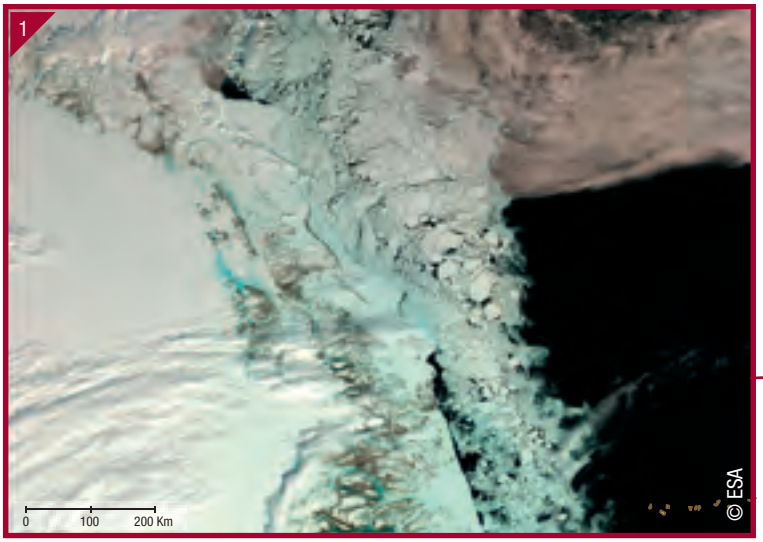
esa

3- Die Weltbevölkerung

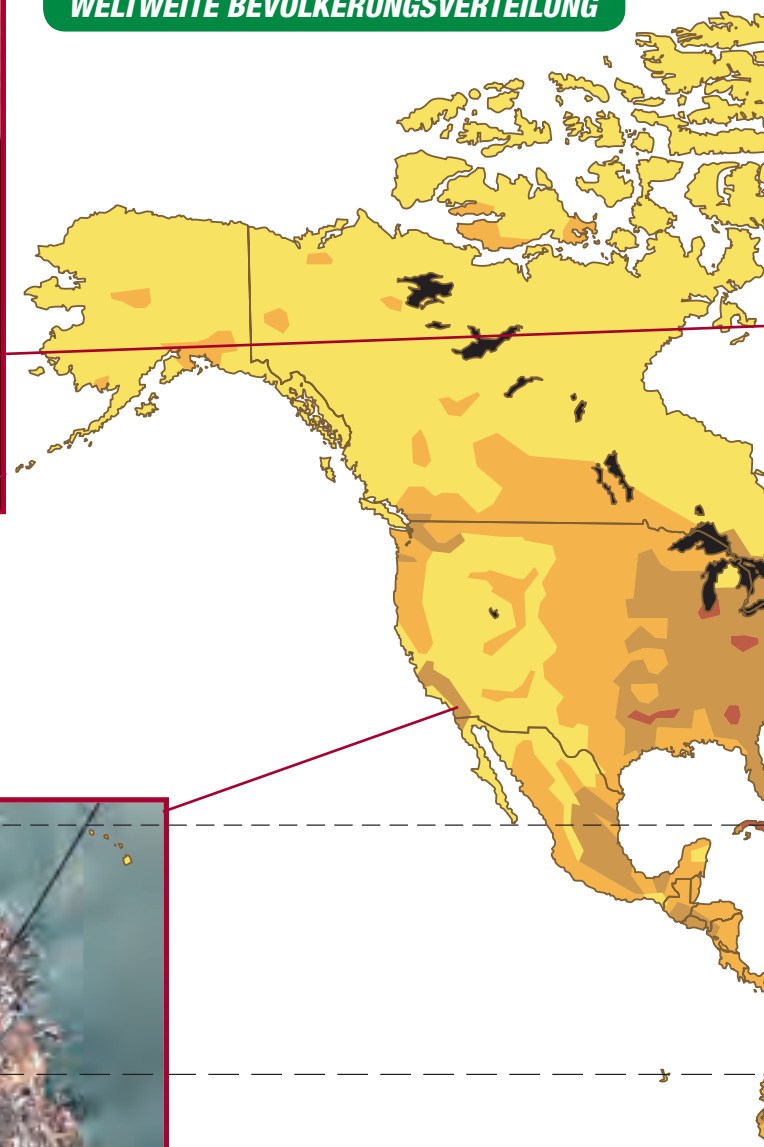
European Space Agency
Agence spatiale européenne

the Living Planet

WELTWEITE BEVÖLKERUNGSVERTEILUNG

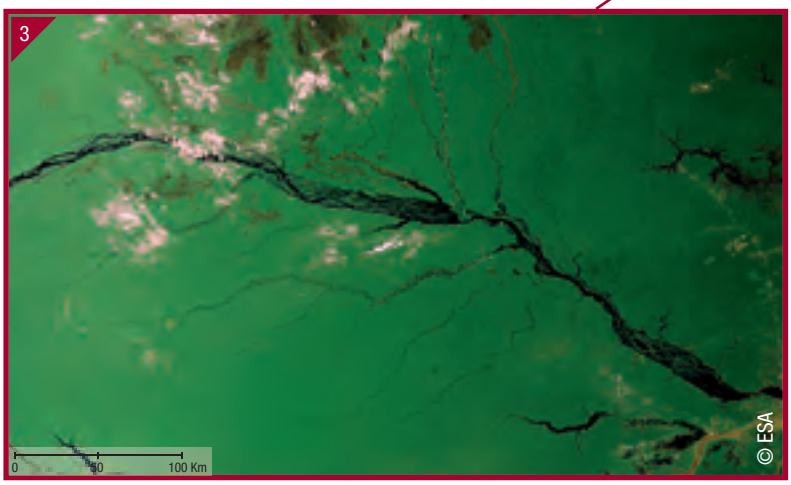


Die Arktis besteht hauptsächlich aus Packeis, sie weist nur sehr wenig Festland auf. Im Winter, wenn sich die Eisfläche fest gebildet hat, können Jäger wie die Inuit sich zeitweise auf dem Packeis aufhalten.



