esa

2- Die Erde von oben

European Space Agency
Agence spatiale européenne

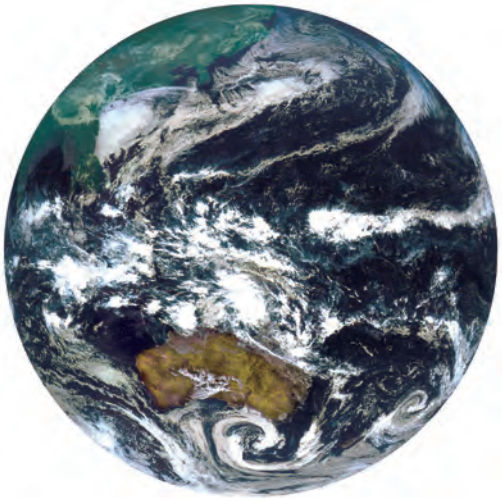
the Living Planet

1

GEOSTATIONÄRE AUFNAHMEN DER ERDE

Die meisten Wettersatelliten folgen einer geostationären Umlaufbahn in einer Höhe von 36 000 km über dem Äquator, von wo aus sie ständig die Wetterentwicklung auf der Erde beobachten.

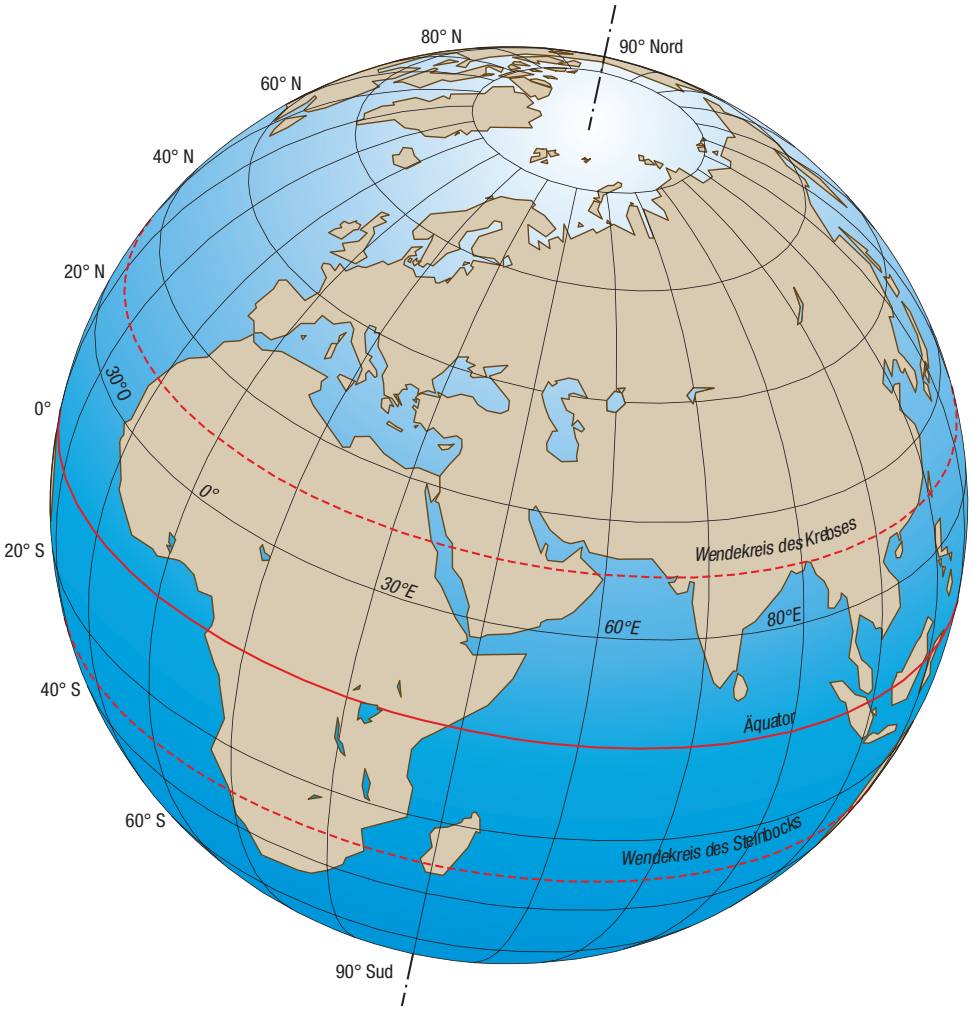
© NASA 1994



SOURCE GMS 5

Diese Aufnahmen stammen von dem amerikanischen Satelliten GOES-8 (Position 75° West) und dem japanischen Satelliten GMS (Position 140° Ost).

2



KONTINENTE UND OZEANE

Die Kontinente, die sich zum größten Teil auf der Nordhalbkugel befinden, stellen weniger als ein Drittel der gesamten Erdoberfläche.

Es existieren fünf Kontinente:
Eurasien, Afrika, Amerika, Australien (mit Ozeanien) und die Antarktis.
Es gibt fünf Ozeane:
Pazifik, Atlantik, Indischer Ozean, Arktischer Ozean und Südpolarmeer.

Um sich auf der Erde zurechtzufinden, hat der Mensch imaginäre Linien definiert:

Der Äquator ist ein Kreis, der sich in gleichem Abstand zum Nord- und Südpol befindet. Er trennt die Erde in zwei Halbkugeln. Die Breitenkreise sind imaginäre, parallel zum Äquator verlaufende Kreise. Bei den Längenkreisen handelt es sich ebenfalls um imaginäre Kreise, die über den Nord- und Südpol verlaufen.

