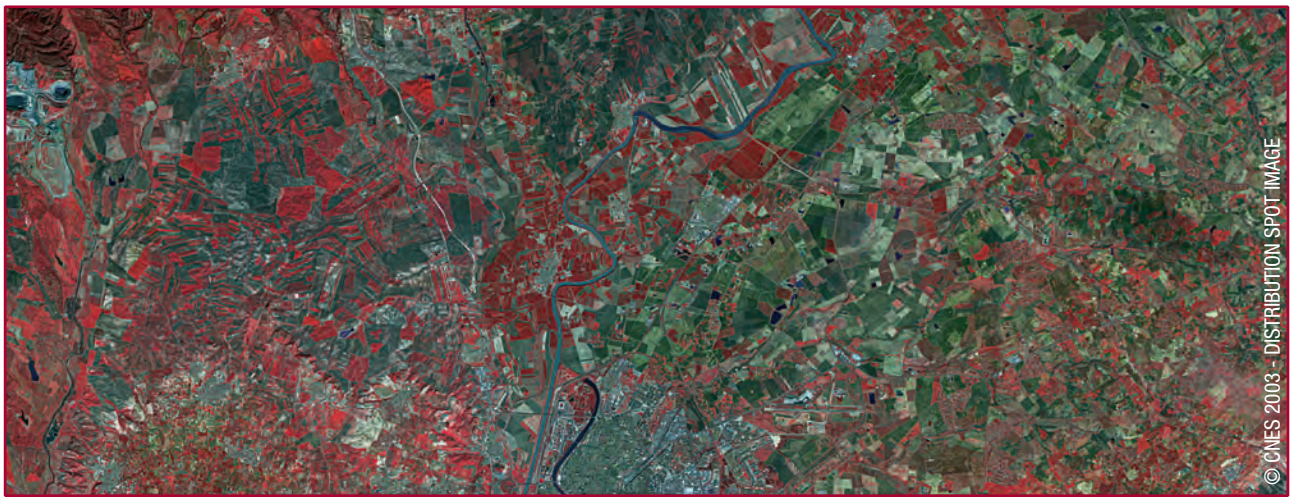
11- Satellitenbilder und ihre Farben



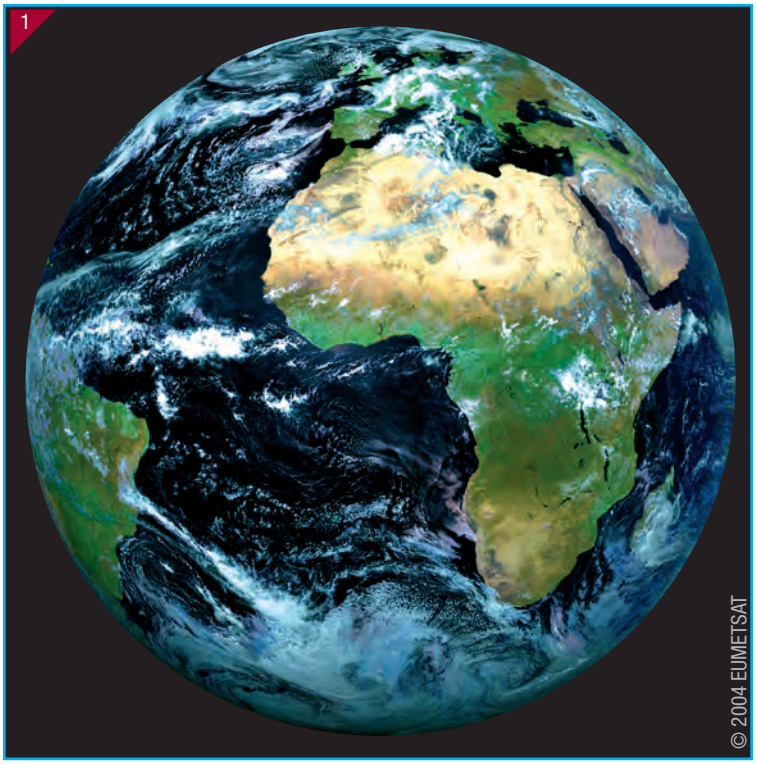
European Space Agency
Agence spatiale européenne

