



Wolken über Europa aus 36000 km Höhe am 27.4.2005

Was für Zutaten braucht eine moderne Wettervorhersage?

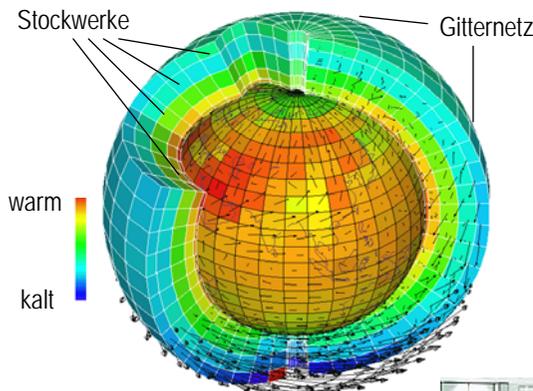
Täglich gibt es Wettervorhersagen in den Medien über bis zu sechs Tage voraus. Wie werden diese eigentlich hergestellt? Das wird beim Experiment ‚Wetter und Klima‘ anschaulich begreifbar gemacht.

Die Diagnose kommt zuerst: wir stellen fest wie sich die Atmosphäre verhielt – vor einigen Stunden, letzte Mitternacht, gestern, vorgestern. Satellitendaten helfen dabei, genauso wie Bodenstationen weltweit und Messungen an Wetterballonen.

Für die Prognose muss man in die Zukunft rechnen, schneller als die Zeit vergeht. Komplexe Gleichungen werden näherungsweise auf ein Rechengitter mit vielen Stockwerken gebracht. In großen und sehr schnellen Rechanlagen entsteht die Entwicklung von Temperatur, Wind, Feuchte, Regen an allen Rechenpunkten im 10 Minutentakt bis eine Woche voraus – für den ganzen Globus in wenigen Stunden!

Neugierig geworden? Wir betrachten im School_Lab das aktuelle Geschehen am Tag des Besuchs und Vorhersagen rund um den Globus mit Daten und Software vom Deutschen Wetterdienst.

Wetter und Klima



Schematisches Gitter für globale Rechnungen; Temperatur (farbig) und Wind (Pfeile)

[© Laurent Fairhead, Paris]

Supercomputer für die Wettervorhersage



DLR School_Lab
Oberpfaffenhofen

www.schoollab.dlr.de





POLDIRAD auf dem Dach von IPA



Der volle Blick von Meteosat auf die Erde

Messungen in der Atmosphäre

Wir erwähnen kurz einige wichtige Messverfahren:

Niederschlagsgebiete mit Radar

Seit 1986 dreht sich auf dem Dach des Instituts für Physik der Atmosphäre (IPA) ein polarimetrisches Doppler-Radar (POLDIRAD). Dieses in Mitteleuropa einzigartige Wetterradar kann Größe und Stärke von Niederschlagsgebieten in 300 km Umkreis bestimmen und P dazu über den Dopplereffekt die Strömungsrichtung des Niederschlags als Indikator für den dortigen Wind. Über die separate Aufzeichnung zweier Polarisationsrichtungen von ausgesandten und empfangenen Pulsen lassen sich außerdem kleine oder große Regentropfen, Graupel, Schnee und Hagel in Gewittern unterscheiden.