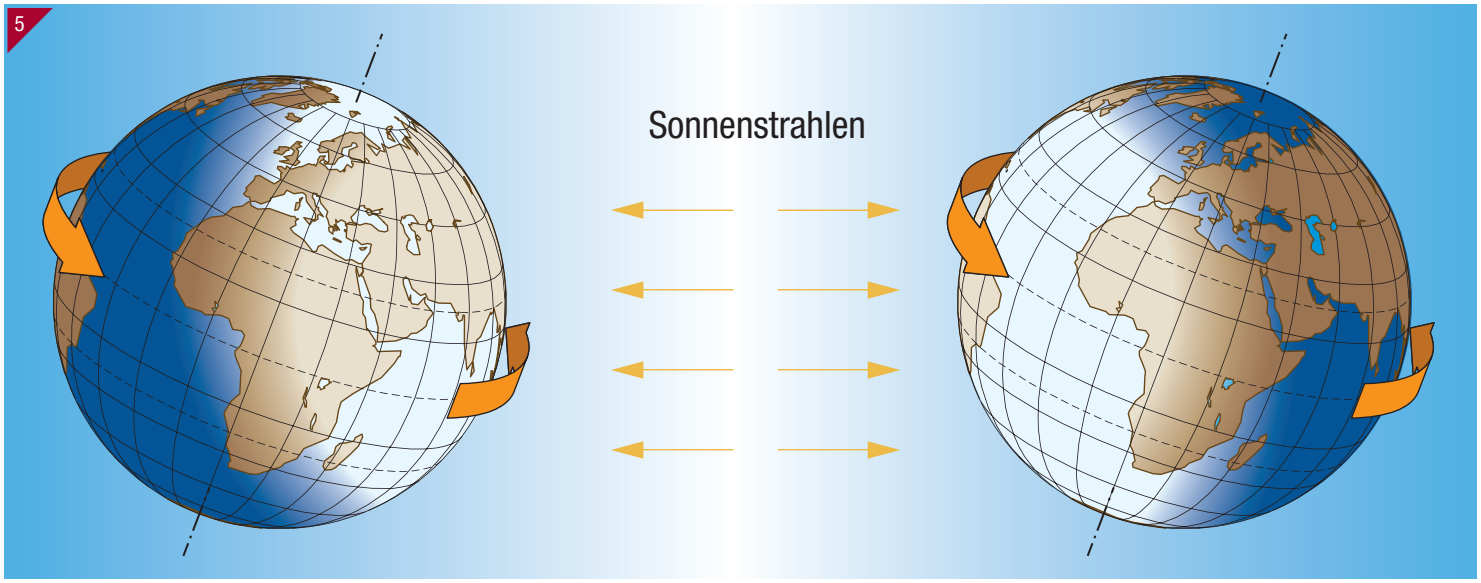
© 2004 EUMETSAT

Die Atmosphäre, die die Erde umgibt, ist nur wenige Dutzend Kilometer dick. Auf diesem Bild entspricht das weniger als einem Millimeter.

Die Erde ist ein Planet, der sich in 24 Stunden um die eigene Achse (Rotation) und in 365,25 Tagen um die Sonne dreht (Revolution). Ihr Zentrum befindet sich über 6 000 km unter ihrer Oberfläche und ihr Umfang beträgt ca. 40 000 km.

INKLINATION DER ERDE UND JAHRESZEITEN

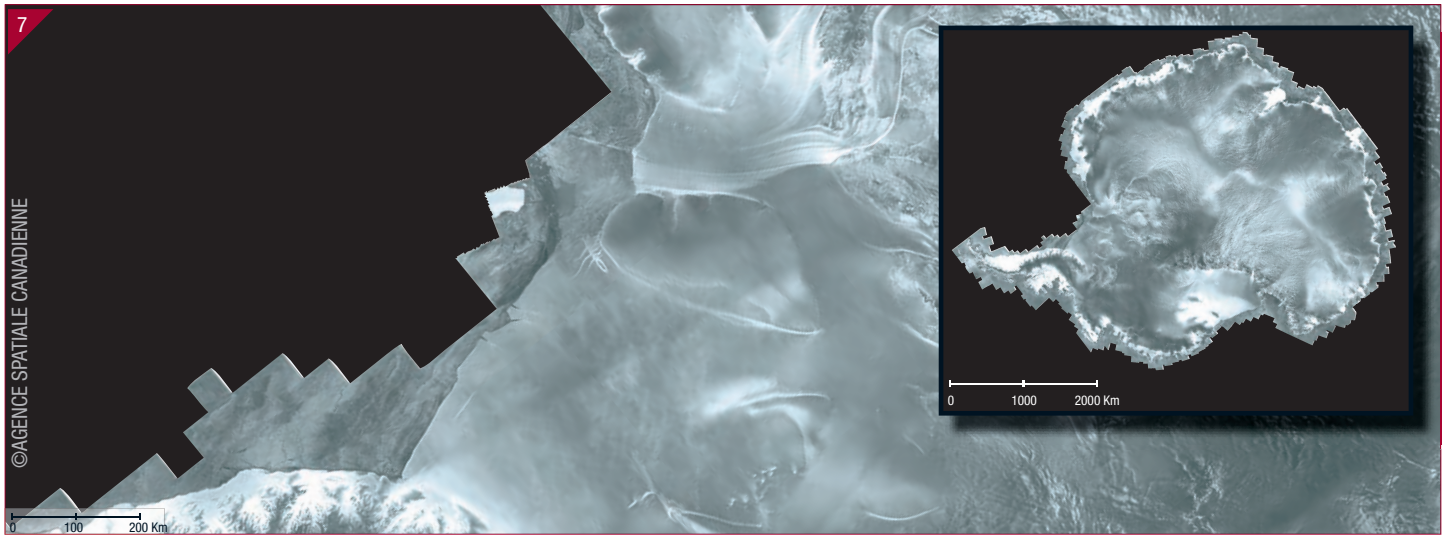
Die Nordhalbkugel im Winter: die Eiskappe dehnt sich aus.