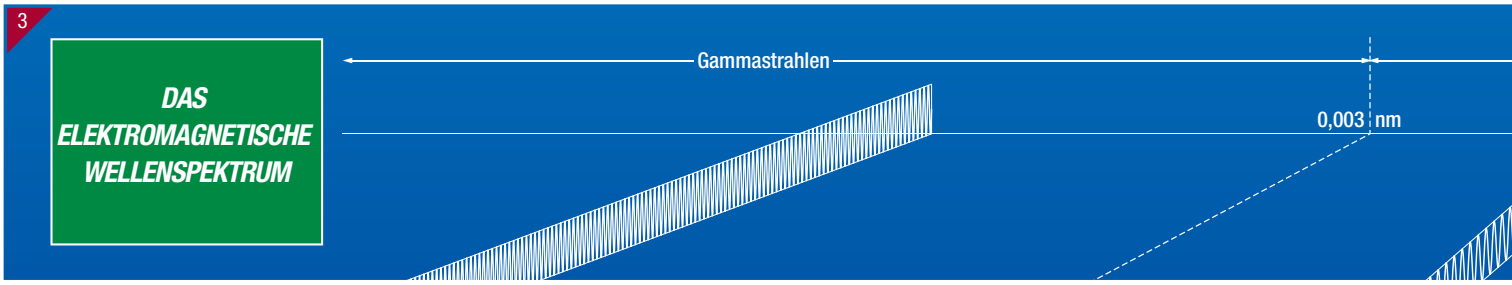
the Living Planet

SICHTBARES LICHT

Das von der Sonne abgegebene sichtbare Licht erscheint uns weiß. In Wirklichkeit besteht es jedoch aus einer Mischung aller Farben, wie sie in einem Regenbogen erkennbar sind oder wenn Sonnenlicht durch ein Glasprisma fällt.
Jede dieser Farben (Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau und Violett) weist eine spezifische Wellenlänge auf.

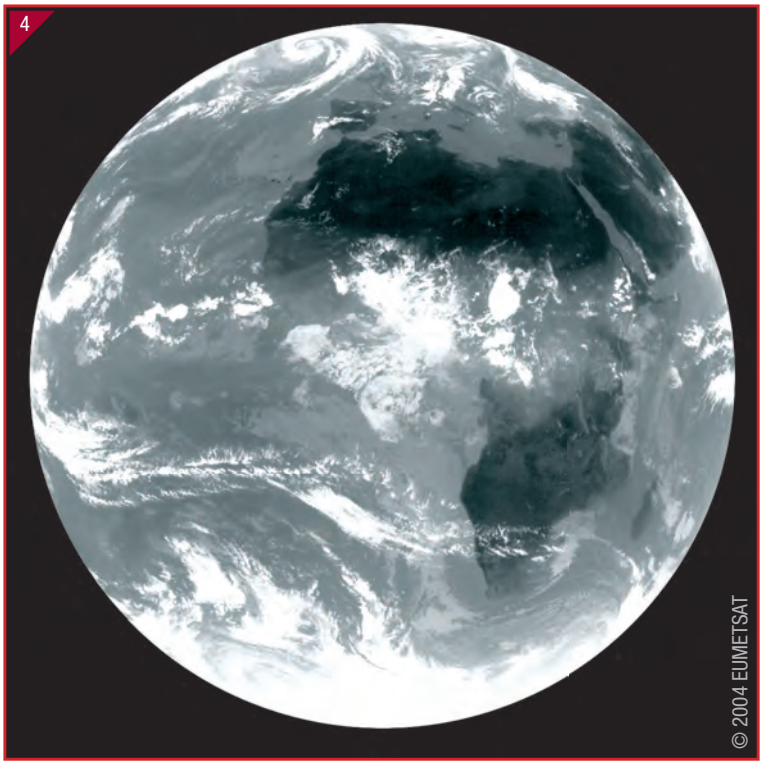
Erdbeobachtungssatelliten sind in der Lage, die verschiedenen, von der Erdoberfläche reflektierten oder emittierten Wellen mithilfe ihrer Sensoren zu messen und diese Messung zu speichern.
Es existieren viele Farben, die sich durch ihre Wellenlänge unterscheiden.
Das menschliche Auge nimmt lediglich das sichtbare Licht und somit nur einen sehr kleinen Teil des elektromagnetischen Spektrums wahr.





INFRAROT- UND THERMISCHE AUFNAHMEN

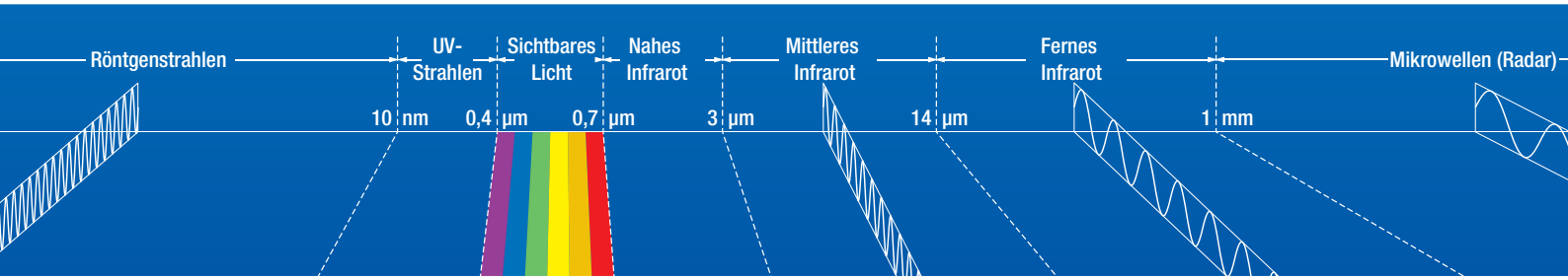
Aufnahmen im thermischen IR-Kanal sind im Prinzip nichts anderes als Temperaturkarten der Erdoberfläche. Aus diesem Grund sind Nachtaufnahmen nicht zwingend schwarz, wie dies bei Aufnahmen in sichtbaren Kanälen der Fall ist. Warme Oberflächen wie Wüsten geben viel Strahlung ab, während kalte Oberflächen wie Wolken und Eis nur wenig Strahlung aussenden. Auf diese Weise entstehen Aufnahmen, auf denen kalte Wolkenoberflächen schwarz und Wüsten weiß dargestellt sind. Anschließend werden diese Aufnahmen wie unten im Negativ dargestellt, um die Wolken entsprechend der üblichen Darstellung weiß anzuzeigen. Aufgezeichnet werden diese Bilder von Satelliten wie Meteosat, die auch mit thermischen Kanälen ausgestattet sind. Diese enthalten Informationen über die Wolken-, Land- und Meeresoberflächentemperatur sowie über den Wasserdampf in der Atmosphäre.