Das Ballungsgebiet von San Francisco hat 7,5 Millionen Einwohner. Einige große Ballungszentren weisen eine Bevölkerungsdichte von über 15 000 Einwohnern pro km² auf.

Im Jahr 2005 lebten 6,5 Milliarden Menschen auf der Erde. Die Bevölkerungsdichte beträgt 50 Einwohner pro km². Aber die menschliche Bevölkerung ist sehr ungleichmäßig über die Erde verteilt. Es existieren völlig menschenleere Gebiete sowie Regionen mit großen Bevölkerungsansammlungen.

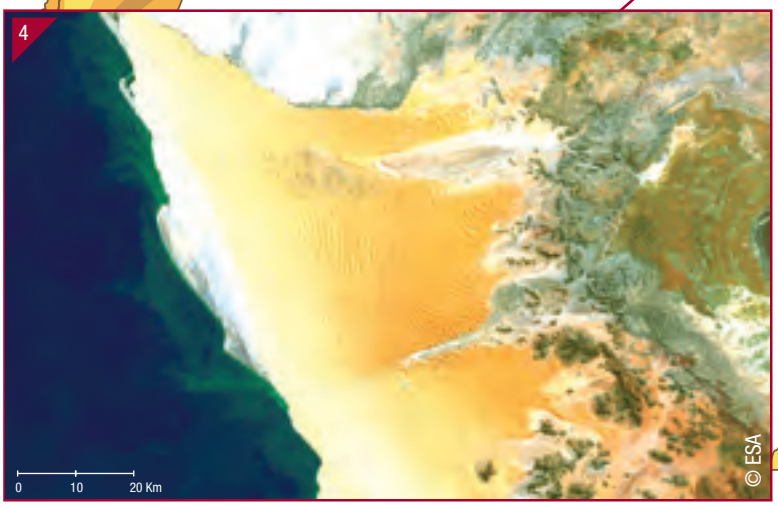


Im Herzen des Amazonaswaldes, einem schwer zugänglichen und für außerhalb dieser Region lebende Bevölkerungsgruppen unwirtlichen Gebiet, leben zahlreiche Indianerstämme. In diesen nur dünn besiedelten Gebieten bleibt die Natur erhalten. Die Bevölkerungsdichte in Amazonien liegt bei vier Einwohnern pro km².

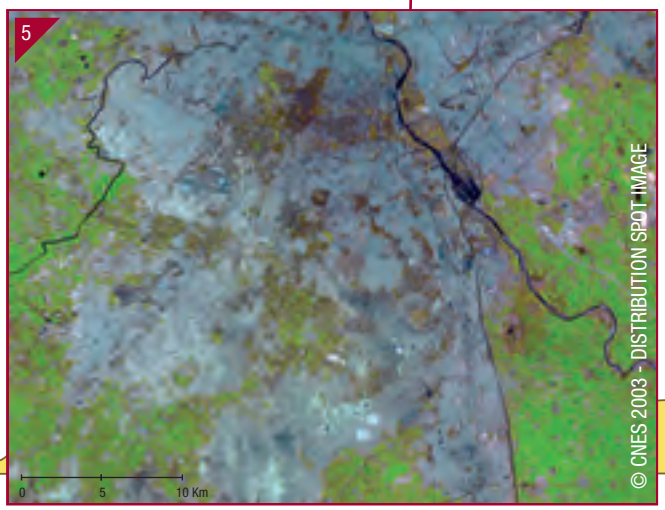
Wendekreis des Krebses

Äquator

Wendekreis des Steinbocks

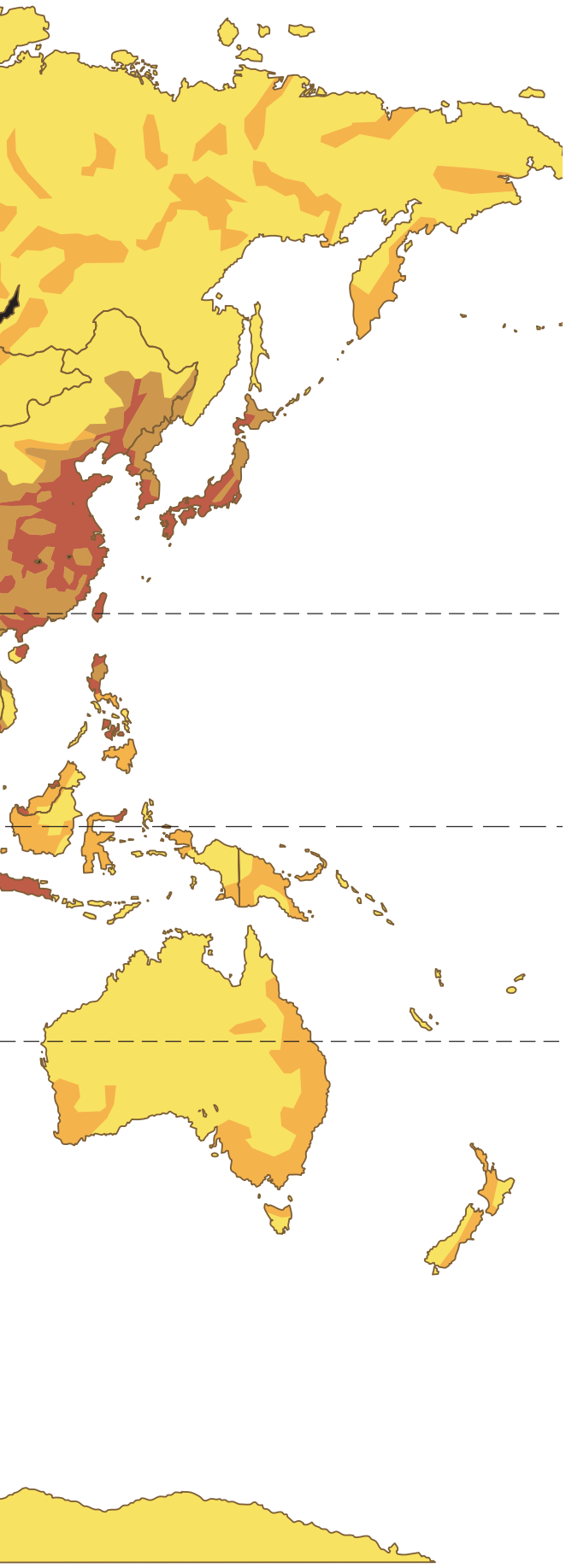


Manche Regionen sind wegen der dort vorherrschenden Kälte, Trockenheit oder aufgrund ihrer Höhe nur sehr dünn besiedelt. Die namibische Wüste, eine der heißesten der Erde, ist praktisch menschenleer.



