre zuerst Begriffe, die du nicht kennst und stelle dann die wichtigsten Informationen zusammen. Halte sehr genau fest, wie die Kondensstreifen zur Abkühlung und wie zur Erwärmung der Atmosphäre beitragen. Welcher Effekt wird auch in Zukunft dominieren?
- 5. Tauscht die Erkenntnisse miteinander aus.

Ziele und didaktisch-methodische Hinweise

Die Schüler-/innen setzen sich mit einem Aspekt des Verkehrs auseinander, der wichtig und bedeutsam ist, aber nicht augenfällig in Erscheinung tritt. Das Satellitenbild macht allerdings deutlich, was wir kaum von Auge wahrnehmen: eine reichliche Dichte an Spuren des Flugverkehrs. Einerseits bietet das Bild die Möglichkeit, sich in Mitteleuropa zu orientieren, die Kondensstreifen zeigen deutlich, wie die Flugrouten verlaufen. Andererseits animiert das Satellitenbild, sich mit den Auswirkungen der Kondensstreifen bzw. des Flugverkehrs auf das Klima und die Atmosphäre zu beschäftigen.

Sehr verkürzt ausgedrückt, tragen die Flugzeuge in einer empfindlichen Höhe dazu bei, dass der CO₂-Gehalt in der Atmosphäre steigt und die Erdoberfläche sich nur reduziert abkühlen kann. Andererseits bedecken die Kondensstreifen einen Teil des Himmels und reduzieren durch die Reflexion an ihrer Oberseite die Sonneneinstrahlung. Es gibt Wissenschaftler-/innen, die behaupten, dass die Erderwärmung noch viel stärker wäre, wenn die Kondensstreifen nicht existierten. Welcher Effekt sich aber stärker auf Klima und Atmosphäre auswirkt, ist bislang nicht geklärt.

Die Aufgabe ist anspruchsvoll, weshalb sie sich eher für ältere Schüler-/innen eignet. Voraussetzungen zum Verständnis der Klimafrage müssen bereits vorhanden sein.

Themengebiete

Verkehr und Transport, Klimawandel

Zeitaufwand

2 Lektionen

Voraussetzungen

Grundlagen der Klimatologie, Klimawandel, Treibhauseffekt

7.27 Sehenswürdigkeiten (Tourismus)

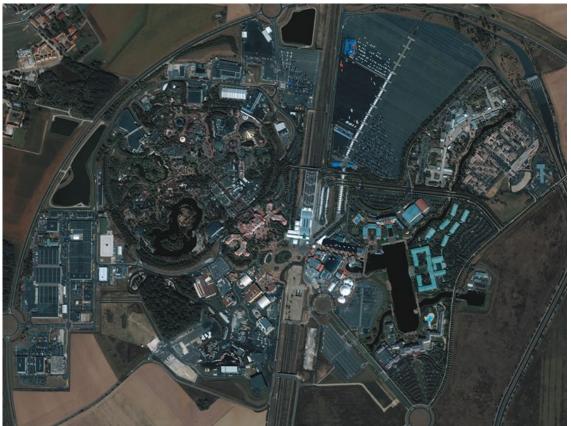














Aufgabenstellungen

- 1. Betrachte die einzelnen Bilder genau, möglicherweise auch einzeln und vergrössert am Computer. Es handelt sich um Sehenswürdigkeiten (natürlich oder gebaut, älter oder neuer), die von Touristen häufig aufgesucht und photographiert werden.
- 2. Beschreibe, was du auf den Bildern siehst. Versuche so genau wie möglich zu charakterisieren, was du erkennen kannst.
- In einem ersten Schritt sollst du einen Namen für das dargestellte Phänomen finden, der Ort ist zweitrangig. Tauscht Lösungen in der Klasse aus und diskutiert miteinander, wie ihr zu den Lösungen gekommen seid.
- 4. Bezeichnet in einem zweiten Schritt auch den Ort des Geschehens. Ordnet dem dargestellten Phänomen zuerst einen Kontinenten oder eine Grossregion zu und recherchiert dann, wo es das gibt, was ihr zu erkennen glaubt. Wenn ihr eine Lösung gefunden habt, könnt ihr sie mit derjenigen der Lehrperson vergleichen.
- 5. Zusatzaufgabe: Sammle im Internet Satelliten- und Luftbilder von Freizeitanlagen: Sportplatz, Golfanlage, Schwimmbad, Rennbahn, Skipiste, Radweg usw. und stelle damit ein Rätsel für deine Mitschüler-/innen zusammen. Selbstverständlich kannst du auch weitere Sehenswürdigkeiten aufspüren. Wer kann das schwierigste Rätsel herstellen?

Tipp: Satellitenbilder findest du am besten, wenn du mit dem englischen Wort dafür suchst und dahinter die Bezeichnung "satellite" (z.B. golf club + satellite) in die Suchmaschine eingibst. Bei deiner Lehrperson kannst du aber auch eine Linkliste mit hilfreichen Webseiten beziehen.

Informationen für Lehrerinnen und Lehrer

Bildinformationen

Die Bilder stammen aus der Sammlung der Ikonos-Bilder (Bild der Woche). Sie sind unter http://www.spaceimaging.com/gallery/ioweek/archive/ zu finden.

Ziele und didaktisch-methodische Hinweise

Die Schüler-/innen üben anhand von Sehenswürdigkeiten Satellitenbilder genau zu betrachten. Einzelne Phänomene sind sehr einfach zu erkennen, andere müssen zuerst intensiv untersucht und interpretiert werden. Wichtig ist, dass zuerst die Phänomene charakterisiert werden (z.B. Wasserfall) und dann erst der Ort des Geschehens ausfindig gemacht wird. Dies ist auch zweitrangig, da vor allem das Erkennen der dargestellten Bildinhalte bedeutsam ist.

Die Fortführung soll Schüler-/innen dazu befähigen, selbstständig Bilder zu sammeln und zu einem Quiz zusammen zu stellen. Dadurch erwerben sich die Schüler-/innen Kompetenzen in der Zusammenarbeit und der eigenständigen Recherche von Informationen. Diese Quizform kann zu einem Klassenrätsel ausgedehnt werden, z.B. so, dass verschiedene Gruppen Bilderrätsel zu verschiedenen Oberthemen sammeln oder aber auch Bilder verändern und dann in ein Rätsel integrieren.

Themengebiete

Tourismus, Sehenswürdigkeiten

Zeitaufwand

1 – 2 Lektionen (je nach Weiterführung ausbaubar)

Lösungshinweise

Eiffelturm Paris
Olympiastadion, Athen
Riesenrad, London
Verbotene Stadt, Peking
Teotihuacan (Aztekentempel), Mexico
EuroDisney, Paris
Niagarafälle, Canada
Uluru, Australien

7.28 Pyramiden von Gizeh (Tourismus)



Bildquelle: http://www.spaceimaging.com/gallery/other_images/pyramids.htm, 16.11.05



Bildquelle: http://www.bluffton.edu/~sullivanm/egypt/giza/sphinx/distant.jpg, Jan. 07

Informationstext

Die Pyramiden von Gizeh in Ägypten wurden von den Königen Cheops, Chepren und Mykerinos errichtet (2590 - 2470 v. Chr.). Sie gehören zu den bekanntesten Bauwerken der Menschheit. Nach der Zerstörung aller übrigen sieben Weltwunder der Antike sind sie als letzte erhalten geblieben.

Die Pyramiden stehen auf einer Hochfläche etwa acht Kilometer südwestlich der Stadt Gizeh, einem Vorort von Kairo. Die Pyramiden befinden sich also rund 15 km vom Stadtzentrum entfernt.

Die verbreitete Theorie zur Funktion der Pyramiden besagt, dass diese das Zentrum einer riesigen Totenstadt darstellten. Jedoch wurden weder eine Mumie noch Grabbeigaben gefunden, weshalb der Ort als Grabstätte umstritten ist.

Die mittlere der drei Pyramiden ist die Chephren-Pyramide, während die bekannteste und grösste die Cheops-Pyramide ist. Zusammen mit der dritten, der Mykerinos-Pyramide wurden sie 1979 als Kulturdenkmal von der UNESCO in die Liste des Weltkulturerbes aufgenommen.

Bei der Cheops- und Cheprenpyramide handelt es sich um die höchsten Bauwerke des gesamten Altertums. Die Cheopspyramide erreicht bei einer quadratischen Grundfläche von 230,36 m Seitenlänge eine Höhe von 146,60 m. Die Cheprenpyramide besitzt bei einer Kantenlänge von 215,26 m eine Höhe von 143,50 m. In ihrem Innern war offenbar eine bescheidene Grabkammer angelegt. Bei der Cheopspyramide wurde die endgültige Grabkammer auch noch durch enge Lüftungskanäle mit der Aussenwelt verbunden. Nach der Beisetzung von Mumien in den Grabkammern wurde der Zugangsschacht jeweils zugemauert, so dass niemand mehr den Einstieg erkennen konnte.

Über Jahre hinweg erfolgte der Pyramidenbau jeweils in den drei Überschwemmungsmonaten Mitte August bis Mitte November, weil die Bauern in dieser Zeit kaum etwas zu tun hatten und als Bauarbeiter zur Verfügung standen.

Quelle: http://www.seven-wonders.de/pyramid.html, 16.11.05

Aufgabenstellungen

- Betrachte das Bild genau und benenne, was du sehen und erkennen kannst. Unterscheide natürliche und vom Menschen geschaffene Bildinhalte.
- 2. Erkläre, was die Rechtecke im Wüstengebiet rund um die Pyramiden darstellen. Suche nach der Antwort auch im Internet oder in Büchern.
- 3. Finde heraus, ob die Pyramiden höher als das Dorf oder tiefer liegen? Belege deine Aussage.
- 4. Beschrifte im Bild die drei Pyramiden mit ihrem richtigen Namen. Verwende dazu auch den Text. In welchem Land liegen die Pyramiden?
- 5. Rechne aus, wie viele Häuser aus dem Stadtteil in einer Pyramide Platz hätten und wie viele Menschen sich nebeneinander stellen müssten, um die Cheopspyramide umrunden zu können.
- 6. Suche mit Hilfe des kleinen Photos die Sphinx im Satellitenbild.
- 7. Jedes Jahr besuchen Hunderttausende von Touristen die Pyramiden. Überlege, wie man den dadurch bedingten Verkehr am besten lenken kann. Konzipiere auf einem Pauspapier Parkplätze, Strassen und Fusswege für die Touristen so, dass möglichst wenig Staus und Verkehrsengpässe entstehen, die Besucher aber auch viele Wege zu Fuss gehen können. Vergiss bei der Planung nicht, Infrastrukturen, Respekt vor der Kulturstätte oder naturgeographische Aspekte zu berücksichtigen.
- 8. Plane Verpflegungseinrichtungen ein. Was würdest du verkaufen? Begründe deine Erklärungen.
- 9. Zusatzaufgaben: Die Pyramiden sind nicht nur eine Sehenswürdigkeit, sondern stellen auch eine geometrische Form dar. Suche mit Hilfe des Internet und anderen Informationsquellen weitere (berühmte) Gebäude mit anderen geometrischen Formen. Gibt es Gebäude, die wie eine Kugel, ein Kreis, ein Würfel, ein Zylinder, ein Kegel oder ein Quader aussehen? Eine (gedankliche) Exkursion in die Kunst und Architektur können für diese Aufgabe hilfreich sein. Stelle Bilder und Luftund Satellitenbilder dieser Gebäude zusammen und beschreibe sie, wie sie aus der Luft aussehen.
- 10. Finde aufgrund des Schattenwurfes und der geographischen Lage heraus, zu welchem Zeitpunkt das Bild aufgenommen wurde. Die Aufnahme stammt vom 16. Juni 2005. Du kannst die Zeitdauer auch einschränken und eine ungefähre Angabe machen. Begründe, wie du zu deiner Lösung gekommen bist. Hinweis: Norden ist im Bild oben.

Informationen für Lehrerinnen und Lehrer

Bildinformation

Das Bild wurde vom Satelliten Ikonos aufgenommen.

Ziele und didaktisch-methodische Hinweise

Zuerst lernen die Schüler-/innen durch verschiedene Aufträge das Bild und die Bildmerkmale kennen. Deshalb bearbeiten die Schüler-/innen zunächst sehr detaillierte Aufgaben zur Bildbeschreibung.

Die Planungsaufgabe ist eine Anwendung, die in diesem Gebiet Sinn macht. Einerseits sind die Strassen eingezeichnet, angesichts der Besucherströme ist ein Konzept für deren Führung sicher bedeutsam. Dabei müssen naturgeographische wie kulturelle und infrastrukturelle Aspekte gleichermassen berücksichtigt werden; sie spielen auch bei einer realen Planung eine wichtige Rolle.

Die weiterführenden Aufgaben sind für ältere Schüler-/innen gedacht. Ein Bezug zur Geometrie, Kunst und Architektur möchte die Jugendlichen zu einem offenen Blick auf die Welt hinführen. Sie sollen aufmerksam werden auf aussergewöhnliche oder besondere Formen von Gebäuden. Die Aufgabe, die Aufnahmezeit zu bestimmen ist höchst anspruchsvoll. Es geht nicht darum, dass die Schüler-/innen dies mathematisch korrekt tun (dafür dürften ihnen die Voraussetzungen fehlen), sondern mit Überlegungen zu ihrem Ziel zu kommen. Die Diskussion über Lösungswege ist mit Sicherheit spannend.

Themengebiete

Tourismus, Raum- bzw. Verkehrsplanung, Geometrie / Architektur

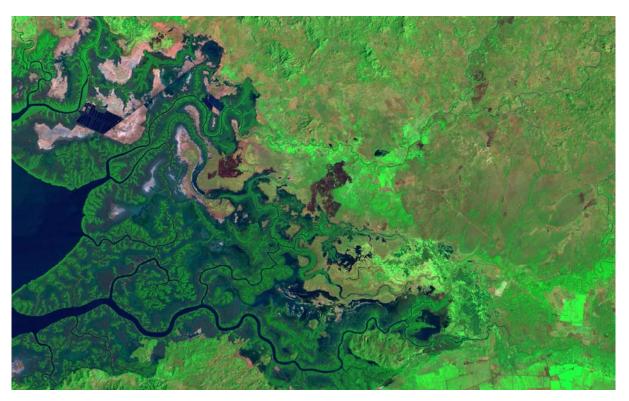
Zeitaufwand

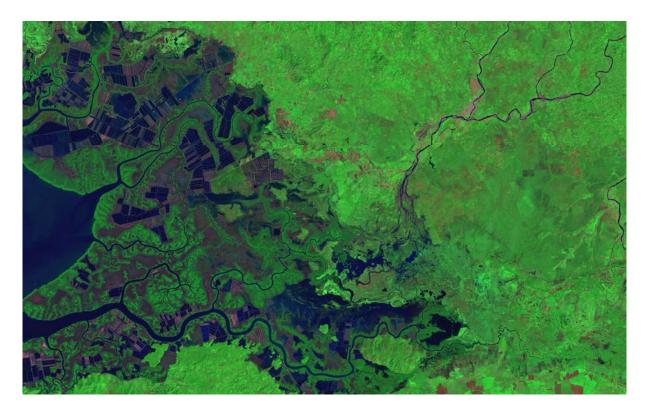
2 - 3 Lektionen (mit Zusatzaufgaben 2 Stunden mehr)

Lösungshinweise

- Im Bild erkennt man Dünen, Wüste, Siedlungen, Strassen, Garten, das Hochplateau, die Pyramiden und die Tempelanlage, einen Brunnen.
- Die Rechtecke rund um die Pyramiden stellen die Tempelanlage und Gräber dar.
- Die Pyramiden liegen höher als das Dorf, dies wird im Bild unterhalb der untersten Pyramide deutlich, da ist ein Hang erkennbar (Text besagt: Hochplateau).
- Die kleinste Pyramide ist die Mykerinos-Pyramide, die mittlere ist die Cheops-Pyramide und die nördlichste grösste stellt die Cheprenpyramide dar.
- 1 Pyramide ~ 150 Häuser / 1 Mensch ~ 0.5 m Platz -> 230 m Kantenlänge = 4 x 460 Personen = 1840 Menschen. Sphinx -> rechter Bildrand in der Mitte.
- Bei der Planung ist zu berücksichtigen, dass wir uns in der Wüste befinden. Dies bedeutet Schattenstellen, genügend Halteorte mit Verpflegung und Wasser (Datteln, einheimische Produkte), evtl. Einbahnstrassen mit Rundverkehr. Schutz und Nutzung sollten ausgeglichen sein
- Der Schattenwurf zeigt nach Norden, er ist relativ klein. Es sind keine Schatten nach Osten oder Westen zu sehen, die Sonne strahlt also aus südlicher Richtung. Die Ostkante de Schattens ist länger als die Westkante, dies lässt darauf schliessen, dass die Sonne eher noch im Osten steht. Die Aufnahme muss kurz vor dem Zenitstand gemacht worden sein, möglicherweise zwischen 10.30 Uhr und 11.00 Uhr.

7.29 Shrimp Farm Honduras (Umweltfragen)





Quelle: NASA-earth-observatory, www.mfb-geo.com, 2000

Aufgabenstellungen

Du siehst links zwei Bilder einer Shrimpfarm (Garnellenzucht) von Honduras dargestellt. Das obere Bild wurde 1986 aufgenommen, das untere 1999.

- 1. Beschreibe, was du auf den beiden Bildern siehst. Erkläre die Farben und Formen. Tipp: unterscheide Wasser, Wald, Feld, Fluss, Strasse.
- Charakterisiere eine Shrimp-Farm anhand der Satellitenbilder. Betrachte dazu auch das nebenstehende Bild.



Bildquelle: http://www.medinfo.dist.unige.it/asiaresist/raccolta_fot o1.htm, Dez. 06

- 3. Zeigt einander, was sich zwischen den beiden Aufnahmezeitpunkten auf den Satellitenbildern verändert hat. Erkläre die Gründe für die Veränderungen.
- 4. Lies die beiden Informationstexte. Kläre neue Begriffe und versuche, im Satellitenbild zu erkennen, was beschrieben wurde.
- 5. Bilde dir eine Meinung zur Zucht von Garnelen.
- 6. Liste auf: welches sind die Vorteile einer Shrimpfarm, welches die Nachteile? Wo liegt die Problematik der Garnelenzucht? Suche nach Belegen für die Vor- und Nachteile in den Satellitenbildern. Bezeichne die entsprechenden Stellen mit roten Pfeilen.
- 7. Überlege, ob es eine Möglichkeit gibt, eine Garnelenzucht ökologisch sinnvoll zu betreiben. Was wären die Folgen für Natur und Mensch? Diskutiert miteinander eure Vorschläge und haltet sie in Form von Empfehlungen fest.
- 8. Zusatzaufgabe: findet heraus, warum es problematisch ist, Mangrovenwälder abzuholzen.

Informationstext

Sachtext aus dem Internetportal für Aquakulturtechnik: Die Garnelenzucht (engl. shrimp farming) ist eine besondere Form der Aquakultur, bei der Garnelen (shrimps) für den menschlichen Verzehr gezüchtet werden. Die Garnelen haben für die Fischwirtschaft weltweit eine grosse Bedeutung.

Shrimp-Farmen gibt es in verschiedenen Intensitäten. In einzelnen Kulturen werden die Garnelen vom Ei bis zum erwachsenen Tier in Mastbetrieben gezüchtet, der Technisierungsgrad ist extrem hoch. Andere Kulturen leben in grossen Erd- oder Mangroventeichen, wo auch andere Lebewesen vorkommen oder sogar Reis angebaut wird.

Das schnelle Wachstum der Shrimp-Industrie hat vielfältige ökonomische und ökologische Probleme in den betroffenen Ländern verursacht. Aufgrund der technologischen Entwicklungen – verschiedenste Chemikalien ermöglichen eine höhere Dichte und ein schnelleres Wachstum auch bei hoher Dichte – kommen eine Vielzahl chemischer Hilfsmittel zum Einsatz (Antibiotika, Hormone, Pestizide, Düngemittel). Ein besonderes Problem ist der relativ hohe Platzbedarf der Shrimp-Farmen und die damit verbundene Zerstörung zahlreicher wichtiger Ökosysteme, wie z.B. der Mangroven. Neue Ökostandards und Biolabels versuchen, nachhaltiges Shrimpfarming zu fördern. Garnelen werden hauptsächlich in den tropischen Regionen Asiens gezüchtet.

Information der Umweltorganisation Greenpeace: Die Shrimp-Industrie ist die Ursache der rasend schnellen Vernichtung der letzten Mangrovenwälder - in globalem Ausmass. Ausländische Firmen legen an den flachen Küsten tropischer Regionen riesige Becken an, in denen Shrimps zu Millionen gehalten und aufgezogen werden. Nachdem es in den 30er Jahren erstmals gelang, Shrimp-Larven unter Laborbedingungen zu einer beachtlichen und wirtschaftlich interessanten Grösse heranzuzüchten, entwickelte sich daraus kurze Zeit später ein neuer Industriezweig, die so genannte Shrimp-Aquakultur.

Immer mehr ausländische Investoren siedelten sich an den flachen Küsten tropischer Regionen an, ohne Rücksicht auf die lokale Bevölkerung und ihre traditionellen Gebiete – und immer nur mit dem kurzzeitigen Profit vor Augen. Durch ihr skrupelloses Vorgehen wird sowohl das Ökosystem Mangrove als auch die Nahrungsgrundlage der Menschen vor Ort geschädigt. Wo sich früher Kilometer lange Mangrovenwaldgürtel erstreckten, reihen sich heute hunderte streng bewachter Zuchtteiche aneinander. Da die Teiche nur wenige Jahre in Betrieb gehalten und immer wieder neue Becken angelegt werden, wird der Mangrovenwald unaufhaltsam weiter abgeholzt.

Informationen für Lehrerinnen und Lehrer

Bildinformationen

Bei beiden Bildern handelt es sich um Landsat-TM-Aufnahmen, eine Aufnahme stammt vom 6.1.1986, die andere vom 15.11.1999.

Ziele

Die Schüler-/innen erarbeiten zu schwierigen Bildern Grundlagen, die sie zur Bildinterpretation befähigen. Die Merkmale in den Satellitenbildern können durch den Text und das Photo im Bild konkretisiert werden. Die Informationen bilden die Voraussetzung dafür, dass sich die Schüler-/innen eine Meinung zur Shrimpfarm bilden und nach Alternativen für eine ökologisch ausgewogenere Produktionsart suchen können. Dadurch lernen sie, eine Haltung einzunehmen, die auf Grundlagen beruht und durchdacht wurde.

Didaktisch-methodische Hinweise

Die Bilder sind relativ schwierig zu interpretieren, da wir aus unserer Alltagsvorstellung nicht genau wissen, wie eine Shrimpfarm aussieht. Deshalb sollen der Text (weitere Texte sind relativ einfach zu finden) und das Bild diese Wahrnehmung unterstützen. Ziel ist es, dass sich die Schüler-/innen mit den Auswirkungen einer Monokultur auseinander setzen und erkennen, wie sie sich im Laufe der Jahre verändert hat und welche Auswirkungen dies auf die Umgebung (die im Satellitenbild dargestellt wird) hat. Aufgrund der relativ offenen Aufgabenstellung ist zu erwarten, dass bei den Schüler-/innen viele Fragen auftauchen, die geklärt werden sollten. Es obliegt der Lehrperson, dies auszubauen.

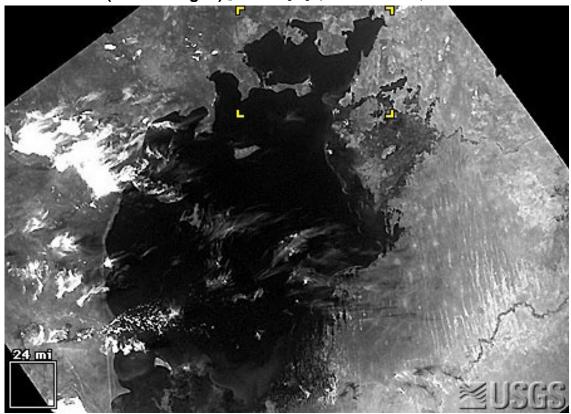
Themengebiete

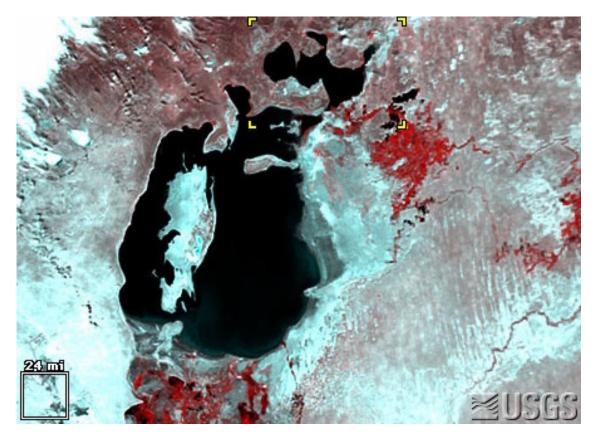
Umweltfragen

Zeitaufwand

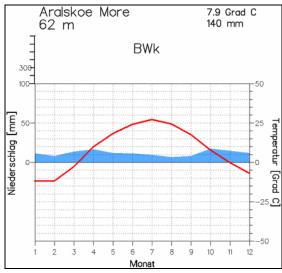
2 - 4 Lektionen

7.30 Aralsee (Umweltfragen) (publiziert in geographie heute, 235/2005)









Bildquellen: Erste beiden Bilder: USGS Drittes Bild: NASA Klimadiagramm: http://www.klimadiagramme.de/Asien/aralskoemore.html

Aufgabenteil A: Situationsanalyse

- 1. Du siehst auf den vorhergehenden Seiten drei Satellitenbilder des Aralsees. Sie wurden zu verschiedenen Zeitpunkten aufgenommen und stellen den See in unterschiedlichen Farben dar. Betrachte die Bilder genau. Versuche, die einzelnen Bildelemente zu benennen: zeige deinem Nachbarn die Wolken, das Wasser, Salzflächen, bewässerte Felder mit Vegetation, die Flussläufe, Steppengebiete und Siedlungsflächen. Erstelle für die verschiedenen Farben in allen drei Bildern eine Legende.
- 2. Die verschiedenen Farben der Bilder stammen daher, dass der Satellit ein Gebiet auch in einer anderen Wellenlänge aufnehmen kann als dem sichtbaren Licht. Das Bild von 1997 ist ein Infrarotbild. Worin bestehen die Unterschiede zu den anderen zwei Bildern? Welche Vorteile bringt diese Aufnahmeart? Die Bilder unterscheiden sich nicht nur in der Farbgebung. Welche Unterschiede stellst du sonst noch fest? Was bedeutet das für die weitere Arbeit?
- 3. Nimm deinen Atlas zu Hilfe und suche die Karte des Aralsees. Orientiere dich: wo liegt der See, welches sind seine Anrainerstaaten? Kannst du Städte, Siedlungen und Flüsse benennen und in allen Satellitenbildern beschriften?
- 4. Beschreibe mit Hilfe der Satellitenbilder, der Atlaskarte und eines Klimadiagrammes, was du über das Gebiet rund um den Aralsee feststellen kannst: wie sieht es dort aus? Welches Klima herrscht? Welches sind die in Frage kommenden Verdienstmöglichkeiten?
- 5. Halte nun ein Pauspapier auf das Bild von 1964 und zeichne die Uferlinie des Aralsees nach. Überlege vorher, welchen Linienverlauf du bei den Stellen wählst, die von Wolken verdeckt werden. Als Orientierungsmerkmal dienen dir die beiden Flussläufe, die du ebenfalls einzeichnen sollst. Nimm nun deine Umrisskarte auf Pauspapier und zeichne mit einer neuen Farbe auf dem gleichen Bild die Umrisse des Aralsees von 1997 ein. Die Flussläufe dienen dir dabei als Passpunkte. Verfahre ebenso beim ersten Bild von 2005.
- 6. Ermittle mit Hilfe eines Millimeterpapiers den prozentualen Flächenverlust zwischen 1964 und 1997.

