

Karte – Luftfoto – Satellitenbild

und ihre Verwendung im Unterricht

In ihrem Informationsgehalt übertrifft die Aufsicht die Ansicht bei weitem, gelegentlich vollbringt sie sogar so etwas wie die Quadratur des Kreises: die Informationsfülle wächst noch mit der Abstraktion.
G. Gerster, 1975

Erst rund 50 Jahre sind vergangen, seit *Luftfotos*, wie sie Walter Mittelholzer von seinen zahlreichen Flügen nach Nord und Süd zurückbrachte, als Sensationen bestaunt wurden. Heute betrachten wir Flugaufnahmen nüchtern und rational – als etwas ganz Selbstverständliches. Es bedarf bereits einer besonderen Thematik oder der ausgefeilten Technik eines künstlerisch geschulten Auges, damit wir einer Serie von Luftfotos mehr als alltägliche Beachtung schenken. Das Luftfoto hat einzelne Zweige der Geowissenschaften, vorab natürlich die Kartographie, auf eine völlig neue Basis gestellt. Es ist heute ein anerkanntes Forschungs- und Lehrmittel, und Luftbildinterpretation ist zum propädeutischen Pflichtfach all jener Wissenschaften geworden, die sich dinglich mit der Oberfläche der Erde befassen.

Im August 1959 lieferte der Satellit EXPLORER 6 ein erstes, wirkliches *Raumbild* der Erde, und mit dem Start der TIROS-Satelliten setzte 1960 die regelmäßige Beobachtung der Erde aus dem Weltraum ein. Von dieser nochmals erhöhten Plattform aus sind seither Hunderttausende von ERTS-, SKYLAB-, LANDSAT- oder NOAA-Bildern aufgenommen und zur Erde übermittelt worden. Ihr Informationsgehalt steigt ständig, und die auswertenden und anwendenden Wissenschaften versuchen, mit der immer ausgefeilteren Aufnahme- und Übermittlungstechnik Schritt zu halten. Es scheint, «daß die Satellitenfotographie für die Erdwissenschaften einen ähnlichen Fortschritt ausgelöst hat wie seinerseits die Fotografie aus dem Flugzeug» (S. SCHNEIDER, 1965).

Die *Vorteile* des neueren Satellitenbilds gegenüber dem schon fast traditionellen Luftfoto liegen im wesentlichen auf folgenden Gebieten:

- Zeitliche und räumliche Zusammenschau (Synopsis)
- Wiederholbarkeit innert kurzer Zeiträume (teils tägl.)
- Gleiche Aufnahmebedingungen für den ganzen Raum (Beleuchtung, Witterung, Vegetation)
- Einblick in schwer zugängliche Gebiete (Zentralafrika, Innerasien, Polargebiete)
- Unabhängigkeit von politischen Grenzen und Bewilligungen

«Es eröffnen sich ganz neue Forschungsbereiche, indem es erstmals möglich wird, rasch veränderliche Landschaftselemente und dynamische Landschaftsprozesse in ihrem räumlich zeitlichen Ablauf über große Gebiete hinweg genau zu erfassen» (H. HAEFNER und B. MESSERLI, 1975).

Anwendungsgebiete für Satellitenaufnahmen

Wenn wir den *Forschungsauftrag der Geographie* und benachbarter Wissenschaften ins Auge fassen, konkretisieren sich verschiedene Einsatzmöglichkeiten für Satellitenaufnahmen. Auszugsweise seien folgende erwähnt:

- Geologische und morphologische Übersichtskartierung (Strukturen, Grenzlinien)
- Inventarisierung von Naturgütern (Böden, Bodenschätzen, Wald, Grundwasser)
- Schätzung und Voraussage von Abflusssmengen (Niederschlag, Schneeschmelze)
- Vegetations- und Landnutzungskartierung (zu bestimmten Zeiten)
- Erfassung rasch wechselnder Verteilungen von Studienobjekten (Wolken, Meereis)
- Beschaffung von Unterlagen für den Umweltschutz (Zustandskartierungen)
- Studium globaler Funktionsabläufe (Wetter, Meeresströmungen)
- Abgrenzung von geographischen Räumen (Kerngebieten, Grenzgebieten)
- Erkennen von funktionalen Strukturen (Stadt-Umland, Landnutzungsmustern, Besitzverhältnissen, Siedlungsstrukturen)

