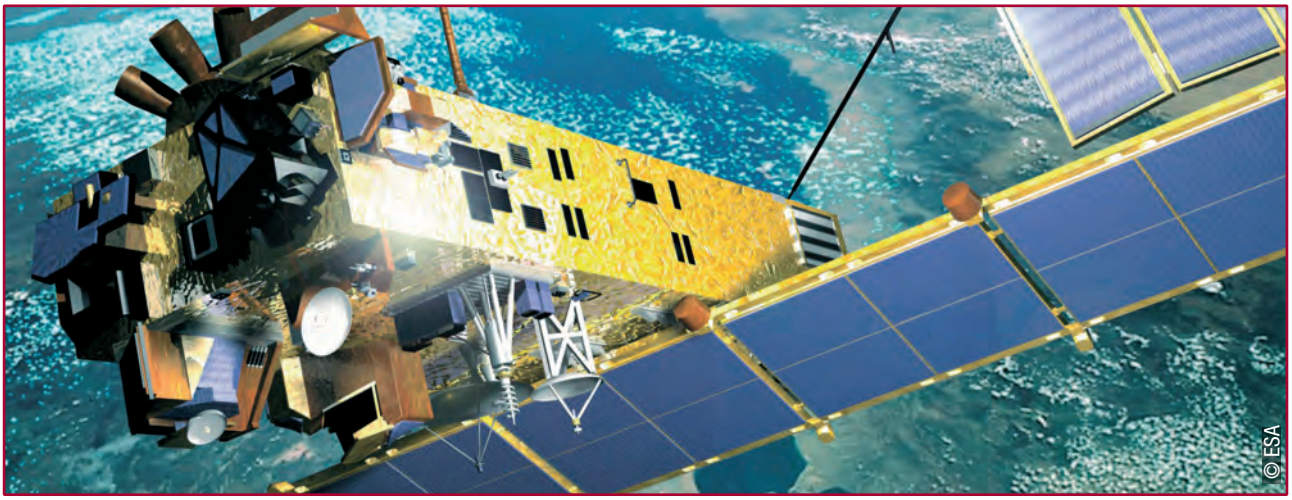
esa

1- Erdbeobachtungssatelliten

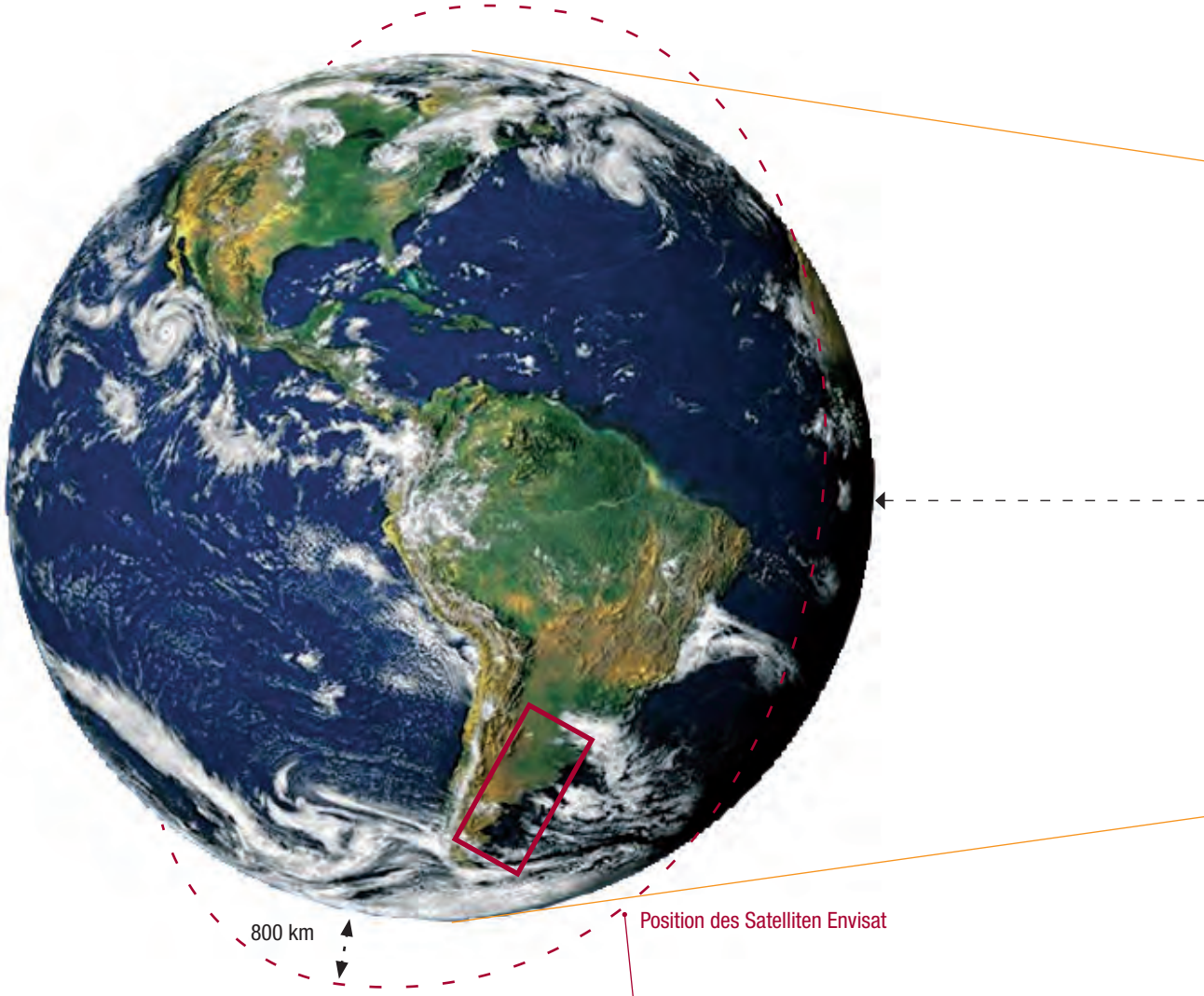


European Space Agency
Agence spatiale européenne

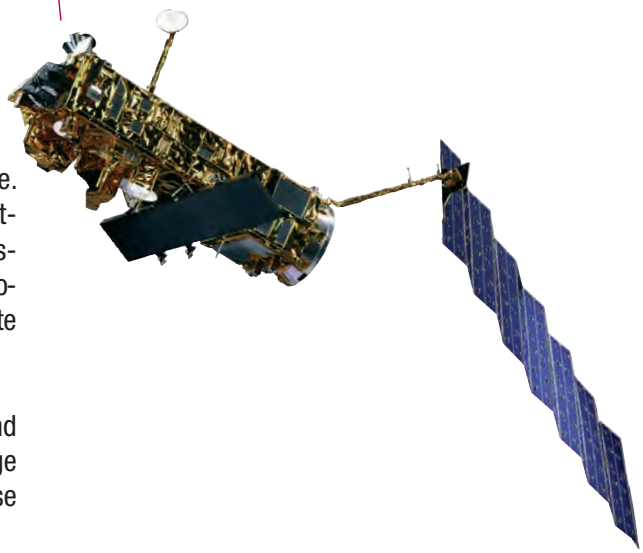
the Living Planet

Es gibt mehrere Satellitenarten: Fernerkundungssatelliten wie Envisat und Meteosat, mit denen die Erdoberfläche und Erdatmosphäre beobachtet werden, und andere Satellitenfamilien, die der Kommunikation oder der Navigation dienen (GPS und Galileo). Nicht alle Fernerkundungssatelliten sind auf die gleiche Weise im Weltraum positioniert. Ihre Flugbahn und ihr Abstand zur Erde können variieren. Auf der unten stehenden Abbildung ist die Position und Umlaufbahn der beiden Satelliten Envisat und Meteosat zu sehen.

1



© NASA / GSFC / NOAA / USGS 1997



POLARE UMLAUFBAHNEN

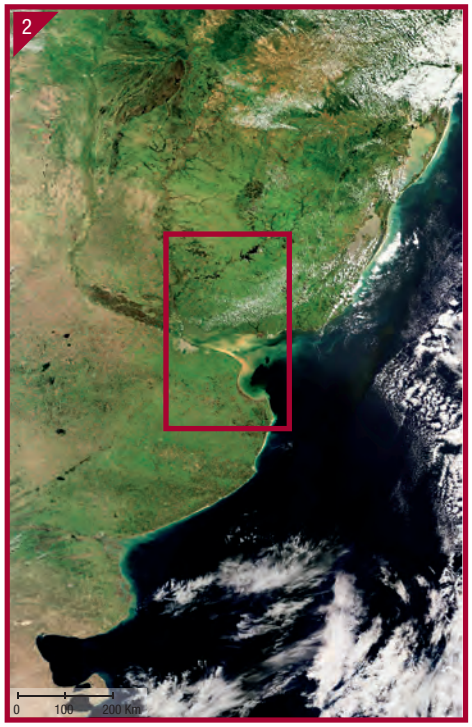