Aufgabenteil B: Ursachen und Folgen

Informationstext 1: Ursachen

Die ariden Wüsten und Wüstensteppen um den Aralsee sind dünn besiedelt; größere Orte oder Städte gibt es nur an den Flüssen bzw. in ihren Mündungsdeltas. Der dünnen Besiedlung entsprach lange die geringe landwirtschaftliche Nutzung. Dies änderte sich drastisch, als zur Zeit der Sowjetunion riesige Bewässerungsflächen entlang der Flüsse entstanden, auf denen vor allem Baumwolle und Reis angebaut wurden. Von 1913 bis heute vergrösserten sich die Irrigationsflächen von ca. 2 Mio. ha auf rund 8 Mio. ha. Die Wasserentnahme für die Bewässerung und die Speisung des Karakum-Kanals aus den beiden Zuflüssen des Aralsees leitete die ökologische Katastrophe ein. Das Wasser fehlte für die Speisung des Aralsees, sodass die klimatisch bedingten starken Verdunstungsverluste nicht mehr kompensiert werden konnten. Der Syr-Darja erreicht seit 1976 den Aralsee gar nicht mehr, er versickert vorher in der Wüste; der Amu-Darja führt nur noch etwa 10% der früheren jährlichen Wassermengen dem See zu.

Informationstext 2: Folgen

Die Folgen der landwirtschaftlichen Übernutzung am Aralsee reichen weit: ein Ökosystem ist aus dem Gleichgewicht geraten und lässt sich angesichts seines Ausmasses kaum mehr in seinen ursprünglichen Zustand zurückführen. Damit wurde die Lebensgrundlage der dort ansässigen Bevölkerung weit gehend zerstört: Ertragsrückgänge, die Einstellung der Fischerei, verrottete Schiffe, hohe Schadstoffbelastungen in Wasser, Boden und Luft und eine deutlich schlechtere Qualität der landwirtschaftlichen Erzeugnisse sind nur wenige Beispiele für die katastrophale Lage. Dies wiederum wirkt sich auf Gesundheit, Hygiene und letztlich auch Wohlbefinden der Bevölkerung aus: wenn Verdienstmöglichkeiten fehlen, Nahrungsmittel ungesund sind und der Boden nicht mehr viel hergibt, wird das Leben in der Region schwierig, wenn nicht unmöglich

Aufgaben:

- 7. Versuche zu erklären, was am Aralsee seit 1964 passiert ist. Unterteile deine Überlegungen, z.B. mit Hilfe einer Tabelle, in "Beschreibung" (Was erkenne ich direkt auf den Bildern?) und "Interpretation" (Was kann ich aus den Bildern und den weiteren Informationen ableiten?).
- 8. Lies den Informationstext 1 und ergänze deine Notizen aus der ersten Aufgabe, indem du weitere Faktoren notierst, welche die Katastrophe am Aralsee verursachten. Welche davon sind natürlich, welche anthropogen? Wie weit stimmen die Faktoren mit deiner Vermutung überein?
- 9. Im Informationstext 2 sind einige Auswirkungen der Katastrophe am Aralsee notiert. Überlege unter Einbezug des Klimadiagramms, welche Auswirkungen direkt mit dem Klima in Verbindung stehen. Was hätte angesichts der klimatischen Situation der Region anders gemacht werden müssen / können?
- 10. Du findest bei diesen Materialien eine Vorlage, um Kärtchen herzustellen. Auf dem ersten Kärtchen steht die Aussage: "Für eine intensive landwirtschaftliche Nutzung müssen in der Region Aralsee grosse Bewässerungsflächen geschaffen werden." Schneide alle Kärtchen aus und sortiere sie nach einer der folgenden Möglichkeiten:
 - natürliche und anthropogene Folgen
 - ökonomische und ökologische Folgen
 - direkte und indirekte Folgen
 - kurzfristige und weit reichende Folgen
- 11. Benenne die Schwierigkeiten bei der Sortierung. Was klappt gut, was nicht? Warum?
- 12. Lege mit den Kärtchen ein Ursache-Folge-Netz, so dass ersichtlich wird, was Ursachen sind, welches die Auswirkungen und wie sie miteinander in Zusammenhang stehen (Pfeile, Abhängigkeiten). Im Zentrum bzw. als Ausgangspunkt steht das erste Kärtchen mit dem kursiv gedruckten Satz.
- Klebe das Ergebnis anschliessend in dein Heft. Formuliere dazu fünf Sätze mit deinen Erkenntnissen.

Kärtchenvorlage

Für eine intensive landwirt- schaftliche Nutzung müssen in der Region Aralsee grosse Bewässerungsflächen ge- schaffen werden.	Zunahme von Krankheiten	Zunahme der Kindersterblichkeit	Verkürzung der Vegetationsdauer
Staubstürme	Fehlendes Trinkwasser	Kanalbau	Verdunstung
Unterernährung	Klimaveränderung	Seuchengefahr	Rückgang der biologischen Vielfalt
Versalzung	Zerfall des Sees in Nord- und Südteil	Fischsterben	Wasserknappheit
Verlust von Nutzflächen	Verlandung	Rückgang der Fischerei	Zunahme der Schadstoffbelastung
Schlechte Nahrungs- mittelqualität	Austrocknung	Ernterückgang	Volumenrückgang des Aralsees
Versickerung	Unzureichende Hygiene	Bewässerung	Pestizideinsätze

Aufgabenteil 3: Massnahmen

Informationstext 3

Es ist unbestritten, dass der Katastrophe am Aralsee Einhalt geboten werden muss, allerdings sind die Zusammenhänge derart komplex und die Zahl der beteiligten Entscheidungsträger so gross, dass sich wissenschaftliche Erkenntnisse, politische Möglichkeiten, Nutzungsinteressen und finanzielle Möglichkeiten oft konkurrenzieren statt unterstützen und ergänzen. Die untenstehende Liste zeigt einige der diskutierten Lösungsansätze auf – einige sind utopisch, andere vernünftig, viele aufwändig und teuer, einzelne realistisch:

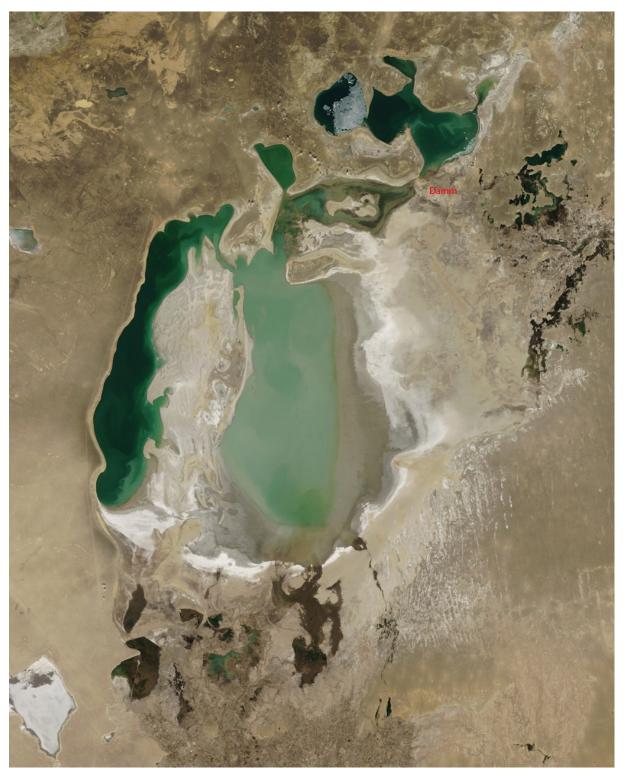
- Orientierung auf eine Produktion mit minimalem Wasserverbrauch
- Reduktion des Anbaus von Baumwolle, Reis und anderen Kulturen, die viel Wasser verbrauchen
- Umleitung der sibirischen Flüsse nach Süden in den Aralsee
- Verringerung der Ausschussquote der Textilindustrie
- Auftauen des Eises im Pamirgebirge und Ableitung des Wassers in den Aralsee
- Optimierung von Qualität und Trassenführung der Bewässerungskanäle
- Umleitung eines Teils der Wolga über den Fluss Ural
- Einführung neuer Verfahren der Bewässerung (unterirdisch bzw. Tröpfchenbewässerung)
- keine neuen, zusätzlichen Bewässerungsprojekte mehr in Angriff nehmen
- Bau eines Kanals vom Kaspischen Meer zum Aralsee
- Auspumpen des Issyk-Kul-Sees in Kirgistan (nahe der chinesischen Grenze) zur Wiederauffüllung des Aralsees

Aufgaben:

14. Beurteile mit Hilfe der beschriebenen Entscheidungsparameter, ob es sich bei den genannten Massnahmen um realistische, sinnvolle Vorschläge handelt oder um Utopien. Folgende Entscheidungsparameter helfen dir bei der Beurteilung:

Parameter (Entscheidungsgrundlage bzw. Fragestellung, die beantwortet werden muss)	Mögliche Antworten		
Natur Kann sich die Natur durch diese Massnahme erholen?	Sehr gutGutWenigGar nicht		
Mensch Geht es den Menschen durch diese Massnahme besser (gesundheitlich, wirtschaftlich, sozial)?	Viel besserBesserSo gut wie jetztSchlechter		
Technik Kann die Massnahme technisch realisiert werden?	Sehr gutGutSchwierigUnmöglich		
Wirksamkeit Wie lange hält die Massnahme an, ist sie auch längerfristig wirksam?	Für immerNächste 100 Jahre20-50 Jahre1-10 Jahre		
Geld Wie teuer ist die Massnahme?	sehr teuerteuerzahlbargünstig		

- 15. Verfasse eine Gesamtbeurteilung. Vergleiche dann deine Ergebnisse mit einem Banknachbarn. Wo habt ihr die Situation gleich eingeschätzt, wo sind Unterschiedliche Meinungen da? Warum sind sie entstanden? Diskutiert miteinander!
- 16. Im Jahr 2005 entstand ein Satellitenbild des Aralsees, nachdem man im nördlichen Seeteil einen Damm gebaut hat (Bild siehe Folgeseite). Betrachte dieses Bild genau und vergleiche es mit den früheren Aufnahmen. Wie beurteilst du diese Massnahme? Hat sie für den Aralsee oder einen Teilbereich die gewünschte Wirkung erzielt? Halte deine Erkenntnisse und Überlegungen schriftlich fest.



Bildquelle: NASA-earth-observatory, www.mfb-geo.com, 2006

Informationen für Lehrpersonen

Bildinformationen

Die Bilder zeigen den Aralsee in verschiedenen Jahren (siehe Aufgabenstellung). Es handelt sich um ein schwarz-weiss-Bild, zwei Echtfarben- und ein Falschfarbenbild. Das Bild von 2005 dient der Beurteilung der heutigen Situation.

Ziele

Die Aufgabe möchte zu einer umfassenden geographischen Bildung beitragen und verfolgt deshalb verschiedene Ziele:

Kognitive Ziele:

- Die Schüler-/innen erarbeiten selbstständig zu einem exemplarischen Thema geographisches Hintergrundwissen. Sie kennen nicht nur Fakten, sondern auch Ursachen und Hintergründe für die Landschaftsveränderung am Aralsee.
- Sie sind in der Lage, das erlangte Wissen zu transferieren und in anderen Situation anwenden zu können, sei es für die kritische Beurteilung vorgeschlagener Hilfeleistungen zur Rettung des Aralsees oder bei ökologischen Fragestellungen in anderen Lebensräumen der Erde.
- Die mit der Aufgabe verbundenen Handlungskompetenzen führen zu einer nachhaltig wirksamen Wissensgrundlage; die gelernten Kenntnisse sind nicht nur isoliert als Fakten abrufbar, sondern werden vernetzt gespeichert und dadurch vielseitig weiter verwendbar.

Instrumentelle Ziele:

- Die Schüler-/innen sind in der Lage, Merkmale in einem Satellitenbild zu erkennen, zu unterscheiden und zu beschreiben. Sie können ein Satellitenbild interpretieren.
- Sie können Überlegungen zu Satellitenbildern von unterschiedlichen Zeitpunkten und geographischen Ansichten, sowie verschieden dargestellten Spektralbereichen anstellen.
- Sie verfügen über methodische Instrumente, um sich geographische Informationen beschaffen zu können (kartieren, nachschlagen, beobachten, interpretieren etc.).
- Im Sinne einer methodischen Verschränkung können sie Informationen aus einem Klimadiagramm mit Bildinhalten in Verbindung bringen und daraus auf die Lebenssituation der Bevölkerung in der betroffenen Region schliessen.

Affektive Ziele:

- Die Schüler-/innen können in kleinen Gruppen gemeinsam an einer Lösung arbeiten. Sie nehmen Lösungen anderer Gruppen als Diskussionsgrundlage ernst und integrieren alternative Vorgehensweisen oder Resultate in die eigene Arbeit.
- Sie lernen, eine verstehende Haltung für Probleme dieser Erde einzunehmen, weil sie erkennen, dass Lösungen nicht trivial sind.
- Durch das in der Aufgabe erlangte Sachverständnis wird eine möglichst neutrale Werthaltung aufgebaut. Die Schüler-/innen können Aspekte eines globalen Problems aus verschiedenen Gesichtspunkten betrachten und diese so wertfrei wie möglich beurteilen.

Didaktisch-methodische Hinweise

Mit Hilfe des ersten Aufgabenblocks findet die erste Begegnung mit dem Aralsee statt. Die Schüler-/innen orientieren sich mit Hilfe der Satellitenbilder und einer Atlaskarte im betroffenen geographischen Raum. Gleichzeitig werden sie durch die Beobachtungsaufgaben unmittelbar zur Problematik hingeführt. Bewusst wurden für diese Einführung drei unterschiedliche Satellitenbilder eingesetzt: ein Schwarzweiss-Bild zeigt die Situation von 1964, die Bildinterpretation ist – abgesehen von Wolken – verhältnismässig einfach.

Ein zweites Bild zeigt den Aralsee aus dem Jahr 1997 als Infrarot-Falschfarbenbild. Die Farben müssen von den Schüler-/innen erst richtig interpretiert werden, dabei wird die Phantasie und Kreativität der Schüler-/innen angesprochen. Die Betrachtung des Schwarzweiss-Bildes hat aber bereits zu Wissen geführt, dass die Schüler-/innen auch für die Interpretation des zweiten Bildes verwenden können. Fragen nach der Farbgebung (Was ist denn das Rote hier?) fördern das Verständnis für die spektrale Vielfalt (und den Nutzen einer solchen Abbildung) und sind wichtige Bausteine in der Bildinterpretation.

Das dritte Bild zeigt den Aralsee in einer anderen geographischen Ausrichtung, die Farbgebung entspricht der natürlichen Sichtweise. Für die Interpretation der dargestellten Bildinhalte ist diese Abbildung hilfreich, schwierig dagegen die ungewohnte Perspektive: Norden ist unten. Die Schüle-/innen werden dadurch aber auch auf einen Unterschied zwischen Satellitenbildern und Karten hingewiesen und erkennen, dass die geographische Orientierung eines Bildes eine wichtige Vorraussetzung für dessen korrekte Interpretation ist.

Die an die Bildbetrachtung anschliessende Ermittlung des Flächenverlustes macht die Schüler-/innen mit einer typischen geographischen Arbeitsweise vertraut. Sie erfahren bereits anhand des Bildmaterials, dass zwischen 1964 und 1997 am Aralsee Veränderungen stattgefunden haben. Erste Vermutungen zu Ursachen werden augenfällig.

Der zweite Aufgabenblock befasst sich mit den Ursachen und Folgen der Katastrophe am Aralsee - anhand eines kurzen Textes werden Vorüberlegungen aus der Bildbetrachtung ergänzt und konkretisiert. Das Klimadiagramm wird deshalb in die Überlegungen einbezogen, damit die phänomenologische Beschreibung der Folgen bzw. Auswirkungen nicht nur durch die Textlektüre, sondern auch durch mindestens einen Geofaktor, das Klima, fundiert untermauert werden kann.

Im Sinne einer Transferleistung stellt die letzte Anschlussaufgabe die Auswirkungen der Katastrophe auf Natur und Bevölkerung ins Zentrum. Die Schüler-/innen ordnen Begriffe verschiedenen Ordnungskriterien zu und stellen erstmals fest, dass eine Kategorisierung von Ursachen und Folgen nicht ganz einfach ist. Im Wirkungsnetz mit den Kärtchen werden gegenseitige Abhängigkeiten noch einmal verdeutlicht, die Schüler-/innen finden durch Diskutieren, Umgestalten, Verschieben eine für sie richtige Lösung, die sie begründen und rechtfertigen können. Vorzugsweise wird diese Aufgabe in Gruppen gelöst.

Als Abschluss empfiehlt es sich, die verschiedenen Wirkungsnetze der Gruppen im Klassenverband zu besprechen. Schülergruppen können ihre eigene Lösung vorstellen und damit eine Diskussion (oder Fragen) auslösen. Es ist aber auch denkbar, dass eine Gruppe eine Lösung am Hellraumprojektor oder an der Wandtafel löst und diese dann Gegenstand der Diskussion wird.

Der dritte Aufgabenblock rundet die Erkenntnisse zum Aralsee in Form einer Bewertung der Situation ab. Die Schüler-/innen setzen sich mit Lösungsansätzen auseinander und beurteilen diese anhand eines Kriterienrasters. Dieser hilft ihnen, sich bei der Beurteilung an Sachargumenten zu orientieren und nicht nur "aus dem hohlen Bauch heraus" zu argumentieren. Die Liste der Entscheidungsparameter ist deshalb auch nicht abschliessend zu verstehen, sondern beinhaltet die Möglichkeit, weitere (andere) Kriterien einzubeziehen. Die abschliessende Gesamtbeurteilung fasst dann aber als Fazit zusammen, was die Schüler-/innen diskutiert und erarbeitet haben, spricht also auch ihr Empfinden

an. Zudem vergleichen sie die Situation von früher mit den Auswirkungen einer getroffenen Massnahme und beurteilen gleichzeitig deren Wirksamkeit.

Die Schüler-/innen erarbeiten sich mit den Materialien ein Instrumentarium für die Beurteilung ökologischer Massnahmen aus verschiedenen Sichtweisen. Sie erlangen so ein vertieftes Bewusstsein für die Komplexität der Situation am Aralsee, aber auch für andere vergleichbare, komplexe ökologische Fragestellungen.

Themenfelder

Umweltfragen, Ökologie, Wasser

Zeitaufwand

Umfangreiche Projektarbeit

Die Aufgabe kann aber auch in kürzerer Form, nur ausschnittweise, bearbeitet werden.

Lösungshinweise

Bild 1 (schwarz-weiss)

- schwarz: Wasser
- weiss oder hellgrau: Wolken (im mittleren Bereich und im Südwesten überlagern Wolkenbänder die Wasserfläche)
- helle graue Fläche im Nordosten: bewässerte Felder
- die Grenzen im Süden ist unscharf, wir erkennen einen fliessenden Übergang zwischen Wasserfläche und bewässerten Gebieten

Bild 2 (Falschfarben)

- schwarz: Wasser
- unscharfe dunkle, blaugrüne Ränder: flacher Seerand
- hellblau: Versalzung
- rot: bewässerte Gebiete mit Vegetation
- In beiden Bildern sind in der rechten Bildhälfte Flussläufe auszumachen. Im Nordosten handelt es sich um den Zufluss Syr-Darja, der Fluss im Südosten fliesst weiter südlich in den Amu-Darja, welche im Bild von 1997 im Süden zu erkennen ist.

Bild 3 (Echtfarben)

- Blautöne: Wasserfläche des Sees, Flüsse
- weiss: Wolken
- blaugrün: bewässerte Gebiete mit Vegetation
- braun: vegetationsloses Gebiet
- braun mit Strukturen: Siedlungsflächen, Strassen
- beige-rosa: Versalzung
- Das Bild ist nicht nach Norden ausgerichtet, sondern gedreht: Norden liegt unten. Die Farbgebung dagegen entspricht der natürlichen Sichtweise

8 Grundlagen der Fernerkundung für Schüler-/innen

Das Verständnis für die Grundlagen der Fernerkundung ist bedeutsam. Die Informationen verleihen den mit Luft- und Satellitenbildern arbeitenden Lehrpersonen Sicherheit und das nötige Hintergrundwissen für die Beantwortung auftauchender Schülerfragen.

Die folgenden Ausführungen stellen eine kurze Zusammenfassung der wesentlichsten Grundlagen dar. Sie können je nach Interesse, verfügbarer Zeit und persönlichem Kenntnisstand individuell ausgebaut und erweitert werden. Dazu eignen sich folgende Werke:

- Reuschenbach, Monika & Gerber, Wolfgang (2005): Fernerkundung im Unterricht. In: geographie heute, Nr. 235
- Siegmund, Alexander & Menz, Gunter (2005): Fernes nah gebracht Satelliten- und Luftbildeinsatz zur Analyse von Umweltveränderungen im Geographieunterricht. In: Geographie und Schule, Nr. 154
- Jürgens, Carsten (2003): Geo-Fernerkundung was ist das? In: Praxis Geographie, Nr. 3
- Albertz, Jörg (2001): Einführung in die Fernerkundung (ISBN 3-534-14624-7)
- Endlicher, Wilfried (1998): Geographie von ganz oben. In: Geographische Rundschau, Nr. 2
- Hassenpflug, Wolfgang (1996): Satellitenbilder im Erdkundeunterricht. In: geographie heute, Nr. 137
- Hassenpflug, Wolfgang (1996): Fernerkundung und Satellitenbilder. In: Geographie und Schule, Nr. 104
- Löffler, Ernst; Honecker, Ulrich; Stabel, Edith (2005): Geographie und Fernerkundung ISBN 3-443-07140-6)

Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf den Literaturquellen von Albertz (2001), Baldenhofer (2006), Busche und Dech (2000), Itten (2002) und Marek (2005).

8.1 Was ist Fernerkundung?

Fernerkundung (engl:. remote sensing, franz: télédétection) bedeutet "berührungsfreies Messen" (Brunotte et al., 2001:374). Sie befasst sich mit der Messung und Speicherung von elektromagnetischer Strahlung von Objekten an der Erdoberfläche, ohne dass sich Messobjekt und Messgerät in direktem Kontakt befinden. Sie schliesst auch die Verarbeitung der Messungen ein. Die Datenregistrierung erfolgt im Wesentlichen mittels Kameras, Scannern, Radiometern und Radarsystemen. Als Plattformen dienen Ballone, Flugzeuge, Raumfahrzeuge und Satelliten. Auf diese Weise können die Erdoberfläche mit allen darauf befindlichen Objekten, die Meeresoberfläche und die Atmosphäre beobachtet werden. Die Verarbeitung und Interpretation der Daten kann analog oder digital vorgenommen werden (Kellenberger, 2002:1).

Zu den Zielen der Fernerkundung gehören das Erfassen, Kartieren, Inventarisieren, Überwachen und Prognostizieren von Systemen, Zuständen und Prozessen in unserer natürlichen und gebauten Umwelt. Darüber hinaus dient sie der Dokumentation erneuerbarer und nicht erneuerbarer Ressourcen sowie der Abbildung, Lokalisierung, Charakterisierung und Identifizierung von Objekten (*Itten, 2005:5*).

8.2 Die Entstehung von Luft- und Satellitenbildern

Jedes Bild ist das Ergebnis eines Abbildungsprozesses, dem sowohl geometrische als auch radiometrische (physikalische) Aspekte zu Grunde liegen. Die Geometrie gibt die räumliche Richtung einer Information wieder, der physikalische Aspekt sagt etwas über deren Intensität und spektrale Zusammensetzung aus. Jedes Aufnahmesystem muss deshalb sowohl die Richtung, aus der die Strahlung kommt, als auch deren Intensität ermitteln. Bei der Aufnahme wird die von der Erdoberfläche (oder den Objekten) ausgehende bzw. reflektierte und am Flugzeug oder Satelliten ankommende elektromagnetische Strahlung durch einen Empfänger in Messdaten umgesetzt und gespeichert. Die entsprechenden Fernerkundungs-Systeme liefern entweder unmittelbar ein Bild (wie die photographische Aufnahme), Messdaten oder es kann aus den registrierten Messwerten ein Bild erzeugt werden.