Im Sommer liegt der Nordpol stets in der Sonne. Auf der Nordhalbkugel sind die Tage länger. Der Südpol bleibt im Dunkeln.

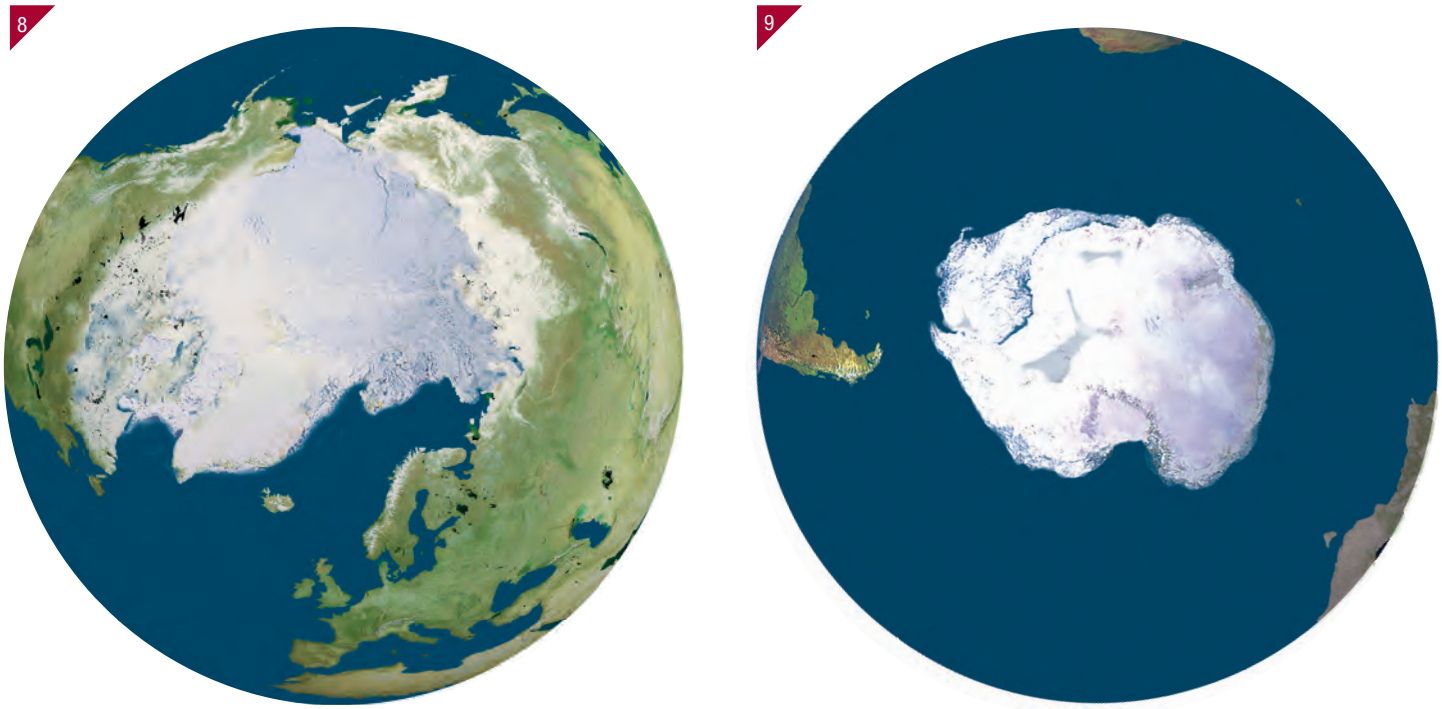
Im Winter liegt der Südpol stets in der Sonne, die Sonnenstrahlen erreichen nie den Nordpol. Dort ist es dann sechs Monate lang dunkel.

Die Nordhalbkugel im Sommer: die Eiskappe schmilzt.



