



NOAA – von den Rohdaten zum Satellitenbild

Die moderne Klimaforschung und Wettervorhersage sind ohne Satelliten undenkbar. Aber welche Informationen liefern sie uns eigentlich? Am Beispiel von NOAA-Satelliten wird das im DLR_School_Lab erklärt.

Wie wird morgen das Wetter? Diese Frage ist fast so alt wie die Menschheit. Wer kennt nicht den Spruch: Es gibt kein schlechtes Wetter, sondern nur schlechte Kleidung. Um aber passend gekleidet zu sein, bedarf es einer möglichst exakten Wettervorhersage. Doch es geht beim Thema Wetter nicht nur um T-Shirt oder Regenjacke, sondern auch um Menschen in vielen Berufsgruppen, die auf die richtige Prognose angewiesen sind. Seit Beginn von Ackerbau und Viehzucht nahm die Bedeutung der Wettervorhersage stetig zu. Aber nicht nur für die Landwirtschaft ist sie wichtig. Auch Piloten im Cockpit und Kapitäne von Schiffen benötigen präzise Angaben zum Wettergeschehen. Bei Unwetterwarnungen geht es gar um Menschenleben, die gerettet werden können. Wie kann das Wetter nun aber mit hoher Genauigkeit vorhergesagt werden? Es sind so viele Faktoren, die das Wettergeschehen bestimmen. Deshalb verwendet die moderne Meteorologie neben einem flächendeckenden Netz an Bodenmessstationen auch Satelliten. Mit dieser Hilfe aus dem All wurde in den letzten Jahrzehnten die Vorhersagegenauigkeit enorm gesteigert und das auch für längere Zeiträume von mehreren Tagen.

NOAA – von den Rohdaten zum Satellitenbild



NOAA-Logo (© NOAA)

NOAA

Die **N**ational **O**ceanic and **A**tmospheric **A**dministration ist eine Behörde für Wetterbeobachtung, -vorhersage und Ozeanografie in den USA. Sie wurde bereits 1970 mit dem Ziel gegründet, die amerikanischen Wetter- und Atmosphärendienste zu koordinieren. Die Behörde besteht aus fünf Unterorganisationen:

- National Weather Service
- National Ocean Service
- National Marine Fisheries Service
- National Environmental Satellite, Data and Information Service
- NOAA Research.

Die Satelliten der NOAA-Serie sind frei empfangbar. Jeder Interessent kann bereits mit geringem technischen Aufwand die gesendeten Daten aufnehmen. Die Nutzung des Datenmaterials ist zu Lehr- und Forschungszwecken uneingeschränkt möglich. Die prozessierten Bilder können mit entsprechendem Vermerk sogar im Internet veröffentlicht werden, solange keine kommerzielle Nutzung erfolgt.

Die NOAA-Satelliten

Die NOAA-Satelliten gehören zur Reihe der „Television and InfraRed Observation Satellites“. Erste Satelliten dieser Bauart wurden bereits 1960 in eine Erdumlaufbahn gebracht. NOAA-1 gelangte am 11. Dezember 1970 in den Orbit und war der Chronologie zufolge ein Television and InfraRed Observation Satellite der dritten Generation. In den darauffolgenden Jahren wurden insgesamt 19 NOAA-Satelliten im Orbit positioniert. Der letzte Start eines solchen Satelliten erfolgte am 6. Februar 2009. Heute sind nicht mehr alle der bisher gestarteten NOAA-Satelliten aktiv. Neben Aufnahmegeräten für den infraroten und sichtbaren Spektralbereich sind verschiedene NOAA-Satelliten mit weiteren Messsensoren ausgerüstet. Dazu gehören beispielsweise Radiometer zur Untersuchung des Wärmehaushalts der Erde oder Geräte zur Bestimmung von Temperatur- und Feuchtigkeitsprofilen in der Troposphäre.

Die NOAA-Satelliten befinden sich in einer Flughöhe von etwa 800 km über der Erdoberfläche und zählen damit zu den Flugobjekten mit einem sog. Low Earth Orbit. Sie gehören bezüglich der

Umlaufbahn zur Gruppe der polarumlaufenden Satelliten. Aufgrund der Flughöhe beträgt ihre Umlaufdauer ca. 100 min. Die polare Umlaufbahn ermöglicht es, die gesamte Erdoberfläche abzutasten. Dies erfolgt in bestimmten Zeitintervallen. Dadurch ist es schwierig, einen Wetterfilm für eine bestimmte Region zu erstellen.



Delta-2-Rakete als Transporter der NOAA-Satelliten

len. Die gewählte Bahn gestattet es jedoch, jede beliebige Region der Erde in die Beobachtung und Wettervorhersage einzubeziehen. Ergänzend zu den polarumlaufenden Satelliten werden für die Beobachtung der Erde und des Wettergeschehens geostationäre Satelliten (ca. 36.000 km von der Erde entfernt) eingesetzt. Sie können zwar nicht alle Bereiche der Erdoberfläche senkrecht abtasten, sind aber in der Lage, alle 5 bis 10 min. ein neues Bild derselben Region zu übertragen.

