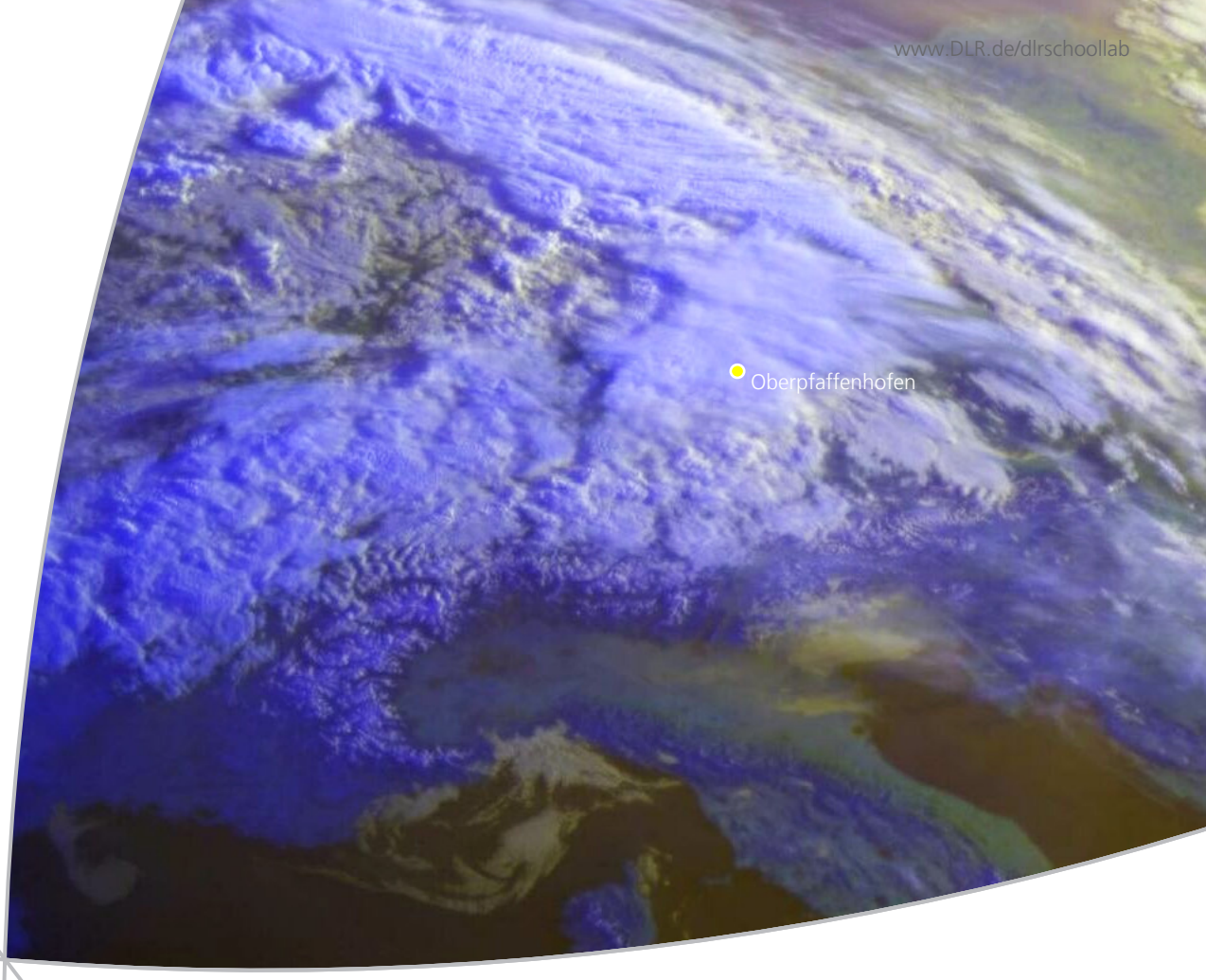

DLR

DLR_School_Lab
Oberpfaffenhofen

Wetter und Klima

Welche Zutaten braucht eine moderne Wettervorhersage?