Unterschieden werden aktive und passive Systeme. Passive Systeme empfangen nur die in der Natur vorhandene elektromagnetische Strahlung, z.B. die Reflexion der Sonnenstrahlung oder die Eigenstrahlung, die von Objekten als Folge ihrer Oberflächentemperatur ausgeht (Thermal-Strahlung). Aktive Systeme senden dagegen Energie aus, welche die Erdoberfläche künstlich bestrahlt. Erfasst wird der vom Gelände reflektierte Anteil dieser ausgesendeten Strahlung.

Beide Systeme können weiter nach den Wellenlängenbereichen der empfangenen elektromagnetischen Strahlung unterschieden werden. Diese Spektralbereiche werden als Kanäle (oder Bänder) bezeichnet. Wenn gleichzeitig mehrere Messwerte in verschiedenen Wellenlängenbereichen erfasst werden, spricht man von Multispektral- und Multifrequenz-Systemen.

Wie sich Luft- und Satellitenbilder voneinander unterscheiden, wurde in Kapitel 3.2 erläutert.

8.2.1 Die elektromagnetische Strahlung

Die elektromagnetische Strahlung ist eine Form der Energieausbreitung. Sie wird als wellenförmige Strahlung aufgefasst und durch die Wellenlänge λ oder die Frequenz ν gekennzeichnet. Die Gesamtheit der dabei vorkommenden Wellenlängen wird im elektromagnetischen Spektrum dargestellt:

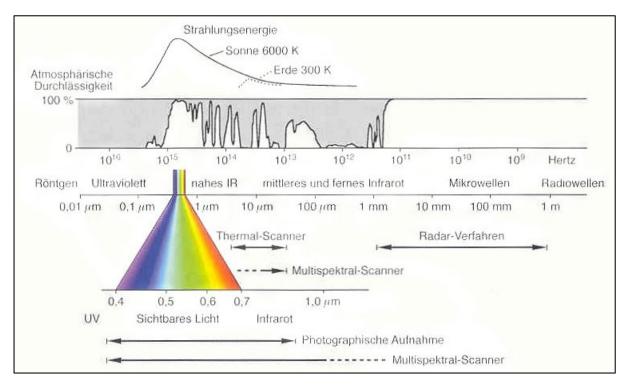


Abb. 27: Das elektromagnetische Spektrum und die Bereiche verschiedener Sensoren (Quelle: Albertz, 2001:11)

Der erste Balken in Abbildung 27 bildet die atmosphärischen Fenster ab, diese zeigen die Durchlässigkeit der Atmosphäre für die einzelnen Wellenlängenbereiche. Deutlich wird, dass die Durchlässigkeit für die Strahlungsenergie im Bereich des sichtbaren Lichtes und des nahen Infrarotes am grössten ist und sich in den grösseren Wellenlängen auf schmalere Bereiche verringert. Der Fernerkundung stehen nur einzelne Bereiche in den "atmosphärischen Fenstern" zur Verfügung, wenn Objekte auf der Erde aufgenommen werden sollen.

Der untere Teil der Abbildung zeigt die Wellenlängen mit ihren Frequenzen. Die Wellenlängen des sichtbaren Lichtes zwischen $0.4~\mu m$ und $0.7~\mu m$ (vergrösserte Darstellung) sind uns am besten vertraut. Die Fernerkundung verwendet zusätzlich auch UV-Strahlen, das nahe. mittlere und ferne (thermale) Infrarot und Mikrowellen. Heute kommen auch gelegentlich Radiowellen bei der Radarfernerkundung zum Einsatz.

8.2.2 Objekteigenschaften

Jeder Körper befindet sich durch die elektromagnetische Strahlung in ständiger Wechselwirkung mit seiner Umgebung. Die Fernerkundung beruht auf der Messung der von den Körpern reflektierten bzw. emittierten Strahlung. Diese ist abhängig von seinen objekt- bzw. materialspezifischen Eigenschaften.

Entscheidend für die Fernerkundung ist, dass sich die Geländeoberfläche und die auf ihr befindlichen Objekte gegenüber der auftreffenden Strahlung unterschiedlich verhalten. Die Reflexionseigenschaften der Geländeobjekte sind abhängig vom jeweiligen Material, seinem physikalischen und chemischen Zustand (z.B. Feuchtigkeit), der Oberflächenrauhigkeit und den geometrischen Verhältnissen (z.B. Einfallswinkel der Sonnenstrahlung). Durch die Vielfalt dieser Faktoren ist es möglich, Gegenstände unmittelbar oder in Bildwiedergaben zu sehen und zu unterscheiden.

Verschiedene Objekte auf der Erdoberfläche können in den einzelnen Wellenlängenbereichen besser oder schlechter wahrgenommen werden. Die nachfolgende Abbildung 28 zeigt die idealen Wellenlängen zur Detektion einzelner Objekte. Darüber hinaus verdeutlicht sie die Besonderheiten der Wellenlängen, den Einfluss der Atmosphäre und Beispiele von Anwendungsgebieten.

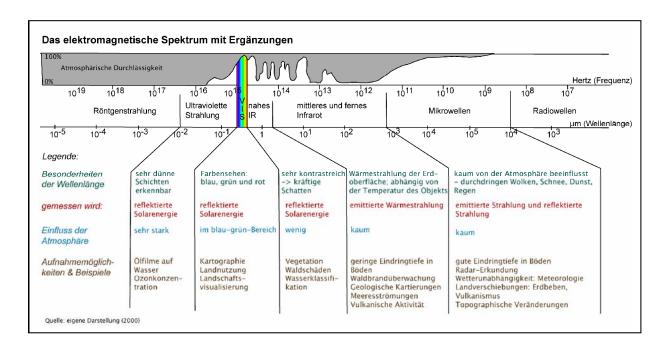


Abb. 28: Elektromagnetisches Spektrum mit Anwendungsgebieten (Quelle: eigene Darstellung)

Wie Aufnahmen in den einzelnen Wellenlängen aussehen und was entsteht, wenn diese Bilder miteinander kombiniert werden, zeigen die Ausschnitte aus dem Landsat-TM-Mosaik der Schweiz:

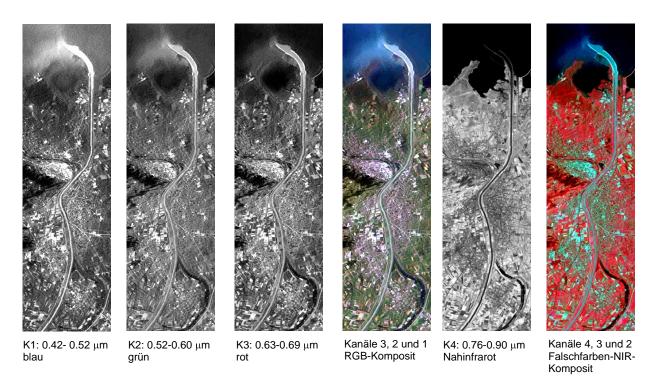


Abb. 29: Landsat-5-TM, St. Galler Rheintal / Schweiz, 2.9.1984 - © Eurimage

Die ersten drei Streifen in Abbildung 29 zeigen den Landschaftsausschnitt im sichtbaren Bereich in den Kanälen blau, grün und rot. Deutlich wird, dass Wasser (oberer Bildteil: Bodensee / rechte untere Ecke: Rhein) in den verschiedenen Kanälen unterschiedlich abgebildet wird und zum Beispiel im Rotkanal besser erkannt werden kann als im Blaukanal. Der vierte Streifen ist eine Komposition der drei ersten Streifen, die Farbgebung bei der Mischung der drei Frequenzen im sichtbaren Licht entspricht der natürlichen Oberflächengestalt bzw. der Wahrnehmung der Landschaft.

Der fünfte Streifen stellt eine Aufnahme im Nahinfrarotkanal dar. Der Verlauf des Rheinwassers im Bodensee ist in dieser Darstellung kaum mehr sichtbar. Das Bild wirkt blasser und undeutlicher als die Aufnahmen im sichtbaren Bereich, da einzelne Grautöne vom Helligkeitsempfinden der Menschen abweichen. Mischt man das Nahinfrarot mit dem Rot- und Grünkanal, entsteht ein Nahinfrarot-Falschfarbenbild (sechster Streifen). Das Bild ist sehr kontrastreich, die Vegetation ist deutlich rot erkennbar, bebaute Gebiete erscheinen blau-grün, klare Wasserflächen tiefschwarz.

8.2.3 Subtraktive und additive Farbmischung

Die Farbgebung von Satellitenbildern löst – vor allem beim schulischen Einsatz von Falschfarbenbildern – immer wieder Fragen und das Bedürfnis nach vertieftem Verständnis dafür aus. Kenntnisse über die Licht-Farbmischung können bei entsprechenden Schülerfragen hilfreich sein.

In der **subtraktiven Farbmischung** werden die Farben cyan (C), magenta (M) und yellow (Y) gemischt. Aus diesen drei Grundfarben können alle anderen Farben hergestellt werden. Die Farbmischung ist uns aus Experimenten mit dem Farbmalkasten oder den Patronen von Tintenstrahldruckern vertraut. Die Summe der drei Farben ist schwarz.

Physikalisch betrachtet, werden bei der subtraktiven Farbmischung Lichtstrahlen absorbiert, dadurch erscheinen die gemischten Farben dunkler. Abbildung 30 verdeutlicht diese Farbmischung.

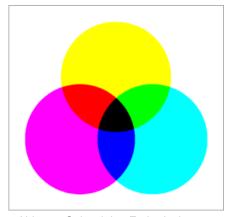


Abb. 30: Subtraktive Farbmischung

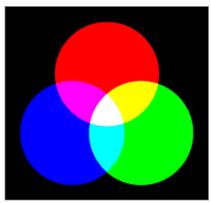


Abb. 31: Additive Farbmischung

Bei der *additiven Farbmischung* wird Licht gemischt. Verwendet werden dazu die RGB-Farben rot (R), grün (G) und blau (B) Im Alltag ist uns diese Art der Farbmischung aus dem Fernseher oder dem Computer bekannt. Im Experiment können verschieden farbige Taschenlampen oder mehrere Diaprojektoren mit entsprechenden Folien das Phänomen verdeutlichen. Dabei wird offensichtlich, dass die Fläche immer heller wird, je mehr Lampen sie beleuchten. Die Mischung der drei Lichtfarben rot, grün und blau ergibt demzufolge weiss.

Die Abbildung verdeutlicht zudem, dass aus der additiven Farbmischung die Farben der subtraktiven Farbmischung entstehen: aus rot und grün wird gelb, aus rot und blau wird magenta und aus blau und grün wird cyan. Die additive Farbmischung wird immer dann angewendet, wenn Licht direkt - ohne Reflexion durch einen Gegenstand - in das Auge gelangen soll (*Rudolf, 2006*).

Fernerkundungs-Sensoren auf Flugzeugen oder Satelliten nehmen Licht als Wellenlängen auf, die Splitterung des Lichts erfolgt durch Prismen. Jede Frequenz wird einem Spektralband zugewiesen, das man auch als Kanal bezeichnet. Bei der Bilderzeugung werden die gemessenen Datenwerte wieder in Farben umgewandelt. Nimmt der Sensor die Erdoberfläche beispielsweise in den Kanälen rot, grün und blau auf und wird bei der Bilderzeugung dem Rotkanal wieder die Farbe rot, dem Grünkanal grün und dem Blaukanal blau zugewiesen, entsteht bei der Zusammensetzung der Datenwerte ein Echtfarbenbild (auch RGB-Bild), d.h. ein Bild, das unserer Sehgewohnheit entspricht.

Ein Falschfarbenbild entsteht dann, wenn die Spektralbänder (Kanäle) in anderen Farben wiedergegeben werden, als denjenigen, in denen es ursprünglich aufgenommen wurde. Auf diese Weise können auch Informationen aus dem nicht-sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums dargestellt werden (Baldenhofer, 2006). Die Farbgebung in Falschfarbenbildern ist gewöhnungs- und in der Regel auch erklärungsbedürftig, da wir aufgrund unserer Sehgewohnheiten die Darstellungen nicht mehr ohne Vorkenntnisse interpretieren und deuten können.

8.2.4 Verarbeitung zu Bilddaten

Zur Erzeugung von Bildern wird zwischen photographischen und nicht-photographischen Verfahren unterschieden. Die photographische Aufnahme beruht auf dem allgemein bekannten Prinzip der Photographie: durch ein Objektiv wird ein Bild des aufzunehmenden Objektes für meist nur kurze Zeit auf eine lichtempfindliche Schicht projiziert, die dadurch so verändert wird, dass durch den photographischen Prozess ein dauerhaftes Bild entsteht (*Albertz, 2001:26*). Dafür sind Kameras, Filme und entsprechende Bildentwicklungsverfahren nötig.

Bei der nicht-photographischen Fernerkundung wird das Bild nicht direkt erzeugt, sondern es werden Messwerte aufgezeichnet. Diese digital vorliegenden Daten können heute in der Regel entweder zu Bildern weiterverarbeitet oder direkt als Daten bearbeitet werden (*Baldenhofer, 2005*). Zur Bilderzeugung wird jedem Pixel eine der gemessenen Frequenzen entsprechenden oder einer beliebigen Farbe zugeordnet, Echt- oder Falschfarbenbilder entstehen.

8.3 Satelliten in der Fernerkundung

8.3.1 Umlaufbahnen

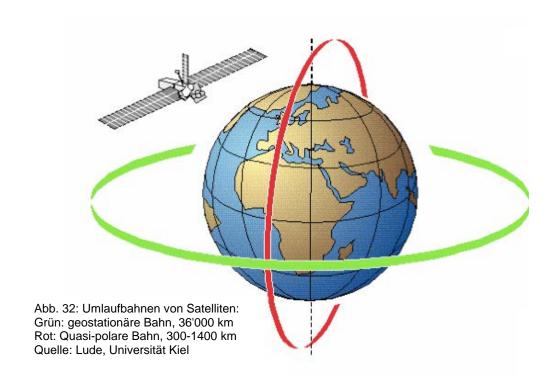
Fernerkundungssatelliten sind vom Menschen gebaute Raumflugkörper, welche die Erde auf einer Umlaufbahn umkreisen. Bei den extraterrestrischen Satellitenmissionen steht die Gewinnung von Informationen über die betreffenden Himmelskörper im Mittelpunkt. Irdische Satelliten erfüllen wissenschaftliche, wirtschaftliche, industrielle oder militärische Aufgaben.

Ein Satellit bleibt wegen des Gleichgewichts zwischen seiner Geschwindigkeit und der Anziehungskraft zwischen Satellit und Erde auf seiner Umlaufbahn. Die Mindestflughöhe bei künstlichen Erdsatelliten liegt bei etwa 200 km, da sonst die bremsende Wirkung der Erdatmosphäre noch zu gross ist (*Baldenhofer, 2006*). Satelliten stehen in ständigem Funkkontakt mit der Erde, z.B. der Bodenstation. Bei jedem Kontakt übermittelt der Satellit Informationen bzw. erhält Instruktionen.

Entsprechend ihrer Umlaufbahn unterscheidet man geostationäre und quasi-polare Satelliten. *Geostationäre Satelliten* sind Satelliten, die sich immer am selben Punkt über der Erdoberfläche befinden. Die Physik lässt dies mit geringem energetischem Aufwand nur in der Äquatorialebene zu, wo sich Fliehkraft und Erdanziehung gegenseitig aufheben. Damit ist auch ihre Flughöhe gegeben, sie beträgt rund 36'000 km. Geostationäre Satelliten werden für die Telekommunikation und - bezogen auf die Erdbeobachtung - für Wetterbeobachtungen eingesetzt. Das System der Wettersatelliten ist so aufgebaut, dass um den Äquator jeder Punkt von mindestens einem Satelliten gesehen werden kann. Darum sind immer mindestens fünf geostationäre Wettersatelliten im Einsatz:

- der europäische METEOSAT für Afrika, Ostatlantik, Naher Osten und Europa
- · der amerikanische GOES Ost für den Westatlantik, Nord- und Südamerika
- der amerikanische GOES West für den Ostpazifik und das westliche Nordamerika
- der japanische GMS für den Westpazifik, Ostasien und Australien
- der indische INSAT für den Indischen Ozean, Asien, Ostafrika und die Arabische Halbinsel.

Es sind auch Wettersatelliten mit einer quasi-polaren Umlaufbahn im Einsatz, wie beispielsweise die NOAA-Satelliten, die auf einer Höhe von 820 km arbeiten. Ihre Auflösung ist wesentlich besser als diejenige von geostationären Satelliten, dafür können durch die niedrige Flughöhe keine grossen Flächen gleichzeitig erfasst werden. Allerdings sind Aufnahmen aus der Polregion und dem Nordatlantik besser möglich.



Mit gleichen Aufgaben wie die NOAA-Satelliten startete am 19. Oktober 2006 der europäisch Wettersatellit MetOp-1 ins All und beobachtet mit 13 Instrumenten das Wettergeschehen. Auch er fliegt auf einer quasi-polaren Umlaufbahn auf 820 km Höhe.

Der Vorteil geostationärer Satelliten ist die hohe zeitliche Auflösung ihrer Aufnahmen. Jede halbe bis viertel Stunde wird ein neues Bild geliefert. Damit können Animationen zusammengesetzt und so die Wetterentwicklung verfolgt werden. Es ist auch möglich, aus der Bewegung der Wolken von einem Bild zum nächsten das Windfeld zu errechnen. Solche Daten werden zusammen mit den Temperaturdaten in Wettermodelle gegeben. Nachteilig wirkt sich aus, dass der Satellit von seiner Position über dem Äquator nur sehr flach auf die Regionen in Polnähe sieht und daher die räumliche Auflösung für diese Gebiete sehr schlecht ist.

Quasi-polare Satelliten überfliegen auf ihrer Umlaufbahn um die Erde die beiden Polgebiete. Aufgrund der Rotation dreht sich die Erde unter ihnen weg. Eine solche Umlaufbahn hat einen wesentlichen Vorteil: Die Fluggeschwindigkeit ist im Gegensatz zu geostationären Einrichtungen nicht durch die Drehgeschwindigkeit der Erde gegeben. Somit lässt sich die Erde auch aus geringer Entfernung aufnehmen. Diese "Nahaufnahmen" besitzen eine entsprechend hohe räumliche Auflösung (bis 50 cm) und werden hauptsächlich für Erdbeobachtungen eingesetzt. Die zeitliche Auflösung ist dagegen eingeschränkt. In der Regel fliegen quasi-polare Satelliten in etwa 300 - 1400 km Höhe um die Erde. Aufgrund der Bahnlage und der Erdrotation wird die Erde in Streifen – ähnlich dem Schälen einer

Orange - aufgenommen. Die Aufnahmen erfolgen dabei stets zur gleichen lokalen Sonnenzeit, sie sind also sonnensynchron.

8.3.2 Auflösungen

In der Fernerkundung wird von spektraler Auflösung, räumlicher Auflösung, radiometrischer Auflösung und zeitlicher (temporaler) Auflösung gesprochen.

- Die spektrale Auflösung gibt an, in wie viele spektrale Bänder die reflektierte Strahlung aufgeteilt ist und wie fein diese Bänder differenziert werden können.
- Das räumliche Auflösungsvermögen bezeichnet die kleinste lineare oder winkelmässige Trennung zweier Objekte durch einen Sensor, die es erlaubt ein Objekt gerade noch zu erkennen.
 Je feiner die räumliche Auflösung ist, desto schärfer werden die Bilder.
- Die radiometrische Auflösung gibt an, wie gut Helligkeitsunterschiede in einer Aufnahme wahrgenommen werden können.
- Die zeitliche Auflösung gibt an, in welchem bestimmten wiederkehrenden Zeitintervall ein Satellit die gleiche Landoberfläche überfliegt.

8.3.3 Übersicht über gegenwärtige Satelliten und Satellitensysteme

Fernerkundungssatelliten werden gewöhnlich in Erdbeobachtungs- und Wettersatelliten eingeteilt. Wesentliche Unterscheidungsmerkmale sind, wie bereits beschrieben, neben der unterschiedlichen Anwendung ihre Flughöhe und ihre Umlaufbahn.

Betrieben werden Satelliten von einzelnen Staaten oder Staatenverbänden (bzw. den entsprechenden Raumfahrtbehören NASA oder ESA), dies beispielsweise von den USA (Landsat), Frankreich (SPOT), Indien (IRS) oder Europa (ENVISAT). Zunehmend werden aber auch kommerzielle Satelliten privater Firmen für Fernerkundungszwecke eingesetzt, zum Beispiel Ikonos (GeoEye, USA) oder Quickbird (Digital Globe). Mit grossen Satelliten, wie z.B. ENVISAT, die eine Vielzahl an Sensoren für unterschiedlichste Einsatzzwecke aufweisen, wurde ein vorläufiges Extrem erreicht. Künftige Missionen, zumindest im Rahmen der ESA, werden eher kleiner und billiger ausfallen und mit begrenzter Nutzlast auf ein eng umrissenes Ziel ausgerichtet sein (*Baldenhofer, 2006*).

Die untenstehende Tabelle 22 zeigt eine Auswahl der Satelliten und Satellitensysteme. Damit soll verdeutlicht werden, von welchen Anbietern die für diese Arbeit ausgewählten Satellitenbilder stammen. Der Überblick soll einerseits die Vielfalt verdeutlichen, andererseits aber auch Kenntnisse über Spektralbänder, Auflösung, Umlaufzeiten und Bahnhöhen vermitteln. Für weitere Informationen sei auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen.

Tab. 22: Überblick über Satelliten und Satellitensysteme Quelle: Kellenberger, 2006 (gekürzt), Daten ergänzt mit Baldenhofer, 2006

Nation	Name	Aufnahmesysteme	Spektral-	Boden-	Zeitintervall &
			kanäle	auflösung	Bahnhöhe
USA	Landsat 4 -5	MSS: Multispektral- scanner	4 vis-nir	80 m	16 Tage
		TM: Thematic Mapper	6 vis-swir, 1 tir	30/120 m	705 km
USA	Landsat 7	ETM1+: Enhanced Thematic Mapper Plus	1 pan (vis-nir) 6 vis-swir	15/30	16 Tage
			1 tir	60m	705 km
USA	NOAA 6 -18	AVHRR: Advanced Very high Resolution Radiometer HIRS: High Resolu- tion Infrared Sounder HRPT: High Resolu- tion Picture Transmis- sion	5 vis – tir 20 vis - tir	1.1 km 30 km	6 Stunden, jeweils 2 Sa- teliten (auf- steigend und absteigend) 833 km
USA Nasa	Terra	MODIS MISR ASTER	36 vis – tir 4 vis – nir 3 vis – nir, 5 tir 6 swir	0.25 – 1 km 0.275 –1.1 km 15 - 90 m	16 Tage 705 km
USA Digital Globe	Quickbird	BGIS 2000: Ball Global Imaging System 2000	1 pan vis 4 vis-nir	0.61 m 2.44 m	3 – 7 Tage 450 km
USA GeoEye	Ikonos	Pushbroom Scan- ner	1 pan 4 vis-ir	1 m 4 m	12 Stunden 681 km
USA Orbimage	OrbView-3	OSA: Optical Sensor Assembly (Kodak)	1 pan vis 4 vis-nir	1 m 4 m	3 Tage
ESA	Envisat	ASAR: Advanced Synthetic Aperture Radar MERIS: Medium Resolution Imaging Spectrometer GOMOS Etc.	C-Band 15 vis-nir 3 uv -nir	30m – 1 km 300 m	35 Tage 782 km
ESA Eumetsat	Meteosat 1-7	Visible and Infra- red Spin Scan Radiometer	3 vis - tir	2.5 / 5 km	30 Minuten 35'800 km
ESA Eumetsat	Meteosat-8	SEVIRI Spinning Enhanced Visible and Infra Red Imager	12 vis-tir 1 pan	3 km 1 km	15 Minuten 35'800 km
ESA Eumetsat	MetOp-1	AHVRR 3 11 weitere Instru- mente	6 vis-tir	1.1 km	29 Tage 820 km

Abkürzungen:

vis = visible (0.4 - 0.7 mm)

nir = near infrared (0.7 - 1.3 mm)

tir = thermal infrared (6 - 14 mm)

pan = panchromatic camera

swir = short wave infrared (1.3 - 3 mm)

9 Praxiserprobung

9.1 Rahmenbedingungen der Erprobung

Neben der theoretischen Auseinandersetzung und der Ausarbeitung konkreter Unterrichtsumsetzungen fand im Rahmen dieser Arbeit auch eine Erprobung verschiedener Lernaufgaben mit Satellitenbildern in der Schulpraxis statt. Sie hatte einerseits zum Ziel, das Konzept auf seine Tauglichkeit im Unterricht zu testen. Andererseits wurde damit für die Publikation der Lernaufgaben ermittelt, welche Hintergrundinformationen für die Lehrpersonen wichtig sind und wie die Lernaufgaben für Schüler/innen gestaltet sein müssen, damit die Aufgaben gelöst und die im Konzept vorgesehenen Ziele erreicht werden können.

Die Erprobungen fanden zwischen Dezember 2005 und Juli 2006 statt. Zu diesem Zeitpunkt war das Konzept bereits formuliert und einzelne Lernaufgaben dem Konzept entsprechend ausgearbeitet. Zudem wurde das Konzept dieser Arbeit am Deutschen Geographentag in Trier (Oktober 2005) und an einem Referat an der Pädagogischen Hochschule Zürich (November 2005) öffentlich vorgestellt. Auch dadurch konnten Lehrpersonen für die Erprobung gewonnen werden.

9.1.1 Lehrpersonen

Die an der Erprobung beteiligten Lehrpersonen wurden direkt angefragt oder meldeten sich selbst nach Aufrufen an verschiedenen Vorträgen. Das grundsätzliche Interesse an der Fernerkundung und eine persönliche intrinsische Motivation waren für die Erprobung wichtig. Die eigene Unterrichtserfahrung und Gespräche mit zahlreichen Lehrkräften ergaben, dass eine Nähe zum Thema (in diesem Fall zur Fernerkundung) und eine offene Haltung für die Einführung in eine neue Methode wichtig waren.