Informationsgewinnung

NOAA-Satelliten übermitteln digitale oder analoge Bilder. Bei jedem Überflug wird ein mehrere hundert Kilometer breiter Streifen abgetastet. Bei digitaler Datenübertragung werden alle gewonnenen Messdaten im S-Band (Frequenzen zwischen 2 und 4 GHz) übertragen. Die Bodenauflösung digitaler Bilder beträgt 1,1 km pro Pixel. Bei analogen Bildern liegt sie bei 4 km pro Pixel. Die analoge

Übertragung findet im 137-MHz-Bereich über zwei Datenkanäle statt. Tagsüber liefern sie Informationen, die im sichtbaren und im infraroten (IR) Bereich gesammelt wurden. In der Nacht übertragen beide Kanäle IR-Informationen. Die Aufnahmen in den unterschiedlichen Spektralbereichen ermöglichen Analysen der Atmosphäre, der Erdoberfläche, der Wolken und der Vegetation. Mit den empfangenen „Rohdaten“ sind beispielsweise folgende Auswertungen möglich:

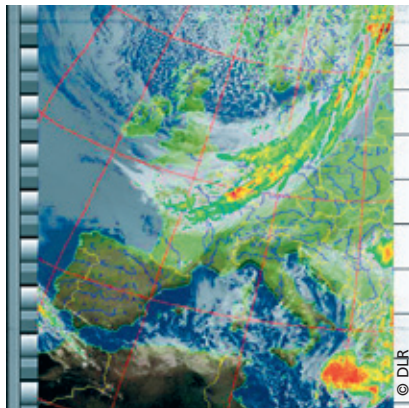
- Multispectral analysis
- Map Colour IR
- Multispectral analysis anaglyph false 3D
- Daylight sea surface temp.

Die dadurch erhaltenen sog. prozessierten Bilddarstellungen entstehen durch Überlagerung einzelner Datenkanäle und Anwendung mathematischer Verarbeitungsalgorithmen in der jeweils verwendeten Software.

Die Experimente

Einen Wetterfilm zu erstellen, wie wir ihn aus dem Fernsehen kennen, ist spannend, faszinierend und zugleich lehrreich. Beim selbstständigen Ausprobieren erleben die Schüler direkt, wie komplex die Arbeiten bis zum fertigen Video sind. Sowohl Kenntnisse über das Licht als elektromagnetische Welle sowie über die Art und Weise des Empfangs und des Managements von Satellitendaten als auch Fertigkeiten im sicheren Umgang mit der Software zur Auswertung und Bearbeitung bilden die Grundlagen dafür.

Nach der Einführung in die Spezifik der NOAA-Satelliten erstellt eine Schülergruppe aus den im Schülerlabor aufgenommenen Bildern einen eigenen Wetterfilm. Parallel dazu baut die zweite Gruppe ein Handspektroskop zur Untersuchung verschiedener Lichtquellen. Bei der Anwendung des Geräts können die Unterschiede zwischen dem Tageslicht mit seinem kontinuierlichen Farbspektrum und dem Licht einer Energiesparlampe eindrucksvoll nachgewiesen werden. Die Schüler erfahren, warum neben dem sichtbaren auch das Licht anderer, für uns nicht sichtbarer Spektralbereiche Untersuchungsgegenstand ist. Eine Versuchsanordnung, mittels derer ein Satellitensensor nachempfunden wird, ermöglicht fotografische Aufnahmen im sichtbaren und infraroten Bereich. An den z. B. von einer Pflanze erhaltenen Bildern, vergleichen die Schüler



NOAA-Satellitenbild, am 16. Dezember 2010 im DLR_School_Lab Neustrelitz empfangen

den jeweiligen Informationsgehalt in Abhängigkeit vom Spektralbereich. Aus den Ergebnissen dieser Experimente wird die Bedeutung der verschiedenen Spektralbereiche für die Wettervorhersage und Fernerkundung der Erde abgeleitet.