Viele Erkenntnisse und Techniken aus der Forschungsarbeit mit Satellitenbildern gelangen auch bereits in der *Praxis* – z. B. bei Planungs- und Überwachungsaufgaben – zur Anwendung. Zu erwähnen sind in erster Linie die Meteorologie (Wolken, Strömungen, Temperaturen), die Katastrophenhilfe (Überflutungen, Flächenbrände, Ölunfälle), der Umweltschutz (Inventarisierung, Überwachung), die Bergbau-Prospektion (Erdöl, Erze), die Landwirtschaft (Schädlingsbekämpfung, Ernteprognosen) und die Fischerei (Fischfanggebiete).

Prof. Dr. O. Bär, Rebbergstraße 25, 8037 Zürich.

Satellitenbild und Karte

Die *Karte* verlangt vom Betrachter ein hohes Abstraktionsvermögen. Sie ist beladen mit graphischen Symbolen (Signaturen, Farben, Zahlen, Abkürzungen); die von ihr abgebildete Wirklichkeit ist reduziert, generalisiert und in den Größenverhältnissen fast willkürlich verändert worden. Da Karten in der Regel Dauerdarstellungen sein müssen, stellen sie zudem meist Mittelwerte dar. Eine weitere Abstraktion besteht in der Ausrichtung auf eine bestimmte Thematik (Topographie, Vegetation, Landnutzung, Bevölkerungsdichte u. a.).

Das *Satellitenbild* ist dem «Original», der Erdoberfläche, näher als die Karte. Es zeigt sie «in einer objektiven optischen Generalisierung der sichtbaren Topographie» (H.-G. GIERLOFF-EMDEN, 1974). Die Generalisierung geschieht objektiv (durch das «Objektiv» von Kamera oder Scanner), also in ähnlicher Art, wie das menschliche Auge bei der Betrachtung ferner Gegenstände generalisiert. Dies gilt in erster Linie für die linearen oder in den Umrissen erkennbaren Elemente, bei denen lediglich die starke Verkleinerung die Interpretation erschwert.

Anders liegen die Verhältnisse jedoch bei der *Farbgebung*. Während farbige Luftfotos aus geringeren Höhen noch in den uns gewohnten Farben erscheinen, sind Satellitenfotos (SKYLAB, GEMINI) farblich bereits stark beeinträchtigt (Blaustich). Aufnahmen mit Scannern schließlich verfremden die Farbgebung ganz. Sie tasten die Reflexion und die Emission der Erdoberfläche in verschiedenen Spektralbereichen (= Kanälen) des sichtbaren und infraroten Wellenbereichs Zeile um Zeile und Bildpunkt um Bildpunkt ab. Die gewonnenen Daten werden entweder für jeden Kanal gesondert als Schwarzweiß-Aufnahmen belichtet oder als *Falschfarbenbilder* in Rot, Blau und Gelb zusammenkopiert. Infolge der starken Reflexion des infraroten Lichts an pflanzlichem Material wird dabei die Vegetation in kräftigen Rottönen abgebildet; anorganisches Material erscheint blau, Wasser meist schwarz; Schnee und Wolken ergeben helle bis fast weiße Farbtöne. Eine «natürliche Farbgebung» ist deshalb nur bedingt möglich; sie ist stets nur eine empirische Annäherung an eine am Boden gewonnene Vorstellung von der «Raumwirklichkeit». *Die Abstraktionsleistung muß folglich beim Satellitenbild bei der Zuordnung der Farbe zu einer irdischen Wirklichkeit erbracht*

werden. Struktur und Textur von Grautönen, Farben, Formen und Verteilungsmuster müssen gesehen, identifiziert, zugeordnet und interpretiert werden.

Bei dieser Tätigkeit nun ist der Betrachter des Satellitenbildes auf Orientierungshilfen angewiesen – in erster Linie auf Karten, topographische wie thematische, aber auch auf Quellen ganz anderer Art wie Zeitungen und Zeitschriften, Statistiken, Bodenaufnahmen u. a. Karte und Satellitenbild sind damit keine Alternativen, die gegeneinander ausgespielt werden sollen, sondern sind in sinnvoller Ergänzung zu benutzen.