Optische Bilder

Temperaturmessungen

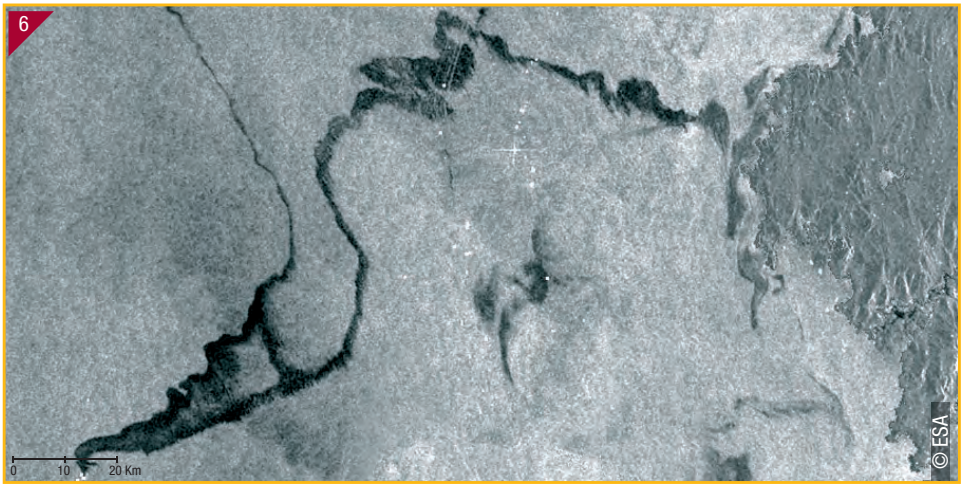
Radarwellen



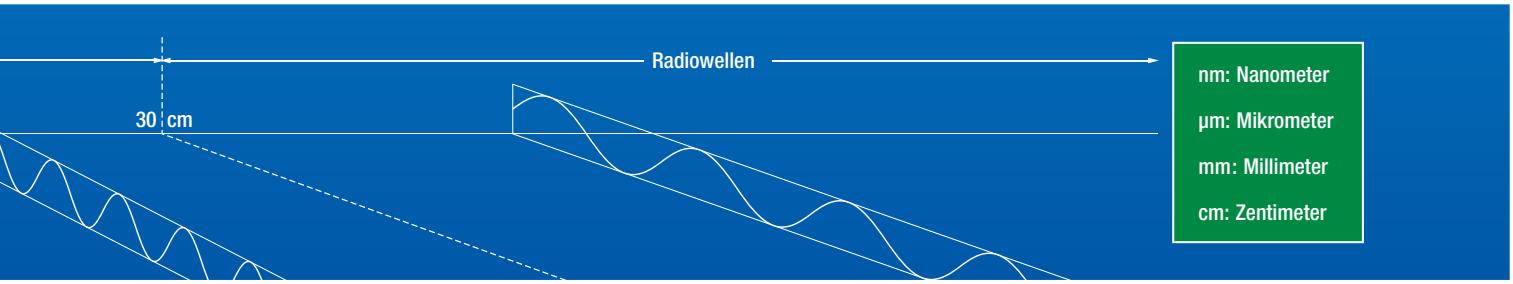
RADARBILDER

Bei einem Radarbild handelt es sich um die Aufnahme eines Satelliten mit einem Radargerät an Bord. Ein abbildendes Radar ist ein Instrument, das seitwärts Impulse aussendet und die von der Erdoberfläche rückgestreuten Signale aufzeichnet. Eine Radaraufnahme entspricht nicht dem, was unsere Augen gewöhnlich wahrnehmen. Radaraufnahmen sind zwar auch Schwarzweißbilder, zeigen jedoch die Stärke des Echos, also des zurückgeworfenen Signals an. Ist die Oberfläche glatt, wird der Impuls wie von einem Spiegel weggestreut und erreicht den Radarempfänger nicht, weshalb das entsprechende Gebiet auf der Aufnahme schwarz bleibt. Ist die Oberfläche jedoch rauh und uneben, wird ein großer Anteil in Richtung des Radars reflektiert und das entsprechende Gebiet erscheint je nach Rauheit grau bis weiß.

Manche Tiere wie Fledermäuse „sehen“ auch nach dem Prinzip des Radars (allerdings mit Schallwellen) und erfassen ihr Umfeld vermutlich als ein graues Bild mit dem Abstand zu Objekten, also nicht als farbiges Bild, wie wir Menschen. Satellitenradare benutzen Mikrowellen, wie auch z. B. Mobiltelefone. Es existieren noch andere Wellenlängen wie z. B. Röntgen- oder Infrarotstrahlen. Die Messungen dieser Strahlen werden mit speziellen Instrumenten durchgeführt und anschließend zu einem farbigen oder schwarzweißen Bild zusammengestellt. Sie zeigen andere Eigenschaften der abgebildeten Objekte als wir gewohnt sind. Solche Aufnahmen ergänzen herkömmliche Bilder, müssen jedoch verstanden und auf ganz andere Weise interpretiert werden.