Polare Umlaufbahnen sind kreisförmige Umlaufbahnen in geringer Höhe. So umkreist beispielsweise der Satellit ENVISAT der Europäischen Weltraumorganisation die Erde in ca. 800 km Höhe. Jeder Beobachtungssatellit überschaut ein schmales Gebiet von wenigen Dutzend oder Hundert Kilometern, wodurch je nach mitgeführten Instrumenten sogar äußerst detaillierte Aufnahmen möglich sind.

Innerhalb von 24 Stunden umkreisen diese Satelliten mehrmals die Erde und überfliegen dabei die Polargebiete. Ihre Umlaufbahn hat eine relativ beständige Richtung auf einer Ebene im All, aber da sich die Erde dreht, überfliegen diese Satelliten bei jeder Erdumkreisung ein anderes Gebiet.

Neben zahlreichen anderen Anwendungen ermöglichen sie so die Erstellung detailgenauer geografischer Karten sowie die Überwachung der sich im Laufe der Jahreszeiten verändernden Pflanzendecke. Des Weiteren helfen sie beispielsweise auch bei der Lokalisierung und Analyse von Luft- und Meeresverschmutzungen.

36 000 km

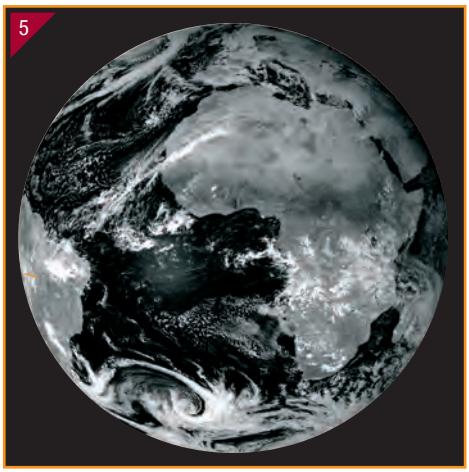
Ein Beispiel für die polare Umlaufbahn: der Satellit Envisat