In den Medien kann man täglich Wettervorhersagen für bis zu sechs Tage im Voraus bekommen. Wie werden diese eigentlich erstellt? 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. Satelliten helfen dabei, genauso wie Klimastationen weltweit, sowie Messungen mit 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 gigantischen Rechenanlagen wird die Entwicklung von Temperatur, Wind, Luftfeuchtigkeit und Regen an allen Rechenpunkten im 10-Minuten-Takt bis eine Woche vorausgerechnet – für den ganzen Globus in wenigen Stunden!

Wetter und Klima

Abb. 1: POLDIRAD auf dem Dach von IPA vor heranziehenden Regenwolken

Neugierig geworden? Wir betrachten im DLR_School_Lab das aktuelle Geschehen am Tag des Besuchs und Vorhersagen rund um den Globus mit Daten und Software von Wetterdiensten.

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 über den Dopplereffekt auch die Strömungsrichtung des Niederschlags als Indikator für den dortigen Wind. Über die separate Aufzeichnung zweier Polarisationsrichtungen von ausgesandten und empfangenen Radar Pulsen lassen sich außerdem kleine und große Regentropfen, Graupel, Schnee und Hagel in Gewittern unterscheiden.

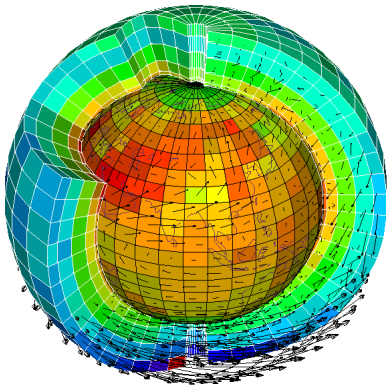

Abb. 2: Schematisches Gitter für globale Rechnungen; Temperatur (rot: warm, blau: kalt) und Wind (Pfeile)

Wolkenfilme von Meteosat
Kameraleute brauchen einen festen Standplatz relativ zum interessanten Geschehen. Nur geostationäre Satelliten haben so einen Blick auf die sich drehende Erde. Meteosat etwa liefert alle 15 Minuten ein Bild der für ihn sichtbaren Halbkugel aus einer Entfernung von ca. 36.000 km über der Erdoberfläche Europa befindet sich im Visier der Meteosat Satelliten , die vom Kontrollzentrum in Darmstadt gesteuert werden. Wir untersuchen aktuelle Meteosatbilder der Erdhalbkugel oder Filmsequenzen von Europa im Zeitraffer über einige Tage. 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, der Oberflächentemperatur der Ozeane und misst beispielsweise die Wellenhöhen und -richtungen, sowie die Wachstumsphasen von Pflanzen. Er fliegt nur ca. 800 km über der Erde, und wiederholt seine Spur erst nach Tagen. Dafür ist er deutlich näher am Geschehen.

Überwachung von Wetter und Klima

Wir arbeiten an Computern ähnlich wie die Profis beim Deutschen Wetterdienst. Nach einer kurzen Einführung holt jeder für sich oder zusammen mit einem Mitschüler verschiedene Datentypen auf den Bildschirm: etwa die aktuelle Wettersituation für ganz Europa von vor wenigen Stunden, aktuelle Satellitenbilder, und dem Komposit-Darstellungen aus dem Radarnetz zur Niederschlagsbeobachtung, eine Höhenwetterkarte mit den Daten der Wetterballone in der vergangenen Nacht oder die Temperaturverteilung auf der ganzen Nordhalbkugel um 6:00 Uhr morgens.

Angepasst an das Vorwissen der Klasse

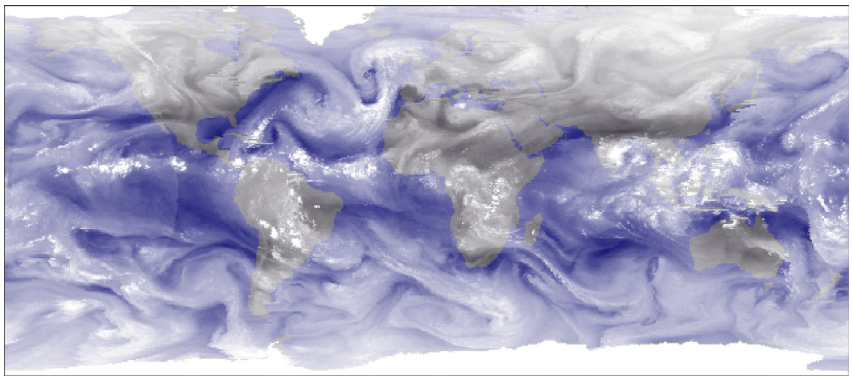

Abb. 3: Das Wasserdampffeld rund um den Globus, gesehen von mehreren geostationären Satelliten