Satellitenbilder im Geographieunterricht

Für den Einsatz von Luftfotos und Satellitenbildern im Geographieunterricht ergeben sich unseres Erachtens prinzipiell zwei Möglichkeiten.

Die erste: In den meisten Fällen dient das Satellitenbild der *Veranschaulichung*. Es kann Lehr- und Lerninhalte oder kartographische Darstellungen bestätigen, die sich aus dem Unterricht bereits ergeben haben. So wird z. B. die Abstraktion «Wetterkarte» zu einem großen Teil gegenständlich (vgl. Beilagen); hat man bisher Kalt- und Warmluftmassen, Fronten, Wolken und Niederschlagsgebiete auf Karten und in Profilen erarbeitet, erlaubt uns nun ein einziger Blick auf eine NOAA-Aufnahme (vgl. unten), den Sachverhalt «mit eigenen Augen» zu überprüfen. Der Verlauf einer Verwerfung, bisher mit geologischen und tektonischen Karten stets nur andeutungsweise darstellbar, kann im Satellitenbild ohne weiteres erkannt werden. Der Golfstrom, bisher Gegenstand von Temperatur- und Salzgehaltsdiagrammen, wird im Satellitenbild sichtbar festgehalten (J. H. GLENN, 1962; nach S. SCHNEIDER, 1965). Und die Urstromtäler Norddeutschlands oder die Schichtstufen des Pariser Beckens, die während so mancher Geographiestunde mühsam hergeleitet und zeichnerisch gestaltet, aber bildlich immer nur mangelhaft illustriert werden konnten, erscheinen im Satellitenbild (vgl. Beilage) in voller Klarheit und in ihrer ganzen Verknüpfung mit Bodenqualität, Feuchtigkeit, Vegetation und Landnutzung. Das gleiche gilt für viele Küstenformen und für andere Anwendungsgebiete.

Die zweite Einsatzmöglichkeit: Wir sehen sie – wie bei der fast schon traditionellen Luftbildauswertung – in der Verwendung des Materials im Einzelunterricht, also in *Schülerübungen*. Hier sind große Bildmaßstäbe

von Vorteil, da eine gute Bodenauflösung die Aufgabe erleichtert. Leider ist es bei der Arbeit mit Satellitenbildmaterial noch nicht möglich, stereoskopisch auswertbare Bildpaare einzusetzen, da es erst wenig brauchbares Stereomaterial gibt. Um so wertvoller ist deshalb bei Übungen mit Satellitenmaterial das Reihenbild (Zeit-Reihe). Damit wird es selbst im Rahmen bescheidener Schülerübungen möglich, einfache Abläufe nach Art, Geschwindigkeit und Richtung zu verfolgen. Die Entwicklung von Wetterlagen (Wanderung von Fronten, Wolkenfeldern oder andern Wetterelementen), der Ablauf einer Ausaperung oder die Vegetationsentwicklung sollen hier als wenige Beispiele aus einer langen Liste aufgeführt sein.

Unter den für unterrichtlichen Gebrauch angebotenen Arbeitsmaterialien wie Diapositiven, Fotodrucken, Postern oder *Transparentfolien* erlauben letztere sowohl im Klassenunterricht wie auch im Einzelunterricht der Übungen die vielseitigste Anwendung. Bei der Verwendung mit dem Hellraumprojektor vor der Klasse oder auf dem Leuchttisch (bei individueller Bearbeitung) können Beobachtungen und Arbeitsergebnisse der Schüler in aufgelegte Leerfolien eingetragen werden. Beobachtungen und Schlüsse sind auf diese Weise darstellbar und können sofort auf ihre inhaltliche und lagemäßige Richtigkeit hin überprüft werden. Es wird kaum nötig sein, hier besonders zu betonen, daß dadurch die Selbsttätigkeit gefördert wird und daß, neben Lernzielen verschiedenster Kategorien, auch die Gruppe instrumentaler *Lernziele* – «in der Erdkunde als ‚sekundär‘ häufig unterschätzt» (E. ERNST, 1970) – einmal vermehrt berücksichtigt wird.