© ESA

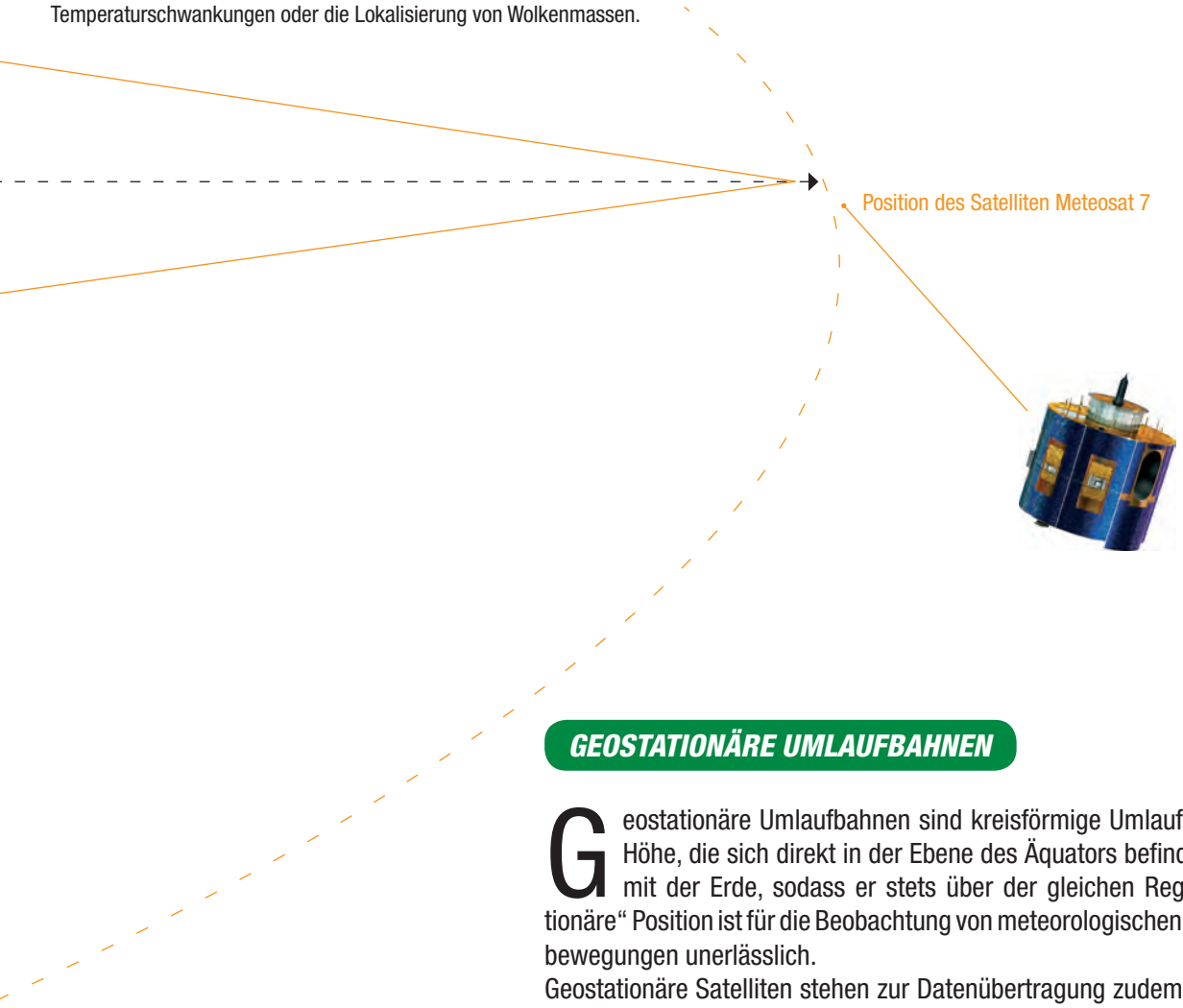
Die Aufnahmen eines Satelliten wie Envisat bieten detailgenaue Informationen. Nähert man sich der Atlantikküste Argentiniens, sind die Flussmündung des Rio de la Plata sowie in grau die Stadt Buenos Aires zu erkennen.

Ein Beispiel für die geostationäre Umlaufbahn: der Satellit Meteosat



© 2004 EUMETSAT

Geostationäre Satelliten sind im Vergleich zu Satelliten auf erdnahen Umlaufbahnen sehr weit von der Erde entfernt. Sie senden somit sehr großflächige Aufnahmen mit relativ wenigen Details. Der Empfang der Bilder erfolgt in schwarz-weiß; ihre anschließende Einfärbung ermöglicht die Hervorhebung verschiedener Informationen wie Temperaturschwankungen oder die Lokalisierung von Wolkenmassen.



GEOSTATIONÄRE UMLAUFBAHNEN

Geostationäre Umlaufbahnen sind kreisförmige Umlaufbahnen in ca. 36 000 km Höhe, die sich direkt in der Ebene des Äquators befinden. Der Satellit dreht sich mit der Erde, sodass er stets über der gleichen Region steht. Diese „geostationäre“ Position ist für die Beobachtung von meteorologischen Phänomenen wie Wolkenbewegungen unerlässlich.
Geostationäre Satelliten stehen zur Datenübertragung zudem in ständigem Kontakt mit ihren Empfangsstationen auf der Erde.

Die europäischen Meteosat-Satelliten senden die wohlbekannten Bilder für die Wettervorhersage im Fernsehen. Die meisten Meteosat-Satelliten befinden sich auf der Position 0° geografische Länge über dem Golf von Guinea, um optimale Aufnahmen von Europa und Afrika bereitzustellen.

Unter Fernerkundung versteht man die Beobachtung eines Objekts aus der Ferne, ohne mit diesem in physischem Kontakt zu stehen. Dies ist der Fall bei Satelliten, die die Erde aus großen Entfernungen beobachten. Für Wissenschaftler stellt die Fernerkundung heute ein eigenständiges Fachgebiet dar, dessen wichtigstes Ziel die Entdeckung und Beobachtung von Vorkommnissen auf der Erdoberfläche ist.

Jeder Satellit stellt unabhängig von seinem großen oder kleinen „Blickfeld“ über einen ganzen Kontinent oder das Zentrum einer Stadt spezifische und nützliche Informationen bereit.

AUFNAHME DES SATELLITEN ENVISAT VON EUROPA

Auf dieser Aufnahme des Satelliten Envisat sind die großen Höhenzüge und Unterschiede in der Pflanzendecke des europäischen Kontinents zu erkennen.

AUFNAHME DES SATELLITEN SPOT-5 VON BUENOS AIRES

© CNES 2002 - DISTRIBUTION SPOT IMAGE

Diese Aufnahmen des Satelliten Spot-5 von der Stadt Buenos Aires zeigen zahlreiche Details in der Größenordnung von wenigen Metern.