Auch zur Beobachtung des Meeres sind Radarbilder äußerst nützlich: je stärker der Wind, je höher die Wellen und damit je rauher die Oberfläche des Meeres, desto heller ist die entsprechende Aufnahme. Auf diesem Bild ist das Ausmaß eines Ölteppichs gut erkennbar, denn das ausgeflossene Öl dämpft die Wellen, wodurch die Oberfläche an diesen Stellen etwas geglättet wird. Deshalb ist der Ölteppich auf dem Bild dunkler dargestellt.



KOMBINATION DER KANÄLE ZUR ERSTELLUNG EINER FARBAUFNAHME

Jeder Sensor (Kanal) liefert ein Schwarzweißbild, das in einer Skala von schwarz und grau bis weiß, d. h. von der schwächsten bis zur stärksten Reflexionsintensität einer bestimmten Wellenlänge entspricht. Durch das Zusammensetzen dieser drei Schwarzweißaufnahmen und die jeweilige Zuordnung der entsprechenden Farbe entsteht ein natürliches Farbbild.

Jedem Kanal wird in dem Fall „seine“ Farbe zugeordnet. Durch die Synthese der drei Aufnahmen erhält man ein Bild in natürlichen Farben.

Es ist jedoch auch möglich, die für jeden Kanal ausgewählten Farben zu vertauschen. Informationen des Infrarot-Kanals (mit dem menschlichen Auge nicht zu erkennen) werden in der Regel der Farbe Rot zugeordnet. In diesem Fall erhält der rote Kanal die Farbe Grün und der grüne Kanal die Farbe Blau.

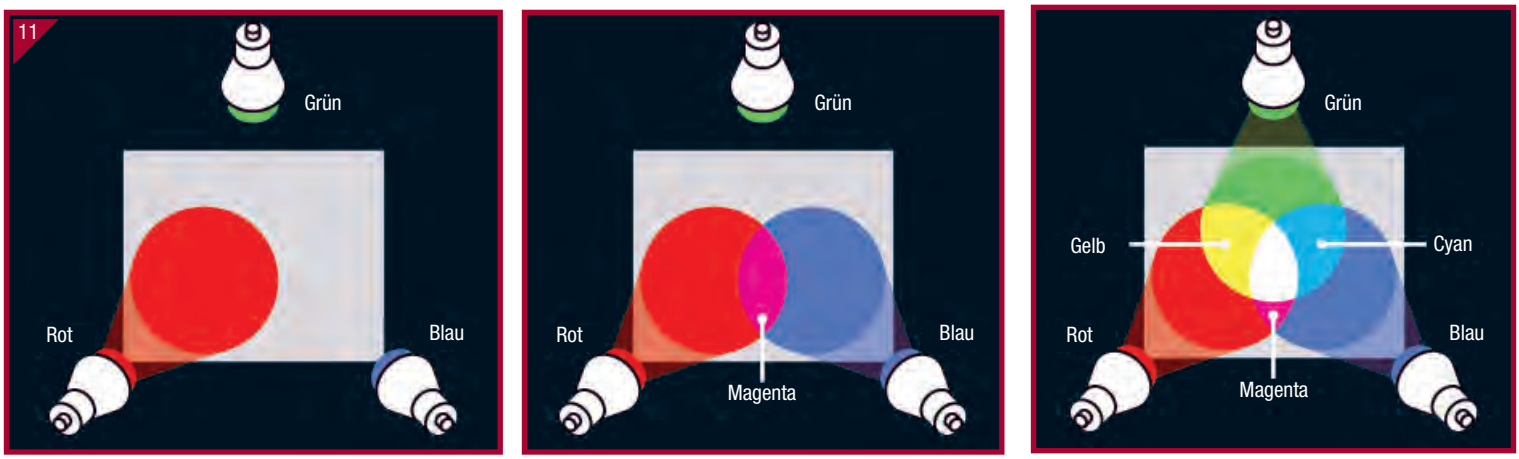
ir

Die Farbe Rot wird dem Infrarot-Kanal zugeordnet, die Farbe Grün dem roten Kanal und die Farbe Blau dem grünen Kanal, ein Infrarot-Falschfarbenbild.

Pflanzen reflektieren eine größere Energiemenge im Infrarot- als im grünen Bereich. Der Einsatz dieses Kanals ist somit bei der Abbildung der Pflanzendecke und deren Qualität von großer Bedeutung. Aus diesem Grund geben zahlreiche Satelliten die Vegetation in Rot wieder.

Wie funktionieren Satelliten?