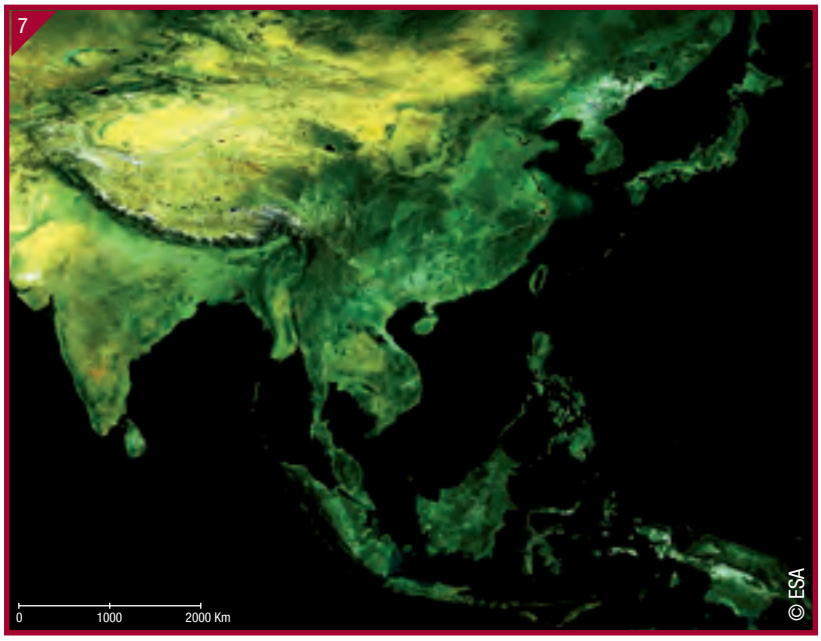
Neu-Delhi, die Hauptstadt Indiens, hat über 17 Millionen Einwohner. Die junge, erst 1931 gegründete Stadt liegt direkt südlich der alten Hauptstadt Delhi.

ASIEN – EINE BEVÖLKERUNGSSTARKE REGION



Gebiet mit hoher Bevölkerungsdichte
Gebiet mit mittlerer Bevölkerungsdichte
Gebiet mit geringer Bevölkerungsdichte
Gebiet mit sehr geringer Bevölkerungsdichte

Auf dieser Satellitenaufnahme sind die elektrischen Lichter der Städte zu sehen (öffentliche Beleuchtung, Straßen, Stadtzentren, Industriegebiete usw.). Sie zeugen von einer hohen Bevölkerungsdichte, stehen aber in erster Linie für wirtschaftsstarke Gebiete. Einige Regionen sind dicht besiedelt, aber arm und haben somit nur einen geringen Energie- und Stromverbrauch.



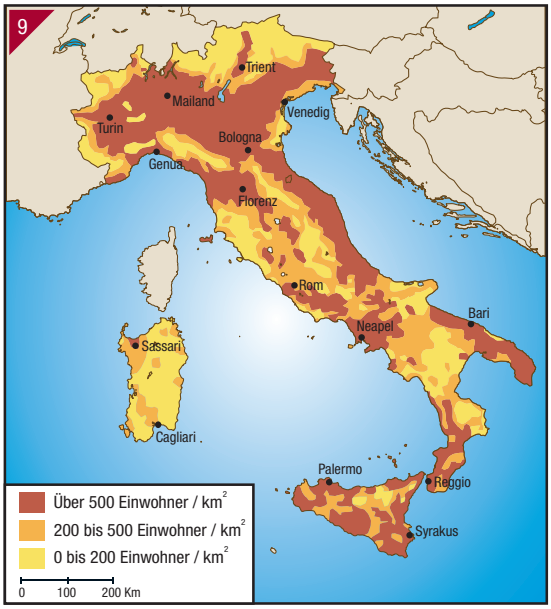
Die beiden bevölkerungsreichsten Gebiete befinden sich in Asien. Häufig leben große Menschengruppen in Tälern oder Küstenregionen. Am Fuße des Himalaya-Gebirges sind das Tal des Flusses Ganges und besonders das Industal zu erkennen. Beide münden in den Indischen Ozean. Flusstäler eignen sich hervorragend für die Landwirtschaft, die häufig einen starken Bevölkerungsanstieg nach sich zieht.

Heute leben immer mehr Menschen in Städten. Inzwischen konzentrieren sich 50 % der Weltbevölkerung in den Städten. Die Hälfte der Weltbevölkerung lebt auf weniger als 3 % der Erdoberfläche.

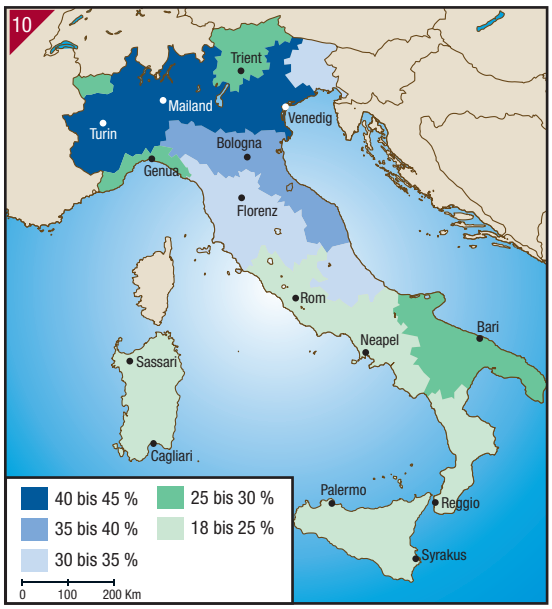
SIEDLUNGSGEBIETE IN ITALIEN

Die Poebene, aufgenommen vom Satelliten Envisat.