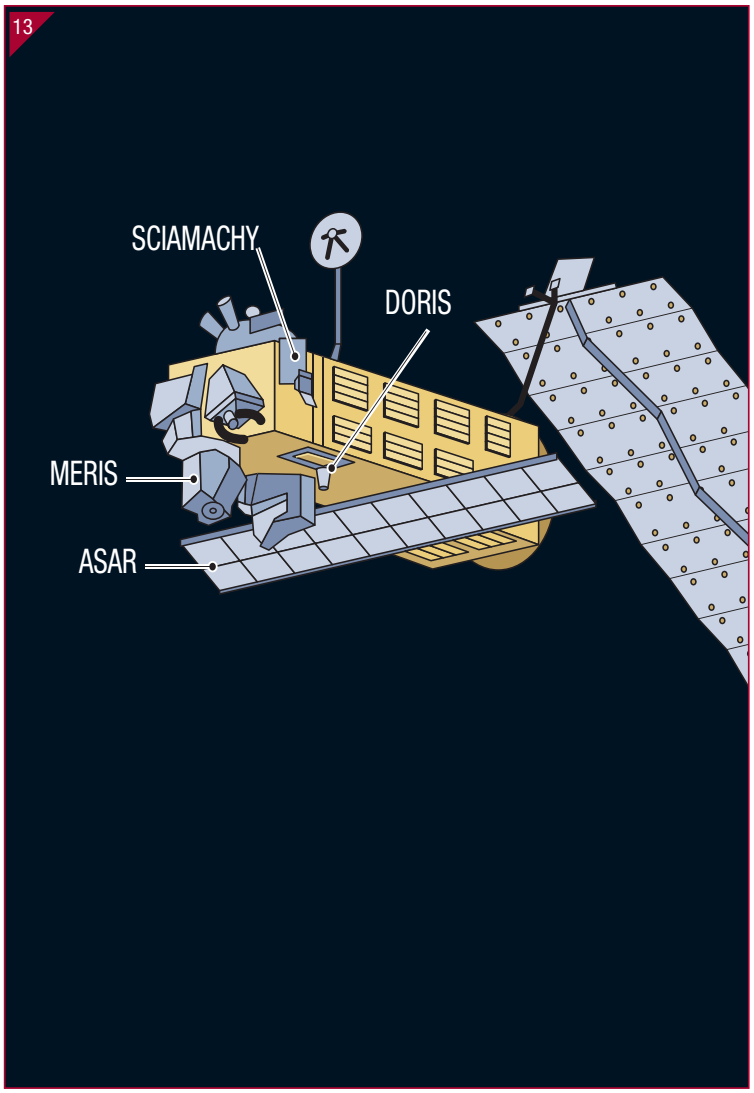
Wie funktionieren Satelliten?

Der Satellit Envisat

Envisat hat ein Gewicht von 8 200 kg, davon wiegen die Instrumente 2 050 kg. Der sehr große Satellit hat ohne den Sonnenkollektor die Maße 10 m x 4 m x 4 m, was in etwa einem großen LKW entspricht.

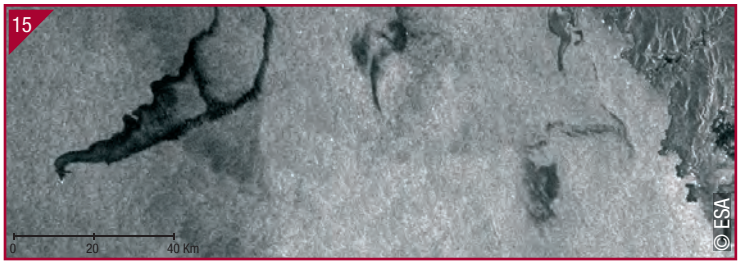
An Bord des Satelliten befinden sich zehn verschiedene wissenschaftliche Instrumente, mit deren Hilfe spezifische Informationen gesammelt werden können. Diese Instrumente tragen besondere Namen wie MERIS, ASAR oder SCIAMACHY. Mit den Messungen dieser Instrumente werden Bilder und Grafiken erstellt, um die zu untersuchenden Phänomene darzustellen.

Einige Instrumente des Satelliten Envisat

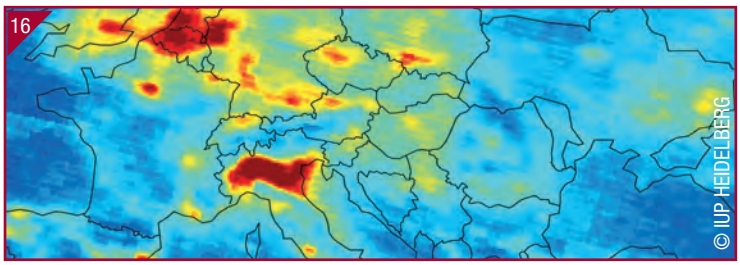


Der Satellit Envisat verfügt über zehn Instrumente. Einige dieser Instrumente erstellen Aufnahmen im sichtbaren Licht oder mit der Hilfe von Radar; andere, wie DORIS, dienen der Distanzmessung und damit der Kontrolle der Satellitenposition.

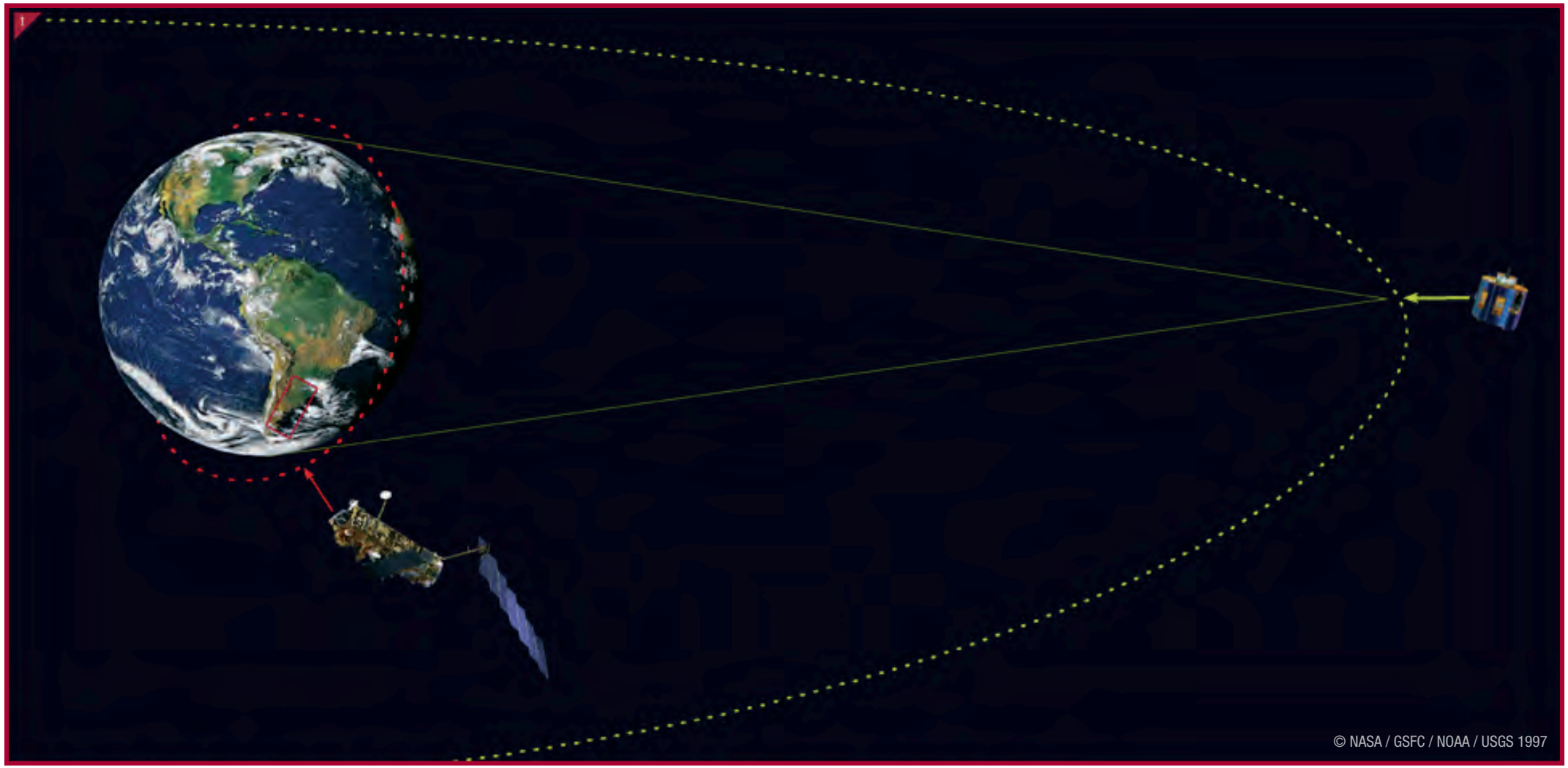
MERIS erstellt Tagesaufnahmen von Meeren und Festlandsgebieten. Zudem misst das Instrument die Chlorophyllkonzentration der Ozeane oder den in der Atmosphäre enthaltenen Wasserdampf.
Auf diesem Bild ist eine Algenblüte vor der bretonischen Küste zu sehen (15.06.03).