Insgesamt haben sich 27 Lehrpersonen für die Erprobung interessiert und mittels Angaben zu Unterrichtsthemen und ihrer Schulstufe konkrete Satellitenaufgaben eingefordert. Diese wurden Mitte Dezember 2005 verschickt. Fünf Lehrpersonen konnten die Satellitenaufgaben entgegen ihrer Absicht nicht erproben. Gründe die genannt wurden, waren:

- zu wenig Zeit
- die Erprobung vergessen
- das Setzen anderer thematischer Prioritäten
- persönliche (gesundheitliche) Probleme.

Sieben Lehrpersonen reagierten auf die mehrmalige Aufforderung, die Rückmeldungen einzusenden nicht, es konnte kein Kontakt mehr hergestellt werden. Die Untersuchung basiert deshalb auf den Rückmeldungen von 15 Lehrpersonen aus Deutschland und der Schweiz (eine Doppelstelle). Davon haben vier Lehrpersonen mehrere Lernaufgaben in verschiedenen Klassen erprobt, eine Lehrerin war an einem grösseren Projekt mit Luft- und Satellitenbildern beteiligt.

9.1.2 Schüler-/innen

Insgesamt haben 447 Schülerinnen und Schüler aus 20 Klassen die Lernaufgaben getestet. 7 Klassen stammen aus der Schweiz, die anderen 13 aus Deutschland. Bei der Erprobung waren hauptsächlich Klassen aus Städten beteiligt: grosse Städte wie Berlin, Leipzig, Nürnberg und Zürich sowie kleinere Städte wie Reutlingen D, Stolberg D, Weingarten D, Kloten CH und Freising D. Nur zwei Klassen kommen aus ländlichen Gebieten: Gelterkinden CH und Pfäffikon SZ / CH. Lernaufgaben wurden in 17 Klassen getestet, drei Klassen erprobten die Satellitenbildaufgaben innerhalb eines Projektes.

Wie die untenstehende Tabelle 23 zeigt, wurden die Lernaufgaben in 9 Gymnasial- und 11 Sekundarschulklassen (Deutschland: Real- und Hauptschule) evaluiert. Die Erprobung verteilt sich ausgewogen auf tiefere und höhere Klassen, beim Gymnasium fehlen hingegen die Stufen 8 und 10.

Klassenstufe	Gymnasium	Sekundarschule
7. Klasse	2	1
8. Klasse	0	4
9. Klasse	3	5
10. Klasse	0	-
11. Klasse	3	-
12. Klasse	1	-
TOTAL	9	11

Tab. 23: Übersicht über Erprobungsklassen

9.1.3 Lernaufgabenerprobung

Die Lehrpersonen erprobten mit ihren Klassen Lernaufgaben mit Luft- und Satellitenbildern, wie sie in Kapitel 7 vorgestellt wurden. Damit die Satellitenbildaufgaben zum jeweiligen Unterrichtsthema passten, wurden sie teilweise an die entsprechenden Wünsche angepasst oder extra dafür konzipiert. Zum grossen Teil lagen die Aufgaben allerdings bereits fertig ausformuliert vor.

Abgesehen von mündlichen Erklärungen an den Referaten oder bei persönlichen Begegnungen wurden den Lehrpersonen keine weiteren Erklärungen zum Einsatz oder der Handhabung der Lernaufgaben gegeben. Ein Begleitbrief erklärte lediglich den Rahmen der Untersuchung und die rechtliche Situation, zudem wurden die Termine für die Einreichung der Rückmeldung bekannt gegeben. Im April 2006 fand aufgrund erst einzelner eingegangener Rückmeldungen eine Verlängerung der Erprobungsfrist statt.

Anhand eines Frageblattes (vgl. Anhang) wurde neben Angaben zur Klasse ermittelt, wie viel Zeitaufwand für die Bearbeitung der Lernaufgabe nötig war (Schüler-/innen und Einarbeitungszeit der Lehrpersonen) und welche Erfolge und Schwierigkeiten bei der Bearbeitung auftraten. Damit sollte geklärt werden, ob die Gestaltung der Aufgaben verständlich war und sie in der geplanten Weise durchge-

führt werden konnte. Zudem wurde ermittelt, welche zusätzlichen Informationen hilfreich wären, einerseits für die Bearbeitung der Aufgabe, andererseits im Bereich der Fernerkundungs-Grundlagen.

Die Erhebung der Motivation der Schüler-/innen und die Frage, wie sich die Lehrpersonen bei der Erprobung gefühlt hatten, dienten dazu, die Akzeptanz der Satellitenaufgaben zu ermitteln bzw. zu beurteilen. Ein Abschnitt zu "allgemeinen Rückmeldungen" war als Anregung gedacht, sich auch dazu zu äussern, was nicht explizit erfragt wurde. Das Frageblatt wurde anlässlich der Arbeit mit Satellitenbildern in Kursen an der Pädagogischen Hochschule Zürich mit Student-/innen konzipiert und vorgetestet (SS 2005 und WS 2005/06). Niemandem fiel bei dieser Vorarbeit auf, dass die Angaben zu Klasse und Schuljahr nicht zwingend vollständig formuliert werden mussten. Aufgrund der Kontakte zu den Lehrpersonen konnten die fehlenden Angaben aber ohne Mühe nachverlangt werden.

Zwei Lehrpersonen hatten auch ihre Schüler-/innen gebeten, direkt Rückmeldungen zu den Lernaufgaben zu formulieren (positive und negative Erfahrungen). Es liegen deshalb auch konkrete Aussagen von 35 Schüler-/innen vor.

9.1.4 Satellitenbild-Projekt

Eine Lehrperson wollte die Einführung in die Satellitenbildarbeit ausgiebig ausnützen und mit einem schulinternen E-learning-Projekt verbinden. Es wurde deshalb ein gemeinsames Projekt ausgearbeitet, bei welchem zwei Realschul- und eine Hauptschulklasse der Stufe 9 (Deutschland) während jeweils vier Lektionen mit den Luft- und Satellitenbildern arbeiteten. Bei der Anpassung der Aufgabenstellungen wurde der Computer stärker eingesetzt als ursprünglich vorgesehen. Dies erfolgte aber hauptsächlich durch das Erstellen einer Powerpoint-Präsentation mit den Ergebnissen aus der Schülerarbeit.

Die vier Lektionen liefen wie folgt ab: Ein Satellitenbildquiz in der ersten Lektion machte die Schüler-/innen mit der Betrachtungsweise von Luft- und Satellitenbildern vertraut. Die Schüler-/innen mussten zu den Bildern herausfinden, was dargestellt war. Die Bildinhalte variierten zwischen Themen (Bewässerungsfelder, Dünen usw.) und Regionen (Island, Frankreich usw.). Gezeigt wurden Luft- und Satellitenbilder sowohl aus der unmittelbaren Umgebung der Schüler-/innen als auch von Phänomenen der ganzen Welt. Falschfarbenbilder kamen keine vor.

Nach dieser Einführungsstunde, bei der auch auf Besonderheiten der Satellitenbilder hingewiesen wurde, teilten sich die Schüler-/innen in verschiedene Gruppen auf, die jeweils drei Satellitenbilder einer Region bearbeiteten (Sahara, Arabische Halbinsel, USA, Norddeutschland und China). Verschiedene Fragestellungen zu den drei Bildern wurden mit und ohne Computer gelöst. In dieser Form arbeiteten die Schüler-/innen rund zwei Lektionen. Die Fragestellungen wurden mit einer Powerpoint-Präsentation beantwortet, welche die Schüler-/innen herstellten. In der vierten Lektion stellten die Schüler-/innen einander gegenseitig ihre Ergebnisse vor.

Das Projekt fand im Teamteaching mit der Lehrerin und mir statt. Anschliessend an die Arbeit evaluierte nicht nur die Lehrerin das Projekt, es wurden auch die Schüler-/innen zu ihren Erfahrungen und Meinungen befragt. Aus diesem Projekt liegen 65 Schülermeinungen und zwei Eindrücke von Lehrpersonen vor.

9.1.5 Rahmenbedingungen in den Klassen

Viele Lehrpersonen bezeichneten ihre Klassen als mittelmässig oder durchschnittlich. Zuweilen wurde auch die Heterogenität innerhalb der Klasse betont. In der Regel waren bei den Erprobungsklassen offene Unterrichtsformen bekannt und vertraut, die Lehrer-/innen drückten aus, dass ihre Schüler-/innen gerne in diesen Formen arbeiteten (Gruppen- und Partnerarbeit) und das selbstständige Lernen gewohnt waren. Nur in zwei sehr leistungsschwachen Hauptschulklassen wurde die Arbeit mit den Luft- und Satellitenbildern stark lehrerzentriert durchgeführt, die anderen Schüler-/innen bearbeiteten die Aufgaben weitgehend selbstständig. Zwei Lehrpersonen wiesen darauf hin, dass ihre Schüler-/innen bereits mit Satellitenbildern gearbeitet hatten, alle anderen Klassen trafen ein weitgehend neues Unterrichtsmedium an.

9.2 Ergebnisse aus der Lernaufgaben-Erprobung

Weil einzelne Lehrkräfte mehrere Klassen zur Verfügung gestellt und andere mehr als eine Lernaufgabe erprobt haben, ist eine Übersicht zur Orientierung über Klassen, Lehrpersonen und erprobte Aufgaben hilfreich.

- 15 Lehrpersonen beteiligten sich an der Erprobung.
- Die Aufgaben wurden in 17 Klassen getestet, 3 Klassen erprobten die Aufgaben im Projektunterricht
- Es wurden 16 verschiedene Lernaufgaben getestet, dazu kommen die Erfahrungen aus einem Projekt.

9.2.1 Zeitbedarf für die Bearbeitung der Lernaufgaben

Für die Erprobung der 16 Lernaufgaben wendeten 7 Klassen je 1 Lektion auf, 3 Klassen arbeiteten 2 Stunden mit den Satellitenbildern und 4 Klassen waren während 3 Stunden damit beschäftigt. In einer Klasse wurde die Arbeit auf 4 - 5 Lektionen ausgedehnt, von einer Lehrperson liegen keine Angaben vor. Es wurde erwähnt, dass durch den häufigen Stundenausfall zwischen Frühlings- und Sommerferien oft nicht mehr als eine Lektion für die Erprobung zur Verfügung stand.

Nicht alle Lernaufgaben wurden durch diese zeitliche Einschränkung vollständig gelöst, dies wirkt sich allerdings nicht nachteilig auf die Erkenntnisse der Erprobung aus, da ein Spielraum in der Auswahl der einzelnen Fragestellungen pro Aufgabe ohnehin vorgesehen ist. Aus den Rückmeldungen kann aber abgeleitet werden, dass sich kürzere Sequenzen mit den Satellitenbildern eher bewähren als längere. Unter anderem ist dies auch damit zu erklären, dass das Fach Geographie in der Regel nur während zweier Lektionen pro Woche unterrichtet wird.

9.2.2 Vorbereitungszeit für die Lehrpersonen

Zur Vorbereitungszeit der Lektionen gaben die Lehrkräfte folgende Rückmeldungen:

Tab. 24: Vorbereitungszeit der Lehrpersonen

(n = 17)

weniger Aufwand als normal	5 Nennungen
gleich viel Aufwand wie sonst	6 Nennungen
etwas grösserer Aufwand als normal	2 Nennungen
grosser Aufwand (4-5 Lektionen)	4 Nennungen

Diejenigen Lehrpersonen, die weniger und gleich viel Aufwand wie für andere Lektionen hatten, erklärten dies dadurch, dass sie die Satellitenbildaufgaben praktisch fertig übernehmen konnten und keine zusätzlichen Vorbereitungen mehr nötig waren.

Mehr Aufwand entstand dadurch, dass die entsprechenden Lehrer-/innen selbst Lösungen herstellten oder sich aufgrund mangelnder Kenntnisse erst mit grösserem Aufwand ins Thema und die Ferner-kundung einarbeiten mussten. Vereinzelt wurden die Satellitenaufgaben auch für die entsprechenden Klassen abgeändert oder mit zusätzlichem Material ergänzt. Bei zwei Lehrpersonen, die einen hohen Aufwand angaben, handelte es sich um Studentinnen, die aufgrund geringerer Schulerfahrungen mehr Zeit für die Unterrichtsvorbereitung aufwenden mussten als länger im Schuldienst stehende Lehrkräfte.

Die angegebenen Zeiten für die Vorbereitung entsprechen den Erwartungen und dem normalerweise leistbaren Aufwand für die Unterrichtsgestaltung. Dadurch, dass die Aufgaben offenbar weitgehend übernommen werden können und didaktisch-methodisch relativ ausführlich kommentiert sind, hält sich die zusätzliche Vorbereitung in Grenzen. Dies ist sicher bedeutungsvoll, wenn ein neues Unterrichtsmedium wie das Luft- und Satellitenbild in den Unterricht integriert werden soll. Wie auch die Bemerkungen derjenigen Lehrpersonen zeigen, die keine Lernaufgaben erprobt hatten, ist der Zeitaufwand für die Einarbeitung nicht zu unterschätzen. Es kann der Schluss gezogen werden, dass die Gestaltung der Satellitenbildaufgaben vernünftig ist und dem Bedürfnis der Lehrpersonen nach einer realistischen Vorbereitungszeit entspricht.

9.2.3 Motivation der Schüler-/innen

Die Motivation ihrer Schüler-/innen (resp. ihrer Klassen) bei der Bearbeitung der Satellitenaufgaben gaben die Lehrpersonen wie folgt an:

Tab. 25: Motivation der Schüler-/innen

(n = 16)

gut, aber nicht aussergewöhnlich	4 Nennungen
gut	3 Nennungen
sehr gross	6 Nennungen
mässig	3 Nennungen

Grundsätzlich kann die Motivation der Schüler-/innen als normal angesehen werden. Einzelne Schüler-/innen arbeiteten gerne mit den Satellitenbildern, andere weniger, so dass sich die Motivation bei der Bearbeitung der Luft- und Satellitenbildaufgaben nicht besonders stark von anderen Lektionsinhalten unterscheidet. Erfreulich ist, dass aus sechs Rückmeldungen eine sehr grosse Motivation hervorgeht. Sie wird dadurch begründet, dass die Schüler-/innen gern in Gruppen arbeiten, von den Satellitenbildern fasziniert sind (unter anderem, weil es sich um ein neues Medium handelt) und sich eine Zufriedenheit durch die selbständige Wissensaneignung einstellt.

Die Schüler-/innen selbst gaben folgende positive Rückmeldungen (total 35 Rückmeldungen, Mehrfachantworten waren möglich):

Tab. 26: Positive Schülerrückmeldungen (n = 67)

Gute Abwechslung	16
Arbeit mit dem Computer	9
Einbezug anderer Medien	3
Guter Überblick, neue Perspektive, anschaulich	8
Gute Fragestellungen / Guter Text	8
Arbeit mit Satellitenbild positiv	7
Sehr interessant	6
Arbeit in Gruppen / Selbständigkeit	5
Habe Neues erfahren, was ich nicht realisiert habe	4
Möglichkeit individueller Lösungen	
aktuelles Thema	je 1
gute Konzentrationsübung) JG 1
knüpft an Vorwissen an	

Auch wenn die Rückmeldungen nur von zwei Klassen stammen, bestätigen die Schüler-/innen mit ihren Äusserungen die Eindrücke der Lehrpersonen: sie empfanden die Arbeit mit den Satellitenbildern als positive und interessante Abwechslung im Unterricht, sie arbeiten gern mit dem Computer oder weiteren Medien und bewerten die neue Perspektive, die das Satellitenbild ermöglicht, positiv. Auch die selbständige Arbeit in Gruppen und die Aufgabenstellungen werden als Bereicherung empfunden.

Die negativen Rückmeldungen der Schüler-/innen beziehen sich konkret auf die jeweils bearbeiteten Aufträge. Kritisiert wurden von total 35 Nennungen die Aufgabenstellungen (zu viele, zu ähnliche und zu einfache Aufgaben / 16), der schwierige Text (13), das langweilige Thema Regenwald (2) und mit je einer Nennung die nicht deutliche Zielorientierung, zu wenig Informationen, die fehlende Legende und die Bildgrösse. Die Rückmeldungen zu den Aufträgen fliessen direkt in die Überarbeitung der entsprechenden Lernaufgaben ein. Allgemeine Verbesserungen bzw. andere wichtige Anliegen bei der Formulierung der Satellitenbildaufgaben werden in Kapitel 9.2.6 aufgeführt.

9.2.4 Erfolge und Misserfolge bei der Erprobung

Aus der Erprobung geht hervor, dass die meisten Lernaufgaben grundsätzlich positiv empfunden wurden, nur vier Rückmeldungen weisen auf eher negative Erfahrungen hin. Gut geklappt haben Aufgabenstellungen, die den Schüler-/innen vertraut sind: Bildbeschreibungen, das Erkennen von groben

Strukturen, Vergleiche, Zuordnungen von topographischen Merkmalen, Lagebeschreibungen, das Erstellen von Legenden oder einfache Kartierungen.

Schwierigkeiten bereiten den Schüler-/innen offenere oder komplexere Aufgabenstellungen, wie zum Beispiel das Erkennen und Deuten von feineren Strukturen, die Interpretation von Bilddarstellungen, das Herstellen von Zusammenhängen, anspruchsvolle Textanalysen oder die Deutung von Falschfarben.

Einige Schüler-/innen (und Lehrer-/innen) haben die Erfahrung gemacht, dass sie mit anspruchsvollen Aufgabenstellungen zunächst Schwierigkeiten haben, diese aber mit konzentrierter Arbeit und Gesprächen in den Gruppen lösen können. Auch Ermutigungen und Hilfestellungen von Seiten der Lehrpersonen tragen zur erfolgreichen Lösungsfindung bei. Diese Erfahrungen wurden von allen Beteiligten als positiv empfunden.

9.2.5 Beurteilung der Satellitenbildaufgaben durch die Lehrpersonen

Die Lehrer-/innen äusserten sich mehrheitlich positiv zu den Satellitenbildaufgaben, nur eine Lehrperson war bereits vor der Lektion skeptisch und hinterfragte das Gelingen der Aufgaben in ihrer Klasse. An positiven Rückmeldungen wurden genannt (Mehrfachantworten):

- guter Zugang zum Satellitenbild
- guter Zugang zur Fernerkundung
- Iohnende sinnvolle und abwechslungsreiche Unterrichtssequenz
- sehr gerne ausprobiert, Erprobung hat Spass und Freude gemacht
- gute und kreative Aufgabenstellungen
- Ich hatte ein gutes Gefühl / ich fühlte mich sicher und wohl.
- Ich war selber motiviert und interessiert und von den Bildern fasziniert.
- Ich habe selber Fachwissen zur Fernerkundung erlangt.

Besonders hervorzuheben sind die folgenden Äusserungen von fünf Lehrpersonen:

Die Lernaufgaben mit Satellitenbildern sind eine Bereicherung für den Geographieunterricht.

Mir gefällt es, auf diese Weise die Motivation der Schüler-/innen stärker zu fördern, ich werde dies weiterhin tun.

Die vorgestellten Lernaufgaben fördern die Selbständigkeit der Schüler-/innen. Ich habe selber gelernt, die Lösung nicht zu schnell zu verraten, dies hat mir gefallen.

Die Auseinandersetzung mit den Satellitenbildaufgaben ist anspruchsvoll und komplex, sie lohnt sich aber sehr.

Es hat mir gefallen, dass die Schüler-/innen ihre Lösungen begründen müssen und damit auch die Metaebene angesprochen wird. Dies trägt zu einem vertieften Verständnis bei.

Die Rückmeldungen zeigen, dass die Lernaufgaben gewöhnungsbedürftig sind, aber zu positiven Erfahrungen führen. Dies bestätigt, dass die Art der Zugänge zu den Satellitenbildern richtig ist: mit

den Satellitenbildern sollen positive Unterrichtserlebnisse verbunden werden, die Fernerkundung kann über die formulierten Aufgabenstellungen sinnvoll, ansprechend und erfolgreich in den Unterricht eingebunden werden und die gewählten Unterrichtsformen überzeugen Lehrer-/innen und Schüler-/innen.

Die negativen Rückmeldungen sind eher als Empfehlungen zur Verbesserung aufzufassen, denn als ablehnende Kritik:

- kostenintensive Farbkopien
- mehr Hintergrundinformationen (Thema und Fernerkundungsgrundlagen) nötig
- Lösungen wären hilfreich
- bei der Computerarbeit sind die Schüler-/innen durch das Internet abgelenkt.
- Unwohlsein, weil vorher schon absehbar war, dass die Schüler-/innen überfordert sind.

Die Problematik der Farbkopien kann momentan nicht zufrieden stellend gelöst werden, es darf aber erwartet werden, dass sich im Laufe der nächsten Jahre diese Situation (durch Farbdrucker oder – kopierer in Schulhäusern) verbessern wird. Bei der Publikation der Satellitenbildaufgaben ist aber darauf zu achten, dass die Bilder entweder digital oder in ausreichender Anzahl zum Beispiel als Klassensätze zur Verfügung stehen.

Es ist nicht beabsichtigt, die sachlichen Hintergrundinformationen zu den Themen auszubauen. Da die Aufträge mit den Luft- und Satellitenbilder gängigen Unterrichtsthemen entsprechen, kann davon ausgegangen werden, dass das nötige Wissen den Lehrpersonen vertraut ist. Hingegen ist eine "Einführung in die Fernerkundung" Bestandteil der Publikation, so dass die entsprechenden Grundlagen erarbeitet und mit den Schüler-/innen besprochen werden können (vgl. auch Kapitel 8).

Einzelne Aufgaben verfügen bereits über Lösungshinweise, diese könnten für alle Aufgabenstellungen ausgebaut werden. Oft steckt hinter diesem Anspruch aber auch der Ausdruck fehlender Sicherheit der Lehrpersonen bzw. der Wunsch nach DER richtigen Lösung. Diese kann und soll nicht für alle Aufträge formuliert werden, bewusst werden durch die fehlende Angabe von Lösungen verschiedene Möglichkeiten offen gelassen.

Die Äusserungen zum Internet oder der persönlichen Skepsis widerspiegeln Einzelsituationen, die Erkenntnisse können nicht allgemein auf die Bearbeitung von Luft- und Satellitenbildaufgaben übertragen werden. Sie werden der Vollständigkeit halber ebenfalls aufgeführt, bleiben aus den genannten Gründen aber unkommentiert.

9.2.6 Verbesserungsmöglichkeiten bei der Formulierung der Aufgabenstellungen

Mit folgenden Hinweisen regten die Lehrpersonen zur Verbesserung der Aufgabenstellungen an:

- Lernziele klarer formulieren
- Fachbegriffe genau verwenden (allenfalls mit Erklärungen)
- Aufgabenstellungen besser gliedern (allenfalls nummerieren)
- grössere Schrift bzw. grösserer Zeilenabstand für eine bessere Lesbarkeit
- Anzahl Aufgabenstellungen sinnvoll beschränken
- präzise Anweisungen für die Schüler-/innen bei schwierigen Aufgabenstellungen geben

- Erwartungshaltung genauer formulieren
- Bildausschnitte passend auswählen
- Bezüge zur Lebenswelt der Schüler-/innen schaffen.

Diese Hinweise waren für die Überarbeitung wichtig und trugen dazu bei, dass die Aufgaben noch besser auf die Situation in der Schule abgestimmt werden konnten. Sie wurden für die vorliegende Arbeit bereits berücksichtigt. Auch wenn es sich um einzelne Meinungen handelt, widerspiegeln sie bedeutsame Anliegen zur Optimierung von Formulierungen.

Mehrfach wurde die Frage aufgeworfen, ob die Schüler/-innen vor der Bearbeitung der Aufgaben nicht eine Einführung in die Fernerkundung gebraucht hätten. Wie dies bereits in den Konzeptformulierungen ausgeführt wurde, möchten die Aufträge bewusst einen anderen, nicht systematischen Zugang zur Fernerkundung ermöglichen. Dass daraus Fragen zur Funktionsweise von Satelliten oder der Herstellung von Satellitenbildern abgeleitet werden, ist beabsichtigt und geplant – die Vermittlung von Fernerkundungs-Grundlagen soll erst in dieser Phase stattfinden, wo die Schüler-/innen sich dafür wirklich interessieren. Zudem zeigte die Praxiserprobung, dass die Aufgaben auch ohne entsprechende Vorkenntnisse gelöst bzw. bearbeitet werden konnten. In diesem Sinne kann die Absicht, die hinter dem Konzept steckt, als gelungen bezeichnet werden – konstruktivistisches Lernen mit instruktiven Elementen findet anhand der vorgestellten Lernaufgaben statt.

An diese Gedanken schliesst eine weitere Frage bzw. Anregung der Lehrpersonen an: Soll die geplante offene Unterrichtsform durch geführte Sequenzen unterbrochen werden? Aus den obigen Ausführungen wird deutlich, dass dies wünschbar und sinnvoll ist, die unterrichtenden Lehrpersonen müssen diese Entscheidung für ihre Klasse aber selbst treffen. Auch wenn der Schwerpunkt auf der Selbständigkeit der Schüler/-innen liegt, können viele Aufgabenstellungen auch im Klassenverband gelöst werden. Die Fragen zeigen, dass der stark schülerzentrierte Unterricht noch gewöhnungsbedürftig ist. Entsprechende Hinweise zur Unterrichtsgestaltung in den didaktischen Hinweisen (vgl. auch Kapitel 5) machen deutlich, dass die Unterrichtsform immer noch von der Lehrperson gewählt wird und eine Anpassung der Luft- und Satellitenbildaufgaben sowohl an die Klasse und die Unterrichtssituation als auch an die eigenen Gewohnheiten und Bedürfnisse vorgesehen ist.

9.3 Ergebnisse aus der Projekt-Erprobung

9.3.1 Rahmenbedingungen



Abb. 33: Satellitenbild-Quiz

Am 29. /30. Mai und 2. Juni 2006 wurde mit drei 9. Klassen aus Leipzig während je vier Lektionen ein Projekt zum Thema "Computerarbeit und Satellitenbilder im Geographieunterricht" durch-geführt. Der Ablauf der Projektarbeit wurde in Kapitel 9.1.4 erläutert.