Das Satellitenbild «Wolkenloses Europa»

Das diesem Aufsatz beigelegte Satellitenbild «Wolkenloses Europa» wurde vom NOAA/4-Wettersatelliten (National Oceanic and Atmospheric Administration) der NASA am 7. April 1975 aus rund 1450 km Höhe mit einem *Multispektral-Scanner* aufgenommen. Der Satellit umkreist die Erde in einer fast meridionalen, sogenannten sonnensynchronen Bahn. Bei der Aufnahme überflog er Europa von Norden nach Süden, mit einer Abweichung der Flugbahn von etwa 12° nach Westen. Durch die Rotation der Erde während der Aufnahme ergibt sich für den erdgebundenen Beobachter eine zusätzliche Rechtsdrehung der Flugbahn um

12°. Die Subsatellitenbahn (im Bild genau durch die Mitte von oben nach unten) weicht deshalb um ungefähr 24° von der Nord-Süd-Richtung ab, was zu der etwas ungewöhnlichen Orientierung des sonst sehr kartenähnlichen Bildes führt. Für seinen Flug über Nord-, Mittel- und Südeuropa, das Mittelmeer und Nordafrika benötigte der Satellit knapp 10 Minuten. Den Bildmittelpunkt passierte er um 09.17 Uhr MEZ. Zur *Komposition* des beigegebenen Bildes standen lediglich zwei Schwarzweiß-Aufsichtsbilder zur Verfügung – ein Infrarot- und ein Normalbild. Die beiden Bildstreifen wiesen die allen NOAA-Bildern eigene starke Verzerrung der seitlichen Ränder auf. Diese mußte zum Zwecke einer größern Kartenähnlichkeit behoben werden. Da aber schon wenige Tage nach der Aufnahme kein kompletter Datensatz (Magnetbänder) mehr zu finden war, blieb nur die Möglichkeit, die beiden Aufsichtsfotos wieder in Negative umzuwandeln, erneut abzutasten und nochmals zu digitalisieren. Dies brachte leider einen kleinen Qualitätsverlust mit sich (Papierverzerrung, Innenreflexion des Papiers), ermöglichte aber dann die gewünschte Dehnung nach beiden Seiten, die Verstärkung der Kontraste und anschließend erneut die Belichtung von Schwarzweiß-Filmen. Die Farben, in denen das Bild jetzt erscheint, sind anschließend durch Addition und Subtraktion von Graustufen und eine daraus abgeleitete empirische Mischung von Purpur (Magenta), Blaugrün (Cyan), Gelb und Schwarz im Vierfarben-Offsetdruck aufgebaut worden. Sämtliche Arbeitsgänge konnten elektronisch oder fotomechanisch ausgeführt werden; mit Ausnahme geringer Retouchen von Übertragungsfehlern war keine Handarbeit nötig. Das Endprodukt der geschilderten Arbeitsgänge (Beilage) – es ist auch als *Poster* im Format 62 x 90 cm erhältlich – wird sich wegen seines kleinen Maßstabs (Beilage ca. 1 : 17 Millionen; Poster ca. 1 : 4,5 Millionen) eher zur unterrichtlichen Verwendung in der ersten Art eignen. Es soll aber später versucht werden, auch einige Hinweise auf den Einsatz in der zweiten Art zu geben.

«Wolkenloses Europa» als Anschauungsmittel

Als Demonstrationsobjekt eingesetzt, kann das Bild sowohl für die Interpretation der Wetterlage (im Vergleich mit der ebenfalls beigelegten Wetterkarte), als auch zur Veranschaulichung von topographischen Elementen benützt werden.