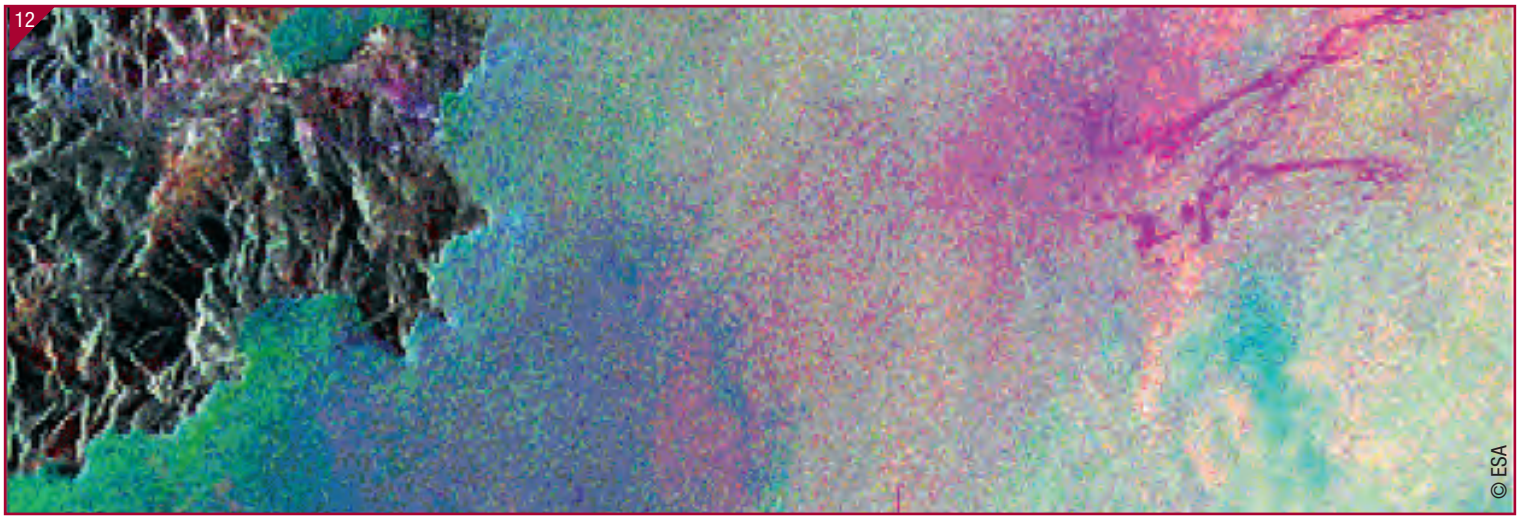
Die additive Farbsynthese



In der Fotografie, bei TV-Röhren und PC-Bildschirmen kommen die drei Primärfarben Rot, Grün und Blau zum Einsatz. Die Kombination aus jeweils zwei dieser Farben ergibt Gelb, Magenta und Cyan (Türkis). Durch die Kombination der drei Primärfarben und die Dosierung der Farbintensität können alle Farbnuancen erzeugt werden.

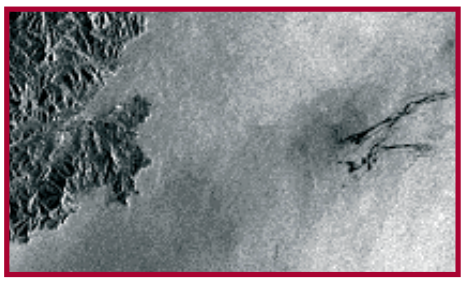
Multitemporale Radarbilder

Durch die Überlagerung von drei an unterschiedlichen Daten aufgenommenen Radarbildern und die jeweilige Zuordnung einer Primärfarbe für jede Aufnahme erhält man ein Farbbild, auf dem die Veränderungen zwischen den jeweiligen Aufnahmen als ganz bestimmte Farbe erkennbar sind. Schwarz bis Weiß bedeutet keine Veränderung.

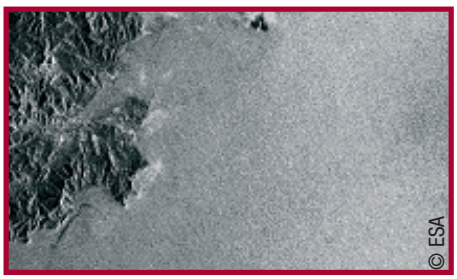


Überlagerung von drei farbigen Radarbildern.

Aufnahme vor der Verschmutzung.



Aufnahme mit der Verschmutzung auf hoher See.



Aufnahme mit der Verschmutzung an der unteren Küste.

Der Ölteppich glättet die Wasseroberfläche, weshalb das an den Satelliten zurückgeworfene Radarsignal sehr schwach ist und die betroffene Fläche auf diesen Radarbildern dunkler erscheint als die unmittelbare Umgebung.

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. 11: Satellitenbilder und ihre Farben

Das Themenset Nr. 11 befasst sich mit den Begriffen von Licht und Farbe.

Es bietet folgende Möglichkeiten:

- Einführung des Konzepts der Wellenlänge und Einordnen des sichtbaren Lichts in das von Gammastrahlen bis Radiowellen reichende elektromagnetische Wellenspektrum;
- Einführung von Infrarotstrahlung, Radarwellen sowie der additiven Farbsynthese;
- Einführung verschiedenartiger Sensoren und Satellitenbilder sowie ihrer Verarbeitungsmöglichkeiten.