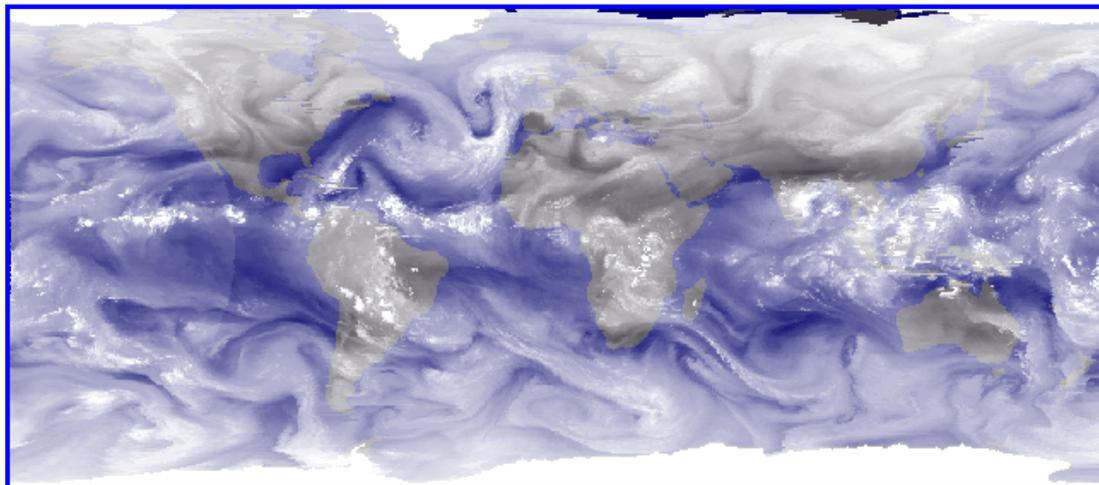
Wolkenfilme von Meteosat

Kameraleute brauchen einen festen Standplatz relativ zum interessanten Geschehen. Von der sich drehende Erde kann nur aus einem geostationären Orbit etwa alle 15 Minuten das gleiche Gebiet betrachtet werden; dieser liegt 36000 km über der

Erdoberfläche. Europa befindet sich im Visier von Meteosat, der vom europäischen Kontrollzentrum in Darmstadt gesteuert wird. Wir untersuchen Bilder von der vollen Erdscheibe oder Filmsequenzen von Europa im Zeitraffer über einige Tage (ein Bild alle 15 min., das sind 96 pro Tag). Wir fragen uns, ob Meteosat bei Nacht etwas sinnvolles erkennen kann?

Klimadaten von Envisat

Seit 2002 liefert dieser vielseitige europäische Umweltsatellit beständig Daten über die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre, die Oberflächentemperatur der Ozeane und misst beispielsweise die Wellenhöhen und -richtungen, sowie die Wachstumsphasen von Pflanzen. Er fliegt nur 800 km über der Erde, sieht bei seinen 100-minütigen Runden über die Pole nur Streifen der Atmosphäre und wiederholt seine Spur erst nach Tagen. Dafür ist er deutlich näher am Geschehen.



Das Wasserdampffeld rund um den Globus: gesehen von mehreren geostationären Satelliten



Die Gruppe arbeitet an bis zu zehn Bildschirmen

Überwachung von Wetter und Klima

Wir verwenden einen Profi-Arbeitsplatz wie der Deutsche Wetterdienst. Nach einer kurzen Einführung holt jeder für sich oder zusammen mit einem Mitschüler verschiedene Datentypen auf den Bildschirm: etwa die kompakten Wettersymbole für ganz Europa von vor einer Stunde, überlagert mit dem aktuellen Satellitenbild und dem Komposit aus dem Radarnetz zur Niederschlagsbeobachtung; oder eine Höhenwetterkarte mit den Daten der Wetterballons mitten in der vergangene Nacht; oder die Temperaturverteilung auf der ganzen Nordhalbkugel um 6 Uhr morgens.

Angepasst an das Vorwissen der Klasse besprechen wir die meteorologischen Größen Druck, Wind, Temperatur, Feuchte, Niederschlag und Konzepte wie den geostrophischen Wind, der die Balance herstellt zwischen Druckgradient- und Corioliskraft.

Wie wird das Wetter morgen?

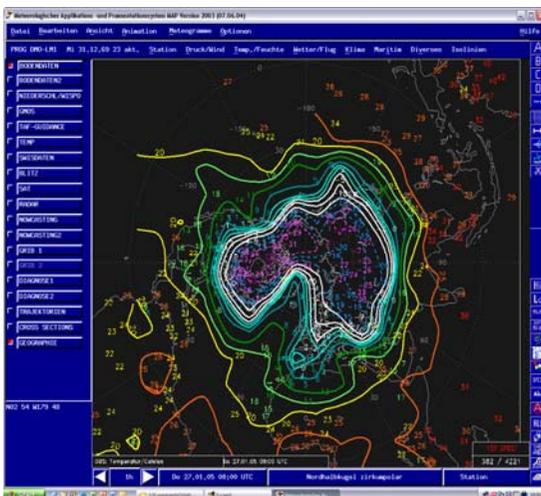
Die Atmosphäre ist ein physikalisches System. Seine zukünftigen Zustände lassen sich über mehrere Tage vorausberechnen, wenn der Anfangszustand bekannt ist. Die nichtlinearen Terme in den Gleichungen sorgen dafür, dass Rechenergebnis und Wirklichkeit danach immer weiter von einander abweichen. Dieser chaotische Anteil erfordert die tägliche Wiederholung der Rechnungen, die dann die letzten Messungen berücksichtigen müssen.