Für die Klassen veränderten sich die Rahmenbedingungen im Vergleich zum Klassenunterricht stark: 3 Stunden Blockunterricht, Arbeit in Grossgruppen, eine zusätzliche fremde Lehrperson, ungewohntes Thema, viel Eigenaktivität und wenig Lehrerführung usw. Trotz dieser neuen Situation arbeiteten die Schüler-/innen engagiert mit.

Es fiel auf, dass im Schulzimmer in dieser Phase grosse Unruhe entstand, das Diskutieren war erlaubt und erwünscht, zuweilen war es für einzelne Schüler aber schwierig, gesetzte Grenzen einzuhalten und phasenweise still zuzuhören. Angesichts der veränderten Rahmenbedingungen (und auch des Alters der Schüler-/innen, sowie der Klassengrösse) ist dies normal, wenn auch für die Lehrpersonen gelegentlich schwierig und mühsam.

Dies als Unlust oder Disziplinschwierigkeit zu verurteilen, wäre aber falsch, vielmehr mussten sich die Schüler-/innen zuerst in der neuen Situation zurecht finden. Es ist deshalb wichtig, differenziert zu betrachten, was der Grund für die Unruhe ist. Im Projekt entstand sie durch die Gespräche über die Bildinhalte. Für Lehrpersonen ist es wichtig zu wissen, dass solche Situationen auftreten können, sie stehen im Zusammenhang mit ungewohnten Freiheiten im Unterricht. Offene Unterrichtsformen deshalb nicht zu praktizieren oder wieder aufzugeben, wäre ein Schritt in die falsche Richtung. Vielmehr hilft eine Gewöhnung der Schüler-/innen an die veränderten Lernsituationen, die Ruhe besser und schneller herstellen zu können. Je häufiger die Klasse Gelegenheit hat, so zu lernen und zu arbeiten,

desto einfacher gelingt es, eine für alle angenehme Arbeitsatmosphäre zu schaffen.

Im Hauptteil der Arbeit in Gruppen am Computer arbeiteten die Schüler-/innen aller Klassen ruhig, konzentriert und engagiert. Sie besprachen die gestellten Aufträge, suchten nach Informationen, stellten diese zusammen, kopierten Bilder in die Schlusspräsentation und diskutierten über Zusammenfassungen oder Gestaltungen. Die Atmosphäre war angenehm arbeitsintensiv, die Schüler-/innen mussten fast gezwungen werden, ihre Arbeit schliesslich auch zu beenden.



Abb. 34: Schüler recherchieren am Computer

9.3.2 Evaluation des Projektes durch die Schüler-/innen

Nach dem Projekt wurden die Schüler-/innen zu ihrer Motivation und ihrem Lernerfolg befragt (vgl. Anhang), sie sollten das Projekt aus ihrer Sicht beurteilen. Die positiven Rückmeldungen waren erfreulich: Von 111 Antworten (Mehrfachnennungen waren möglich) äusserten sich 2 Schüler-/innen neutral ("der Unterricht war gleich wie sonst") und jemand eher negativ, den anderen hat das Projekt viel Freude gemacht. Die Gründe dafür zeigt die folgende Darstellung:

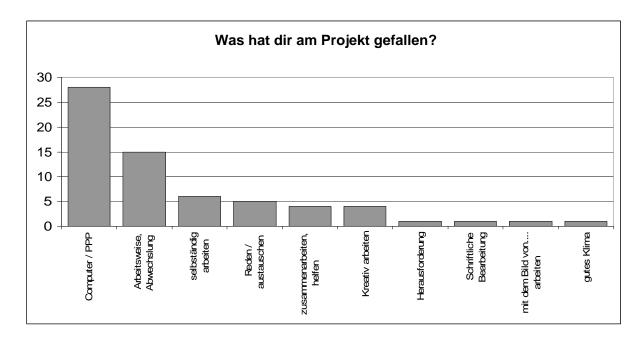


Abb. 35: Gründe für die Motivation der Projektarbeit

Besonders hervor zu heben ist die Arbeit am Computer und mit Powerpoint, sie erstaunt bei der Sicherheit, mit der die Schüler-/innen den Computer handhaben, auch nicht weiter. Didaktisch bemerkenswert sind aber auch die weiteren Nennungen: Neues lernen, selbstständig arbeiten, sich austauschen können, zusammen arbeiten usw. Solche Rückmeldungen müssen Lehrer-/innen eigentlich aufhorchen lassen, denn sie zeigen, dass das Potenzial projektartiger Unterrichtsformen noch nicht ausgenützt ist, obwohl die Schüler-/innen gerne so arbeiten und offensichtlich deren Vorzüge erkannt haben. Erfreulich ist aber auch, wenn ein Projekt als Abwechslung zum regulären Unterricht erlebt wird.

Auch bemerkenswerte Schülermeinungen sollen hier festgehalten werden:

Ich habe viel Neues gelernt, mehr als in der Schule.

Meine Erwartungen wurden erfüllt, weil ich heute einmal so etwas richtig Geographisches gelernt habe, was Spass gemacht hat.

Obwohl die Luft- und Satellitenbilder im Zentrum der Arbeit standen, wurden sie in der obenstehenden Abbildung nicht speziell betont. Dies lässt sich möglicherweise mit der Begeisterung für den Computer erklären oder aber mit der grundsätzlichen Beurteilung des Projekts, das die Satellitenbildaufgaben

implizit einschloss. Eine Frage bei der Auswertung befasste sich deshalb explizit mit der Bedeutung der Satellitenbilder.

Auf die Frage, wie die Schüler-/innen die Arbeit mit den Satellitenbildern beurteilten, gingen folgende Antworten ein:

Tab. 27: Beurteilung der Satellitenbild-Arbeit (n = 63, Mehrfachnennungen möglich)

ungewohnt, neu	20
einfach	13
logisch	12
interessant	2
hat Spass gemacht	2
andere Art, Geographie zu lernen	2
schwierig	7
unnötig kompliziert, man erkennt nicht viel	3
langweilig, kann nicht viel damit anfangen	2

Es leuchtet ein, dass die Arbeit mit den Satellitenbildern für die meisten Schüler-/innen neu und ungewohnt war. Erfreulich sind unter diesem Gesichtspunkt die vielen positiven Meinungen: das Lösen der Lernaufgaben wurde als einfach, logisch und interessant beurteilt, nur wenige Stimmen drückten negative Empfindungen aus. Dabei darf es auch vorkommen, dass die Arbeit mit Satellitenbildern als schwierig erlebt wurde, nicht alle Bildinhalte waren leicht erkennbar. Mit einem Schüler, der die Kompliziertheit der Bilder angesprochen hatte, habe ich mich auch unterhalten. Er wollte lieber Photos betrachten, weil er da besser sehen könne, um was es sich handelt und fand das Satellitenbild unnötig kompliziert. Als ich ihm erklärte, dass es unter anderem ein Ziel sei, diese neue Betrachtungsweise einzuüben, leuchtete ihm das ein und er meinte: "Aha, da lernen wir also etwas Neues – finde ich aber trotzdem ganz schön schwierig. Ein passendes Photo dazu würde mir helfen."

Aufgrund der Komplexität des Unterrichtsgeschehens kann nicht eindeutig zugeordnet werden, ob die positive Reaktion auf die Lernaufgaben wirklich den Satellitenbildern zugeordnet werden kann. Die Auswertung der Praxiserprobung lässt auch den Schluss zu, dass den Schüler-/innen vor allem die weitgehend selbständige Arbeitsweise entsprochen hat. Möglicherweise wäre dies auch beim Einsatz anderer Medien so gewesen. Es bestätigt sich aber, dass der Zugang, der in den Lernaufgaben mit Luft- und Satellitenbildern gewählt wurde, richtig und sinnvoll ist. Und dies bedeutet, dass auf diesem Weg die Voraussetzungen für die Integration der Fernerkundung beim Zielpublikum Schüler-/innen durchaus als gegeben bezeichnet werden können. Insofern kann das vorgestellte Konzept als gelungen interpretiert werden.

9.3.3 Evaluation des Projektes durch die Geographielehrerin



Abb. 36: Schülerinnen bei der Projektarbeit

Auch die Lehrerin wurde mit verschiedenen Fragen gebeten, die Projektarbeit auszuwerten. Die Fragen entsprachen weitgehend denjenigen aus der Lernaufgaben-Erprobung, wurden an das Projekt aber geringfügig angepasst (vgl. Anhang).

Im Vergleich zum normalen Unterricht arbeiteten die Schüler-/innen konzentrierter an der Aufgabenstellung und beteiligten sich engagierter an der Gruppenarbeit, was sonst nicht immer der Fall ist. Spürbar waren Begeisterung und Spass an der Sache und die Schüler-/innen entwickelten eigene Ideen, um die Lösungen zu erzielen. Positiv wurde auch der Um-

gang mit dem Computer bewertet, die Schüler-/innen arbeiteten sicher und konzentriert damit. Die erzielten Lernerfolge lassen sich denn auch mit der guten Arbeitsweise der Schüler-/innen begründen, jeder leistete einen Beitrag zum Gruppenergebnis, sie lernten voneinander und unterstützten sich bei Schwierigkeiten. Probleme ergaben sich nur durch die Organisation mit den Laptops, die vom Projektinhalt unabhängig waren.

Die Aufträge der Satellitenbildaufgaben waren dem Niveau der Klasse angemessen, eine bessere Gliederung (Nummerierung) würde den schwächeren Schüler-/innen eine Bearbeitung erleichtern.

Der Arbeitsaufwand für die Vorbereitung war leicht höher als für normale Unterrichtslektionen, durch die intensive und interessierte Arbeit der Schüler-/innen wurde er aber entschädigt: "Alle Schüler-/innen haben während der ganzen Projektzeit gearbeitet und sich mit ihrem Thema auseinander gesetzt."

Sowohl mit Luft- und Satellitenbildern als auch mit dem Computer würde die Lehrperson jederzeit wieder arbeiten. Sie bewertete die Satellitenbilder als interessante Möglichkeit, Schüler-/innen an ein Thema heranzuführen und es mit verschiedenen Aufgabenstellungen zu bearbeiten. Der Computer sei deshalb für Unterrichtseinsätze geeignet, weil die Schüler-/innen sicher und sorgfältig damit umgehen und er für die selbstständige Aneignung von Wissen unterstützend wirkt. Zudem erleben die Schüler-/innen den Computer auch als Arbeitsinstrument, was für ihre berufliche Zukunft bedeutsam ist. Die Lehrerin lobte die fachliche Gestaltung der Lernaufgaben, sie fühlte sich im Projekt sehr wohl und unterstützte den Wunsch nach einer Fortführung des Projektes.

Ich selbst kann mich den Ausführungen der Lehrerin anschliessen: es war sehr positiv zu erleben, dass die Umsetzung des Konzeptes in der Schule funktionierte und die Zugänge zu den Satellitenbildern richtig gewählt waren. Die Schüler-/innen erwarben bereits in kurzer Zeit die Fähigkeit, aus Luftund Satellitenbildern Informationen zu gewinnen, sie lernten verschiedene geographische Räume kennen und erarbeiteten sich Hintergrundwissen dazu. Zudem erweiterten sie diverse methodische Kompetenzen und die selbstständige Arbeit in Gruppen funktionierte gut. Eine solche Projektarbeit gelingt nicht ohne die Betreuung der Lehrpersonen, sie war bereichernd und positiv, aber auch sehr anstrengend, weil man fast ununterbrochen mit Schülerfragen, Computerproblemen, Hilfestellungen konfrontiert ist und mit Ratschlägen von Gruppe zu Gruppe eilt. Wie bereits erläutert wurde, verlangt konstruktivistisches Lernen nach Instruktion – wenn diese von vier Gruppen mit unterschiedlichen Bedürfnissen und Fragestellungen nachgefragt wird, bleibt wenig bis keine Zeit, alle Anliegen ausführ-

lich und differenziert zu beantworten. Die Lehrperson hat also eine andere Funktion als im lehrerzentrierten Unterricht, die diesbezügliche Umstellung muss bewusst erlebt und gestaltet werden.

9.4 Beurteilung der Praxiserprobung

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass die Erprobung der Lernaufgaben mit Satellitenbildern erfolgreich verlief. Die Rückmeldungen der Lehrpersonen und der Schüler-/innen waren vorwiegend positiv, kritische Rückmeldungen lehnten das Konzept nicht grundsätzlich ab, sondern trugen zur Verbesserung der Aufgabenstellungen bei. Der Praxistest hat gezeigt, dass das Konzept funktioniert und im Unterricht umgesetzt werden kann: Die formulierten Ziele wurden erreicht, die beabsichtigten Zugänge zu den Satellitenbildern wirkten überzeugend und verhalfen zu den gewünschten Lernerfolgen. Bis auf wenige Ausnahmen arbeiteten die Schüler-/innen engagiert und motiviert an den Lernaufgaben – dies bestätigen sowohl die Schüler-/innen selbst wie auch die Eindrücke der entsprechenden Lehrpersonen.

Der eingeschlagene Weg, die Fernerkundung mit Luft- und Satellitenbildaufgaben auf diese Weise in den Unterricht zu integrieren, scheint passend und richtig zu sein. Die Aufgaben können durch ihre Nähe zu Lehrplan-Verbindlichkeiten problemlos in die Lektionen einbezogen werden und die Arbeit mit dem Satellitenbild wird als mediale Bereicherung erlebt. Dies gelingt dann besonders gut, wenn die Zeitdauer für die Bearbeitung einer Satellitenbildaufgabe bei etwa 1- 2 Lektionen liegt. Vereinzelt (zum Beispiel bei Projekten) können auch längere Aufgabenstellungen formuliert werden. Durch die vorliegende Gestaltung der Aufgaben (klare Aufträge, Zielformulierungen, didaktisch-methodische Hinweise, Lösungshilfen usw.) entspricht die Einarbeitungszeit für die Lehrpersonen in die Thematik etwa derjenigen, die sie auch für andere Lektionen zu leisten hätten. Die Akzeptanz für die Luft- und Satellitenbildaufgaben ist bei diesem Zeitaufwand und den gegebenen Vorgaben gewährleistet. Vorschläge der Lehrpersonen zur Verbesserung der Formulierung der Aufträge (Gliederung, Nummerierung, Präzisierung, Schwierigkeitsgrad von Hintergrundtexten und Lebensweltbezüge) waren hilfreich und konstruktiv, sie werden in die Gestaltung der Lernaufgaben einbezogen.

Den Schüler-/innen machte es Freude, selbständig zu arbeiten, sie kamen durch die Aufgabenstellungen zu den gewünschten Resultaten. Für die Lehrpersonen war die Unterrichtsform gewöhnungsbedüftiger als für die Schüler-/innen, mit ausreichenden Übungsgelegenheiten und einem entsprechenden Umdenken der Lehrerrolle wird hier aber ein wichtiger Schritt im Schulalltag vollzogen: derjenige weg von der Vermittlung hin zur Aneignung von Wissen.

Kritisch anzumerken sind folgende zwei Punkte:

- Die Auswahl der Lehrpersonen erfolgte nicht zufällig. Die Erprobungslehrer-/innen hatten sich selbst interessiert oder wurden gezielt angefragt. Eine positive Grundhaltung zumindest der Lehrpersonen war dadurch bereits gegeben, "Fernerkundungs-Skeptiker" kamen in der Untersuchung nicht gross zum Zug. Da die Schülermotivation und der Erfolg von Unterrichtssequenzen stark vom Engagement der Lehrkräfte und ihrer Begeisterung für ein Thema abhängen, könnte dies die positiven Resultate beeinflusst oder verstärkt haben. Wie aber bereits erwähnt, war die Akzeptanz für die Fernerkundung wichtig für die konstruktive Beurteilung der Lernaufgaben.
- Wenn die Satellitenbildaufgaben in einem Lehrwerk publiziert werden, ist es möglich, dass es bei der "Abarbeitung" der vorgegebenen Aufträge bleibt und keine Eigenaktivität der Lehrpersonen zum Einbezug der Fernerkundung ausgelöst wird. Solange die Fernerkundung als Disziplin nicht stärker in Lehrpläne (und entsprechend konzipierte Lehrbücher) einbezogen und

als Unterrichtsinhalt für verbindlich erklärt wird, ist dieser Umstand nicht auszuschliessen. Aufgrund der Fülle der geplanten Aufgaben bestehen aber genügend Gelegenheiten, immer wieder mit Luft- und Satellitenbildern zu arbeiten, so dass mit der Zeit eine Gewohnheit entsteht und das Medium zur Selbstverständlichkeit wird. Damit wäre schon ein wichtiger Schritt erreicht. Und wenn bei Lehrer-/innen die Erkenntnis gereift ist, dass Luft- und Satellitenbilder zum geographischen Verständnis der Welt beitragen und ihr Potenzial besser ausgenützt wird als heute, dann wird es auch möglich, die nötigen Lehrplanveränderungen vorzunehmen.

Aus der Praxisevaluation geht hervor, dass das erarbeitete Konzept dazu einen Beitrag leisten kann und ein Schritt in die richtige Richtung ist.

10 Fazit und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit wurde aufgezeigt, wie ein Konzept zur Integration der Fernerkundung, insbesondere von Luft- und Satellitenbildern in den Geographieunterricht erfolgen kann. Das Konzept unterscheidet sich von anderen bereits publizierten Vorschlägen vor allem durch den phänomenologischen Zugang zu den Luft- und Satellitenbildern, die wissenschaftliche Annäherung tritt in den Hintergrund. Zudem ermöglichen relativ einfach wirkende Aufträge zu den Bildern sowohl die Bildbetrachtung als auch die Bildinterpretation. Kernanliegen der Aufträge ist die aktive und selbstständige Auseinandersetzung mit den Luft- und Satellitenbildern, sodass die Schüler-/innen nicht nur inhaltliche, sondern auch methodische Kompetenzen erwerben können. Beides sind wichtige Aspekte des heutigen Geographieunterrichtes.

Wie bereits in Kapitel 4.2 ausgeführt und in Abbildung 10 (Seite 88) verdeutlicht wurde, beinhaltet das Konzept neben konkreten Aufträgen mit Luft- und Satellitenbildern für Schüler-/innen weitere Empfehlungen, damit die Fernerkundung wirkungsvoll in der Schule etabliert werden kann. Zusätzlich zur Publikation des Lehrwerks für den Unterricht sind besonders die folgenden Aspekte weiter zu verfolgen:

- Damit der Fernerkundung ein fester Platz im Geographieunterricht sicher ist, muss sie in allen Lehrplänen verbindlich verankert werden. Die Arbeit mit Luft- und Satellitenbildern sollte zum Bestandteil der geographischen Zielvereinbarungen werden. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass sowohl Schulbücher das Thema Fernerkundung aufgreifen als auch Lehrer-/innen bzw. Schüler-/innen sich damit aktiv auseinander setzen. In der gegenwärtigen Diskussion um Bildungsstandards, neue Medien oder allgemein die Lehrplanüberarbeitung wird das Anliegen dadurch unterstützt, dass Schüler-/innen verstärkt methodisch arbeiten sollen. Da die Fernerkundung in vielen Lehrplänen explizit fehlt, als geographische Methode aber bedeutsam ist, kann sie dazu beitragen, Fähigkeiten und Fertigkeiten von Schüler-/innen zu fördern. Zur Zeit sind Bemühungen in dieser Richtung im Gang, der diesbezügliche Handlungsbedarf ist aber nach wie vor gegeben.
- Die Akzeptanz für die Fernerkundung im Unterricht muss bei Lehrpersonen noch grösser werden, so dass sie zur Selbstverständlichkeit im Unterricht wird. Dazu gehört, dass den Lehrer-/innen aufgezeigt wird, wie sie auch mit geringer fachwissenschaftlicher Kompetenz mit Luft- und Satellitenbildern arbeiten können. Ein publiziertes Lehrwerk ist in diesem Sinn sicher ein Schritt in die richtige Richtung, da es fast fertig ausgearbeitete Unterrichtsvorschläge beinhaltet, welche die ersten Schritte in das neue Thema ermöglichen. Damit ist das Anliegen aber noch nicht ausreichend erfüllt, der Weg zur Selbstbefähigung der Lehrertätigkeit muss durch Weiterbildungskurse unterstützt und begleitet werden. Auf diese Weise sehen die Lehrpersonen an Vorbildern, wie sie auch ohne Unterrichtshilfe zu Luft- und Satellitenbildern kommen, wie Aufträge formuliert werden können und wie motivierend, einfach und interessant das Anpacken einer neuen Herausforderung ist.
- Am Wissenschaftstransfer muss weiter gearbeitet werden. Wie bereits ausgeführt sind Wege zu finden, die Lernenden Zugänge zu wissenschaftlichen Erkenntnissen und Tätigkeiten

- ermöglichen. Die diesbezüglichen Erkenntnisse nur zu vereinfachen reicht nicht aus. In gemeinsamer Arbeit von Wissenschaftler-/innen und Lehrer-/innen müssen Lösungen für einen überzeugenden Transfer von Wissen und Können gesucht und Wege begangen werden, welche die Lernvoraussetzungen und die Alltagswelt von Kindern und Jugendlichen berücksichtigen und einbeziehen.
- In diesem Zusammenhang ist der Zugang zur Fernerkundung auch für jüngere Kinder auszubauen. Dazu müssen kindgerechte Lernumgebungen geschaffen werden, damit bereits früh Gelegenheiten bestehen, sich mit Luft- und Satellitenbildern vertraut zu machen. Dies macht deshalb Sinn, weil die Bildmaterialien sowohl den visuellen Kompetenzaufbau als auch den Prozess der räumlichen Orientierungsfähigkeit positiv unterstützen. Spielformen und Geschichten tragen dazu bei, dass eine erste Begegnung mit Luft- und Satellitenbildern stattfindet und eine Annäherung an eine geographische Denk- und Arbeitsweise ausgelöst wird.

Aus Kongressen, Gesprächen und zahlreichen Begegnungen entstand der starke Eindruck, dass die Zeit für einen neuen Anlauf, die Fernerkundung zu etablieren, reif ist. Man spricht vom Aufbau von "Kompetenzzentren für Fernerkundung und Schulen", die methodische Kompetenzförderung ist aktueller denn je und die Arbeit mit Luft- oder Satellitenbildern im Geographieunterricht wird forciert. Mit der Realisierung eines Teils der Lernaufgaben in einem käuflich erwerbbaren Lehrwerk wird auch der Markt die Akzeptanz des Anliegens zeigen. Gespannt dürfen die Resultate erwartet werden.

Sicher kann diese Arbeit nur einen Beitrag unter vielen leisten, sie zeigt aber neue Wege offensichtlich in die richtige Richtung auf, da das Konzept überzeugend wirkt. Für die anderen Schritte zur Weiterführung reichen Einzelpersonen allerdings nicht aus. Dies bedeutet, dass durch die verschiedenen Veröffentlichungen Mitstreiter-/innen gewonnen werden müssen, welche für das Anliegen, die Fernerkundung stärker in den Unterricht zu integrieren, einstehen und es verbreiten. Wenn die Arbeit und die geplanten Publikationen dies initiieren, unterstützen oder auslösen, ist ein wichtiges Ziel erreicht.

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass die vorliegende Arbeit von mir eigenständig verfasst wurde. Alle erhobenen Daten wurden unverfälscht wieder gegeben und es wurden keine anderen als die von mir angegebenen Hilfsmittel verwendet. Alle Stellen, die anderen Werken entnommen wurden, sind mit Angabe der Quellen als solche gekennzeichnet.

Literaturverzeichnis

Adamina, Marco; **Müller** Hans (2000): Lernwelten Natur-Mensch-Mitwelt. Grundlagenband. Schulverlag Bern

Adamina, Marco; **Wyssen**, Hans-Peter (2005¹): Panorama –Raum und Zeit. Hinweise zum gleichnamigen Lehrmittel für Lehrerinnen und Lehrer. Schulverlag Bern

Adamina, Marco; **Wyssen**, Hans-Peter (2005²): RaumZeit – Raumreise und Zeitreise. Hinweise zum gleichnamigen Lehrmittel für Lehrerinnen und Lehrer. Schulverlag Bern

Albertz, Jörg (2001): Einführung in die Fernerkundung. 2. Auflage.Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt

American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (2004): Remote Sensing for Natural Resource Management and Environmental Monitoring. Manual of Remote Sensing, Third Edition, Volume 4. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey

Bachofner, Dieter; **Batzli**, Samuel; **Hobi**, Peter; **Rempfler**, Armin (Hrsg.) (2001): Geobuch 1 und Lehrerkommentar, Klett-Verlag, Zug (CH)

Baldenhofer, Kurt (2006): Lexikon der Fernerkundung. Unter: http://www.fe-lexikon.info/pages/FeLexikon.htm, 25.7.2006

Batzli, Samuel; Gutmann Beatrice; **Hobi**, Peter; **Rempfler**, Armin (Hrsg.) (2003): Geobuch 2 und Lehrerkommentar, Klett-Verlag, Zug (CH)

Bender, Hans-Ulrich; Fettköter, Wolfgang; Hirt, Hartmut; Kümmerle, Ulrich; Von der Ruhren, Norbert (Hrsg.) (2001): Fundamente. Geographisches Grundbuch für die Sekundarstufe II. Klett-Perthes-Verlag, Gotha

Berger, John; **Blomberg**, Sven; **Fox**, Chris; **Dibb**, Michael; **Hollis**, Richard (1994): Sehen: Das Bild der Welt in der Bilderwelt. Rowohlt Taschenbuch, Hamburg

Blaschke, T., Lang, S. (1998): Tutorial zur Einführung in die Fernerkundung; unter http://www.sbg.ac.at/geo/student/fernerkundung/fern.htm, 30.8.03

Böhn, Dieter (Hrsg.) (1990): Didaktik der Geographie – Begriffe. Oldenbourg Verlag, München

Breitbach, Thomas (1996): Stellenwert und Handhabung der Fernerkundung im Geographieunterricht. In: Geographie und Schule, Nr. 104, S. 26-39. Aulis-Verlag, Köln.