Sehvermögen und Farbbearbeitung

Licht ist eine Strahlung, die von einem stark erhitzten oder durch verschiedene Energieformen angeregten Körper abgegeben wird. Die Sonne gibt zahlreiche Strahlen ab, von denen jedoch nur ein Bruchteil mit dem menschlichen Auge erkennbar ist. Satelliten sind mit Instrumenten ausgestattet, mit denen für uns unsichtbare Strahlungen wie Infrarot- oder von Radaren genutzte Mikrowellen gemessen werden können. Zur Erstellung eines Bildes müssen diese Messungen in Grau- oder Farbtönen dargestellt werden. Die Bilddaten bestehen aus Zahlenreihen, die die empfangene Signalstärke im entsprechenden Wellenlängenbereich angeben. Somit ist für die Erstellung eines Bildes eine komplexe zweidimensionale Bearbeitung nötig.

Was versteht man unter Farbwahrnehmung?
Licht besteht aus elektromagnetischen Wellen, die aus einer („monochromatisches“ Licht) oder mehreren Wellenlängen („polychromatisches“ Licht, wie das Sonnenlicht) zusammengesetzt sein können. Reine monochromatische Wellen, wie etwa ein Laser, zeichnen sich durch die Zahl der „Wellenlänge“ (oder Frequenz) aus, die in Nanometern (nm, ein Milliardstel Meter) ausgedrückt wird. Jeder Wert der Wellenlänge entspricht einer bestimmten, vom menschlichen Auge wahrgenommenen Farbe:

Wellenlänge	← 420 nm →	← 470 nm →	← 520 nm →	← 580 nm →	← 600 nm →	← 650 nm →
Farbwahrnehmung	← violett →	← blau →	← grün →	← gelb →	← orange →	← rot →

„Ultraviolettstrahlen“ mit einer Wellenlänge unter ca. 380 nm sind für den Menschen unsichtbar, genauso wie „Infrarotstrahlen“ und Mikrowellen. Das von der Erdatmosphäre gefilterte, bei uns ankommende Sonnenlicht besteht aus einer breiten Wellenmischung im Bereich von ca. 380 nm bis 780 nm („optisches Fenster“) im Bereich des Infrarotfensters und im Bereich 1 mm bis 18 m („Radiofenster“).

Das Sehvermögen ist eine Empfindung, die von der Lichtaufnahme der Netzhaut des Auges ausgelöst wird. Der Mechanismus der menschlichen Farbwahrnehmung ist äußerst komplex. Die Netzhaut enthält drei Zapfenarten, deren maximale Empfindlichkeit 420, 530 und 560 nm beträgt. Das Gehirn vergleicht die von den verschiedenen Zapfentypen gesendeten Reize, um eine Farbempfindung auszulösen.

Wie werden Daten von Satelliten erfasst und anschließend verarbeitet?
„Passive“ Satelliten messen das Sonnenlicht, wie es von den Objekten auf der Erdoberfläche zurückgeworfen wird. Sie arbeiten im sichtbaren und Nahinfrarotbereich. „Aktive“ Satelliten senden ihre eigenen elektromagnetischen Wellen in Richtung Erde und empfangen das zurückgeworfene oder genauer das zurückgestreute Signal: dies ist der Fall von Radarsatelliten, deren Wellen den Vorteil besitzen, dass sie die Wolkendecke durchdringen können.

„Passive“ Satelliten sind mit Sensoren in Form von länglichen Stäbchen aus aufgereihten, lichtempfindlichen Plättchen ausgestattet, wobei jedes dieser Plättchen einem Bildelement (Pixel) in der Aufnahme entspricht. Diesen Sensoren sind Lichtfilter (Prisma, Gitter – ähnlich farbigen Brillen) vorgeschaltet. Auf diese Weise empfangen die Sensoren nur einen bestimmten Wellenlängenbereich. „Monospektrale“ Sensoren arbeiten nur in einem einzigen Wellenlängenbereich, während „multispektrale“ Sensoren wie auf SPOT-4 und -5 für Wellenlängen von 0,55 µm (grün-gelb), 0,65 µm (rot) und 0,85 µm (nahes Infrarot) ausgelegt wurden. In jedem Kanal wird ein Bild in verschiedenen Grauschattierungen erstellt. Dieses kann auch in einer anderen Farbe als derjenigen, die der Wellenlänge des Sensors entspricht, dargestellt werden. So kann zum z.B. der Infrarotkanal in rot, der Rotkanal in grün und der Grünkanal in blau wiedergegeben werden. Anschließend werden diese drei Bilder, die jeweils einem Kanal entsprechen, nach der additiven Farbsynthese gemischt, wodurch eine Aufnahme in „falschen Farben“ entsteht. Mithilfe eines Farbcodes kann diese ausgewertet werden: die wenig Infrarot absorbierende Vegetation ist rot dargestellt, bebaute Flächen, die viel Infrarot absorbieren, sind in Cyanblau dargestellt. Solche Dreikanal-Bilder können auf einem PC- oder TV-Bildschirm betrachtet werden. Die digitale Farbfotografie arbeitet nach einem sehr ähnlichen Aufnahme- und Wiedergabeprinzip. Um ein Bild auf Papier zu erhalten, muss ein Vierfarbendruck (Gelb, Cyan, Magenta und Grautöne) erstellt werden, bei dem die subtraktive Synthese eingesetzt wird.