besprechen wir die meteorologischen Größen: Druck, Wind, Temperatur, Feuchte, Niederschlag und Konzepte wie den geostrophischen Wind, der die Balance herstellt zwischen Druckgradient- und Corioliskraft. Stimmt das?

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 neuesten 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.

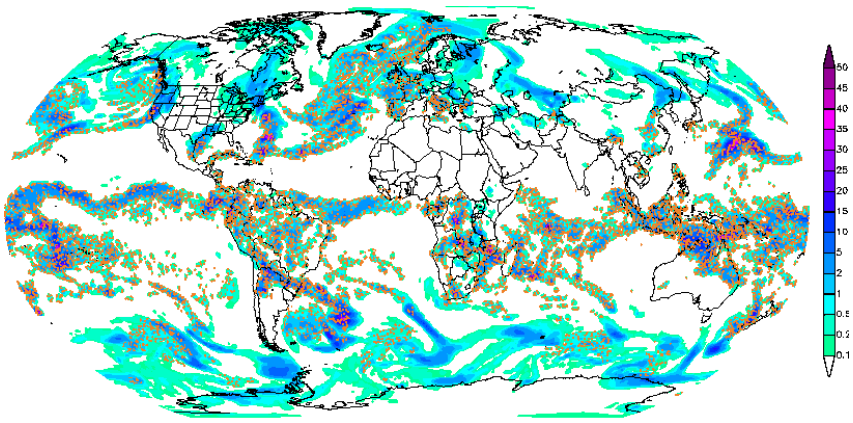

Abb. 4: Zweitages-Vorhersage (besser: -rechnung) des 6-stündigen Niederschlags (in mm) für die gesamte Erde. Rote Punkte bezeichnen Regionen mit gewitterartigem Regen.

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 Mikrowellen 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 in 800 km, oder 24 h bei 36.000 km).

Konzeption und Text:
Dr. Hans Volkert, DLR-IPA

Abbildungsverzeichnis

Titelbild: Meteosat-Aufnahme von Mitteleuropa
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Abb. 1: Poldirad auf dem Dach von IPA
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Abb. 2: Schematisches Gitter globaler Rechnungen für Temperatur und Wind
Laurent Fairhead (LMD/CNRS), Paris

Abb. 3: Das Wasserdampffeld der Erde
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Abb. 4: Zweitages-Berechnung des 6-stündigen Niederschlags für die gesamte Erde
Quelle: amerikanisches GFS-Modell; Dargestellung
www.wetterzentrale.de/topkarten/fsavnwelt.html

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, Verkehr und Energie 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 sowie für die internationale Interessenwahrnehmung zuständig. Das DLR fungiert als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den dreizehn Standorten Köln (Sitz des Vorstandes), Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 6.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris und Washington D.C.

DLR Oberpfaffenhofen

Das DLR Oberpfaffenhofen beschäftigt sich hauptsächlich in den Schwerpunkten der Raumfahrt, der Umwelt und des Verkehrswesens. In Oberpfaffenhofen arbeiten rund 1.500 Menschen in 9 verschiedenen Instituten und Einrichtungen, was das DLR Oberpfaffenhofen zum größten DLR-Standort in Deutschland macht.

DLR **Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt** e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

DLR_School_Lab Oberpfaffenhofen
Münchnerstraße 20
82234 Weßling

Ansprechpartner:

Leitung: Dr. Dieter Hausamann
Telefon +49 8153 28-2770
Telefax +49 8153 28-1070
E-Mail schoollab@dlr.de

Teamassistenz: Stefani Krznaric
Telefon +49 8153 28-1071
Telefax +49 8153 28-1070
E-Mail stefani.krznaric@dlr.de

www.DLR.de/dlrschoollab