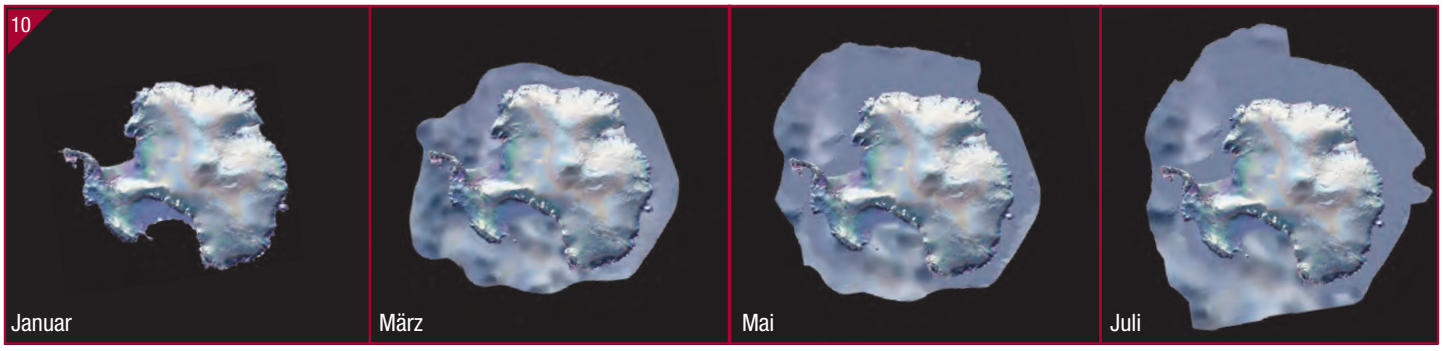
Radarbild der Antarktis, aufgenommen von dem kanadischen Satelliten Radarsat.

Ein Radar zeigt die Oberflächengestalt der Erde in Schwarzweißbildern, die die Bodenrauheit und das Relief wiedergeben und somit keinen Farben entsprechen. Die eingerahmte Aufnahme besteht aus mehreren tausend, zu einem Mosaik zusammengefügten kleinen Bildern, welche die gesamte Antarktis zeigen.



© ESA

Bilder der Nord- und Südhalbkugel, die aus einem Mosaik von Aufnahmen des Satelliten Envisat erstellt wurden. Die Farben wurden im Anschluss hinzugefügt. Diese Abbildung der Erde ist ungewöhnlich, denn normalerweise sehen wir sie von der Äquatorebene aus.

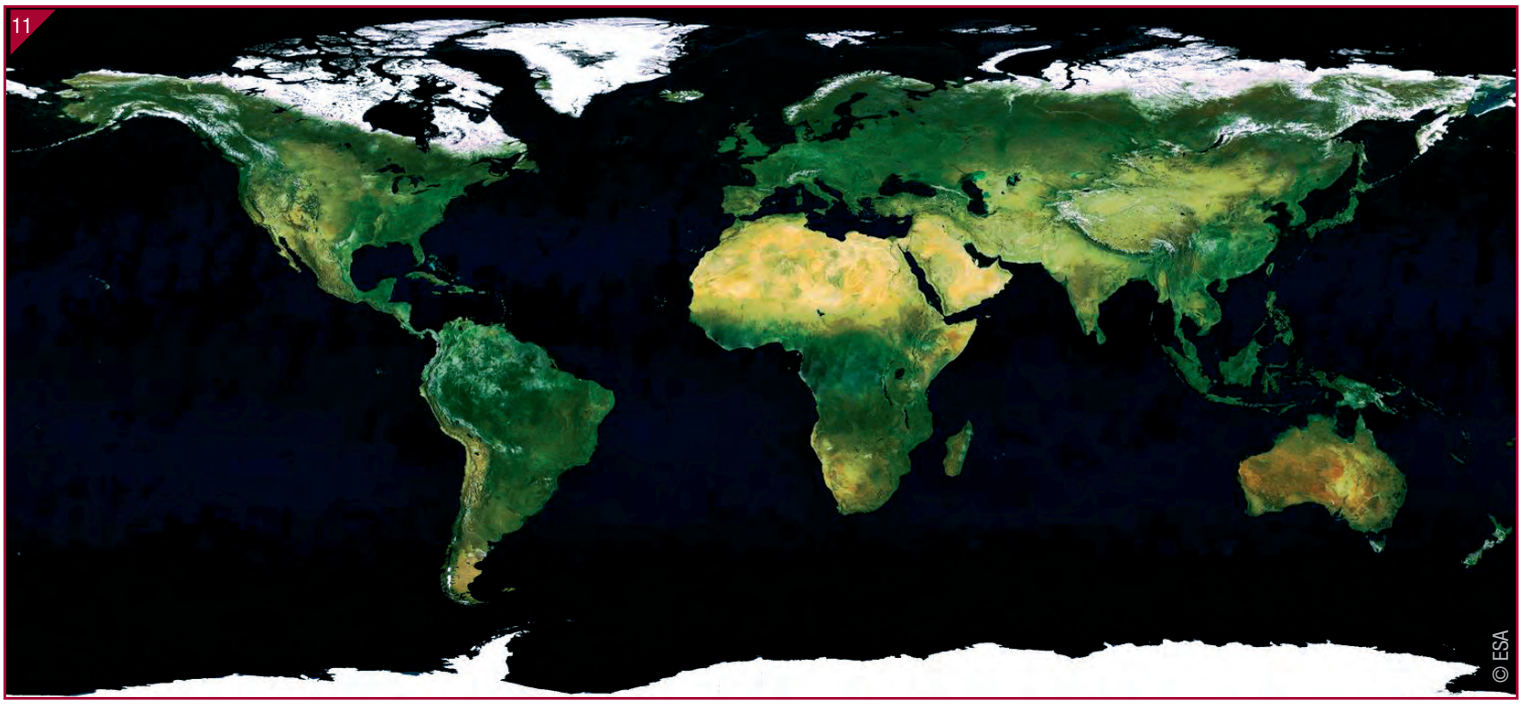


© ESA

Diese vier Aufnahmen des Satelliten ERS-1 zeigen die Bildung und Entwicklung von Meereis in der Antarktis im Süd-Winter. Das Meereis braucht für seine Entstehung bis zum Erreichen seiner größten Ausdehnung knapp sechs Monate.