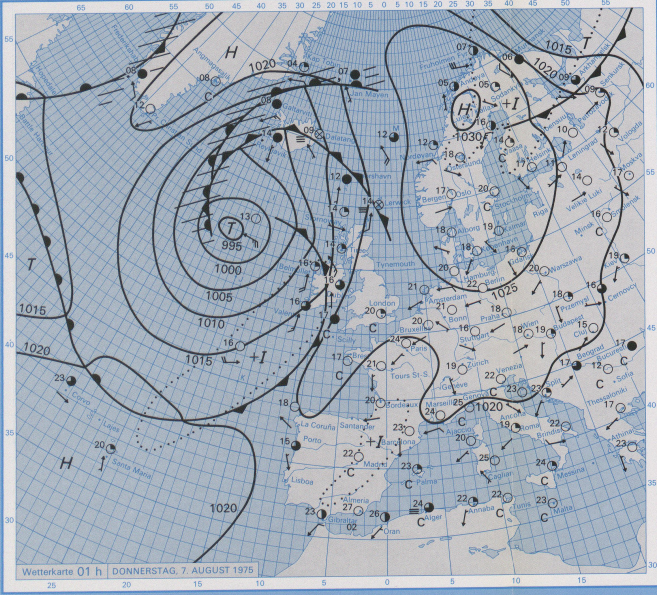
Zur *Wettersituation*: Die Wetterkarte des Aufnahmetags zeigt nach den Beobachtungen von 01.00 Uhr – also rund acht Stunden vor der Bildaufzeichnung – ein Hochdruckgebiet über Südsandinavien und der Ostsee. Die daraus abfließende Luft überströmt West- und Mitteleuropa als Nordostwind und bringt diesen Gebieten schönes, klares Sommerwetter. Das Satellitenbild zeigt diesen Raum eindeutig am klarsten, und so lassen sich zwischen Alpen und Südsandinavien auch am meisten topographische Details herauslesen. Vom Atlantik her nähert sich dem Kontinent ein Tiefdruckgebiet. Sein Kern liegt westlich der Britischen Inseln. Die Fronten der Zyklone sind im Satellitenbild als wirbelförmig angeordnete Wolkenbänder deutlich zu erkennen. Auch Reste eines älteren Tiefs über Spanien und Südfrankreich werden in zwei Zirkelbändern noch angedeutet; in der Wetterkarte finden wir lediglich in der nordwärts ausgebuchteten 1020mb-Kurve und im angezeigten Druckanstieg (+I) noch einen Hinweis darauf. Die großen Wolkenfelder über Südosteuropa verraten ältere Kaltluft (Kaltlufttropfen), die auch in Temperatur- und Bewölkungsangaben der Wetterkarte zum Ausdruck kommt. Am Rand dieser ausgedehnten Wolkendecke – vor allem über Böhmen, aber auch weiter im Osten – sind in der dort vorherrschenden Ostströmung große Mengen von Kumuluswolken in ausgedehnten Wolkenstraßen angeordnet. Die unterschiedliche Färbung ganzer Wolkenpartien läßt auf ihre Höhe über der Erdoberfläche schließen. So verrät eine gleichmäßige, leicht gelbliche Färbung tiefe Bewölkung (Bodennebel, Stratus), weiße, stärker strukturierte Flecken weisen auf höhere Wolken hin, und als hellblaue Schlieren bilden sich hohe, dünne Zirrenschleier ab. Bei den hellgelben Flecken nördlich und südlich von Sizilien, die – etwas abgeschwächt – bis an die Küste Nordafrikas reichen, handelt es sich jedoch nicht um Wolken, sondern um die Sonnenspiegelung auf der Meeresoberfläche, die je nach der vorherrschenden Dünung verschieden stark in Erscheinung tritt.

Nun zur *Topographie*: Die Interpretation topographischer Detailformen ist vor allem im Bereich der Küsten ergiebig, wo das dunkelblau abgebildete Wasser und die helleren Landflächen einen deutlichen Kontrast bilden. Als Einzelformen der *Küstengestalt* sind vor allem die Fjorde Südnorwegens (Hardanger-, Sogne- und Nordfjord), der Graben des Oslofjords und die Förden Schleswig-Holsteins (Flensburger, Schles-

wiger und Kieler Förde) gut auszumachen. Kaum weniger deutlich ist die Nordseeküste zwischen Jütland und dem Ärmelkanal abgebildet, erkennt man doch leicht den Limfjord, die Friesischen Inseln und die Halligen, die Meereseinbrüche an der deutsch-holländischen Küste (Jadebusen, Dollart, Ijsselmeer) und das Mündungsgebiet von Rhein, Maas und Schelde im niederländischen Seeland.