ASAR ist ein Radarinstrument, das die Kartierung der Erd-, Eis- und Meeresoberflächen ermöglicht und auch deren Veränderungen messen kann. ASAR stellt wertvolle Daten für die Bodennutzung und -beschaffenheit bereit.
Diese Aufnahme zeigt die durch den Tanker Prestige verursachte Ölpest vor der spanischen Küste (17.10.02).



SCIAMACHY misst Gasspuren, Wolken und Staubpartikel. Dadurch können die Auswirkungen von Industrieverschmutzungen, Vulkanausbrüchen und Waldbränden besser abgeschätzt werden. Diese Aufnahme zeigt die NO_2-Konzentration in der europäischen Atmosphäre (2003/2004).



Die Erde und die Umlaufbahnen der Satelliten Envisat und Meteosat.

This image belongs to the 'Watching over the Earth' teaching pack from the European Space Agency (ESA).
The Living Planet programme.

Begleitheft für Lehrer

Die Begleithefte für Lehrer dienen der Unterrichtsvorbereitung und ergänzen die an die Schüler verteilten Faltbroschüren. Sie enthalten eine Zusammenfassung nützlicher Informationen für die Einführung in das jeweilige Thema sowie zusätzliche Daten zu den Satellitenaufnahmen, eine Bibliographie und eine Liste mit Websites zu den behandelten Themen.

Themenset Nr. 1: Erdbeobachtungssatelliten

Das Themenset Nr. 1 stellt die großen Satellitenfamilien zur Erdbeobachtung sowie die beiden wichtigsten Umlaufbahnen – die geostationäre und die polare Umlaufbahn – vor. Es ist das erste Set der Serie und beschreibt die grundlegenden Konzepte der Erdbeobachtung per Satellit und kann Unterrichtsthemen wie das Sonnensystem oder die Erde ergänzen.

Das Themenset bietet folgende Möglichkeiten:

- Einführung in die Erdbeobachtung;
- Einführung in die Entfernungsmaßstäbe im Weltraum (die Darstellung der Satelliten-positionen in der Abbildung auf den Innenseiten des Themensets entspricht dem Entfernungsmaßstab);
- Einführung in die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten von Satellitendaten.

Satellitenumlaufbahnen

Die Bewegungen der Satelliten um die Erde sind das Ergebnis der Erdanziehungskraft. Der Einschuss eines Satelliten in seine Umlaufbahn gehorcht den physikalischen Grundgesetzen. Die Flugbahn hängt von der Ausgangsgeschwindigkeit des Satelliten ab. Ist seine Geschwindigkeit zu gering, beschreibt er eine Parabel und fällt auf die Erde zurück. Um auf einer Flugbahn in 800 km Höhe kreisen zu können, muss seine Ausgangsgeschwindigkeit bei ca. 7,5 km pro Sekunde liegen. Erreicht die Geschwindigkeit ca. 11 km pro Sekunde (Fluchtgeschwindigkeit), entfernt sich das Raumfahrzeug (z. B. eine Raumsonde) immer weiter von der Erde.
Da die Anziehungskraft der Erde (Schwerkraft) die Zentrifugalkraft (Fliehkraft) ausgleicht, kann ein Satellit über einen langen Zeitraum hinweg die gleiche Umlaufbahn einhalten. Da sich die Umlaufbahn der Satelliten außerhalb der Atmosphäre befindet, sind sie keinem bremsenden Luftwiderstand ausgesetzt und ihre Geschwindigkeit bleibt in einer stabilen Erdumlaufbahn viele Jahre lang konstant.
Ein Satellit umkreist die Erde allein aufgrund der von ihr ausgehenden Schwerkraft. Die mitgeführten Treibstoffreserven werden nur eingesetzt, um kleine Bahn- oder Höhenkorrekturen vorzunehmen.