Satellitenbilder

Deckblatt

Aufnahme Deckblatt: Die Region Sevilla (Spot-5 – 2003)
Auf dieser Aufnahme ist der Infrarotkanal in Rot wiedergegeben. Die Auflösung beträgt 5 m. Das dargestellte Gebiet entspricht einem ca. 70 km breiten Streifen. Die Stadt Sevilla befindet sich in der unteren Bildmitte. Zwischen dem Kanal Alfonso XIII und dem Guadalquivir ist das Olympiastadion zu erkennen.

Mittelteil

Bild Nr. 1: Die Erde (Meteosat)
Bei der Erstellung dieser Aufnahme kam nicht nur der sichtbare Kanal zum Einsatz.
Die üblichen farbigen Meteosat-Bilder entstehen aus drei Schwarzweißbildern, die von folgenden drei Kanälen des Satelliten aufgezeichnet werden: dem sichtbaren Kanal mit einer Wellenlänge zwischen 0,56 µm und 0,71 µm und den zwei Infrarotkanälen mit einer Wellenlänge zwischen 0,74-0,88 µm und 1,50-1,78 µm. Die Kombination der drei Grautonbilder ergibt eine künstliche Farbdarstellung, auf der verschiedene Boden- und Wolkenformationen hervorgehoben werden.

Bild Nr. 2: Die Region Sevilla (Spot-5 – 2003)
Bei dieser Aufnahme handelt es sich um einen vergrößerten Ausschnitt der auf dem Deckblatt abgebildeten Aufnahme der Region Sevilla. Das an der Flussschleife gelegene Dorf in der Bildmitte ist La Algaba.
Die Spektralkanäle des Satelliten Spot arbeiten in Wellenlängenbereichen zwischen 0,55 µm und 0,85 µm und unterscheiden sich somit von denen des Satelliten Meteosat.

Bild Nr. 4: Die Erde (Meteosat – IR-Kanal)
Diese Abbildung zeigt den thermischen Infrarotkanal des Satelliten. In diesem Bereich mit einer Wellenlänge von ca. 10 µm wird hauptsächlich die von der Erde und den Wolken abgegebene Wärmestrahlung erfasst. Das von der Sonne ankommende und von der Erde nur reflektierte Licht wird nicht berücksichtigt. Diese Art Aufnahmen stellen die Temperaturen am Boden und an der Wolkenoberfläche dar und erlauben die Unterscheidung höherer von niedrigen Wolken. Auf diesem Bild sind die Bereiche mit geringer Wärmestrahlung weiß angezeigt, was der üblichen Abbildung entspricht, die hohen Wolken erscheinen somit weiß.

Bei den Aufnahmen 5 und 6 handelt es sich um Radarbilder. Sie wurden von „aktiven“ Sensoren erfasst, die elektromagnetische Impulse quer zur Flugrichtung gebündelt zum Boden aussenden und das zurückgestreute Signal messen. Registriert werden die Zeit (und damit die Distanz), die Signalstärke und die Phase des Echos. Radare sind nicht auf das Sonnenlicht angewiesen und somit in der Lage, unabhängig von der Wolkendecke sowohl Tag- als auch Nachtaufnahmen zu erstellen. Radarbilder sind Schwarzweißaufnahmen, da sie auf einer genau definierten Frequenz arbeiten, die im elektromagnetischen Wellenlängenbereich zwischen 1 cm und 1 m beträgt (für Envisat/ASAR liegt dieser Bereich bei 5,6 cm).

Bild Nr. 5: Die Insel La Réunion (Envisat / ASAR – Advanced Synthetic Aperture Radar – 2003)

Die 645 km östlich von Madagaskar gelegene Insel La Réunion ist vulkanischen Ursprungs. Im Südosten ist der 2 631 m hohe Piton de la Fournaise zu erkennen, der in den vergangenen 300 Jahren über einhundert Mal ausbrach.
Ist das Gefälle des Reliefs größer als der Neigungswinkel des Radarsignals, entstehen Radarschatten, welche die morphologische Beschaffenheit der Hangneigung verbergen. Dadurch entstehen schwarze Stellen im Bild. Dem Satelliten zugewandte Hänge sind stark verkürzt und weiß dargestellt, da sich die gemessenen Distanzen zum Satelliten zwischen Gipfel und Hangfuß in der Schrägaufnahme kaum unterscheiden. Häuser und Siedlungen erscheinen als helle Punkte, da rechteckig aufeinanderstoßende, glatte Flächen alle Radarwellen zurückwerfen (doppelte Spiegelung).

Bild Nr. 6: Die durch den Tanker Prestige verursachte Ölpest (Envisat / ASAR – 2002)

Vor der galizischen Küste verlor der auf die offene See geschleppte Tanker seine Ölfracht. Am Ende des Ölteppichs sind weiße Punkte zu erkennen, bei denen es sich um die Prestige und die im Katastrophengebiet anwesenden Einsatzschiffe handelt.
Das auf der Wasseroberfläche treibende Schweröl dämpft den Seegang erheblich und sorgt für eine relativ glatte Fläche. Diese Bereiche streuen nur ein schwaches Signal zurück und erscheinen dunkel. Die Wellen der Umgebung ergeben eine sehr raue Oberfläche, sie erscheint deshalb viel heller. Schiffe sind aus Eisen und haben eine kantige Form. Auf beides reagiert das Radar sehr empfindlich. Auch kleinere Schiffe sind deshalb als weiße Punkte abgebildet.