Hat schon eine geschickte Zuordnung der Farben zu den verschiedenen Schwarzweiß-Filmen dazu geführt, daß Wasserflächen blau erscheinen, so ist es auf dem Kontinent gelungen, den meridionalen Landschaftswandel vom vegetationsreichen Mittel- und Nordeuropa zu den trockeneren, teils vegetationsärmeren Räumen Südeuropas und Nordafrikas farblich über die Skala Blaugrün-Blaubraun-Orange-Rot in den Griff zu bekommen. Es ist auf dem Land sogar möglich, teils kleine und kleinste *Reliefformen* zu identifizieren. Unterschiede in Geologie, Bodenqualität, Feuchtigkeit und Vegetation helfen hier mit, selbst feine Elemente des Reliefs – oft mit nur wenigen Dutzend Metern Höhendifferenz – noch erkennbar zu machen. Besonders deutlich tritt der Oberrheingraben in Erscheinung, flankiert von Vogesen und Schwarzwald. Diese beiden Mittelgebirge werden dank ihrer starken Waldbedeckung in dunkelblauer Farbe deutlich sichtbar, desgleichen die nord- und ostwärts anschließenden Höhen wie Harz, Odenwald, Thüringerwald und – etwas weiter abgesetzt – der Harz. Gegen Westen und Nordwesten hin lassen sich die Rumpfgebirge beidseits des Rheindurchbruchs und die Ardennen erkennen. In ähnlichen Farbtönen erscheinen auch die französischen Mittelgebirge mit den Cevennen und der Auvergne als markanteste Elemente. Im nördlichen Frankreich tritt die Struktur des Pariser Beckens in wundervoller Klarheit zutage. Deutlich erkennt man – bogenförmig um das dunklere Zentrum der Ile de France verlaufend – die trockenen Gebiete (obere Kreide) der Champagne pouilleuse (hellste Farbtöne). Verschiedene, stets ostwärts gerichtete Schichtstufen (Côtes) – stärker bewaldet und deshalb dunkler in Erscheinung tretend –, sind in mehrfacher Wiederholung erkennbar. Selbst das relativ schmale Tal der Marne, das von Osten her Richtung Paris Stufe um Stufe des Beckens durchbricht, ist gut sichtbar. Nicht weniger überraschend ist die Feingliederung des Reliefbilds dank unterschiedlicher Feuchtigkeits- und Vegetationsverhältnisse im Raum Norddeutschlands

WETTERBERICHT DER SCHWEIZERISCHEN METEOROLOGISCHEN ZENTRALANSTALT ZÜRICH



und Polens. Als dunkle Bänder treten mehrere Urstromtäler hervor, am deutlichsten das Thorn-Eberswalder-Urstromtal (Weichsel-Netze-Oder). Aber auch das Warschau-Berliner (Warthe-Oder-Elbe)- und das Breslau-Bremer-Tal (Oder-Elbe-Aller) südlich davon sind gut zu finden. Außerordentlich feingliedrig ist die Zeichnung in den Alpen. Wegen der reichen Schneefälle im April 1975 waren zur Aufnahmezeit noch beträchtliche Restschneemengen (gezackte weiße Flecken) vorhanden. In verschiedenen Regionen täuscht jedoch die morgendliche Quellbewölkung über hochgelegenen Gebirgsabschnitten eine größere Schneebedeckung nur vor. Als zusammenhängende dunkle Ausaperungsgebiete (ohne Wolkenbedeckung) treten Teile der Westalpen (Täler von Isère und Durance), das Wallis, das Aostatal, Mittelbünden und das Etschgebiet hervor. Das Inntal, das Veltlin, größere Nebentäler des Wallis und Graubündens (Prätigau, Oberhalbstein, Hinterrheintal), sind als feine Linien immer noch auszumachen. Eine ebenso scharfe Reliefzeichnung wie die Alpen erfährt das zweite schneebedeckte Gebiet Europas, das Fjell- und Gletschergebiet Südnorwegens (Jotunheimen).