Wir rufen Meteogramme für die nächste Woche von Stationen rund um den Globus ab, entweder als pure Modell-Ergebnisse oder kombiniert mit statistischen Erfahrungswerten für Mitteleuropa.

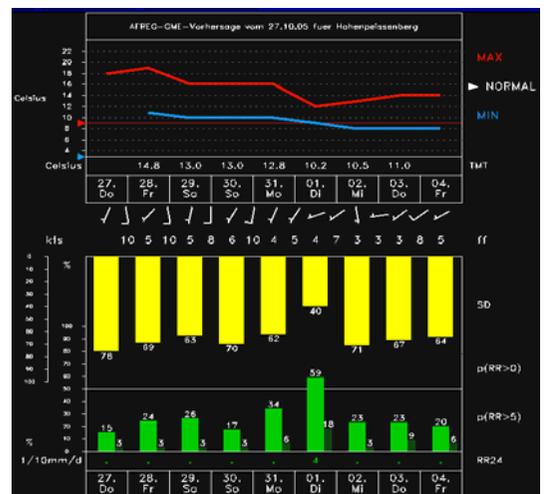


Die verschiedenen Wolkentypen beeinflussen Wetter und Klima ganz unterschiedlich

Zum Schluss suchen wir im Internet freizugängliche Seiten, mit denen das im DLR School_Lab Gelernte auch daheim oder in der Schule in eine eigene Interpretation der Wettervorhersagerechnungen umgesetzt werden kann.



Temperaturverteilung rund um den Nordpol aus mehr als 4000 Bodenmessungen



Vorhersage über eine Woche für Hohenpeißenberg (Mix aus Modell und Statistik)



Fragen zum Nachdenken

Welche Kräfte wirken auf einen Satelliten in der Umlaufbahn?

Welche Bahntypen sind zu unterscheiden?

In welchem zeitlichen Rahmen liegen die Grenzen der Wettervorhersage?

Kann es sinnvoll sein, mehrere Wettervorausrechnungen parallel durchzuführen?

Was könnte der Begriff ‚Regenwahrscheinlichkeit‘ bedeuten?

Glossar

Chaotische Systeme:

Bei chaotischen Systemen handelt es sich um komplexe Vorgänge, bei denen kleine Unsicherheiten in den Anfangsbedingungen oft schon nach kurzer Zeit die späteren Zustände unberechenbar machen.

Meteorologie:

Die Meteorologie erforscht die Dynamik, die Physik, und zunehmend auch die Chemie der Atmosphäre. Den aktuellen Atmosphärenzustand bezeichnet man als *Wetter*; Mittelwerte, Extremwerte, allgemein die Statistik an einem Ort, für eine Region oder den ganzen Globus als *Klima*.

Radar:

Radar (*radiowave detection and ranging*) bezeichnet ein Ortungsverfahren, bei dem elektromagnetische Mikro-Wellen als Pulse ausgesandt, von einem Objekt reflektiert und wieder aufgefangen werden. Aus der Laufzeit zwischen Pulsabgang und Rückkehr des Echos lässt sich der Ort des Objekts (Flugzeug oder Niederschlagsgebiet) bestimmen, über den Dopplereffekt auch seine Geschwindigkeit relativ zum Radar.

Satellit:

Wörtlich: Begleiter. Hier: Raumsonden, die die Erde umkreisen. Die Umlaufzeit hängt stark von der Flughöhe ab (z.B. 100 min bei 800 km, oder 24 h bei 36000 km).

Links

Weiterführende Links im Internet:

Artikel zur Wettervorhersage im Magazin *GEO*:

http://www.geo.de/GEO/wissenschaft_natur/oekologie/2002_08_GEO_wetter_wettervorhersage

Aktuelle und zurückliegende Wettervorhersagekarten von verschiedenen Modellen:

<http://profi.wetteronline.de>

Mehr über das Wolken- und Niederschlagsradar POLDIRAD:

<http://www.pa.op.dlr.de/poldirad/>

Forschung beim DLR-Institut für Physik der Atmosphäre im ARD Morgenmagazin (mit Video):

http://www.daserste.de/moma/livebeitrag_dyn-uid_0qj8xzfrh1cz4mem-cm.asp

Leute

Leute hinter diesem Beitrag:

Bernd Mayr

Ines Rechenberger

Dr. Hans Volkert

(hans.volkert@dlr.de)

Realisierung im Internet

Gestaltung

Verantwortlich für den Inhalt