In Europa ist die Bevölkerungsverteilung ebenfalls sehr unausgewogen. Die äußerst fruchtbare, am Fuße der Alpen gelegene italienische Poebene mit ihrem günstigen Klima ermöglichte eine ausgeprägte landwirtschaftliche Entwicklung. So entstanden Ballungszentren sowie eine rege Industrietätigkeit. Auf der Aufnahme oben sind im Norden in weiß Schnee und Gletscher zu sehen. In Richtung Süden säumen Wolken die Gebirgskette des Apennin.



Demografische Karte Italiens.

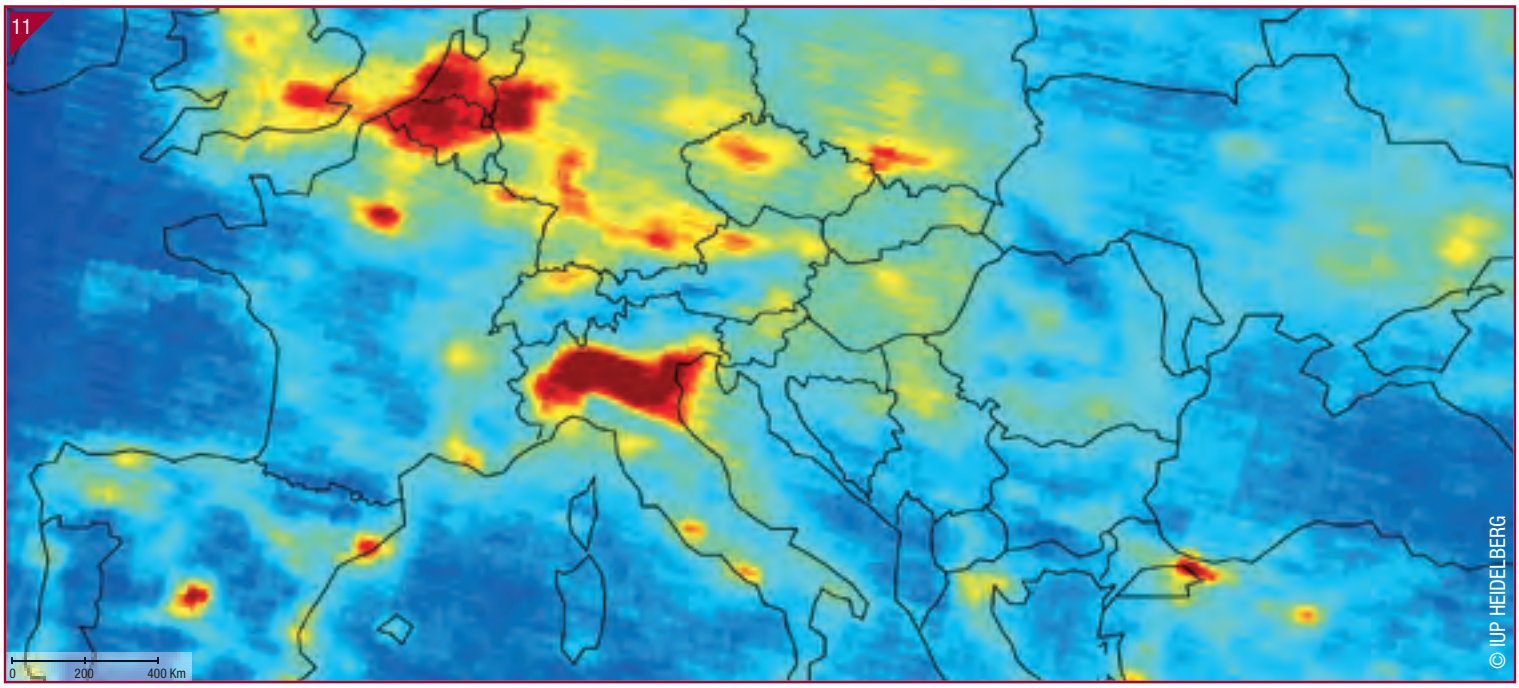


Die verschiedenen italienischen Regionen, aufgeteilt nach dem Prozentsatz der Arbeitsplätze im Industriesektor.

Die am dichtesten besiedelten Regionen Italiens liegen im Norden und konzentrieren dort die bedeutendsten industriellen Aktivitäten.

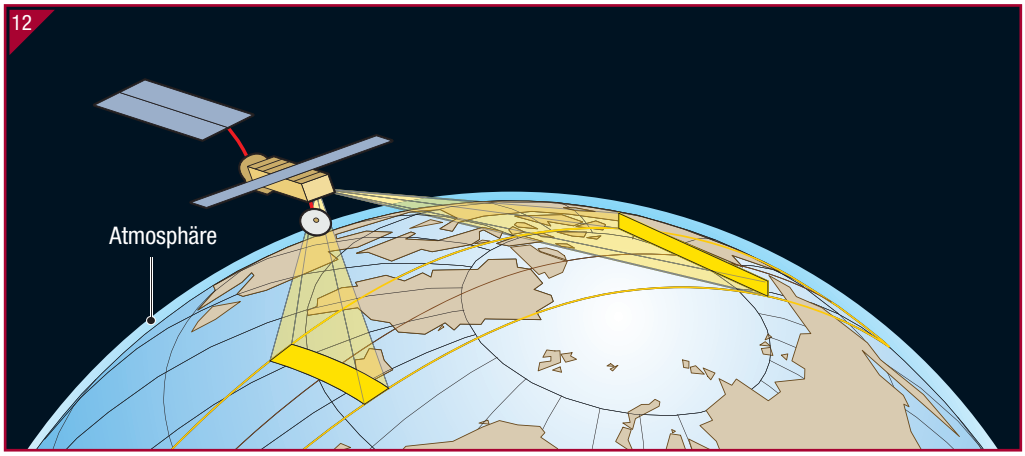
Wie funktionieren Satelliten?