Der Einfluss der Schwerkraft verringert sich, je weiter man sich von der Erde entfernt, während die Zentrifugalkraft mit der Geschwindigkeit des Satelliten in der Umlaufbahn steigt. Daher wirkt auf einen Satelliten in erdnaher Umlaufbahn eine vergleichsweise hohe Anziehungskraft, die durch schnelle Bewegung entlang der Umlaufbahn zur Erzeugung der benötigten Zentrifugalkraft ausgeglichen werden muss. Folglich besteht eine direkte Beziehung zwischen dem Abstand zur Erde und der Umlaufgeschwindigkeit eines Satelliten. In einer Höhe von 36 000 km beträgt die Umlaufzeit 24 Stunden und entspricht damit genau der Erdumdrehungszeit. Ein solcher Satellit, der über dem Äquator „steht", bewegt sich also in Bezug auf die Erde nicht, er ist „geostationär".
Satelliten, die sich in einer polaren Umlaufbahn befinden, überfliegen die Polargebiete in einer Höhe von 700 bis 800 km und sind mit entsprechend breiten Aufnahmestreifen in der Lage, innerhalb weniger Tage die gesamte Erdoberfläche abzudecken. Geostationäre Umlaufbahnen werden insbesondere von Telekommunikations- und Wettersatelliten genutzt. Drei geostationäre Satelliten mit einem Winkelabstand von 120° zum Erdmittelpunkt decken die gesamte Erdoberfläche ab.

Satellitenbilder

Deckblatt

Aufnahme Deckblatt: Künstlerische Darstellung des Satelliten Envisat

Am 1. März 2002 startete die Europäische Weltraumorganisation Envisat, einen Erdbeobachtungssatelliten auf eine polaren Umlaufbahn, um Messungen der Atmosphäre, der Ozeane sowie von Land und Eis vorzunehmen. Die von Envisat übermittelten Daten unterstützen die geowissenschaftliche Forschung und ermöglichen die Überwachung von Umwelt- und Klimaveränderungen.

Mittelteil

Die Erde wurde hier mit Blick auf den afrikanischen Kontinent dargestellt, wodurch die Position von Meteosat zur Erde in etwa realitätsgetreu wiedergegeben werden kann. Der über dem Golf von Guinea stationierte geostationäre europäische Satellit Meteosat befindet sich auf dieser Abbildung rechts von der Erde. Ein Beobachter, der Meteosat aus dem All an dieser Stelle sehen würde, befände sich somit logischerweise über dem amerikanischen Kontinent.

Bild Nr. 1: Die Erde

Dieses Bild der Westhalbkugel wurde mithilfe einer Datenkombination verschiedener Erdbeobachtungsinstrumente erstellt. Die Daten bzgl. der Wolkenmassen wurden vom Satelliten GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite) der NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) bereitgestellt. Die Meeresdaten stammen von SeaWiFS (Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor), die Vegetationsdaten vom Satelliten POES (Polar Orbiting Environmental Satellite) der NOAA. Vor der Westküste der USA ist der Hurrikan Linda zu erkennen (9.9.1997).

Bilder Nr. 2, 3, 4: Argentinien – Das Ufer des Rio de la Plata – Buenos Aires (Envisat – 2004)

Das Ballungszentrum von Buenos Aires (12 Millionen Einwohner) liegt am Ufer des Rio de la Plata, der natürlichen Grenze zwischen Argentinien und Uruguay. Die Hauptstadt von Uruguay (Montevideo – 1,3 Millionen Einwohner) befindet sich an der nördlichen Flussmündung. Der Rio de la Plata verfrachtet jährlich 57 Millionen Kubikmeter Sedimente, die insbesondere aus seinen größten Nebenflüssen Paraná und Uruguay stammen. Das Ästuar ist an seiner Mündung 219 km breit.

Bilder Nr. 5, 6, 7: Aufnahmen des Satelliten Meteosat von der Erde

Die auf die Erde auftreffenden Sonnenstrahlen werden entweder absorbiert oder reflektiert. Die reflektierte und re-emittierte Strahlung im sichtbaren und nicht sichtbaren Bereich (nahes bis thermales Infrarot) wird vom Satelliten gemessen. Je nach Aufnahmebereich oder Kanal reflektieren Schnee, Eis, unbewachsene Böden, Vegetation und Wasserflächen unterschiedlich stark.
Mithilfe dieser Messungen werden Schwarzweißbilder erzeugt, die anschließend bearbeitet zu farbigen Bildern der Erde überlagert werden können (Bild in der Mitte). Je nach eingesetztem Kanal können auch Aufnahmen erzeugt werden, auf denen die Vegetation (Bild in der Mitte) oder Wolkentypen (Bild rechts) erkennbar sind.
Meteosat dreht sich mit hoher Geschwindigkeit um die eigene Achse, die parallel zur Erdachse ausgerichtet ist und vollführt 100 Umdrehungen pro Minute. Bei jeder dieser Umdrehungen tastet er einen 5 km breiten Streifen von Osten nach Westen ab. Dabei wird der Scannerspiegel bei jeder Umdrehung des Satelliten neu ausgerichtet, um einen neuen Streifen erfassen und so ein Gesamtbild erzeugen zu können.
Die neue MSG (Meteosat Second Generation) generiert alle 15 Minuten multispektrales Bilddatenmaterial von Erdoberfläche und Wolkensystemen und deckt insgesamt zwölf Spektralkanäle ab. Die geometrische Auflösung wurde im Vergleich zu den Vorgängermodellen ebenfalls enorm verbessert (1 km im hoch auflösenden Kanal im sichtbaren Bereich und 3 km in den anderen Kanälen). Acht der Kanäle arbeiten im thermischen IR-Bereich und liefern unter anderem permanent Informationen über Wolken-, Land- und Meeresoberflächentemperaturen. Mit Kanälen, die Ozon, Wasserdampf und Kohlenstoffdioxid absorbieren, ermöglicht die MSG Meteorologen und Klimaforschern die Analyse von Parametern der Luftmassen und somit eine dreidimensionale Darstellung der Atmosphäre.

Seite 5 – Aufnahmen von Europa und Buenos Aires

Bild Nr. 8: Aufnahmen des Satelliten Envisat von Europa

Für die Darstellung Europas ohne Wolkendecke mussten mehrere Dutzend Aufnahmen kombiniert werden, die im Laufe des Jahres 2004 erstellt wurden. Die Daten hierfür hat das MERIS-Instrument (Medium Resolution Imaging Spectrometer) auf Envisat geliefert.

Bilder Nr. 9, 10, 11: Aufnahme des Satelliten Spot-5 von Buenos Aires

Die neuen HRG-Teleskope mit hoher geometrischer Auflösung (Haute Résolution Géométrique) des Satelliten Spot-5 (Système Probatoire d'Observation de la Terre) erstellen hochauflösende Bilder der Erde. Die räumliche Auflösung liegt bei 10 m in Farbe und bei 2,5 bis 5 m in Schwarzweiß (eine Aufnahme mit einer Auflösung von 2,5 m deckt eine Fläche von 60 km ab und ist als Datei 576 MB groß). Das Blickfeld des Satelliten beträgt 60 km. Diese Aufnahmen des Satelliten Envisat von Buenos Aires vervollständigen die Bilder der Region des Rio de la Plata im Mittelteil des Themensets.