Breitbach, Thomas; Maetzel, R. (1998): Satellitenbilder im Unterricht, Band 2. Orbit Verlag, Bonn

Bretschneider, Timo (2001): Vortrag zum Thema "Ich sehe was, was du nicht siehst! Eine kritische Betrachtung der Fernerkundung."; unter www.tu-clausthal.de/ITZ/; 9.10.03

Bürgi, Christoph; **Popp**, Christoph; **Trachsler**, Marcel; **Balzer**, Niels (2001): Ist Fernerkundung ein Thema an der Mittelschule? Studie im Rahmen des Fernerkundungs-Seminars, Sommersemester 2001; Leitung Prof. Dr. Klaus Itten und M. Bold. Universität Zürich

Burda, Hubert; Maar, Christa (2004): Iconic Turn. Die neue Macht der Bilder. DuMont-Verlag, Köln

Burri, Klaus (2002): Schweiz, Suisse, Svizzera, Svizra, Schülerbuch und Lehrerkommentar (1998), Lehrmittelverlag Zürich (Erstausgabe des Schülerbuches 1995)

Busche, Detlef; **Dech**, Stefan (2000): Satellitenfernerkundung. In Petermanns Geographische Mitteilungen, Ausgabe 144, S. 1, Klett-Perthes-Verlag, Gotha

Buske, Heinz Günter (2004): Durch eigene Erfahrung lernen – Methodenerwerb im Geographieunterricht. In: Geographie und Schule, Nr. 149, S. 2-8. Aulis-Verlag, Köln

Deutsche Gesellschaft für Geographie (DGfG) (2003): Grundsätze und Empfehlungen für die Lehrplanarbeit im Schulfach Geographie; Arbeitsgruppe Curriculum 2000+. Humboldt-Universität, Berlin

Deutsche Gesellschaft für Geographie (DGfG) (2006): Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss. Humboldt-Universität, Berlin

Doelker, Christian (1998): Multimedia ist Multikode. In: **Pfammatter**, René (1998): Multi Media Mania. Reflexionen zu Aspekten Neuer Medien, S. 37-44. (http://viadrina.euv-frankfurt-o.de/~sk/SS59/werbung99/bilder.html - 28.11.2004)

Eck, Helmut (Hrsg.) (1999): Mensch und Raum – Band 1, 2 und 3, Cornelsen Verlag, Berlin

Endlicher, Wilfried (Hrsg.) (1998): Geographische Rundschau. Fernerkundung. Heft Nr. 2/1998. Westermann-Verlag, Braunschweig

Ernst, Michael; **Salzmann**, Wolfgang (2004): Lehrpläne und Lehrplanentwicklung. In: Schallhorn, Eberhard (Hrsg.): Erdkundedidaktik – Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. S. 119 – 137. Cornelsen-Verlag, Berlin

Graf, Christian; **Gattiker**, Susanne (2005): Vielfältiger Umgang mit Bildern. In: ProfiL 3/05. Schulverlag blmv, Bern, S. 17-20.

Gerber, Wolfgang (1990): Arealstrukturanalytische Untersuchungen von Landschaftseinheiten mit Hilfe von Fernerkundungsdaten. Dissertation an der TU Dresden

Gerber, Wolfgang; Helbig, Steffi (Hrsg.) (1999): Kommentarband zum Lehrmittel Mensch und Raum, Band 1, Cornelsen-Verlag, Berlin

Hasler, Martin; **Egli**, Hans-Rudolf (Hrsg.) (2004): Geografie: Wissen und Verstehen. Ein Handbuch für die Sekundarstufe II. hep-Verlag, Bern

Hassenpflug, Wolfgang (1996¹): Satellitenbilder im Erdkundeunterricht. In: geographie heute, Nr. 137, S. 4-11. Friedrich-Verlag, Hannover

Hassenpflug, Wolfgang (1996²): Fernerkundung und Satellitenbilder – Methoden und geographisch bedeutsame Potenziale. In: Geographie und Schule Nr. 104, S. 3-10, Aulis-Verlag, Köln

Hassenpflug, Wolfgang (1998): Was kann Fernerkundung für Schule und Bildung leisten? In: Tagungsband: 14. Nutzerseminar des Deutschen Fernerkundungsdatenzentrums der DLR 1997, Hrsg. S.W. Decht, W. Mett, Oberpfaffenhofen. S. 49-59

Haubrich, Hartwig (2001): Methodenkompetenz / Luftbilder interpretieren, Satellitenbilder lesen. In: Geographie heute, Heft Nr. 192/2001, 22. Jahrgang. Friedrich-Verlag, Hannover

Haubrich, Hartwig (Hrsg.) (1997): Didaktik der Geographie konkret. Oldenbourg-Verlag, München

Haubrich, Hartwig (Hrsg.) (2006): Geographie unterrichten lernen. Die neue Didaktik der Geographie konkret. Oldenbourg-Verlag, München

Hemmer, Ingrid; **Hemmer**, Michael (2002): Mit Interesse lernen – Schülerinteresse und Geographie-unterricht. In: geographie heute, Nr. 202, S. 3-7. Friedrich-Verlag, Hannover

Hemmer, Michael (2006): Schülerinteresse im Geographieunterricht. Referat an der Pädagogischen Hochschule Zürich, 30. März 2006

Hoffmann, Thomas (2004): Geographiedidaktik heute – Stand und Anforderungen, in: Schallhorn, Eberhard (Hrsg.): Erdkunde Didaktik – Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. Cornelsen-Verlag, Berlin

IGU (Internationale Geographische Union, Kommission Geographische Erziehung) (1992): Internationale Charta der geographischen Erziehung. Chairperson: Hartwig Haubrich. Unter: http://www.erdkunde.com/info/charta.htm - 13.1.2005

Itten, Klaus (2005): Beilagen zur Vorlesung "Anwendungen der Fernerkundung". Geographisches Institut Universität Zürich

Itten, Klaus (2002): Beilagen zur Vorlesung und Übungen Fernerkundung II, Geographisches Institut Universität Zürich

Jahn, Gert (Hrsg.) (1994): Seidlitz Erdkunde 3, Schroedel Verlag, Braunschweig

Jensen John 2000): Remote Sensing of the Environement. An Earth Resource Perspective. Prentice Hall, Inc., University of South Carolina

Jüttner, Martin (2003): Visuelles Lernen – Erwerb und Anwenden bildkategorialen Wissens. Pabst Science Publishers, Lengerich (D)

Jugend forscht (2004): Einsteins Erben ernten ersten Erfolg. Bericht zu den Projekten des Wettberwerbes. In: bildung & science, Nr. 01, S. 14-16.

Kellenberger, Tobias (2002): Datenaquisition / Fernerkundung und Anwendungen / Raumbeobachtungsprogramme. Unterlagen zur Vorlesung "Raumbeobachtung und –analyse im Rahmen des Nebenfachstudiums Umweltwissenschaften an der Universität Zürich.

Kellenberger, Tobias (2006): Erdbeobachtungsplattformen und –sensoren, Stand August 2006; Vorlesungsunterlagen Fernerkundung III; Geographisches Institut Universität Zürich

Kirchberg, Günter (2005): Die Geographielehrpläne in Deutschland heute - Bestandesaufnahme und Ausblick. In: Geographie und Schule, Nr. 156, S. 2-9. Aulis-Verlag, Köln

Klippert, Heinz (2001): Mit Methode zu mehr Fachkompetenz. In: Geographie und Schule, Nr. 131, S. 12-18, Aulis-Verlag, Köln

Köck, Helmuth (1996): Fernerkundung. Editorial in Geographie und Schule, Nr. 104, S. 1. Aulis-Verlag, Köln

Köck, Helmuth (1992): Geographie – Schlüsselfach mit Schlüsselqualifikationen. Zum Profil des modernen Geographieunterrichtes. In: geographie heute, Nr. 99, S. 48-49. Friedrich-Verlag, Hannover

Köck, Helmuth (1993): Raumbezogene Schlüsselqualifikationen. In: Geographie und Schule, Nr. 84, S. 6-14. Aulis-Verlag, Köln

Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren, EDK (2002): Schweizer Weltatlas. Leitung: Professor Ernst Spiess. Lehrmittelverlag Zürich

Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren, EDK (2004): Schweizer Weltatlas – Kommentar zur Ausgabe 2002/2004. Leitung: Rudolf L. Marr. Lehrmittelverlag Zürich

Kramer, Herbert (1994): Observation of the Earth and 1st Environment. Survey of Missions and Sensors. Second Edition. Springer-Verlag, Berlin

Kugler, Astrid (2001): Die Erde, Lehrmittelverlag Zürich

Kugler Astrid, Suter Andi (2004): Europa, Lehrmittelverlag Zürich

Kugler Astrid, **Suter** Andi, **Volkart** Hans-Rudolf (2004): Europa – Lehrerkommentar und Folienmappe, Lehrmittelverlag Zürich

Lewalter, Doris (1997): Lernen mit Bildern und Animationen. Studie zum Einfluss von Lernmerkmalen auf die Effektivität von Illustrationen. Waxmann-Verlag, Münster (D)

Lillesand, Thomas; **Kiefer**, Ralph; **Chipman**, Jonathan (2004): Remote Sensing and Image Interpretation. Fifth Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken (USA)

Löffler Ernst, **Honecker** Ulrich, **Stabel** Edith (2005): Geographie und Fernerkundung. Teubner Studienbücher der Geographie, Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin

Lude, Armin (1999): Umlaufbahnen von Satelliten, Abbildung 32. Quellennachweis aus geographie heute, Nr. 235. Friedrich-Verlag, Hannover

Marek, Karl-Heinz (2005): Zur Interpretation von Luft- und Satellitenbildern. Vortragsmanuskript zu den 7. Sächsischen Geographentage Eibenstock (D)

Maier, Peter H. (1999): Räumliches Vorstellungsvermögen – ein theoretischer Abriss des Phänomens räumliches Vorstellungsvermögen. Mit didaktischen Hinweisen für den Unterricht. Auer-Verlag. Donauwörth (D)

Messner, Helmuth (2000): Die kompetente Lernerin – der kompetente Lerner. In: Ergänzende Texte zum Lernen und Lehren im Fach Natur-Mensch-Mitwelt. Hrsg. Adamina, Marco; Müller, Hans. Lernwelten Natur-Mensch-Mitwelt, Grundlagenband. Schulverlag Bern

Metzler, Rudolf (1998): Satelliten – Intelligente Beobachter unserer Erde. Reihe "Was ist Was – Space" (Kinder-Sachbuch). Tessloff-Verlag, Nürnberg

Meyer, Hilbert (2004): Was ist guter Unterricht? Cornelsen-Verlag, Berlin

Möller, Kornelia (2000): Lernen als Veränderung von Präkonzepten. In: Ergänzende Texte zum Lernen und Lehren im Fach Natur-Mensch-Mitwelt. Hrsg. Adamina, Marco; Müller, Hans. Lernwelten Natur-Mensch-Mitwelt, Grundlagenband. Schulverlag Bern

Neumann-Mayer, Ulrike-Petra (2005): Der Zugang zu Satellitenbildern in der Orientierungsstufe – Probleme und Möglichkeiten. Dissertation an der Universität Kiel, unter http://e-diss.uni-kiel.de/diss_1657/ (10.4.2006)

Obermaier Gabi (2002): Geographie lässt Schüler nicht kalt. Aus dem Artikel "Mit Interesse lernen – Schülerinteresse und Geographieunterricht". In: geographie heute, Nr. 202, S. 3. Friedrich-Verlag, Hannover

Nüesch, Daniel (2005): Einführung in die Radarfernerkundung. Vorlesungsunterlagen zur entsprechenden Vorlesung. Geographisches Institut Universität Zürich

Peeck, Joan (1994): Wissenserwerb mit darstellenden Bildern. In: **Weidenmann**, Bernd (Hrsg.) (1994): Wissenserwerb mit Bildern. Instruktionale Bilder in Printmedien, Film / Video und Computerprogrammen. S. 59 - 94. Verlag Hans Huber, Bern

Petersson, Rune (1994): Visual Literacy und Infologie. In: Weidenmann, Bernd (1994): Wissenserwerb mit Bildern. S. 215-235. Verlag Hans Huber, Bern

Praxis Geographie (2003): Geo-Fernerkundung. Heft Nr. 3/2003. Westermann-Verlag, Braunschweig

Reichen, Jürgen (1997): Sachunterricht und Sachbegegnung. Sabe-Verlag, Zürich

Reinmann-Rothmeier, Gabi; Mandl, Heinz (2000): Leitlinien des Lernens in konstruktivistischen Ansätzen. In: Ergänzende Texte zum Lernen und Lehren im Fach Natur-Mensch-Mitwelt. Hrsg. Adamina, Marco; Müller, Hans. Lernwelten Natur-Mensch-Mitwelt, Grundlagenband. Schulverlag Bern

Reusser, Kurt (2000): Lehr-Lernkultur im Wandel: Zur Neuorientierung in der kognitiven Lernforschung. In: Ergänzende Texte zum Lernen und Lehren im Fach Natur-Mensch-Mitwelt. Hrsg. Adamina, Marco; Müller, Hans. Lernwelten Natur-Mensch-Mitwelt, Grundlagenband. Schulverlag Bern

Rinschede, Gisbert (2003): Geographiedidaktik. UTB-Taschenbücher, Ferdinand Schöningh-Verlag, Paderborn

Roseau, Robert (1997): Lehrer ans Netz. Zum Beispiel Geographieunterricht mit WiNShuttle. In: DFN Mitteilungen 44, Nr. 6 (auf der Webseite des DFN (Deutsches Forschungsnetz): www.dfn.de/content/fileadmin/5Presse/DFNMitteilungen/mitteilungen_bis_50/heft44.pdf), S. 12-14

Rudolf, Hartmut (2005): Farben im Webdesign – additive und subtraktive Farbmischung. Unter: http://www.metacolor.de/index.html#stg1, 25.7.2006

Rudyk, Ellen (Hrsg.) (1999): Kommentarband zum Lehrmittel Mensch und Raum, Band 1 und 2. Cornelsen-Verlag, Berlin

Sauer, Michael (2000): Bilder im Geschichtsunterricht. Typen, Interpretationsmethoden, Unterrichtsverfahren. Kallmeyer-Verlag, Hannover

Scherling, Theo; **Schuckall**, Hans-Friedrich (2003): Mit Bildern lernen. Handbuch für den Fremdsprachenunterricht. Langenscheidt, Berlin

Schnotz, Wolfgang (1998): Themenschwerpunkt Visuelles Lernen. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 12 (2/3), 1998, S. 97-99. Verlag Hans Huber, Bern.

Schowengerdt, Robert (1997): Remote Sensing. Models and Methods for Image Processing. Second Edition. Academic Press, Elsevier (USA)

Siegmund, Alexander (2002): Neue und traditionelle Medien im Geographieunterricht. In: Praxis Geographie, Nr. 6/2002. Westermann-Verlag, Braunschweig

Steinborn, W. (2002): Entscheidungshilfe aus dem Weltraum; Einführung zu "Fernerkundung und Katastrophen"; Kap. 7: Fernerkundung und Naturkatastrophen; unter: http://www.dkkv.org/forum2001/Datei57.pdf, 30.8.03

Strittmatter, Peter (1994): Wissenserwerb mit Bildern bei Film und Fernsehen. In: Weidenmann, Bernd (Hrsg.) (1994): Wissenserwerb mit Bildern. Instruktionale Bilder in Printmedien, Film / Video und Computerprogrammen. S. 177 – 194. Verlag Hans Huber, Bern

Uehlinger, Heiner (2002): Vom Pol zum Aequator. Berner Lehrmittelverlag

Verband Deutscher Schulgeographen (VDSG) (2004): Grundlehrplan Geographie – ein Vorschlag

Volkart, Hans-Rudolf (2002): Vorlesungsunterlagen zur Geographie-Didaktik. Universität Zürich

Weidenmann, Bernd (1991): Lernen mit Bildmedien. Reihe "Mit den Augen lernen". Beltz Verlag Weinheim und Basel.

Weidenmann, Bernd (Hrsg.) (1994): Wissenserwerb mit Bildern. Verlag Hans Huber, Bern.

Wolf, Alexandra (in Bearbeitung): Fernerkundungsdidaktik – eine Studie zum schulischen Einsatz von Satelliten- und Luftbildern zur Förderung der Raumverhaltenskompetenz. Dissertation an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg, geplantes Projektende Juli 2008. Abstract auf der FORIS-Datenbank (Forschungsinformationssystem Sozialwissenschaften) unter http://193.175.239.23/ows-bin/owa/r.einzeldok?doknr=48258 (2.6.06)

Expertengespräche wurden mit folgenden Personen geführt:

K. Baldenhofer, Dr. M. Baumgartner, Dr. W. Gerber, Prof. Dr. H. Hassenpflug, T. Lenz, M. Liefner-Thiem, R. Roseau

Weitere Gespräche mit zahlreichen Lehrpersonen, Kolleginnen und Kollegen, Verlagsmitarbeitern, können aufgrund der Vielzahl hier nicht einzeln aufgeführt werden.

Internetquellen

http://www.iabg.de/umwelt_verkehr/umwelt/geodatenservice/anwendungsgebiete_de.php, 30.8.2003 – ohne Autorenangabe

http://satgeo.zum.de/satgeo/methoden/anwendungen.htm - 30.8.2003

http://imk-msa.fzk.de/Satelliten_in_der_Erderkundung/Anwendungen/index-anwend.htm - 30.8.2003

http://www.auf.uni-rostock.de/gg/lehre/fernerkundung/ - 30.8.2003

http://www.uni-kiel.de/ewf/geographie/formu/unterric/material/einf_fe/ - 30.8.2003

http://www.uni-potsdam.de/u/Geographie/geoinfo/ - 30.8.2003

http://www.haw-hamburg.de/geomatik/geo/beruf/b feld rs.htm, 30.8.2003 - ohne Autorenangabe

http://www.hansaluftbild.de/de/technologie/sensorik/aufnahmetechnik/luftbildaufnahmen.html, 18.4.2005 - ohne Autorenangabe

http://www.tu-dresden.de/fghgipf/lehre/vorlmat/tutorial/Module/Modul_1/03.htm, 2.6.06 - ohne Autorenangabe

Die Quellen für die Satellitenbilder, Luftbilder, Photos und Informationstexte stehen direkt bei den Lernaufgaben in Kapitel 7 und werden hier nicht mehr explizit aufgeführt.

Lehrpläne

Lehrpläne Sekundarstufe I, Schweiz

Aargauisches Departement Bildung, Kultur und Sport (2000): Lehrplan 2000 für die Volksschule des Kantons Aargau

Bildungsdirektion des Kantons Glarus (2002): Lehrplan des Kantons Glarus für den Kindergarten, die Volksschule und das Freiwillige Schulische Zusatzangebot; Teil Lebensräume

Bildungsdirektion des Kantons Zürich (1991): Lehrplan des Kantons Zürich, Ergänzungen aus dem Jahr 2002

Kanton Solothurn (1992): Lehrplan Volksschule; Kap. 6, Sachunterricht

Erziehungsdepartement des Kantons Schaffhausen (2000): Lehrplan Kanton Schaffhausen; Kindergarten - Primarstufe - Sekundarstufe I; Teil 5. Mensch und Mitwelt

Erziehungsdepartement des Kantons St.Gallen (1997): Lehrplan Volksschule; Fachbereich Mensch und Umwelt, Teilbereich Räume und Zeiten, S. 18ff

Erziehungsdirektion des Kantons Appenzell Ausserrhoden (1996): Lehrplan für die Volksschule des Kantons Appenzell Ausserrhoden; Teil Geographie

Erziehungsdirektion des Kantons Bern (1995): Lehrplan Volksschule; Teil Natur – Mensch – Mitwelt

Erziehungsrat des Kantons Basel Stadt (1993): Lehrplan für die Orientierungsschule; Ergänzungen aus dem Jahr 2002

Lehrmittelverlag des Kantons Thurgau (1996): Lehrplan Oberstufe; Umsetzungshilfen und inhaltliche Anpassungen aus dem Jahr 2003

Lehrplankommission Geographie der Innerschweizer Erziehungsdirektorenkonferenz (1991): Lehrplan Geographie, 7.-9. Schuljahr; Ebikon; revidierte Fassung von 2004, S. 16- 23

Schulamt des Kantons Appenzell Innerrhoden (1997): Lehrplan für die Volksschule, Teil Mensch und Umwelt, Oberstufe

Lehrpläne Gymnasium, Schweiz

Gymnasium Bern-Neufeld (1997): Rahmenlehrplan Geographie

Gymnasien des Kantons St. Gallens (1998): Lehrpläne Geographie

Gymnasium Interlaken, Bern (1997): Lehrplan Geographie

Gymnasium Kirchenfeld, Bern (1997): Lehrplan Geographie für das Wirtschaftsgymnasium

Gymnasium Leonard, Basel (2003): Lehrplan Geographie mit Ergänzungen

Kantonale Maturitätsschule für Erwachsene (1997): Lehrplan

Kantonale Mittelschule Uri, Altdorf (1997): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Baden (1997): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Bäumlihof, Basel (1997): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Büelrain, Winterthur (1997): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Bülach (2000): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Burgdorf, Bern (1997): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Chur (2004): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Enge, Zürich (1997): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Glarus (1997): Lehrplan für das Gymnasium

Kantonsschule Hohe Promenade (1996): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Kollegium Schwyz (1997): Lehrplan Gymnasium

Kantonsschule Kreuzlingen, Thurgau (1997): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Liestal, Baselland (1997): Lehrpläne Geographie für den Kanton Baselland

Kantonsschule Luzern (1997): Lehrpläne für die Geographie

Kantonsschule Obwalden (1997): Lehrpläne Geographie

Kantonsschule Pfäffikon / Nuolen, Schwyz (1997): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Rämibüel, Zürich (1996): Lehrplan Geographie für das Mathematischnaturwissenschaftliche Profil

Kantonsschule Reussbühl, Luzern (1996): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Rychenberg, Winterthur (2003): Lehrpan Geographie

Kantonsschule Schaffhausen (1997): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Solothurn (2002): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Sursee, Luzern (1996): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Trogen, Appenzell Ausserrhoden (1997): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Wetzikon (1996): Fachlehrpläne Geografie

Kantonsschule Wiedikon, Zürich (1997): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Wohlen (1997): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Zug (1997): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Zürich-Oerlikon (1998): Lehrplan Geographie

Kantonsschule Zürich-Riesbach (1997): Lehrplan Geographie

Kollegium Sankt Fidelis, Kantonale Mittelschule Nidwalden, Stans (1999): Lehrplan Geographie

Kollegium Spiritus Sanctus, Brig (1998): Lehrplan Geographie

Neue Kantonsschule Aarau (1996): Lehrplan Geographie

Kursive Jahresangaben: bei zahlreichen Lehrplänen ist keine Jahreszahl ermittelbar. Die Lehrpläne wurden aber aufgrund der MAR, die 1995 in Kraft trat, überarbeitet und es kann davon ausgegangen werden, dass sie aus den Jahren 1996-1998 stammen.

Lehrpläne Gymnasium, Deutschland

Hessisches Kultusministerium: Lehrplan Erdkunde (2003): Gymnasialer Bildungsgang, Jahrgangsstufen 5 bis 13

Ministerium für Kultur, Jugend und Sport des Landes Baden-Württemberg (2001 - 2004): Bildungspläne für das allgemeinbildende Gymnasium im Fach Erdkunde

Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg & Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin (2004): Rahmenlehrplan Geografie

Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein (2002): Lehrplan für die Sekundarstufe II, Gymnasium, Gesamtschule; Erdkunde

Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen (1999): Richtlinien und Lehrpläne für die Sekundarstufe II; Geographie

Sächsisches Ministerium für Kultur (1992, mit Änderungen bis 2001): Lehrplan Geographie für die Mittelschule und das Gymnasium

Senator für Bildung und Wissenschaft Bremen (2001): Rahmenplan für die Sekundarstufe II (gymnasiale Oberstufe); Geographie

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München (1990): Lehrplan für das bayerische Gymnasium; Fachlehrplan für Erdkunde

Thüringer Kultusministerium (1999): Lehrplan für das Gymnasium; Geographie

Anhang

- 1: Fragebogen für die Lehrerbefragung an Gymnasien
- 2: Lehrplan-Analyse
- 3: Qualitative Analyse publizierter Fernerkundungsartikel im Zeitraum von 1995 bis 2005
- 4: Übersicht über die Internetrecherche
- 5: Übersicht über Bilddatenbanken auf dem Internet
- 6: Lehrer-Fragebogen für die Lernaufgaben-Evaluation
- 7: Schüler-Fragebogen des Satellitenbild-Projektes
- 8: Lehrer-Fragebogen des Satellitenbild-Projektes

Anhang 1: Fragebogen für die Lehrerbefragung an Gymnasien

Quelle: Bürgi / Popp / Tachsler / Balzer (2001)

Teil 1: Anga	Vangaben zur Person Name, Vorname:						
Name, Vornan Jahrgang: Telefon, e-ma							
Wieviele Jahre	sind Sie schon im Schuldienst tätig?						
Welche Univer	sität haben Sie besucht?						
Wann erfolgte	ihr Studienabschluss (Jahr)?						
Wann erfolgte	ihr Diplom für das Hohere Lehramt (Jahr)? _						
Nebe	nfächer:						
	reich haben Sie Ihre Diplomarbeit verfasst?						
	Verlauf Ihres Studiums eine Ausbildung in Fe		ing gen	ossen?			
	□ ja □ nein						
Falls	a, in welcher Form?						
	□ Einführung in FEK						
	□ Vertiefungsrichtung FEK□ Übungen und Praktika FEK						
	□ andere:						
	andere.						
Bemerkungen	zum ersten Teil:						
Teil 2: Ferne	rkundung aktuell						
Welche Fachb	ereiche werden in ihrem Unterricht mit welch	er Gewich	tung be	handelt?			
1 = nicht beha					3 = 0	gut beha	ındelt
4 = tiefergehei	nd behandelt 5 = Schwerpur	ktthema					
	Fachbereich Fachbereich	1	2	3	4	5]
	Geologie				-		
	Sozialgeographie						
	Humangeographie						
	Wirtschaftsgeographie						
	Klimatologie						
	Glaziologie						
	Bodengeographie						
	Geomorphologie						
	Vegetationsgeographie						
	Kartographie						
	Geographische Informationssysteme						
	Fernerkundung						
	Andere:						
	Andere:						

Haben Sie in ihrem Unterricht bereits Luft- oder Satellitenbilder eingesetzt?