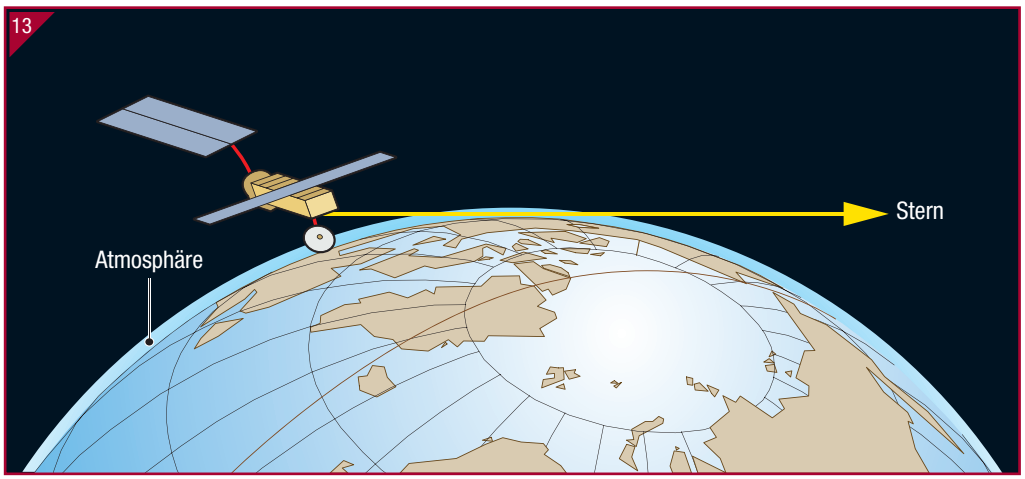
Satelliten messen die Luftverschmutzung



Karte der Stickstoffdioxidemissionen (NO_2) über Europa. Diese Grafik basiert auf Messungen spezieller Instrumente an Bord des Satelliten Envisat. Die gelb und rot markierten Bereiche zeigen die Regionen mit den höchsten NO_2-Emissionen. Sie entsprechen Gebieten mit hoher Bevölkerungsdichte und viel Industrie (zwischen Juli 2003 und Juli 2004 durchgeführte Messungen).

Grundlagen der Atmosphärenanalyse per Satellit

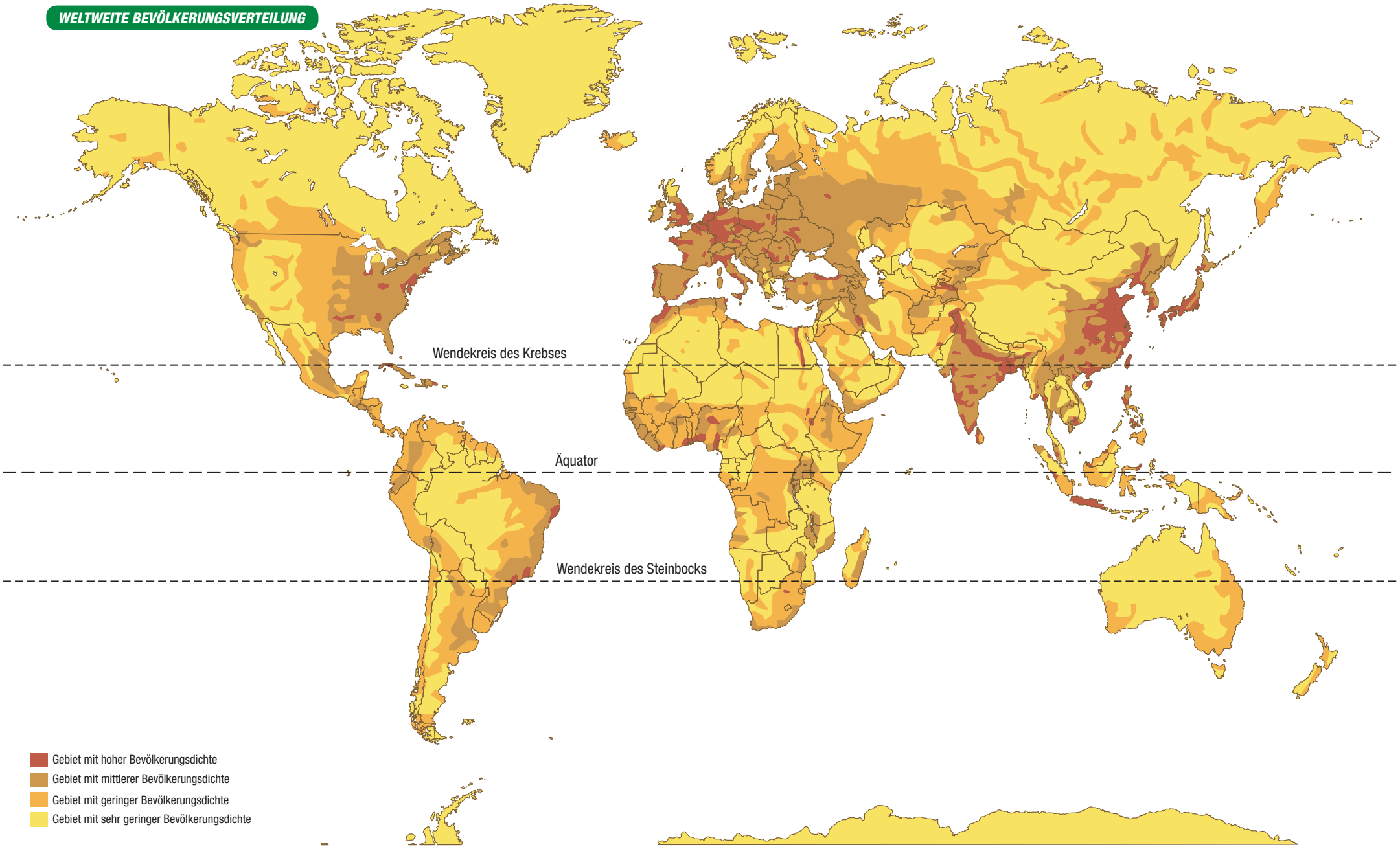




Ein Satellit kann die Zusammensetzung der Atmosphärenverschmutzung auf verschiedene Weise messen.