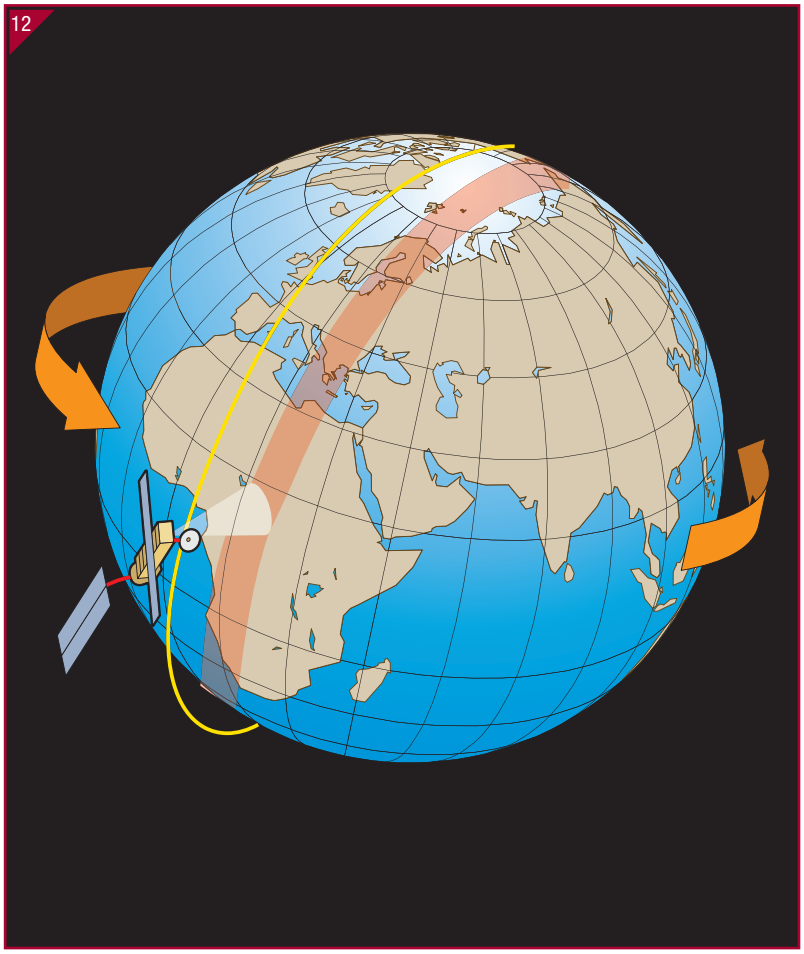
Wie funktionieren Satelliten?

Die Planisphäre



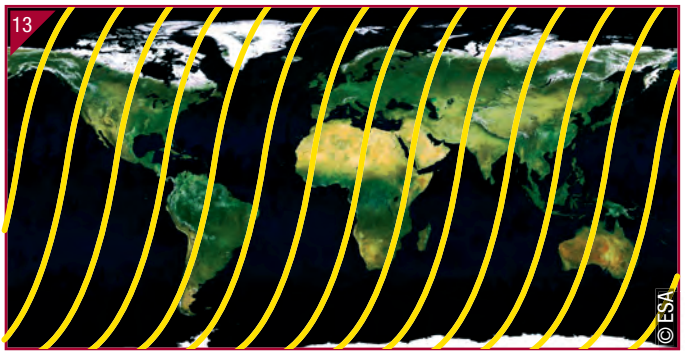
Die Erde wird nicht immer in Form einer Kugel dargestellt, sondern kann auch, wie auf dieser Karte, flach abgebildet werden.
So können beide Halbkugeln der Erde auf einer Karte dargestellt werden. Diese Abbildungsart führt jedoch zu Verzerrungen: die Antarktis und Grönland erscheinen auf dieser Planisphäre sehr viel größer als sie in Wirklichkeit sind.

Die Rotation der Satelliten um die Erde



Der Satellit überfliegt bei seiner Erdumrundung die Polargebiete, die Erde dreht sich jedoch gleichzeitig um sich selbst. Der Weg des Satelliten muss somit bei flacher Abbildung als gekrümmt dargestellt werden.

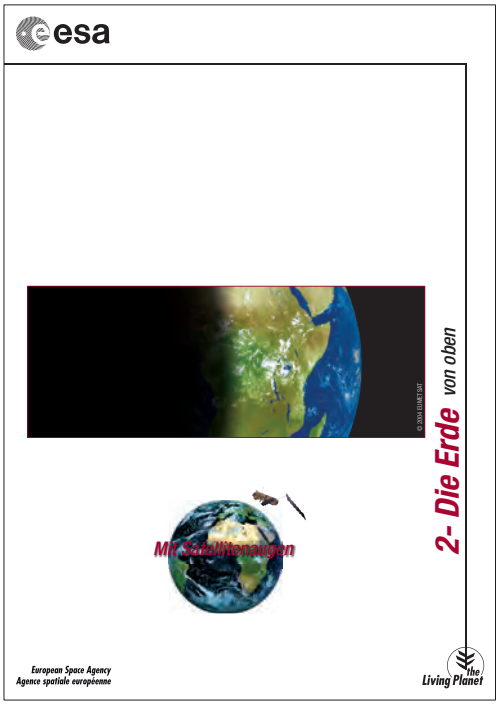
Die gelben Linien auf der unteren Aufnahme zeigen die Flugbahn des Satelliten. Er umrundet die Erde 14 Mal pro Tag.