□ ja

Falls is ins	labara Faabbaraiah?		
Falls ja, in we	Ichem Fachbereich? Geologie		1
	Sozialgeographie		-
	Humangeographie		-
			-
	Wirtschaftsgeographie		-
	Klimatologie		-
	Glaziologie		-
	Bodengeographie		4
	Geomorphologie		4
	Vegetationsgeographie		4
	Kartographie		4
	Geographische Informationssysteme		4
	Fernerkundung		4
	Andere:		-
	Andere:]
Auf welche A	+2		
Aui weiche Ai	zusätzliches Anschauungsmaterial	<u> </u>	1
	Analoge Interpretation		1
	Anhand des Internets		-
			-
	Digitale Interpretation		-
	Andere:		J
Remerkunger	ı zum zweiten Teil:		
Demerkunger	Zum Zweiten Teil		
Teil 3: Fern	erkundung in Zukunft		
In welchen Es	achbereichen können Sie sich vorstellen, S	Satelliten- hzw	Lufthilder einzusetzen?
III WOIGHOIT I	Geologie	Datemen bzw.	
	Sozialgeographie		1
	Humangeographie		1
	Wirtschaftsgeographie		1
	Klimatologie		1
	Glaziologie		-
			-
	Bodengeographie		-
	Geomorphologie		-
	Vegetationsgeographie		-
	Kartographie		4
	Geographische Informationssysteme		4
	Fernerkundung		4
	Andere:		-
	Andere:	l	Î.

Auf welche Art können Sie sich vorstellen, Satelliten-, bzw. Luftbilder in Ihrem Unterricht einzusetzen?

zusätzliches Anschauungsmaterial	
Analoge Interpretation	
Anhand des Internets	
Digitale Interpretation	
Andere:	

Wieviele Stunden könnten Sie für einer Langzeitgymnasium: Kurzzeitgymnasium:	
Wo könnten ihres Erachtens die Vortei	le der Fernerkundung fürs Gymnasium liegen?
Wo die Nachteile? 	
Bemerkungen zum dritten Teil:	

Anhang 2: Lehrplan-Analyse

		1			1																						T	1		
	Kartographie	Raumplanung	Geologie	Rohstoffe, Ressourcen Bodenschätze	Energie	Erdbeben Vulkanismus	Hydrologie, Wetter Klima	Klimaänderung, Treibhauseffekt	Meereskunde	Ernährung, Nahrungsmittelproduktion	Desertifikation	Raumorientierung	Bevölkerung	Migration	Geomorphologie, Glaziologie	Naturgefahren	Landnutzung, Land- und Forstwirtschaft	Siedlungsformne, Siedlungsdichte	Boden	Ökologie, Umweltfragen, Nutzungskonflikte	Landschaftswandel	Entwicklungsländer, Kulturrräume	Handel	Erde als physik. Körper Jahreszeiten Zeitzonen	Vegetationszonen	Wirtschaftsfaktoren, Strukturwandel	Stadtgeographie, Verstädterung	Tourismus	Verkehr, Mobilität	Wasser
D: Nordrhein-Westfalen		х	х	х	х	х		х		х		х	х	Х	х		х	х	х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	x
D: Sachsen				х	х	х	х		Х	х	х	х	х	Х	х	х	х	х		х		х		х	х	х	х		х	
D: Baden-Würtenberg				х		х	х	х	Х	х	х	х	х	Х	х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
D: Bayern	х		х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	х	х		х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
D: Berlin + Brandenburg			х	х	х	х	х		Х	х		х	х		х		х	х	х	х	х			х	х	х	х	х	х	
D: Bremen				х		х	х			х			х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
D: Thüringen		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
D: Hessen		х	х	х		х	х			х	х	х	х	х	х		х		х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	
D: Schleswig-Holstein		х		х				х		х			х	х			х		х	х	х	х	х			х	х		х	х
Sek I CH: Aargau	х	х	х	х	х	х	х		х	х		х	х	х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
Sek I CH: Appenzell IR	х			х	х	х	х			х		х	х		х	х	х	х		х	х	х	х	х	х	х		х	х	
Sek I CH: Appenzell AR	х			х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	
Sek I CH: Bern	х	х	х	х	х	х	х	х	х			х	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х
Sek I CH: Baselland	х	х	х	х	х	х				х	х	х	х		х	х	х	х	х		х	х		х	х	х	х		х	х
Sek I CH: Baselstadt	Х	х		Х	х	х	х			х		х	х		х		х	х		х	х	х		х	х	х	х		х	
Sek I CH: Glarus	х				х	х	х	х	х	х		х	х		х	х	х	х				х	х	х	х	х	х	х	1	
Sek I CH: Graubünden	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	х	х		х	х	х
Sek I CH:Luzern	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
Sek I CH: Nidwalden	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
Sek I CH: Obwalden	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
Sek I CH: St. Gallen	х	х		х	х	х		х	х	х	х	х	х	x	х	x		х	х	х	х	х	х	x	х	x	х	х	х	х
Sek I CH: Solothurn	х	х			х	х	х								х		x				х	х		x	х	x			1	
Sek I CH: Schwyz	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
Sek I CH: Thurgau	х	х		х	х		х					х	х		х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	х	
Sek I CH: Uri	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х			х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
Sek I CH: Wallis	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
Sek I CH: Zug	х			х	х	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
Sek I CH: Zürich	х			х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	
Sek I CH: Schaffhausen	х		х	х	х	х				х		х	х	x	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	<u> </u>	
Gymnasium CH: AG Baden		х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	х	х
CH: AG Neue Kanti Aargau		х	х	x	x	х	х	х		х		х		x	х	x	х	х	х	х	x	х			х	х	х	х	х	х
CH: AG Wohlen	х	х	x	x	x	х	x	х		x	х		x	x	х	x		х		х	x	х	х	х	х	х	х	х	х	
CH: AR Trogen																													.	
CH: BE Burgdorf		х	х	х	х	х	х	х	х	х			х		х	х	х	х		х	х	х	х	х		х	х	х	х	х
CH: BE Interlaken																													<u> </u>	

	Kartographie	Raumplanung	Geologie	Rohstoffe, Ressourcen Bodenschätze	Energie	Erdbeben Vulkanismus	Hydrologie, Wetter Klima	Klimaänderung, Treibhauseffekt	Meereskunde	Ernährung, Nahrungsmittelproduktion	Desertifikation	Raumorientierung	Bevölkerung	Migration	Geomorphologie, Glaziologie	Naturgefahren	Landnutzung, Land- und Forstwirtschaft	Siedlungsformne, Siedlungsdichte	Boden	Ökologie, Umweltfragen, Nutzungskonflikte	Landschaftswandel	Entwicklungsländer, Kulturräume	Handel	Erde als physik. Körper Jahreszeiten Zeitzonen	Vegetationszonen	Wirtschaftsfaktoren, Strukturwandel	Stadtgeographie, Verstädterung	Tourismus	Verkehr, Mobilität	Wasser
CH: BE Kirchenfeld		x	v				x				х		v	v	x			x		v	v	v			v	v	v		x	
CH: BE Kirchenfeld Lit.Gym		X	x		х		X			х	^		X	X	^		x	x	×	×	×	x	х	×	×	X	×		×	v
CH: BE Neufeld		^	^		^		^			^			^	^			_^_		^	^	^	^	^	^	^	^	^			
CH: BL: nur x LP		x	×	×	×		x	×		x			x	×	×		×	×	×	x	x	x	×		×	v	x	x		
CH: BS Bäumlihof		X	X	X	^	x	^	^	х	^		x	X	×	×		x	x	^	x	×	x	x	x	^	x	x	x	x	
CH: BS Leonhard		^	^	^		^			^			^	^	^	^		_^_			^	^	^	^	^		^	^	^		
CH: GL Glarus	Х	Х	×	x	x	x	х	×		x	x	x	x	x	×		×	×		x	x	x	Х	×	×	×	x	x	×	×
CH: GR Chur	X	X	×	x	x	×	X	×		x		X	X	X	x		×	x	×	×	×	×	X	×	×	X	×	x	×	x
CH: LU Luzern	X		x	x		x	X	x	×	x	х	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
CH: LU Reussbühl	х	х	x	x	×	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
CH: LU Sursee	х	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
CH: NW Stans	Х	х	X	X	X	X	X	х	х	Х		X	X	X			х	х		х		х	х	X	х	х	x			
CH: OB Sarnen		х	х	х		х	х		х	х	х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	х	х
CH: SG nur x Lehrplan	х	х	х	х		х	х	х				х	х	х	х		х	х	х	х	х	х		х	х		х		х	х
CH: SH Schaffhausen																														
CH: SO Solothurn	х	х	х			х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х
CH: SZ Pfäffikon /Nuolen	х		х	х	х	х	х				х	х	х	х	х		х	х	х	х		х	х	х	х	х	х			х
CH: SZ Schwyz		х	х	х	х		х	х	х	х	х		х		х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х
CH: TG Kreuzlingen	х		х	Х		х	х			х		х	х		х			х				х		х	х	х	х			х
CH: UR Altdorf	х			х		х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х
CH: VS Brig	х	х	х	х		х	х	х		х		х	х			х				х		х		х	х	х		х		
CH: ZG Zug	х	х	х	х		х	х	х	х	х		х	х	х	х		х		х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х
CH: ZH Bülach	х		х	х		х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х			х		х		х	х	х		х	х	х
CH: ZH Enge	х		х	х	х	х	х	х		х	х	х	х		х	х	х	х	х	х		х		х	х		х			х
CH: ZH Hohe Promenade	х		х	х		х	х	х	х	х	х	х	х		х			х		х		х		х	х	х	х			х
CH: ZH KME	х		х	х			х					х									х	х		х	х	х				
CH: ZH MNG Rämibühl	х		х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х			х	х		х	х	х	х			х	х	
CH: ZH Oerlikon				х																	х									
CH: ZH Riesbach	х			х	х	х	х	х		х	х	х	х	х	х	х		х	х	х		х	х	х	х	х	х	х	х	
CH: ZH Wetzikon	х		х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х		х	х	х		х	х	х
CH: ZH Wiedikon	х	х	х	x	x	х	х	х	х		х	х	х	x	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
CH: ZH Winterthur Büelrain			х	х	х	х	х			х		х	х	х	х		х	х			х	х	х	х	х	х	х	х	х	\perp
CH: ZH Winterthur Rychenberg	х		х	х			х	х	Х	х		х	х	х				х			х	х	х	х	х				х	\perp
																														\perp
Total Nennungen	44	38	42	58	41	54	56	39	36	53	36	53	59	41	56	35	52	45	40	55	50	61	42	57	59	58	51	44	51	40

Anhang 3: Qualitative Analyse publizierter Fernerkundungsartikel im Zeitraum von 1995 bis 2005

							Zeitdauer	Zeitdauer			
Nr.	Thema	Publikation	Bildart	Lehrplaneinbindung	Schüleraktivität	Vorwissen	Bearbeitung	Einarbeitung	Weitere Medien	Komplexität	Bemerkungen
1	Vom Dorf zur City; Bebauungstypen	Bundesamt für Landestopografie, 1998	Echtfarben	ja, Stadtwandel	konkret ausformu- liert vorhanden	nicht nötig	2-3h	Normal	Kartenreihen, Tabelle	normal	gut
-	Debaudingstypen	destopograne, 1990	Lentialben	Stautwariuei	nert vornanden	Hichtholig	2-311	Normal	Tabelle	Homai	nur für fachwissen-
	Shuttle Radar Topo-	Geographie	Radarbilder, ver-	(evtl. Stadtgeo-							schaftliche Weiter-
2	graphie Mission	aktuell 2002	schiedener Städte	graphie)	-	Radar	-	sehr hoch	-	sehr hoch	bildung
3	Die Erde bei Nacht	geographie heute 1996	s-w, sehr schlechtes Bild	ia	gering	nichts Besonderes	30min - 1h	gering	Atlas	gering	Einführung vorhan- den, ok
5	Die Lide bei Nacht	1330	Bild	Ja	gening	Describeres	301111111111	gening	Atlas, messen,	gening	den, ok
									Schulbuch, Grafik,		
1	Wüstenforscher Sahara	geographie heute 1996	Farbbild A4	io	konkret ausformu- liert vorhanden	nichts Besonderes	1-2h	normal	Skizze, Klimadia-	normal	aut.
4	Sallala	1990	raibbiiu A4	ja	nen vomanden	Describeres	1-211	normal	gramm	normal	gut
	ISIS: Datenfern-	geographie heute			keine	komplex, da Daten-					für Schule eine
5	übertragung	1996	kein Bild	nein	Aufträge	bank	Projektunterricht	sehr hoch	Computer, Software	sehr hoch	Projektidee
	Full bloom in	a a a a a a a a a a a a a a a a a a a	Faultianan aait	hadiaat a.u. ühaa	gutes Bildlesen,	rel. komplexe Einar-			Alton Klimodia	hash viala Tinna für	
6	Frühling in Europa	geographie heute 1996	Farbkomposit, Echtfarben	bedingt,nur über Jahreszeiten	aber anspruchsvoll, stark kognitiv	beitung ins Bildwissen	1-2h	hoch	Altas, Klimadia- gramm	hoch, viele Tipps für Schüler nötig	ok
	24.004		bearbeitetes Bild	0400_01.01.	- otani nogimi				g.c	Contaion noting	
	Wüsten der	geographie heute	RGB und Falsch-		keine Aufträge expli-	Phytoplankton und					eher wissenschaft-
7	Meere	1996	farben	nein, Randthema	zit formuliert	dessen Abbildung	unklar	hoch	-	hoch	lich orientiert
					gut, eher für Klas- senunterricht ge-						
	Geest und Marsch	geographie heute	Landsat farbig, Echt-		plant, keine klaren				Karten, Skizzen,		
8	erkennen	1996	farben	Landschafts-muster	Aufträge	nur inhaltlich	unklar	normal bis hoch	Diagramme	normal bis hoch	keine Aufträge
					nur Empfehlungen,						
_	Schiffe zählen im	geographie heute	Radarbild recht gut		wenig konkret, aber				Tabelle, Photo,		
9	Hafen Hongkong	1996	verständlich	Randthema	möglich	Radar	1h	hoch	Skizze	hoch	ok
10	Wüstenklima mit Meteosat	geographie heute 1996	Meteosat s-w, VIS, IR	ia	sehr komplex, nur kognitiv	IR, VIS-Werte- darstellung im Bild	1-2h	hoch	nur Bilder	hoch, aber reizvoll	gut für Lehrer für Verständnis
	motoooat	geographie heute	Falsch- und Echtfar-		entdeckendes	Jahreszeiten, Wol-	. 411	1.5011	nai biidoi	110011, 4001 10124011	, orotarianio
11	Jahreszeiten	2005	ben, s-w	ja	Lernen	kenarten	1-2h	normal	Modell, Internet	gut, normal	gut
									Klimadiagramm,		
10	Arologo	geographie heute	s-w, Echt -und	io Ökologia	io grana	nur inhaltligh	246	normal	Rollenspiel, Mind-	normal numbers	Cut
12	Aralsee	2005	Falschfarbenbild	ja, Ökologie	ja, gross	nur inhaltlich	2-4 h	normal	map	normal, nur Inhalt	Gut
	Tiefdruckgebiete Tropisch-	geographie heute						anspruchsvoll, eher	Karte, Skizze, Dia- gramm, Vortrag,		gut, etwas hochste-
13	aussertropisch	2005	s-w, Bildmontage	ja	stark kognitiv	nur inhaltlich	2-4h	hoch	Graphik	eher anspruchsvoll	hend
	vom Stadtrand zur	geographie heute	s-w, Bildpaar, Zeit-	:- 04-44 1:	hh	Dildictors (C	Ol-		Photos, Karte, Skiz-	ah an haab	
14	Edge City	2005	reihe	ja, Stadt-geographie	noch	Bildinterpretation	2h	normal	ze, Tabelle	eher hoch	gut, spannend

							Zeitdauer	Zeitdauer Einarbei-			
Nr.	Thema	Publikation	Bildart	Lehrplaneinbindung	Schüleraktivität	Vorwissen	Bearbeitung	tung	Weitere Medien	Komplexität	Bemerkungen
15	Entdeckendes Ler- nen mit Satellitenbildern	geographie heute 2005	-	nicht explizit, nur methodisch	hoch, Projektunter- richt	Grundlagen FE rel. detailliert	Projektunterricht	Leicht höher als normal	Internet, Text	eher hoch	gut, FE-Grundlagen
16	Sachsen von oben	geographie heute, 2005	Farbbild	Landschafts- merkmale	ja	Daten um Bild zu verstehen	3-4h	Leicht höher als normal	Karten, Skizze, Legende	normal	gut
17	Globale Umwelt- messung	geographie heute, 2005	S-W	nein	ja, Feldarbeit	Grundlagenver- ständnis nicht schwierig	Projektunterricht	hoch, zeitaufwändig	Feldarbeit, Internet	eher hoch	Einf. FE vorhanden im Heft
18	Meeresoberflächen- temperatur & Vege- tations-index mit NOAA-AVHRR	Geographie und Schule, 1996	Falschfarbenbild	-	-	AVHRR, Kanäle, NDVI, MCSST, Formeln	-	rel. lange, aber möglich; Vorwissen nützlich	-	sehr hoch	Einf. In FE vorhan- den, Einarbeitung für Lehrer möglich
19	Überwachung der EU-Agrarsubven- tionen aus dem Weltraum	Geographie und Schule, 1996	Bildauszug aus einem GIS; Falsch- farben	als Randthema möglich, nicht expli- zit	-	Daten über Landsat, Kanäle, Korrekturen (Geometrisch & radiometrisch)	-	Komplex, Bild ist nicht zu ver-stehen, keine Bilderklärung	Texte	sehr hoch	Einführung FE vor- handen, Einarbei- tung für Lehrer mög- lich
20	Überprüfung KKW Greifswald	Geographie und Schule, 1996	RGK & bearbeitetes Thermalbild, Falsch- farben	Umweltfragen Energie, rel. anspruchsvoll (Sek II)	klare Aufträge, sehr gut, aber sehr schwierig und physi- kalisch	Landsat-funktionen, Wär-mekoeffizient, Codes Farb-gebung	rel. Lange, vor- gängige Einar- beitung und Nach- besprechung nötig (4h)	anspruchsvoll	Graphik, Texte, Tabellen, Atlas, Zahlenwert-tabelle für Bildcodierung	sehr hoch	geeignet für Projekt
21	FE & GIS- Anwendungen aus Mittelmeerraum	Geographie und Schule, 2002	Zeitreihen	am Rand	-	GIS; Computerda- tenintegration	-	sehr hoch	GIS, Computer	sehr hoch	nur für Einarbeitung geeignet
22	Analyse von Um- weltveränderungen	Geographie und Schule, 2005	s-w, versch. Auflö- sungen	nein, Artikel ist Auf- hänger für Einfüh- rung FE	-	Auflösung Spektrum, Satelliten-systeme	-	aufwändig	-	anspruchsvoll	Grundlage FE und Einarbeitung für Lehrer möglich
23	Flughafen Düsseldorf	Geographie und Schule, 2005	s-w, Zeitreihe	Verkehr, komplexes Problem (ja, Wirt- schaft)	gut, verschiedene Aufträge	Bild ist von eher untergeordneter Bedeutung	2-4 h	normal	Text, Karte, Rollen- spiel, Graphik, Plan	normal, gut, eher einfach	gut
24	Braunkohleabbau Köln	Geographie und Schule, 2005	s-w, Landsat, Echt- farbenbild	Geologie, Rohstoff- nutzung, Energie - ja	keine Aufträge, geringe Schülerakti- vität	nur inhaltlich	2-3h	normal	Text, Mindmap	einfach, gut	gut, allerdings didak- tisch nichts Beson- deres
25	Dhünntalsperre Trinkwasser	Geographie und Schule, 2005	Echtfarben, s-w, versch. Mass- stäbe	Wasser, Energie	nur kognitiv, keine Tätigkeit, wenig Bildarbeit	nur inhaltlich	2-3h	normal	Tabelle, Skizze, Graphik, Miindmap	gut	gut, allerdings didak- tisch nichts Beson- deres
26	Radarfernerkundung der Antarktis	Geographische Rundschau 1998	Radarbild; Unter- schiede erkennbar, schwierige Deutung	eher untergeordnet	-	Radar, Phasen, Methoden	-	sehr gross	Karten, Interferogramm	sehr hoch	Einarbeitung für Lehrer
27		Geographische Rundschau 1998	Radarbilder roh, bearbeitet und Farbe		-	Radar, Speckle, Filter, Streuung	-	gute Einführung, aber komplex	Karte, Photos	sehr hoch	Einarbeitung für Lehrer gut, da LP- Bezug
28	Satellitendaten für Natur- und Arten- schutz (Mecklenbur- ger Seenplatte)	Geographische Rundschau 1998	Falschfarbenbild	Umweltfrage; in diesem Sinn Rand- thema Landbede- ckungs-klassifikation	-	digitale Bildverarbeitung, Strukturanalyse	-	ok, normal	Tabelle	technisch schwierig, inhaltlich ok	v.a. Bericht für Leh- rer aus Forschung, keine Umsetzung
29	Analyse des Stadtklimas	Geographische Rundschau 1998	IR-Bilder, Rasterbilder	Randthema	-	Strahlungsbilanz, Albedo, Boltzmann- konstante, Intersola- tionen	-	klimat. Grund-lagen nützlich, eher wis- sen-schaftlich orien- tiert, sonst ok	Karte, Tabellen, Datenprofile	abgesehen von wirtschaftlicher Ori- entierung ok	nice to know für Lehrer

							Zeitdauer	Zeitdauer			
Nr.	Thema	Publikation	Bildart	Lehrplaneinbindung	Schüleraktivität	Vorwissen	Bearbeitung	Zeitdauer Einarbeitung	Weitere Medien	Komplexität	Bemerkungen
30	Modellierung von Schneeschmelzab- fluss und Klima- szenarien	Geographische Rundschau 1998	1 Bild Echtfarben, Rest Grafiken	nein	-	Klassierungs- methoden, GIS; Modellierung	-	ok, normal	Diagramme	ok, (GIS; Basiswissen FE)	für Lehrer
31	Frostschäden an landwirtschaftlichen Kulturen	Geographische Rundschau 1998	Falschfarben-IR	-	-	Bildauswertung NDVI	-	ok	Landnutzungs- karten, NDVI-Karten, Diagramme	normal, aber Wissenschafts- orientierung	für Lehrer
32	Landschaftsmasse für Umwelt- forschung	Geographische Rundschau 1998	TM-Falschfarben IR	-	-	Formeln, Klassifizie- rungs-methoden	-	differenziert, hohes Niveau	Querprofil, Dia- gramme	hoch	für Lehrer und Wis- senschaft
33	Auswertung multi- spektraler FE-Daten	Geographische Rundschau 1998	IR, s-w, Falschfar- ben	-	-	FE-Wissen über Grundlagen hinaus	-	Wissenschafts- bericht, gute Weiter- bildung	Diagramm, Schema, Photo	hoch	für Lehrer zum Wis- sensaufbau
34	Lokalisierung Brandherde Kilimandscharo	Geographische Rundschau 1998	Mischbild aus 1,2,5 und Rotcodierung	wäre da, Artikel bezieht sich aber nicht drauf	-	Bild nur Illustration, Spektraleigenschaf- ten, Streuung, FE- Grundlagen	-	nur 1 Seite, sehr komplex	-	hoch	für Lehrer zum Wis- sensaufbau
35	Satellitenbild- gestützte Bevölke- rungsstatistik	Geographische Rundschau, 1997	hochauflösend	ja, gute Idee	-	_	-	hoch	_	hoch, für Wissen- schaft	nur Einführung in Fachwissen-schaft
	Radar bei Natur- katastrophen	PGM 2001	Radar	ja, Katastrophen	-	Radar	-	sehr hoch	-	sehr hoch	für Lehrer, nur Wis- senschaft
37	Hydrologische Mo- dellent-wicklung	PGM 2003	Daten für Fläche	nein	-	sehr komplex und hochwissenschaft- lich	-	sehr hoch	Computersimu-lation	sehr hoch	nur für Wissenschaft
38	Thermalbilder im Unterricht	Praxis Geographie 2002	Daten, Thermalbild auf CD	Atmosphäre, Albedo, Strahlung	keine Aufgabe explizit erwähnt	Wärmekoeffizient, GIS, Computerar- beit, digitale Bildbe- arbeitung	etwa 4-6 h, sehr komplex und viel- schichtig	aufwändig (CD, einlesen, ausprobie- ren)	Radiometer, Exkursion, Computer	sehr hoch	gut für Projektarbeit
39	Hochwasser- erfassung	Praxis Geographie 2002	Radar, Landsat, IR, Falschfarben (auf CD)	ja	komplex, mit Einfüh- rung möglich; viele Fragen, wenig Akti- vität	Absorption, Radar, nicht trivial, hydrolo- gische Modelle	2-4 h	anspruchsvoll	Texte	Für Sek II geeignet, sonst zu anspruchs- voll	ok, aber wenig kreativ
40	Regenwald- überwachung	Praxis Geographie 2003	IR-Falschfarben CD	ja	möglich, aber auch geführt anspruchs- voll	nicht extrem	eher aufwändig, 2-4 h	normal	Text, Tabelle, Gra- phik, Kartenskizzen	Sek II ok, normal bis schwierig	guter Auftrag
41	Urbanes Wachstum in Phoenix	Praxis Geographie 2003	RGB, aber auch Falschfarben; MSS 4,3,2 und ETM 4,5,3	ja	gut, überschaubare Aufträge, klar	nicht extrem	gut, 2h	normal	Klimadiagramm, Atlas, Karte, Dia- gramm	Sek II, gut	Gut
42	Yangtsee im Satellitenbild	Praxis Geographie 2003	vis, s-w	ja	gut, kartieren, mes- sen	Interpretation nicht trivial, sonst ok	2h, gut	normal	Internet, Atlas, Kar- te, Photo	Anspruchsvoll, aber gut	Gut
43	Luftbild & GIS, Landschaftspark Duisburg	Praxis Geographie 2003	keine	eher Randthema	nur digital, keine expliziten Aufträge	hohes technisches Verständnis (GIS): Programme und Infrastruktur	sehr viel, keine kla- ren Aufträge	sehr gross	Computer, GIS	sehr hoch, an- spruchsvoll	Projektarbeit
44	Precision Farming	Praxis Geographie 2003	-	eher Randthema, aber Aktualität	keine explizite Bild- arbeit	eher Grundlagen der FE; aber keine Ar- beit mit Bild	2h	normal	Texte, Graphik, kein Bild	Für Sek II geeignet, sonst zu anspruchs- voll	gibt wenig her, aber ok
45- 53	9 Artikel	PGM Klett 2000	- Lehrplaneinbindung über: El Nino, Bodenwasserressourcen in Afrika, Atmosphäre, Precision Farming - ohne Lehrplanbezug: NOAA-Daten, GIS Im Kosovo, FE-Methoden, Vegetationsklassifikation, Landsat-Dateninterpretation - alle Artikel für Einarbeitung von Lehrern geeignet, für Schule nicht - Einarbeitung sehr anspruchsvoll								