Auf dem ersten Schema links analysiert der Satellit das chemische Spektrum der Atmosphäre eines Gebietes innerhalb weniger Minuten unter zwei verschiedenen Blickwinkeln, wodurch er genaue Informationen über die Verschmutzung in verschiedenen Atmosphärenschichten erhält.

Eine weitere, auf dem zweiten Schema abgebildete Technik besteht in der Anvisierung eines bekannten Sterns. Das Licht des Sterns wird durch die Atmosphäre, die wie ein Filter wirkt, gemessen. Da die Eigenschaften der Lichtstrahlen dieser Sterne hinreichend bekannt sind, geben alle Abweichungen in Lichtfarbe und -intensität Aufschluss über die chemische Zusammensetzung der oberen Atmosphäre (Ozon, weitere Spurengase, Aerosole).



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

Begleitheft für Lehrer

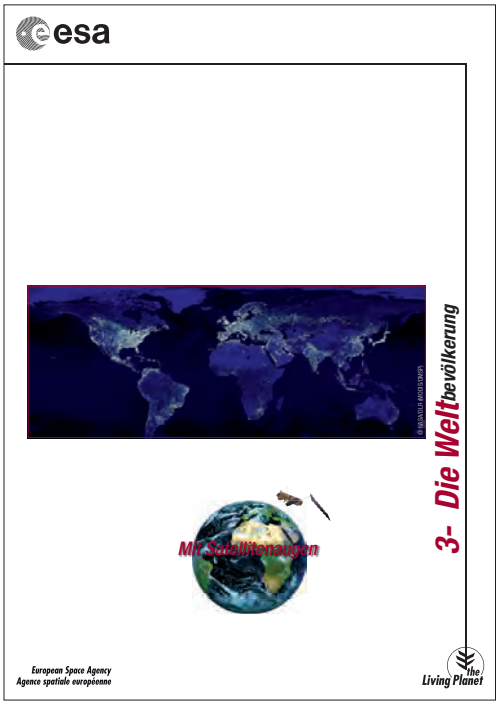
Die Begleithefte für Lehrer dienen der Unterrichtsvorbereitung und ergänzen die an die Schüler verteilten Faltbroschüren. Sie enthalten eine Zusammenfassung nützlicher Informationen für die Einführung in das jeweilige Thema sowie zusätzliche Daten zu den Satellitenaufnahmen, eine Bibliographie und eine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

Themenset Nr. 3: Die Weltbevölkerung

Das Themenset Nr. 3 behandelt die räumliche Verteilung der Weltbevölkerung. Obwohl das Thema insgesamt von einem globalen Standpunkt aus betrachtet wird (Abbildung der Planisphäre im Mittelteil), geben die verschiedenen Dokumente doch einen Überblick über unterschiedliche Maßstäbe der Betrachtung, von kontinental über regional bis hin zu lokal.

Das Themenset bietet folgende Möglichkeiten:

- Identifizierung großer Bevölkerungskonzentrationen in der Welt;
- Analyse der Beziehungen zwischen Raum und Gesellschaft in unterschiedlichen Maßstäben;
- Bestimmung der entscheidenen Faktoren für bevölkerungsreiche und -arme Gebiete weltweit;
- Verwendung verschiedener Konzepte (Besiedlung, Polarisierung, Bevölkerungsdichte, Litoralisierung, Ökumene usw.).



Verteilung der Bevölkerungskonzentration

Obwohl sie nicht klar umrissen werden kann und eine gewisse Mobilität aufweist, stellt die Ökumene den besiedelten Teil der Erdoberfläche dar. Dabei handelt es sich um alle vom Menschen gestaltete oder bebaute Gebiete. Das Verhältnis zwischen Fläche und Bewohnern bestimmt die Bevölkerungsdichte und zeigt die unregelmäßige Verteilung der Weltbevölkerung auf. So können bei der weltweiten Besiedlung fünf große Merkmale unterschieden werden:

Obwohl im Jahr 2005 6,5 Milliarden Menschen auf der Erde lebten, ist diese nach wie vor ein unterbevölkerter Planet mit einer global gesehen geringen Bevölkerungsdichte (50 Einwohner pro km^2 Landmasse).

Der Mensch lebt ausschließlich auf Inseln und Kontinenten. Unter Ausschluss der Meere und Ozeane, der unwirtlichen Gebiete und landwirtschaftlichen Nutzflächen konzentriert sich die Weltbevölkerung überwiegend auf einer Fläche von 300 Millionen Hektar (oder 3 Millionen km^2), d. h. auf knapp 1 % der gesamten Erdoberfläche.

Die Besiedelung ist unregelmäßig und hebt Polarisierungseffekte noch hervor. Insgesamt sind zunächst vier große Siedlungsgebiete zu unterscheiden, die sich alle in Eurasien, dem größten Kontinent, befinden. In Ostasien konzentrieren sich 23 % der Weltbevölkerung auf 3 % der Landfläche; auf dem indischen Subkontinent 21 % auf 2 % der Landfläche; in Europa (in seiner größten Ausdehnung bis zum Ural) 12 % auf 7 % der Landfläche und in Südostasien 8,5 % auf 3 % der Landfläche. Andere bevölkerungsreiche Gebiete befinden sich im Golf von Guinea, an der brasilianischen Atlantikküste und im Nordosten Nordamerikas. Weitere Gebiete wie Kälte- und Hitzewüsten oder der amerikanische und afrikanische Tropengürtel sind menschenleer oder nur sehr dünn besiedelt. Andererseits nimmt die Verstädterung immer mehr zu: 50 % der Weltbevölkerung leben heute in Stadtgebieten.