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. 2: Die Erde von oben



Das Themenset Nr. 2 behandelt die geografischen Aspekte des Globus.

Es bietet folgende Möglichkeiten:

- Erkennen und geografisches Einordnen der Weltmeere und Kontinente;
- Erlernen des grundlegenden geografischen Vokabulars (Pole, Wendekreise, Äquator, Atmosphäre);
- Diskussion der Auswirkungen der Erdumdrehung und der Rotation um die Sonne;
- Verwendung verschiedener Konzepte (geografische Länge und Breite, Strahlung usw.).

Der Planet Erde

Die Erde ist einer der acht Planeten des Sonnensystems. Sie ist nicht völlig rund, da sie an den Polen einen etwas kleineren Durchmesser aufweist als am Äquator (der imaginären Linie, die die Erde in zwei gleich große Halbkugeln teilt). Die Erde unterscheidet sich von den anderen Planeten durch Wasservorkommen an ihrer Oberfläche sowie die Präsenz von Leben und menschlichen Gesellschaften. Sie wird häufig auch als „Blauer Planet“ bezeichnet und weist eine Oberfläche auf, die zu 71 % aus Meeren und Ozeanen und zu 29 % aus Kontinenten besteht.
Die Erde weist zwei Bewegungen auf : 1. Die siderische Rotation: sie dreht sich mit einem Neigungswinkel von momentan 23°27’ im Verhältnis zur Vertikalachse von West nach Ost um eine Drehachse (Polachse); 2. die synodische Rotation: sie dreht sich in zur Zeit 365,25 Tagen um die Sonne. Diese doppelte Drehbewegung hat folgende Auswirkungen: der Wechsel von Tag und Nacht sowie der Wechsel der Jahreszeiten (je nach Entfernung zu den Polen ist dieser mehr oder weniger stark ausgeprägt).

Die Erdoberfläche ist in Breiten- und Längenkreise eingeteilt (imaginäre Linien, die parallel zum Äquator bzw. durch beide Pole laufen). Der nördliche und südliche Wendekreis (Wendekreis des Krebses und Wendekreis des Steinbocks) legen die subtropischen Grenzen fest, innerhalb der die Sonnenstrahlen senkrecht auf die Erdoberfläche treffen können. Die Einteilung der Erde in bioklimatische Zonen erfolgt grob ebenfalls über die Entfernung vom Äquator und die Annäherung an die Pole.
Die kosmografische Orientierung auf der Erdoberfläche erfolgt über die geografische Länge und Breite. Die Breite gibt den Winkelabstand zwischen dem Äquator und einem beliebigen Punkt auf der Erdoberfläche an. Die Länge gibt den Winkelabstand zwischen einem beliebigen Punkt auf der Erdoberfläche und dem in Greenwich (London) gelegenen Nullmeridian an. Somit befindet sich jeder Punkt auf der Erdoberfläche automatisch an einer Schnittstelle dieser beiden Maße. Zudem wurde die Erdoberfläche in 24 verschiedene Zeitzonen eingeteilt.
Die die Erde umgebenden Gasmassen bilden die Atmosphäre. Die verschiedenen Klimazonen lassen sich teilweise durch den Austausch von Luftmassen erklären, was weitreichende Konsequenzen für den Menschen mit sich bringt.

Satellitenbilder

Deckblatt

Aufnahme Deckblatt: Sichelförmige Aufnahme des Satelliten Meteosat von der Erde

In Bezug auf die Erstellung von Satellitenaufnahmen ist die Besonderheit geostationärer Satelliten hervorzuheben.
Mithilfe der knapp 36 000 km über dem Äquator positionierten geostationären Satelliten können synchrone Aufnahmen der gesamten Erdkugel (mit Ausnahme der Pole) erstellt werden, da sich die Satelliten in dieser Höhe mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Erde fortbewegen und somit stets über demselben Punkt am Äquator stehen. Die anderen Erdbeobachtungssatelliten befinden sich meist ca. 800 km über der Erde in einer polaren Umlaufbahn und stellen somit momentan nur Teilansichten bereit, die anschließend wie ein Mosaik zusammengesetzt werden müssen, um ein Gesamtbild der Erde zu erhalten

Mittelteil

Bild Nr. 1: Zwei Aufnahmen der Erde aus der geostationären Umlaufbahn

Auf der linken Seite sind zwei Aufnahmen aus der geostationären Umlaufbahn zu sehen, die eine stammt von dem amerikanischen Satelliten GOES-8 (Geostationary Operational Environmental Satellite – Position 75° West), die andere von dem japanischen Satelliten GMS (Geostationary Meteorological Satellite – Position 140° Ost).

Diese beiden Ansichten ermöglichen eine ständige und umfassende Erdbeobachtung. Sie zeigen den ganzen Umfang der Weltmeere und sind für die Überwachung von Wetterphänomenen unerlässlich. Insgesamt sind neun Wettersatelliten in der geostationären Umlaufbahn um die Erde stationiert: GOES W und GOES E (USA), Meteosat-7 und Meteosat-8 (Europa), GOMS (Russland), Insat (Indien) FY-1 und FY-2 (China) und GMS (Japan).