«Wolkenloses Europa» im Arbeitsunterricht

Bei der Verwendung des Satellitenbilds im Arbeitsunterricht (Geographieübungen) wäre, wie bereits erwähnt, die Bearbeitung einer Bildfolie am erfolgversprechendsten. Da vom vorliegenden Bild aber noch keine Folien im Handel erhältlich sind (ein Prototyp existiert jedoch bereits), muß mit einer aufgelegten, gut durchsichtigen Transparentfolie im Auflicht gearbeitet werden. Es sei hier darauf hingewiesen, daß das Poster um ein Mehrfaches detailreicher ist als das beiliegende Bild. Es könnte, in einzelne Teile zerlegt, verschiedenen Schülern zugleich als Arbeitsgrundlage dienen. Als *Aufgabestellungen* kämen dabei folgende Themen in Frage:

- Topographische Detailidentifikation (selbst in Randzonen der Erkennbarkeit) anhand topographischer Karten verschiedener Maßstäbe (z. B. Ägäische Inseln, Zypern, Finnischer Meerbusen, Island, Nildelta, Levanteküste u. a.)
→ Erstellen eines Verzerrungsgitters
- Kartierung der dunklen Bänder im Norddeutschen Tiefland (Zickzackverlauf)

- Vergleich mit einer kartographischen Darstellung der Urstromtäler
- Kartierung der Waldflächen Mitteleuropas (Frankreich, Bundesrepublik)
→ Kontrolle anhand von Vegetations- und Waldkarten
- Kartierung der hellen Flecken in Südnorwegen, Mittel- und Südschweden
→ Identifizierung mittels Vegetations- und Landnutzungskarten Skandinaviens
- Kartierung der dunkeln Flecken in den Trockengebieten (Iberische Halbinsel und Nordafrika)
→ Vergleich mit Relief- und Vegetationskarten jener Räume
- Kartierung der Helligkeitsstufen im Raum des Pariser Beckens (s. I)
→ Zuordnung der Formen zu Relief-, Vegetations- und Landnutzungskategorien
- Versuch, auf dem Satellitenbild die Verteilung von Hoch- und Tiefdruckgebieten zu erarbeiten und aus dem Wolkenbild den Verlauf der Fronten zu bestimmen
→ Vergleich mit der entsprechenden Wetterkarte (Beilage)

All diesen arbeitsunterrichtlichen Aufgabestellungen dürfte natürlich nur eine Besprechung der Bildherstellung, nicht aber eine Verwendung des Bildmaterials zu Demonstrationszwecken vorausgehen, da sonst Ergebnisse der Arbeit vorweggenommen würden; die Identifikation der Beobachtungen mit Erscheinungen auf der Erdoberfläche sollte ja vom Schüler – ohne jede Beeinflussung – selber erbracht werden.

Andere Satellitenbilder

Zum Schluß darf vielleicht erwähnt werden, daß sich das beiliegende Satellitenbild nicht in optimaler Weise für den Arbeitsunterricht eignet. Das Bild «Wolkenloses Europa» wurde mit einem andern Verwendungszweck geschaffen. Als Buchumschlag entworfen, sollte es Blickfang sein und durch Form- und Farbelemente Assoziationen zu Gesamteuropa und seinen Teilräumen schaffen. Die gute Lesbarkeit, die – wie wir gesehen haben – teilweise bis zur Detailidentifikation führen kann, hat dem Bild dann weitere Verwendungsmöglichkeiten geöffnet. Großmaßstäbigere Bilder mit höherer Bodenauflösung, wie etwa SKYLAB-

oder LANDSAT-Aufnahmen, sind für diesen speziellen Verwendungszweck sicher geeigneter.

Mit ihrer Hilfe könnten für die Geographie wertvolle *Problemstellungen* im Arbeitsunterricht angegangen werden. Um nur einige Beispiele anzuführen:

- Das Erkennen von Bewässerungsland und Trockenkulturen (z. B. in Kalifornien) samt ihrem Bezug zu Relief, Wasservorkommen und Bewässerungsbauten könnte zeigen, «inwiefern Wasserprojekte landschaftsgestaltende (und landschaftsverändernde) Faktoren darstellen» (A. BRUCKER, 1976).
- Bilder aus dem pakistanischen Pandschab würden das Problem der Versumpfung (Sem) und Versalzung (Thur) weiter Flächen durch das Ansteigen des Grundwasserspiegels (als Folge versickernden Bewässerungswassers) aufzeigen. Auch ökonomische und sozioökonomische Bezüge könnten an diesem Beispiel angeschnitten werden (Bevölkerungsdruck, Nahrungsmittelproduktion, Überforderung der Natur, Störung des natürlichen Gleichgewichts).
- Das Studium von Landnutzungsmustern, mit Hilfe von Zusatzinformationen verschiedenen Nutzungsmethoden zugeordnet, könnte – ähnlich wie beim Studium von Siedlungsformen und Siedlungsstrukturen – Ausgangspunkt für eine siedlungsgeschichtliche Betrachtung sein (z. B. in Japan).
- Schließlich müßte es mit guten Satellitenbildern auch im Unterricht gelingen, Ursache und Ausmaß von Umweltbelastungen bei verschiedenen Wetterlagen abzuschätzen (Rauch- und Dunstschleier).