Ansonsten verteilt sich die Weltbevölkerung größtenteils auf die gemäßigten Breiten der Nordhalbkugel – die Südhalbkugel ist zu 75 % mit Wasser bedeckt. Die Bevölkerung konzentriert sich immer mehr an den Randgebieten der Kontinente, während sich die menschenleeren Gebiete in deren Mitte befinden. Heute leben knapp eine Milliarde Menschen in Küstennähe, was von einer verstärkten Litoralisierung der Bevölkerung zeugt.

Aber auch in Bezug auf die Höhe ist eine ungleiche Bevölkerungsverteilung festzustellen: 80 % der Weltbevölkerung leben in weniger als 500 m hoch gelegenen Regionen, das entspricht 57 % der Landfläche.

Satellitenbilder

Deckblatt

Aufnahme Deckblatt: Die Planisphäre der Erde bei Nacht (NASA / DLR)
Auf diesem optischen Bild ist der Stromverbrauch in städtischen und ländlichen Gebiete zu sehen. Es wurde aus Teilaufnahmen erstellt, die in wolkenlosen Nächten ohne helles Mondlicht entstanden sind. Mittels digitaler Bildbearbeitung wurde der Kontrast angepasst, um die Flächenausdehnung der Stadtzentren sichtbar zu machen. Diese Aufnahme wurde von der NASA erstellt und vom Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) bearbeitet.

Mittelteil

Diese Satellitenbilder zeigen sehr unterschiedliche Regionen in verschiedenen Maßstäben.

Bild Nr. 1: Packeis in Grönland (Envisat / MERIS – 17. Mai 2002)
Auf diesem Bild ist die Ostküste Grönlands zu sehen. Die durchschnittliche Eisdicke dieser knapp 1,9 Millionen km^2 großen Insel liegt bei 2,3 km.
Zwar führen die Schneefälle in den höher gelegenen Gebieten derzeit zu einer geringfügigen Verdickung der Eisschicht, aber das Eis in den Randgebieten und das arktische Packeis gehen rasch zurück.
Mit knapp über 55 000 Einwohnern ist die Bevölkerungsdichte äußerst gering: 0,029 Einwohner pro km^2.

Die für diese Aufnahme eingesetzten Nahinfrarot-Kanäle ermöglichen die Unterscheidung gewisser Wolkentypen (rötlich) vom Eis (grünlich).

Bild Nr. 2: San Francisco
Dieses Bild wurde von dem ESA-Satelliten PROBA aus einer Höhe von 600 km aufgenommen und verdeutlicht die besondere Geometrie amerikanischer Städte.

Bild Nr. 3: Das Amazonasbecken (Envisat / MERIS)
Hier sind der Rio Negro, der das Bild durchquert, und der Rio Solimões am unteren rechten Bildrand zu sehen. Rechts ist ein schmaler Streifen gerodetes Ackerland entlang einer Straße zu erkennen.

Das gesamte Amazonas-Gebiet weist eine Bevölkerung von nur knapp 20 Millionen Einwohnern auf einem Gebiet von fast 5 Millionen km^2 auf, was einer durchschnittlichen Bevölkerungsdichte von 4 Einwohnern pro km^2 entspricht. Fast die Hälfte der Bevölkerung konzentriert sich in den Großstädten, deren Gesamtfläche nicht einmal 0,5 % des gesamten Gebietes ausmacht.

Bild Nr. 4: Die namibische Wüste (Envisat / MERIS)
Die Namib ist die älteste Wüste der Welt und erstreckt sich über knapp 2 000 km entlang der Atlantikküste. Namibia gehört zu den drei Ländern mit der weltweit niedrigsten Bevölkerungsdichte.

Bild Nr. 5: Neu-Delhi (Spot-5)
Neu-Delhi, die Hauptstadt Indiens, hat über 14 Millionen Einwohner und erstreckt sich über eine Gesamtfläche von 1 483 km^2.

Bild Nr. 6: Asien bei Nacht (NASA / DLR)
Die japanische Megalopolis ist auf dieser Aufnahme besonders gut zu sehen, aber auch die beiden hoch entwickelten Regionen Taiwan und Hongkong sind hervorragend erkennbar.
In China sind dünne Lichtbänder zu erkennen, welche die entlang der großen Kommunikationsachsen gelegenen mittelgroßen Städte kennzeichnen.

Bild Nr. 7: Asien und der Indische Subkontinent (Envisat / MERIS)
Diese Aufnahme zeigt die geophysikalischen Merkmale einer großen Region der Erde. Für die Erstellung dieser Aufnahme bediente sich der Satellit Envisat des MERIS-Instruments (MEdium Resolution Imaging Spectrometer). MERIS ist ein optischer Sensor mit breitem Gesichtsfeld, das insbesondere für die Beobachtung der Vegetation eingesetzt wird. Die Bildbreite dieses Instruments beträgt 1 150 km bei einer Auflösung von 300 m. MERIS ermöglicht alle drei Tage eine weltweite Beobachtung.

Seite 5 – Siedlungsgebiete in Italien

Bild Nr. 8: Norditalien und die Poebene (Envisat / MERIS)

Auf diesem Bild ist die geophysikalische Beschaffenheit der Poebene zu erkennen, der bevölkerungsstärksten Region Italiens. Zudem sind der Lago Maggiore, der Comer See und der Gardasee zu sehen. Die hellgrünen Bereiche in der Lagune von Venedig und entlang der Adriaküste zeigen, wie hoch die Menge der ins Meer geschwemmten Sedimente ist.

Seite 6 – Wie funktionieren Satelliten?