Bild Nr. 3: Die Erdkugel

Diese Aufnahme wurde von dem auf 0° geografischer Länge über dem Golf von Guinea stationierten Satelliten Meteosat erstellt. Dieser Satellit beobachtet stets die gleiche Seite der Erde und insbesondere den afrikanischen und europäischen Kontinent. Dieses Bild wurde morgens (GMT: Greenwich Mean Time – Ortszeit von London) im Frühjahr aufgenommen, während es über dem Atlantik noch Nacht war. Wenige Stunden später wird die Sonne aufgrund der Erdumdrehung über dem Nullmeridian stehen. So kann der geostationäre Satellit um die Mittagszeit (GMT) eine Aufnahme bereitstellen, auf der die Erde vollständig von der Sonne bestrahlt wird.

Bilder Nr. 4, 6: Die Nordhalbkugel im Winter und im Sommer

Auf der rechten Innenseite des Themensets sind zwei Teilaufnahmen der Nordhalbkugel im Winter und im Sommer abgebildet. Auf der ersten Aufnahme sind insbesondere Kanada und Grönland gut zu erkennen, auf der zweiten Sibirien. Auch die entsprechend der Jahreszeit unterschiedliche Sonneneinstrahlung auf dem Nordpol ist deutlich zu sehen.

Seite 5 - Die Pole der Erde

Bild Nr. 7: Radarbild der Antarktis

An den Polen, die meist unter einer Wolkendecke liegen, ist es sechs Monate im Jahr dunkel. Deshalb werden hier vor allem Radarinstrumente für die Datenerfassung eingesetzt. Sie geben das Relief und die Ausdehnung der Eiskappen genau wieder, wie auf diesem von dem kanadischen Satelliten Radarsat aufgenommenen Bild der Antarktis zu sehen ist.

Bilder Nr. 8, 9: Die Nord- und Südhalbkugel in Draufsicht

Die geostationären Satelliten ermöglichen keine befriedigende Beobachtung der Pole. Dieses Manko wird jedoch von Satelliten in einer polaren, oder genauer ausgedrückt „polar-nahen“ Umlaufbahn ausgeglichen, die zahlreiche Teilaufnahmen der Erdoberfläche bereitstellen. So ist es durch das Zusammenfügen mehrerer Bilder möglich, eine Gesamtansicht der Erde aus der Perspektive des Nord- oder Südpols zu erstellen.

Diese etwas ungewöhnlichen Darstellungen ermöglichen eine andere Wahrnehmung der Erde und heben beispielsweise die Bedeutung der Wassermassen auf der Südhalbkugel sowie die Größe der Antarktis und die geografische Nähe zwischen Sibirien und Alaska hervor.

Bild Nr. 10: Jährliche Veränderung der Eisdecke in der Antarktis

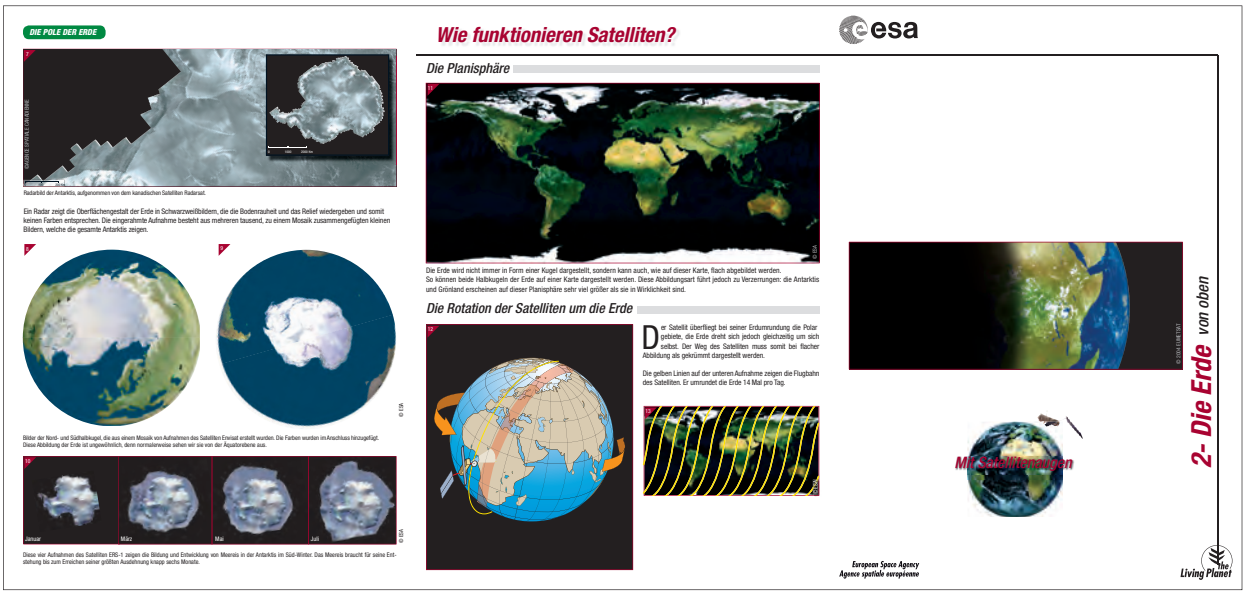
Mithilfe der von den europäischen Satelliten ERS und Envisat erfassten Daten kann die Entwicklung der Meereismassen um die Antarktis nachvollzogen werden. Diese präzisen, regelmäßig durchgeführten Beobachtungen liefern wichtige Informationen für die langfristige Klimaforschung.