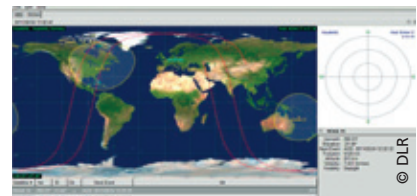
Nach dem Kennenlernen der Komponenten der Empfangsanlage im DLR_School_Lab Neustrelitz erfolgt die Planung des NOAA-Empfangs. Mittels einer speziellen Software analysieren die Schüler den bevorstehenden Satellitenüberflug. Im Mittelpunkt stehen Empfangszeiten und -bereiche, Überflugdauer sowie die Flugbahnen der NOAA-Satelliten. Mittels eines für Schüler leicht selbst nachzubauenden Modells wird das Verständnis über die Vorteile der Anwendung von sog. Polarkoordinaten zur Orientierung im Raum zusätzlich



Auswertung einer Aufnahme im infraroten Bereich im DLR_School_Lab

unterstützt. Beginnend mit der automatischen Kontaktaufnahme zum Satelliten verfolgen die Schüler Überflug und Datenempfang live mit. Dabei ertönt pünktlich zur vorausberechneten Startzeit im Empfänger das Signal des Satelliten. Dann baut sich das Rohbild auf dem Beobachtungsmonitor auf. Zeitgleich kann die Veränderung der Satellitenposition mitverfolgt werden. An den ca.

15-minütigen Empfang schließt sich das Prozessieren der Bilder an. Dazu wird das Rohbild nach verschiedenen Kriterien am PC bearbeitet und ausgewertet. Die Schüler können z. B. ein 3D-Bild erzeugen, die Temperaturen von Gewässern und Wolken bestimmen, die Niederschlagswahrscheinlichkeiten für ausgewählte Regionen ermitteln. Die gewonnenen Ergebnisse werden anschließend mit den entsprechenden Werten aus anderen Informationsquellen verglichen und auf ihre Zuverlässigkeit geprüft. Diese sog. Validierung von Satellitendaten ist auch ein Schwerpunkt in der Arbeit am DLR-Standort Neustrelitz. Dazu wird zusammen mit Kooperations-



Computerdarstellung zur Planung und Verfolgung eines Satellitenempfangs im DLR_School_Lab

partnern ein 300 km² großes Testfeld in Mecklenburg-Vorpommern betrieben und die dort vor Ort ermittelten Daten mit denen aus der Fernerkundung abgeglichen.

Besonders mathematisch interessierte Schüler können zusätzlich über die Anwendung trigonometrischer Zusammenhänge die Flughöhe des Satelliten berechnen. Durch Vergleich mit dem aus der Einführungsphase bekannten Höhenwert ist so eine Einschätzung der Qualität des angewendeten Verfahrens möglich.

Glossar

AVHRR - Advanced Very High

Resolution Radiometer:

Hierbei handelt es sich um ein hochauflösendes Messgerät für die Strahlungsstärke von Licht in ausgewählten Spektralbereichen im sichtbaren und infraroten Bereich.

HRPT - High Resolution Picture

Transmission:

Die Datenübertragung HRPT wird im digitalen Übertragungsmodus der NOAA-Satelliten verwendet; dabei werden die Messdaten aller verfügbaren Kanäle übertragen.

LEO - Low Earth Orbit:

Die Umlaufbahnen dieser Satelliten liegen zwischen 200 km und 1.200 km Höhe.

MSA - Multi Spectral Analysis:

Die Messdaten zweier Kanäle werden zur Darstellung von Wolken, Land und Wasser aufbereitet.

MCIR - Map Colour IR:

Die Messdaten eines Infrarotkanals werden derart aufbereitet, dass unter anderem die Wolkenhöhe in unterschiedlichen Abstufungen von weiß bis grau dargestellt werden kann.

Daylight sea surface temp:

Die Messdaten eines Kanals werden zur Falschfarbendarstellung der Wassertemperatur aufbereitet.

Multispectral analysis anaglyph false 3D:

Bei dieser Darstellungsart wird ein 3D-Bild zur Betrachtung mit Rot-Blau-Brillen erzeugt.

Bodenauflösung:

Die Bodenauflösung gibt die kleinste Entfernung zweier Originalobjekte auf der Erdoberfläche an, sodass jedes dieser Objekte im Satellitenbild gerade noch zu erkennen ist. Je feiner die Bodenauflösung ist, desto schärfer sind die Bilder.

Bildprozessierung:

Die empfangenen Sensordaten eines Satelliten werden am Computer in ein Satellitenbild umgewandelt.

Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 16 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 7.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris und Washington D.C.

Das DLR Neustrelitz

Der DLR-Standort Neustrelitz liegt etwa 100 Kilometer nördlich von Berlin im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern. Hier arbeiten über 70 Wissenschaftler, Ingenieure und Angestellte.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten am Standort sind den Themenbereichen satellitengestützte Erdbeobachtung, Navigation und Ionosphärenerkundung zugeordnet und gliedern sich in verschiedene Forschungsprogramme ein.



DLR

**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt**

DLR_School_Lab Neustrelitz

Kalkhorstweg 53
17235 Neustrelitz

Leitung: Dr. Albrecht Weidemann
Telefon: 03981 237 862
oder 03981 480 220
Telefax: 03981 237 783
E-Mail: schoollab-neustrelitz@dlr.de

www.DLR.de/dlrschoollab