Seite 5 – Kombination der Kanäle zur Erstellung einer Farbaufnahme

Bilder Nr. 7, 8, 9, 10: Die Region Sevilla (Spot-5 – 2003)

Durch die Aufspaltung jedes Farbbilds in seine drei ursprünglichen Aufnahmen wird ersichtlich, wie die Satellitensensoren in jedem Spektralband verschiedene Grautöne aufzeichnen. Der Satellit Spot-5 ist mit einem Infrarotkanal ausgestattet, verfügt jedoch über keinen blauen Kanal.

Seite 6 – Wie funktionieren Satelliten?

Bilder Nr. 12, 13: Radarbilder eines Ölteppichs auf dem Meer

Durch die Kombination von drei an verschiedenen Daten aufgenommenen Bildern können farbige Radaraufnahmen (multitemporale Bilder) erstellt werden. Jedes Datum/Bild ist in einer der drei Farben (Rot, Grün oder Blau) eingefärbt. Anschließend werden die Bilder überlagert, um eine Farbaufnahme zu erhalten.
Solche Bilder bieten den Vorteil, die zeitliche Entwicklung gewisser Phänomene zu erfassen und somit eventuell deren künftige Entwicklung vorherzusehen. Auf diese Weise ist es möglich, die von Ölteppichen auf dem Meer zurückgelegte Strecke zu messen und deren weitere Verlagerung abzuschätzen. Die Ölverschmutzung erscheint auf dem Farbbild magenta, da an dieser Stelle das Grün fehlt. Das rechte Bild (rot eingefärbt) und das linke Bild (blau eingefärbt) sind an dieser Stelle viel heller. Auf dem rechten Bild, das drei Tage später als das mittlere Bild aufgenommen wurde, ist das ausgeflossene Öl links unten als schmaler dunkler Streifen zu erkennen.

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

ELEKTROMAGNETISCHES SPEKTRUM

www.uni-bielefeld.de/Universitaet/Einrichtungen/Zentrale%20Institute/IWT/FWG/Handystrahlung/Elektromagnetisch.html	Erklärung des elektromagnetischen Spektrums

RADAR

www.eduspace.esa.int/subtopic/default.asp?document=323&language=de	EDUSPACE: Radartechnik
telsat.belspo.be/beo/fr/guide/index.htm	Telsat: Erdbeobachtung und Fernerkundung (Radar / Bildverarbeitung) (auf Englisch)
www.fe-lexikon.info/lexikon-r.htm#radar	Aus dem Online-Lexikon für Fernerkundung

ADDITIVE FARBMISCHUNG

www.tfh-berlin.de/~mixdorff/mmt2/files/Farbmetrik.pdf	Dokument zur Farbmetrik
www.fe-lexikon.info/lexikon-a.htm#additive_farbmischung	Aus dem Online-Lexikon für Fernerkundung

LICHT

www.weltderphysik.de/	Website „Welt der Physik" mit einem Kapitel über Licht

FERNERKUNDUNG

www.uni-kiel.de/forum-erdkunde/unterric/material/einf_fe/index.htm	Einführung in die Fernerkundung

BILDINTERPRETATION

http://satgeo.zum.de/satgeo/infos/o6.htm	Verschiedene Anregungen zur geographischen Bildinterpretation

Satellitenbilder

esa SPOT IMAGE EUMETSAT

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	Jean Jandaly
Dokumentation	Valérie Massignon – XYZèbre
Grafik	Boris Uzan / Serge Lauth
Illustrationen	Philippe Bouillon – Illustratek

Themenset Nr. 11 - Satellitenbilder und ihre Farben

Beantworte nach aufmerksamem Durchlesen und Anschauen des Themensets folgende Fragen:

1 – Wie setzt sich das Sonnenlicht zusammen?
.....
.....

2 – Gib mehrere Wellenbereiche an, die von Satelliten erfasst werden können.
.....
.....
.....

3 – Welche Strahlen haben die kürzere Wellenlänge: Ultraviolett- oder Infrarotstrahlen?
.....
.....

4 – Was stellen auf einem thermischen Infrarotbild von Meteosat die schwarzen und weißen Bereiche dar?
.....
.....

5 – Was stellen auf einer Radaraufnahme die schwarzen und weißen Bereiche dar?
.....
.....

6 – Gib ein Beispiel für den Einsatz von Radaraufnahmen an.
.....
.....

7 – Satelliten, die Infrarotbilder erstellen, werden als „passiv“, Satelliten, die Radaraufnahmen erstellen, als „aktiv“ bezeichnet. Erkläre, warum.
.....
.....
.....
.....

8 – Ist auf Radaraufnahmen die gleiche „Wirklichkeit“ zu sehen wie auf herkömmlichen Schwarzweißbildern? Erkläre die Unterschiede.
.....
.....
.....

9 – Warum wird die Vegetation auf Satellitenbildern meist rot angezeigt?
.....
.....
.....

10 – Welche Farben erhält man durch additive Synthese der Primärfarben?
.....
.....