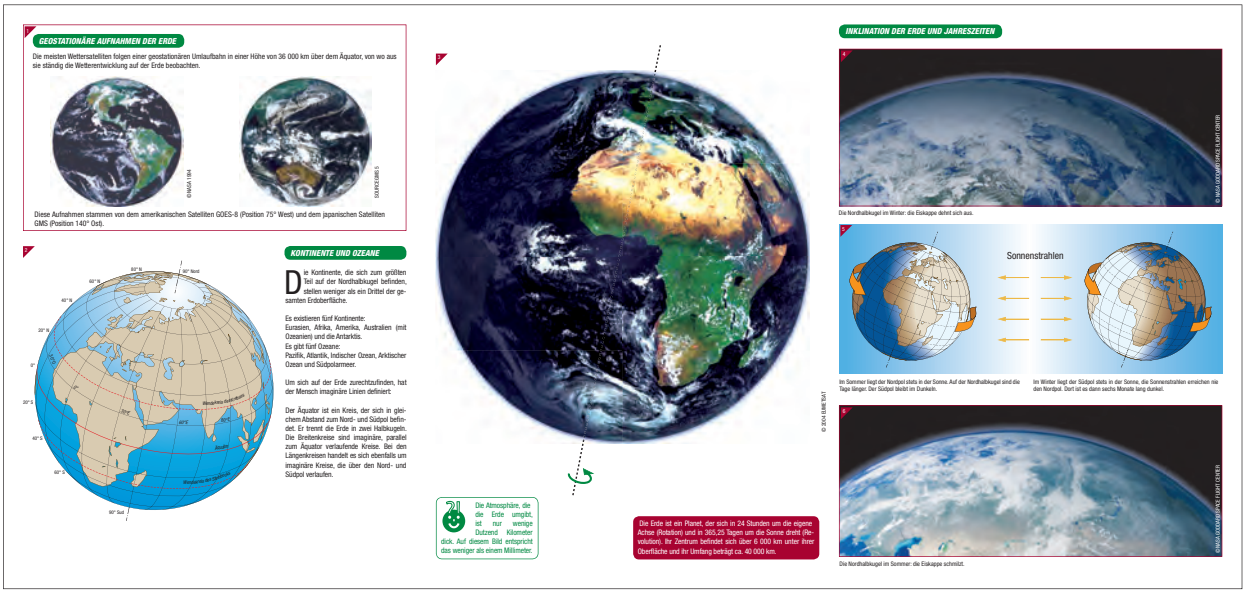
Seite 6 – Wie funktionieren Satelliten?

Bilder Nr. 11, 13: Die Erdplanisphäre (Envisat – MERIS)

Die Darstellung der Erdkugel als Planisphäre kann auch durch Satellitendaten von einer polaren Umlaufbahn erfolgen. Diese Satelliten umrunden täglich 14 Mal die Erde und tasten dabei kontinuierlich einen Streifen der Erdoberfläche ab. So sind sie mithilfe der Erdrotation in der Lage, bei einem entsprechend breiten Aufnahmestreifen (1 150 km) innerhalb von zwei bis drei Tagen die gesamte Erdkugel zu erfassen.

Die hier abgebildete Aufnahme des Satelliten Envisat wurde aus verschiedenen Teilaufnahmen zusammengestellt, die im Laufe eines Monats aufgenommen wurden. Dieser Zeitraum ist nötig, um alle Gebiete mindestens einmal wolkenfrei darstellen zu können. Dabei wurden die Ozeane, über denen sich große Wolkenmassen befinden, nicht mit berücksichtigt, weshalb sie hier schwarz dargestellt sind.





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

GRADNETZ, JAHRESZEITEN UND KLIMA

www.eduspace.esa.int/Background/default.asp?document=504&language=de	Klima und Jahreszeiten
www.lehrer-online.de/jahreszeiten-entstehung.php	Lehrmaterial zur Entstehung der Jahreszeiten

ANTARKTIS

klett-verlag.de/sixcms/list.php?page=geo_infothek&node=Antarktis	Infothek des Klett-Verlags zur Antarktis
www.awi.de/de/startseite/	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

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. 2 - Die Erde von oben

Beantworte nach aufmerksamem Durchlesen und Anschauen des Themensets folgende Fragen:

1 – Nenne die Kontinente und Ozeane der Erde. Wie viel Prozent der Erdoberfläche sind von Meeren bedeckt?

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

2 – Wie heißen die imaginären Linien, mit deren Hilfe man sich auf der Erdoberfläche zurechtfinden kann?

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

3 – Welcher Kontinent ist auf dem großen Satellitenbild in der Seitenmitte ganz zu sehen? Welche europäischen Länder kannst du erkennen?

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

4 – Die linke Erdhälfte liegt im Dunkeln – dort ist es Nacht. Ist es auf der von der Sonne erhellten Erdhälfte morgens oder nachmittags?

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

5 – Welcher Pol wird auch im Winter von der Sonne beschienen? Warum?

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

6 – Was stellen die beiden Bilder in der Mitte der Seite mit dem Titel „Die Pole der Erde“ dar? Welcher Unterschied ist zwischen dem rechten und dem linken Satellitenbild zu erkennen?

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

7 – Wie heißt eine Karte, die die gesamte Erdoberfläche auf einer Ebene abbildet?

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

8 – Wie oft pro Tag umkreist ein Satellit in der erdnahen Umlaufbahn die Erde?

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