Seite 6 – Wie funktionieren Satelliten?

Bild Nr. 12: Künstlerische Darstellung des Satelliten Envisat

Der Wiederholzyklus von Envisat beträgt 35 Tage. Nach dieser Zeit überfliegt der Satellit exakt den gleichen Punkt der Erde und beginnt seine Erdumrundung erneut auf derselben Flugbahn. Nach Ablauf dieser 35 Tage hat der Satellit eine gewisse Anzahl (genau 501) vollständiger

Umdrehungen auf seiner Umlaufbahn vollführt, während die Erde nur 35 ganze Umdrehungen absolviert hat. Envisat befindet sich auf einer sonnensynchronen Umlaufbahn, d. h. er überfliegt jeden Punkt der Erdoberfläche stets zur gleichen Tageszeit. Da die Aufnahmebedingungen abgesehen von den jahreszeitlichen Schwankungen praktisch identisch sind, ist es möglich, die von diesen Bildern bereitgestellten Informationen genau zu vergleichen.

Bild Nr. 13: Schematischer Aufbau des Satelliten Envisat und seiner wichtigsten Instrumente

Die entsprechenden Daten werden mithilfe von 10 komplementären Instrumenten zusammengestellt:

MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer) ist ein abbildendes Spektrometer mit einer mittleren räumlichen Bodenauflösung von 300 m und 15 Spektralbändern im sichtbaren und nahen Infrarotbereich. Eine der wichtigsten Aufgaben von MERIS besteht in der Messung der Meeresfarbe zur Berechnung der Chlorophyllkonzentration. Diese Daten sind für die Erforschung des Kohlenstoffkreislaufs der Weltmeere von großer Bedeutung.

Das verbesserte synthetische Apertur-Radar **ASAR** (Advanced Synthetic Aperture Radar) nutzt Radarsignale zur Kartierung von Landflächen, zur Abbildung von Wellen und Meereis, zur Überwachung der Landnutzung und der Vegetation sowie zur Messung bestimmter Bodenbeschaffenheiten.

GOMOS (Global Ozone Monitoring by Occultation of Stars) ist ein Instrument zur globalen Ozonüberwachung durch die Messung der Helligkeit von Sternen, deren Licht durch die Atmosphäre abgeschwächt wird. Es ermöglicht die genaue Messung der in der Stratosphäre vorhandenen Ozonmenge sowie Profilmessungen von Spurengasen in der oberen Troposphäre und der Mesosphäre.

GOME (Global Ozone Monitoring Experiment) ist ein Instrument zur weltweiten Ozonüberwachung, welches das von der Erdoberfläche rückgestreute Sonnenlicht senkrecht zur Erde abtastet (Nadir-Modus).

Das abbildende Abtast-Absorptionsspektrometer für atmosphärische Kartografie **SCIAMACHY** (Scanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric Cartography) ist der wichtigste Atmosphären-Sensor an Bord von Envisat. Er setzt verschiedene Mess-Modi ein. Aus den Daten können Erkenntnisse über die dreidimensionale Verteilung von Gasen in der Troposphäre und unteren Stratosphäre gewonnen werden.

Das Michelson-Interferometer zur passiven Sondierung der Atmosphäre **MIPAS** (Michelson Interferometer for Passive Atmospheric Sounding) wird von Envisat für die Messung von Gas-Emissionen im mittleren Infrarot-Spektrum eingesetzt. Damit lässt sich insbesondere die Zusammensetzung von Industrieabgasen bestimmen.

Das verbesserte in Flugrichtung abtastende Radiometer **AATSR** (Advanced Along Track Scanning Radiometer) tastet Land- und Wasserflächen ab, um die Meerestemperaturen zu bestimmen. Es erfasst Brandherde von Waldbränden und kartografiert die Ausdehnung der Vegetation in verschiedenen Gebieten.

DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite) ist ein satellitengestütztes Funksystem zur kontinuierlichen Berechnung der Position des Satelliten auf seiner Umlaufbahn. Diese Position wird über Signale, die das Instrument über 50 auf der ganzen Welt verteilte Funksender erhält, mit zentimetergenauer Präzision ermittelt.

RA-2 und **MWR**. Der Radar-Höhenmesser RA-2 misst auf die Nanosekunde genau die Rückkehrzeit des Signals und berechnet den Abstand zur Erde mit einer Präzision von 4 cm. Das Mikrowellenradiometer MWR (Microwave Radiometer) misst die Luftfeuchtigkeit in der Atmosphäre und ermöglicht die Korrektur eventueller Messfehler von RA-2, wodurch dessen Präzision noch erhöht wird.

Der Laser-Retro-Reflektor **LRR** (Laser Retro-Reflector) ermöglicht die Eichung von DORIS und RA-2.

Envisat tastet kontinuierlich die Erdoberfläche und -atmosphäre ab. Während zwei Dritteln seiner Flugzeit befindet sich der Satellit über dem Meer. Die Bewegung der Wassermassen in den Ozeanen und die komplexen Vorgänge beim Austausch fühlbarer Wärme mit der Atmosphäre machen die Ozeane zu wichtigen Akteuren des Klimaverhaltens der Erde und dessen Veränderungen.

Die umfassenden Kapazitäten der Bordinstrumente von Envisat werden anhand von drei Aufnahmen veranschaulicht:

Bild Nr. 14: Der Ärmelkanal nördlich der Bretagne (Envisat / MERIS)

Auf dieser Aufnahme ist eine Algenblüte (rasche Entwicklung von Phytoplankton) vor der bretonischen Küste zu erkennen, die sich über ca. 400 km erstreckt.

Bild Nr. 15: Aufnahme der durch den Tanker Prestige verursachten Ölpest (Envisat / ASAR – Nov. 2002)

Das aus den Tanks des Öltankers Prestige austretende Erdöl treibt vor der galizischen Küste. Auf Radarbildern erscheint die Meeresoberfläche dunkel bis hell, je nachdem, wie rau die See ist. Im Bereich der Verschmutzung werden die Wellen durch das Öl geglättet. Dort ist das rückgestreute Radarsignal viel schwächer und dieser Bereich wird entsprechend dunkler abgebildet.