Die Beschäftigung mit Luftfoto und Satellitenbild fördert – neben dem eigentlichen «Übungszweck» – in der Auseinandersetzung mit dem heute alles überflutenden Bild ein vertieftes Sehen und ein kritisches Betrachten. In den meisten Fällen wird die *Interpretation* über die methodische Reihe «Sehen – Suchen – Ordnen – Beschreiben – Identifizieren – Schließen» zu neuen Erkenntnissen und später vielleicht noch einen Schritt weiter, zum «Handeln» führen. «Die Satellitengeographie kann dazu beitragen, die Schüler (als künftige Erwachsene) durch eine globale Betrachtungsweise die Erde als ein geschlossenes ökologisches System erkennen zu lassen» (A. BRUCKER, 1974). Sie könnte helfen, das fehlentwickelte Bild von der unbeschränkten Belastbarkeit unserer Umwelt zu korrigieren und den Begriff der «Freiheit» mit jenem der «Verantwortung» zu verbinden.

Literatur

- BACHMANN, F.: Schweiz aus der Vogelschau. Zürich 1975.
- BAER, O.: Wolkenloses Europa. Zürich 1976.
- BODECHTEL, J. und GIERLOFF, H.-G.: Weltraumbilder – die dritte Entdeckung der Erde. München 1974.
- BOESCH, H.: Bewässerungsprobleme in Westpakistan. In: Geographica Helvetica 3/1962.
- BRUCKER, A.: Geographie aus der Umlaufbahn. In: Heuseler, H. (1974).
- BRUCKER, A.: Satellitenbilder im Geographieunterricht. In: Geographische Rundschau 9/1976.
- ERNST, E.: Lernziele in der Erdkunde. In: Geographische Rundschau 5/1970.
- GERSTER, G.: Der Mensch auf seiner Erde. Zürich 1975.
- GFELLER, R.: Untersuchungen zur automatisierten Schneeflächenbestimmung mit Multispektral-Aufnahmen des Erderkundungssatelliten ERTS-1. Diss. Univ. Zürich 1975.
- GFELLER, R. und SEIDEL, K.: Automatisierte Schneeflächenbestimmung mit digitalen Multispektraldaten des ERTS-1. In: Geographica Helvetica 3/1975.
- HAEFNER, H.: Wenn der Computer Bilder anschaut. In: Bild der Wissenschaft 11/1974.
- HAEFNER, H.: Eyes above the Earth. In: Elements 9/1974.
- HAEFNER, H.: Luft- und Satellitenbilder in Wissenschaft und Forschung. In: Bachmann, F. (1975).
- HAEFNER, H. und MESSERLI, B.: Erderkundung aus dem Weltraum. In: Geographica Helvetica 3/1975.
- HARMS, H.: Handbuch der Geographie (Physische Geographie). München 1976.
- HEUSELER, H.: Europa aus dem All. Stuttgart 1974.
- MEYER, J., KLEIN, P., HAEFNER, H., ITTEN, K. und GFELLER, R.: Satellitenporträts der Schweiz. In: Tages-Anzeiger-Magazin 37/1973.
- NEUE ZÜRCHER ZEITUNG: ERTS-Satellitenbilder. Nr. 197/1973.
- RICHTER, G. und MÜLLER, M. J.: Luftbildinterpretation (Der Norden). Düsseldorf 1976.
- TROLLER, M.: Wettersatelliten und ihre Beobachtungen. In: Geographica Helvetica 2/1962.
- WINIGER, M.: Erderkundung aus der Luft und aus dem Weltraum. Die Welt von oben. In: «Der Bund» Nr. 254/1973.