Nr.	Thema	Publikation	Bildart	Lehrplaneinbindung	Schüleraktivität	Vorwissen	Zeitdauer Bearbeitung	Zeitdauer Einarbeitung	Weitere Medien	Komplexität	Bemerkungen
54- 57	Europa in der Welt: Erde, Relief, Tekto- nik, Globale Zirkula- tion	Satellitenbilder im Unterricht, Ordner 1998	Echtfarben-mosaik	ja	Fragen kognitiv	hält sich in Grenzen	3-4h pro Bild, rel. lange Sequenzen	normal, aufwändig, weil viele Informati- onen, sehr dicht	Kartenskizze, Atlas, Graphik	sehr hoch, weil viel und detailliert	Einführung vorhan- den, gute Literatur- hilfen und didakti- sche Unterstützung
58- 62	Klima und Wetter- phänomene	Satellitenbilder im Unterricht, Ordner 1998	Echtfarben, Falsch- farben, TIR-Bild	ja, z.T. stark im Randbereich	nur kognitiv, viele Skizzen vorgegeben	ok, anspruchsvolle Interpretation	2-3 h pro Bild	normal, aufwändig, weil viele Informati- onen, sehr dicht	Skizze, Tabelle, Diagrame	sehr schwieriges Thema	Einführung vorhan- den, gute Literatur- hilfen und didakti- sche Unterstützung
63- 72	Typenlandschaft und Wirtschafts-räume Europas	Satellitenbilder im Unterricht, Ordner 1998	Echtfarben, Falsch- farben, IR, z.T. schwierige Bilder	ja	stark kognitiv, ver- einzelt Profilzeich- nungen	sehr wissenschaftli- che Graphiken, komplex	2-3 h pro Bild	eher aufwändig, alles zu lesen	Texte, Profile, Skiz- zen,	hoch, auch durch vorge-gebene Skiz- zen	grundsätzlich gut, aber sehr an- spruchsvoll
73- 78	Umweltgefährdung in Europa	Satellitenbilder im Unterricht, Ordner 1998	Radar, Echt- und Falschfarben, TIR	ja	stark kognitiv, ver- einzelt Profilzeich- nungen	IR, Rot, Strahlung, Ekmann-Konstante	2-3 h pro Bild	eher aufwändig, alles zu lesen	Altas, Texte, Profil, Skizzen,	hoch, auch durch vorge-gebene Skiz- zen	grundsätzlich gut, aber sehr an- spruchsvoll
79- 85	Verflechtungen und Vergleiche in der Welt (Mexico, Fe- rien, Pinatubo, Aral- see)	Satellitenbilder im Unterricht, Ordner 1998	3-D-Modelle	ja, eher Randthe- men	stark kognitiv, ver- einzelt Profilzeich- nungen	z.T. nötig für Bild- verständnis	2-3 h pro Bild	relativ hoch	Materialsamm-lung orientiert sich eher an Wissenschaft	sehr komplex	sicher nur für SEK II obere Klassen

Begriffserklärungen:

Schüleraktivität: gut = Für die Schüler-/innen existieren sinnvolle Aufträge, die sie weitgehend selbständig bearbeiten können. Die Aufgaben wirken spannend und lehrreich.

möglich = Die Lehrperson kann aus den Informationen eigene Aufträge ableiten, explizit existieren sie aber nicht.

Zeitdauer Einarbeitung: normal = Der Aufwand zur Lektionsvorbereitung für die Lehrperson ist vergleichbar mit derjenigen von anderen Themen.

sehr hoch = Der Aufwand ist mehrfach grösser, als für eine "normale" Unterrichtsvorbereitung zu erwarten ist.

Komplexität: normal = Die Aufgabe kann von den meisten Schüler-/innen, so wie sie formuliert ist, gelöst werden.

gering = Die Aufgabe ist nicht sehr anspruchsvoll und eher als leicht einzustufen.

hoch = Die Aufgabe wird von den meisten Schüler-/innen nicht ohne Hilfe zu lösen sein.

Anhang 4: Übersicht über die Internetrecherche

	Bildung		Swiss-		Lehrer			Deut- scher Bildungs server	Total
	Online	Google	Educ	Zebis.ch	online	ZUM.de	Klett	Server	Total
Fachartikel	9						3	103	115
Literatur (Buch- tipp, CD, Link, Video)	3	16	2	1	1			39	62
Weltraum, GPS, Satellitentechnik, Raketen	15			1	1		1	92	110
Bilder, Bilddaten- banken	6	1	4		1		15	6	33
Artikel mit Schul- bezug, Aufgaben	14	4	1		6	1		55	81
leer, doppelt, toter Link		51	7	1	49		23	102	233
Diverses (Projekte, Berufe, Kurse)	6	7				1	12	37	63
Tutorials		1			1	1	6		9
		1	1	1				ı	
TOTAL	53	80	14	3	59	3	60	434	706

Anhang 5: Übersicht über Internet-Bilddatenbanken

Stand 10.12.2006

Naturkatastrophen

http://www.geosource.ac.uk/hazards/images.html

- Bilder zu Dürre, Vulkanismus, Erdbeben, Hochwasser, Massenbewegungen, Sturm, Tornado, Feuer; pro Thema etwa 20 Bilder oder mehr
- Bilder nur mit Titel und Datum des Ereignis, ohne zusätzlichen Kommentare
- zuweilen zwei Bilder als Vergleich vorher nachher

http://www.spaceimaging.com/gallery/hurricane2004/default.htm

- schöne Hurrikan-Bilder aus dem Jahr 2004, sehr gut räumlich aufgelöst
- immer 2 Bilder: vorher, nachher
- weitere Themen der Gallerien: Strike Afghanistan, Mt. Everest

http://meso.gsfc.nasa.gov/rsd/images/

- Satellitenbilder zu Hurrikans und teilweise zu weiteren Naturkatastrophen

http://rapidfire.sci.gsfs.nasa.gov/gallery

- Sehr viele Bilder zu Naturkatastrophen
- Viele Aufnahmen, direkt nach dem Ereignis aufgenommen

http://www.zki.caf.dlr.de/intro de.html

- Krisenzentrum bei Naturkatastrophen des DLR
- Hochaktuelle Bilder bei Naturkatastrophen mit Informationstexten, auch von Ereignissen, die zurück liegen

http://www.mfb-geo.com/menu_d/mfb_d.html?locus=http://www.mfb-geo.com/lev1/satdat_5_d.html

- Umweltprojekte kurz vorgestellt
- Hochwasser, Bewässerung, Aralsee

siehe auch Bildarchiv SPOT zum Thema Naturkatastrophen

Länder-Archiv

http://www.geosource.ac.uk/worldguide/satellite.html

- Bilder zu verschiedenen Themen, sortiert nach Ländern
- gesucht werden kann zu jedem Land, zwischen 1 bis 70 Bilder pro Land / Region
- in der Regel Landschaftsbilder, zum Teil bearbeitet
- Bilder kommen aus anderen Datenbanken, wie NASA, Visible Earth, ISS EarthKAM und Astronauten.Bildern
- auf der gleichen Seite gibt es auch Weltkarten

http://www.hi.is/~oi/satellite_photos.htm

- Satellitenbilder von Island und den Polarregionen

Städte

http://www.geosource.ac.uk/worldguide/cities.html

- Bilder zu Städten: einzelne Stadt muss angewählt werden, dann kann nach weiteren Bildern zur entsprechenden Stadt gesucht werden

http://spaceimaging.com/gallery/international/

- Ikonos-Bilder von Städten: Peking, Kairo, Manhatten, Rom, Sanaa, San Franzisco, Santorini, Sapporo, Taipeh, Tokyo
- kurzer Hinweis zu Bilddaten und Datum

http://earth.esa.int/showcase/landsat/

- Städtevergleiche von Landsatbildern, anlässlich 20 Jahre Landsat-5
- immer mit erklärenden Texten
- sehr gute Bildauflösung

http://geology.com/satellite/cities

- Bilder von amerikanischen Städten

http://www.ldeo.columbia.edu/~small/Urban/Urban_Landsat/index.htm

- Archiv von Landsat Bildern zu verschiedenen Orten, Städten, Regionen

Umfassende Bildarchive

http://www.teledet.com.uy/satellite-images.htm

- verschiedene Landsatbilder
- gute Aufnahmen von Südamerika

http://www.spaceimaging.com/gallery/ioweek/archive/06-01-29/index.htm

- Ikonos-Bilder: Image of the week
- Bilder in verschiedenen Auflösungen vorhanden, sehr gut und detailliert
- kurze ergänzende Texte (in englisch) dazu

http://caf.dlr.de/caf/satellitendaten/missionen/ikonos/

- Bilder von Ikonos auf DLR Seite
- Informationen zu den Bildern; Bilder in verschiedenen Auflösungen

http://www.esa.int/esaEO/SEM9UELY17E_index_0.html

- ESA-Bilder: Image of the week
- Jedes Bild mit Datum und längerem Kommentar, zu verschiedenen Themen
- in verschiedenen Auflösungen erhältlich; Bilder von diversen Satelliten

http://www.spotimage.fr/html/ 62 .phzp

- Bildgalerie von SPOT-Bildern, in verschiedenen Auflösungen und zu verschiedenen Themen, bzw. Regionen erhältlich
- Jedes Bild hat Werbekommentar des Spotimage drauf
- keine Erklärungen zu den Bildern, dafür umfassende Suche nach Kontinent, Bild, Produkt

http://www.spot.com/html/SICORP/_401_473_474_.php

- Bildgalerie von SPOT: Image of the month
- hervorragende Bilder zu Überflutung Camarque, Feuer in Südeuropa und Dubai-Küste

http://visibleearth.nasa.gov/

- Bildarchiv der NASA, Startpage
- umfassende Suche möglich nach Themen, Regionen, Satelliten, Sensoren
- Informationstext zu jedem Bild

http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images_index.php3

- sehr vielfältige Datenbank mit 238 Seiten à etwa 9 Bildern, z.T. sind Bilder beschriftet
- zu jedem Bild ausführliche Informationen vorhanden

http://www.satimagingcorp.com/gallery/html

- ausgewählte exemplarische Bilder von allen Satelliten
- sehr gute Auflösung, hervorragendes Bildmaterial, Auswahl etwas zufällig
- keine Bildinformationen vorhanden

http://www.susannealbers.de/07/technik-satellit.html

- Bildsammlung privat, aber recht hübsch
- z.T. mit Kommentaren, interessante Bilder quer durch alle Themen oder Regionen
- brauchbar als Download für Bilder

http://www.caf.dlr.de/caf/satellitendaten/bildgalerie/

- verschiedene ästhetisch schöne Bilder, Auswahl
- ohne Informationen, aber mit Quellenangaben

http://earth.esa.int/earthimages/

- Drehende Erde, auf der man einen Kontinent anwählen kann, dann werden verfügbare Bilder aufgelistet
- Bilder von Envisat zu allen Themen, aber relativ unübersichtlich

http://observe.arc.nasa.gov/nasa/gallery/world/new_world/new_world1.html

- einige Landsat Bilder mit Aufnahmedaten
- nicht besonders gross, aber gute Ausschnitte

http://www.digitalglobe.com/sample_imagery.shtml

- 98 Bildersammlung von Quickbird, hoch aufgelöst
- kurzer Kommentar zum Bild und den Bilddaten
- Sammlung kreuz und guer durch alle Themen hindurch

http://edcwww.cr.usgs.gov/earthshots/slow/tableofcontents

- Bilder im Zeitreihenvergleich der USGS; Auflösung und Bildgrösse nicht besonders gut
- sehr vielseitige Themen: Landwirtschaft, Städte, Wüste, Naturkatastrophen, Wälder, Geologie, Wasser. Wildlife
- alles mit ausführlichen Kommentaren und Karten

http://landsat.gsfc.nasa.gov/main/images.html

- Landsatbilder, nicht besonders gross oder gute Auswahl, aber immerhin
- auch Bilder des Satelliten vorhanden

http://www.npoc.nl/EN-version/gallery/index.html

- Bilder über verschiedene Sensoren: dazu muss auf die entsprechenden Aufzählungen geklickt werden: panchromatisch, multispektral und Radar-Bilder, dann aber auch Beispiele von wirklich guten Seiten
- kleine Auswahl, kurze Informationen dazu

http://www.geog.ucsb.edu/~jeff/wallpaper2/page.html

- 4 x 44 traumhafte Bilder zu ganz verschiedenen Themen
- sehr gute Auflösung, Informationen zum Region und dem Datum und dem Satelliten

http://www.erdsicht.de/

- Datenbank zum Suchen von Satellitenbildern zu verschiedenen Themen mit Hilfe von Stichworten; es sind Radar-, Luft- und Satellitenbilder aufrufbar
- Themen: Ereignisse (sehr gut), Deutschland, International, Wetter, Umwelt, Sammlungen und Sonstiges
- die Bilder verweisen auch auf andere Websiten, gute Informationsquelle

http://www.sat.dundee.ac.uk/interesting.html

- umfangreiche Datenbank, auch mit Radarbildern, thematisch gruppiert
- gute Auflösungen, Kommentare zu den Bildern vorhanden

http://eol.jsc.nasa.gov/sseop/clickmap

- Weltkarte mit Wahl des Ausschnittes, dann riesige Sammlung an Bildern mit Daten
- unter http://eol.jsc.nasa.gov/ gibt es noch mehr Bilder (auch zu Bilder der Woche)

http://www.science-softcon.de/best-of-archiv.thm

- Bildersammlung "Bilder des Jahres"
- nicht alle besonders gross, aber sehr hübsch

http://www.erdkunde-medien.de/Fotofolien/Luftbilder/luftbilder.html

- einzige Sammlung von Luftbildern
- relativ wenig aber hübsch

http://www.euromap.de/sampels/exam_450.thml

- schöne Bildsammlung, mit Informationen
- in verschiedenen Auflösungen

http://www.satimagingcorp.com/gallery-quickbird.html

- Bildersammlung von Quickbird
- von Startseite weiter nach unten scollen, dann erscheinen viele Bilder

http://earth.jsc.nasa.gov/sseop/efs/

- Sammlung auch mit Weltkarte zum Draufklicken
- Suche in verschiedenen Kategorien wie Stadt, Landschaften, Menschen, Wetter, distinctive features, etc.

http://www.nz.dlr.de/moms2p/best_of97/begin.htm

- gute relativ grosse Auswahl, keine schlechte Auflösung

http://erg.usgs.gov/isb/pubs/booklets/aerial/aerial.html#Satellite

- Datensammlung zu USGS mit enorm vielen Bildern
- etwas unüberschaubar, aber einiges an Material vorhanden, auch Radar, etc.

http://www.geo.ulg.ac.be/edusat/de/spot/spot-demo/spotdemo.htm

- Sammlung von Spot-Bildern ohne Bildwerbung
- relativ schöne Aufnahmen, gute Auflösung

http://svs.gsfc.nasa.gov/Gallery/index.html

- Galerie von bewegten Bildern und Animationen
- Bilder zu allen möglichen Satelliten

http://www.osei.noaa.gov/

- Bilder zu verschiedenen Aktivitäten auf der Erde
- Bilder sind in der Regel bearbeitet

http://www.eorc.jaxa.jp/en/index.html

- Bilder von japanischen Satelliten
- Umfassendes Archiv zu verschiedenen Themen

http://www.na.unep.net/OnePlanetManyPeople/images.php

- Bilder zum passenden Buch zum freien Download
- Zeitvergleiche sind hier erhältlich, gratis
- hochaufgelöste Bilder downloaden dauert sehr lange, Qualität ist gut
- z.T. mit Masstabsangaben und Beschriftungen

http://asterweb.jpl.nasa.gov/

- Galerie von sehr guten Überblicksbildern
- kategorisiert in verschiedenen Bereichen

http://www.esri.com/events/uc/results/where.html

- verschiedene Bilder mit guter Auflösung von ESRI
- Quickbird-Aufnahmen

Radarbilder

http://iftm.uni-hamburg.de/~wwwrs/sirc-xsar/images.html

- etwas komische Datenbank, aber gute Radarbilder zu verschiedenen Themen

http://southport.jpl.nasa.gov/

- Sammlung von ausgewählten Radarbildern mit Kommentaren
- Bilder auch im Reihenvergleich, z.T. analysiert

Grundlagen der Erde

http://www.fourmilab.ch/cgi-bin/uncgi/Earth/action?opt=-p

- Bilder der ganzen Erde mit Erdschatten zu verschiedenen Zeitpunkten
- Aufgerufen wird immer das aktuelle Bild: ist die Erde beleuchtet, wo ist Nacht; weitere Einstellungen k\u00f6nnen vorgenommen werden (z.B. mit Wolken, als Topographische Karte, IR-Bild, etc.)

Wetter und Klima

http://www.eumetsat.int/idcplg?ldcService=SS GET PAGE&nodeld=95&l=en

- Meteosat-Bilder in verschiedenen Archiven: vom Tag, Gallerie, Historische Bilder, Animationen, PR Bilder, etc.
- Bilder von Meteosat 5,7 und 8

http://www.dlr.de/caf/aktuelles/aktuelle-satellitenbilder/europawetter.tvprodukte

- aktuelle Wetterbilder, die auch das ZDF vom DLR erhält
- jeweils Bild vom Tag erhältlich

Übersichten Welt / Kontinente

http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/topo/globegal.html#world

- Übersichten über Kontinente und die ganze Erde
- farbig, schwarz-weiss, mit Schatten oder ohne, mit Erdbeben oder ohne und in allen Kombinationen

http://www.darksky.org/images/sat.html

- Nachtbilder von allen Regionen der Welt

http://www.motherplanet.com/satellite-map.htm

- Bilder von allen Erdteilen oder Polen der Erde
- verschiedene Perspektiven

http://g-o.de/index.php?cmd=redaktion/galerie/galerie_pe.htm&header=nm

- Bilddatenbank von geoscience online
- nicht besonders gross, aber schön

http://orbits.eoportal.org/orbits.html

- Animationen zur Erde mit verschiedenen Einstellungen
- Datum, Zeit, Ansicht ist einstellbar

Saudi-Arabien

http://www.gis-ksa.com/images.htm

- 23 Bilder über Saudi-Arabien, hervorragende Auflösung, download dauert deshalb eine Weile
- deckt viele Themen ab: Bewässerung, Übersicht, Städte, Dubai, Geologie, Inseln, Pyramiden

Küstenformen

http://satgeo.zum.de/satgeo/quicklooks/sig_1.htm

- verschiedene Küstenformen in Europa, nur mit Region und Übersichtskarte
- Massstab dazu und Angaben zur Aufnahme

Verschiedenes

http://www.nasm.edu/ceps/GAW/gfs99/gfsq1.htm

Sehr gutes Quiz mit Bildern

http://www.rainforest.net/pictures.htm

- Bilder über Regenwald-Abholzung in Brasilien

Anhang 6: Lehrer-Fragebogen für die Lernaufgaben-Evaluation

"Faszination Fernerkundung": Evaluation einer Lernaufgabe

Bitte notieren Sie die Antworten zu den folgenden Fragen auf einem Zusatzblatt.

- 1. Titel der Aufgabe
- 2. Name der Lehrperson
- 3. Rahmenbedingungen
 - Bitte äussern Sie sich zu: Schuljahr, Klassengrösse, Niveau der Klasse, gewohnte Arbeitsformen, etc., damit ich die Klasse ein bisschen einschätzen kann.

4. Zeitaufwand

- Wieviel Zeit haben Sie für die Bearbeitung der Aufgabe in der Klasse benötigt?
- Welchen Zeitaufwand haben Sie für die Vorbereitung aufgewendet? War der Aufwand grösser oder kleiner als für eine andere Ihrer Lektionen?

5. Erfolg

Was hat gut geklappt beim Lösen der Aufgabe?

- Womit begründen Sie die Erfolge?
- Was hat den Schülerinnen und Schülern Schwierigkeiten bereitet?
- Womit haben die Schwierigkeiten aus Ihrer Sicht zu tun?
- Konnten Sie die Aufgabe so durchführen, wie sie vorgesehen war? Was müsste an der Aufgabe allenfalls geändert, bzw. verbessert werden?
- Haben Sie heraushören können, ob und wenn ja was die Schüler-/innen zum Thema Fernerkundung sonst noch wissen wollten? Bitte notieren Sie einige Stichworte dazu!

6. Motivation

- Wie beurteilen Sie das Engagement der Schüler-/innen (speziell bei dieser Aufgabe und im Vergleich zu anderen Lektionen)?
- Wie haben die Schülerinnen und Schüler auf die Aufgabe mit dem Satellitenbild reagiert?

7. Lehrperson

- Wie haben Sie sich beim Ausprobieren dieser Aufgabe gefühlt?
- Was haben Sie gelernt?
- Was haben Sie vermisst, was beanstanden Sie?
- Wie beurteilen Sie die Aufgabe im Gesamtüberblick?

8. Allgemeine Rückmeldungen

- Was empfinden Sie als bedeutsamen Hinweis für die Konzipierung, bzw. Erprobung weiterer Aufgaben?
- Was möchten Sie sonst noch rückmelden?

Bitte senden Sie die Rückmeldungen an folgende Adresse: Ganz herzlichen Dank für Ihr Engagement und Ihre Mitarbeit!

Anhang 7: Schüler-Fragebogen des Satellitenbild-Projektes

"Faszination Fernerkundung": Rückmeldungen zum Satellitenbildprojekt

Schreibe alles auf, was du weißt. Stichworte reichen aus! Schreibe die Antworten zu den Fragen auf ein zusätzliches Blatt oder diese Rückseite.

- 1. Was hast du über deine bearbeitete Region Neues dazu gelernt? Schreibe alles auf, was dir einfällt. Zeichne auf der Rückseite diese Region und zeichne ein, was du weißt.
- 2. Was hast du mit der Arbeit am Computer gelernt?
- 3. Wie viel Neues war bei der Arbeit am Computer für dich dabei? Kreuze an:
 o fast alles war neu
 o einiges war neu, einiges bekannt
 o nicht viel Neues, ich konnte das Meiste schon
- 4. Wie beurteilst du die Arbeit mit den Satellitenbildern? (einfach schwierig, kompliziert, unklar, logisch, ungewohnt,). Warum?
- 5. Welches war das schwierigste Bild? Welches das einfachste? Warum diese Zuordnung?
- 6. Wie beurteilst du deinen eigenen Lernerfolg?
- 7. Wie viel Freude hat dir das Projekt im Vergleich zum normalen Unterricht gemacht? Erkläre auch warum! Was hat dir am meisten Spaß gemacht?
- 8. Wurden deine Erwartungen an den heutigen Projekttag erfüllt? Warum, bzw. warum nicht?
- 9. Was müsste am Projekt unbedingt verbessert werden?
- 10. Was möchtest du sonst noch sagen?

Danke für deine Rückmeldungen und deine Mitarbeit! Monika Reuschenbach, Simone Reutemann

Anhang 8: Lehrer-Fragebogen des Satellitenbild-Projektes

Auswertungsblatt für die Lehrperson

- 1. Wie beurteilen Sie die Arbeitsweise Ihrer Schüler-/innen im Vergleich zum normalen Unterricht?
- 2. Wie beurteilen Sie den Lernerfolg der Schüler-/innen? Worauf begründen Sie die Lernerfolge?
- 3. Welche Schwierigkeiten traten auf? Worauf begründen Sie die Misserfolge oder Schwierigkeiten?
- 4. Wie beurteilen Sie die gestellten Aufträge? (fachlich, Schwierigkeitsgrad, Länge,....)
- 5. Wie viel Zeit haben Sie für die Einarbeitung ins Projekt im Vergleich zum normalen Unterricht aufgewendet?
- 6. Wie beurteilen Sie Aufwand und Ertrag des Projektes?
- 7. Würden Sie wieder mit Satellitenbildern arbeiten? Warum, bzw. warum nicht?
- 8. Würden Sie wieder mit dem Computer arbeiten? Warum, bzw. warum nicht?
- 9. Fanden Sie den Einsatz des Computers sinnvoll?
- 10. Wurden Ihre Erwartungen an den heutigen Projekttag erfüllt? Warum, bzw. warum nicht?
- 11. Wie haben Sie sich bei der Bearbeitung gefühlt? ((Un)-sicherheit, Kompetenz, Zeitmanagement, Organisation, Disziplin....)
- 12. Was müsste am Projekt unbedingt verbessert werden?
- 13. Was möchten Sie sonst noch sagen?

Danke für Ihre Rückmeldungen und Ihre Mitarbeit!

Monika Reuschenbach