Bild Nr. 11: Karte der Stickstoffdioxidemissionen (NO_2) über Europa

Diese Aufnahme wurde anhand der Messungen des SCIAMACHY-Instruments des Satelliten Envisat erstellt und vom IUP in Heidelberg bearbeitet.
Eine nach 18 Monaten Beobachtungsarbeit des Satelliten Envisat erstellte, hoch auflösende Karte der Stickstoffdioxid-Verteilung rund um den Erdball zeigt deutlich den Einfluss menschlicher Aktivitäten auf die Luftqualität.

Der ESA-Satellit Envisat wurde im Februar 2002 mit zehn Instrumenten an Bord gestartet und ist der weltweit größte Umweltsatellit. Sein abbildendes Abtast-Absorptionsspektrometer für atmosphärische Kartografie (SCIAMACHY) zeichnet das Spektrum des durch die Atmosphäre fallenden Sonnenlichts auf. Die Ergebnisse werden anschließend sorgfältig gefiltert, um nach „Fingerabdrücken“ zu suchen, die von der Absorption bestimmter Spektralbereiche des Lichts durch Spurengase zurückgelassen werden. Stickstoffdioxid (NO_2) ist ein hauptsächlich vom Menschen erzeugtes Gas, das in hohen Konzentrationen zu Lungenschäden und Atemproblemen führt. In der Atmosphärenchemie nimmt es eine wichtige Rolle ein, da es zur Produktion von Ozon in der Troposphäre führt – der niedrigsten Schicht der Atmosphäre bis in etwa 8-16 Kilometern Höhe.
Der vom Menschen verursachte NO_2-Ausstoß geht hauptsächlich auf Kraftwerke, die Schwerindustrie und den Verkehr zurück. Außerdem entsteht das Gas bei der Verbrennung von Biomasse. Vereinzelte, bodengestützte Messungen der Stickstoffdioxid-Verteilung in der Atmosphäre werden in vielen westlichen Industrienationen bereits seit geraumer Zeit durchgeführt. Das so entstehende Gesamtbild ist jedoch äußerst lückenhaft. Eine effiziente weltweite Beobachtung ist daher nur aus dem Weltraum möglich.

Die verbesserte Auflösung von SCIAMACHY ermöglicht die Aufnahme zahlreicher Details und insbesondere die Identifizierung einzelner Städte als Verschmutzungsquellen. Der Anteil an NO_2-Partikeln über Großstädten mit hoher Luftverschmutzung wie London kann bei bis zu 100 Teilchen pro Milliarde Luftpartikel liegen.

Bilder Nr. 12, 13: Grundlagen der Atmosphärenanalyse per Satellit

Die mittlere Auflösung von SCIAMACHY liegt bei 60 x 30 km. Das Instrument beobachtet die Atmosphäre unter zwei verschiedenen Blickwinkeln – sowohl Messungen in Richtung Erdoberfläche (sog. Nadir-Messungen) als auch tangentiale Messungen in Richtung der Flugbahn (Limb-Messungen) sind möglich – und verfügt somit über eine hohe Spektrumsbreite. Das Funktionsprinzip von GOMOS ist auf Bild Nr. 13 dargestellt. Die Spektralanalyse eines bestimmten Sterns wird durch die Atmosphäre ausgeführt, wodurch die Konzentration einiger Spurengase in der oberen Atmosphäre gemessen werden können.

SCIAMACHY ist ein Spektrometer, das gestreutes Licht in einem sehr breiten Wellenlängenbereich misst. Auf diese Weise kann es Informationen zur Verteilung von Spurengasen, Ozon und verwandten Gase, Wolken und Staubpartikeln in der Atmosphäre gewinnen. Dabei misst es Sonnenlicht sowie transmittiertes, reflektiertes und in der Erdatmosphäre oder an der Erdoberfläche gestreutes Licht im ultravioletten, sichtbaren und nahinfraroten Wellenlängenbereich. Mit einem Sichtfeld von 960 km kann es den Erdball in sechs Tagen einmal komplett abdecken.

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

WELTBEVÖLKERUNG

www.dsw-online.de/info-service/weltbevoelkerungsuhr.php ?navanchor=1010037	Website der Deutschen Stiftung Weltbevölkerung

NO_2-EMISSIONEN

www.atmosphere.mpg.de/enid/1__Luft-Verschmutzung /-_Was_ist_das__3xf.html	Das Klimainformationsprojekt für Schule und Bevölkerung
www.spiegel.de/wissenschaft/natur/0,1518,322892,00.html	Spiegelartikel zur weltweiten Luftverschmutzung

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. 3 - Die Weltbevölkerung

Beantworte nach aufmerksamem Durchlesen und Anschauen des Themensets folgende Fragen:

1 – Wie ist die Weltbevölkerung auf der Erde verteilt? Sieh dir die Karte und die Satellitenbilder an und nenne zwei bevölkerungsstarke und zwei bevölkerungsschwache Regionen.

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

2 – Wie hoch ist die durchschnittliche Bevölkerungsdichte auf der Erde? Wie hoch kann die Bevölkerungsdichte in großen Ballungsräumen sein?

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

3 – Sieh dir das bei Nacht aufgenommene Satellitenbild von China an. Welche Schlüsse können daraus bzgl. der Bevölkerungsdichte gezogen werden?

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

4 – Sieh dir die Satellitenaufnahme von Asien an. Welche Schlüsse können aus den physischen Eigenschaften dieser Region auf die Bevölkerungsdichte gezogen werden?

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

5 – Sieh dir die Seite „Siedlungsgebiete in Italien“ an. Welche Regionen Italiens sind die bevölkerungsdichtesten? Warum?

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

6 – Sieh dir das Satellitenbild von Norditalien an und beschreibe die wichtigsten Landschaftsmerkmale.

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

7 – Was ist auf der Satellitenaufnahme von Europa auf der letzten Seite zu erkennen? Vergleiche diese Aufnahme mit den Karten zur Bevölkerungsdichte. Welche Zusammenhänge sind ersichtlich?

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