Bild Nr. 16: Die europäischen NO_2-Emissionen (Envisat / SCIAMACHY)

Diese Aufnahme des Instituts für Umweltphysik (IUP) in Heidelberg wurde anhand von Messungen des Instruments SCIAMACHY erstellt, die sich über einen Zeitraum von 18 Monaten erstreckten. Dieses Instrument zeichnet das Spektrum des durch die Atmosphäre fallenden Sonnenlichts auf. Die zur Verfügung stehenden Daten und Messungen der Luftverschmutzung mithilfe von am Boden stationierten Sensoren sind nicht sehr umfangreich und eine effiziente globale Überwachung ist nur über Sensoren im Weltraum möglich.

Online-Ressourcen

www.esa.int	Website der ESA (Europäische Weltraumorganisation)
www.esa.int/SPECIALS/ESRIN_SITE/index.html	Website des ESRIN – Europäisches Weltraumforschungsinstitut: Zentrum der ESA für die Erdbeobachtung
www.esa.int/eo	Website der ESA zum Thema Erdbeobachtung
earth.esa.int/earthimages	Satellitenbildergalerie der ESA
www.esa.int/education	Bildungswebsite der ESA
www.eduspace.esa.int	Website der ESA zum Thema Erdbeobachtung für Schulen (EDUSPACE)
www.dlr.de	Website des DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt)
www.cnes.fr	Website der französischen Raumfahrtagentur CNES Präsentation der Missionen und Tätigkeiten des CNES
www.cnes-edu.fr	Bildungswebsite des CNES
www.spotimage.fr	Bildergalerie von SPOT IMAGE

FERNERKUNDUNG UND UMLAUFBAHN

www.eduspace.esa.int/subtopic/default.asp?document=297&language=de	EDUSPACE: Fernerkundung/ Satellitenumlaufbahnen
www.lehrer-online.de/fernerkundung-anfaenger.php	Fernerkundung für Anfänger
http://wiki.zum.de/Fernerkundung	Satellitengeographie im ZUM-Wiki
http://satgeo.zum.de/satgeo/methoden/methoden.htm	Satellitengeographie im Unterricht
http://www.dlr.de:80/desktopdefault.aspx/tabid-4741/7888_read-12419/	Grundschulinformationen zur Raumfahrt
www.uni-kiel.de/forum-erdkunde/unterric/material/einf_fe/index.htm	Einführung in die Fernerkundung
www.fe-lexikon.info/FeLexikon.htm	Lexikon für Fernerkundung
ivvgeo.uni-muenster.de/Vorlesung/FE_Script/Start.html	Vorlesung Geofernerkundung
www.erdsicht.de/	Sammlung kostenloser Satellitenbilder und Luftaufnahmen

ENVISAT

envisat.esa.int	Informationen über den Satelliten Envisat
www.esa.int/envisat/instruments.html	Instrumente des Satelliten Envisat
www.raumfahrer.net/raumfahrt/envisat/home.shtml	Detaillierte Informationen zum Satelliten Envisat
www.dlr.de/caf/desktopdefault.aspx/tabid-2663//4003_read-5985/	DLR-Informationen zum Satelliten Envisat

METEOSAT

www.eumetsat.int	Europäische Organisation für Wettersatelliten
www.eumetsat.int/groups/cps/documents/document/pdf_br_eps03_de.pdf	Informationen über Erdbeobachtung und Wettersatelliten
www.eumetsat.int/groups/cps/documents/document/pdf_br_eum02_de.pdf	Das Eumetsat-Polarsystem, Informationen zur Wetterüberwachung
www.dlr.de/Portaldata/1/Resources/kinder_und_jugend/DLR_Schulinfo_01_2002.pdf	Infobroschüre des DLR zur Erdbeobachtung für Schulen
klett-verlag.de/sixcms/list.php?page=geo_infothek&node=Fernerkundung	Infothek des Klett-Verlags zum Thema Fernerkundung
wind.met.fu-berlin.de/wind/satellit/meteosat_loop.php	Institut für Meteorologie der FU Berlin - Bilder

Satellitenbilder

Herstellung / Autoren

Projektleitung im Auftrag der ESA	Agostino de Agostini
Entwicklung	Frédéric Létang / Patrice Desenne
Redaktion und Gestaltung	Frédéric Létang
Produktion	Europimages - Aliette Cremer
Übersetzung	Susanne Haberstroh
Wissenschaftliche Beratung (ESA)	Isabelle Duvaux Béchon / Laurence Ghaye Jürg Lichtenegger
Pädagogische Beratung	Éric Janin / Jean Jandaly
Dokumentation	Valérie Massignon – XYZèbre
Grafik	Boris Uzan / Serge Lauth
Illustrationen	Philippe Bouillon – Illustratek

Themenset Nr. 1 - Erdbeobachtungssatelliten

Beantworte nach aufmerksamem Durchlesen und Anschauen des Themensets folgende Fragen:

1 – Was sind die wichtigsten Funktionen eines Fernerkundungssatelliten? Gib zwei Beispiele von Fernerkundungssatelliten an.

.....
.....
.....

2 – In welcher Höhe befindet sich ein Satellit in der polaren Umlaufbahn? Warum wird diese Umlaufbahn als polare Umlaufbahn bezeichnet?

.....
.....
.....

3 – In welcher Höhe befindet sich ein Satellit in der geostationären Umlaufbahn? Warum wird diese Umlaufbahn als geostationäre Umlaufbahn bezeichnet?

.....
.....
.....
.....

4 – Was ist auf den drei Aufnahmen des Satelliten Envisat zu erkennen?

.....
.....

5 – Welche Kontinente oder Teile von Kontinenten sind auf den drei Aufnahmen des Satelliten Meteosat zu erkennen?

.....
.....

6 – Was ist die wichtigste Aufgabe der Satelliten im geostationären Orbit?

.....
.....

7 – Welche Einzelheiten sind auf den drei Aufnahmen der Stadt Buenos Aires zu erkennen? Von welchem Satelliten stammen diese Aufnahmen?

.....
.....
.....
.....

8 – Gib drei Aufgaben an, die von den Instrumenten an Bord des Satelliten Envisat angegangen werden können.

.....
.....
.....
.....