

## Umweltspektroskopie

### Lebensraum auf dem Prüfstand

Unser Lebensraum Erde ist ständigen Veränderungen unterworfen. Der Mensch ist an dieser Entwicklung sicher nicht ganz unbeteiligt, man denke nur an die smogverpesteten Städte, die Verschmutzung der Gewässer und das Ozonloch.

Um nun aber bestimmte Veränderungen der Umwelt detailliert protokollieren, beobachten und gegebenenfalls gegensteuernde Maßnahmen ergreifen zu können, bedarf es hochsensibler Messinstrumente. Seit Entwicklung der Satellitenmesstechnik verfügen wir über ein ausgezeichnetes Instrument im Weltraum, um viele Veränderungen auf der Landoberfläche und in der Atmosphäre global und kontinuierlich erforschen zu können. Wir sind aber ebenso auf die Untersuchungen vom Boden aus angewiesen.

# Umweltspektroskopie



Abb. 1: Astronautenfoto der Atmosphäre

## Die Atmosphäre und ihre Spurengase

Die Atmosphäre ist Teil des Systems Erde die von der Erdoberfläche und dem Welt- raum begrenzt wird. Die Atmosphäre mit ihren vielfältigen gasförmigen, flüssigen und festen Substanzen ist einem ständi- gen Wandel unterworfen.

Das Spurengas Ozon ist in Bodennähe für den Menschen schädlich. Nicht umsonst warnen die Wetterdienste vor allem im Sommer immer wieder vor erhöhten Ozonwerten. In der Stratosphäre aber bildet das Ozon eine schützende Schicht, die Ozonschicht. Sie schützt uns vor der biologisch schädigenden UV-Strahlung. Ist sie nicht mehr vorhanden, kann die Strahlung ungehindert zur Erde vordrin- gen. Darauf zurückzuführen haben Aust- ralien und Neuseeland eine der höchsten Hautkrebsraten der Welt!

Deswegen sind ständige Messungen weltweit und besonders über der Antark- tis unerlässlich. Nur durch ständige Be- obachtungen und Vermessungen wird es gelingen, die komplexen Zusammenhän- ge, die zur Veränderung der Ozondicke führen, zu verstehen.

Ebenso wie das Meer haben auch die Landflächen einen nicht zu vernachlässi- genden Einfluss auf das Klima und sind somit direkt an das System Atmosphäre- Biosphäre gekoppelt. Man nimmt heute an, dass globale Änderungen der Landnutzung und Landbedeckung nicht nur die terrestrischen Ökosysteme ver- ändern, sondern auch das globale Klima beeinflussen.

NDVI ist ein Akronym und steht für „Nor- malized Difference Vegetation Index“, zu deutsch: „normalisierter differenzierter Vegetationsindex“. Er ist der wohl am häufigsten angewandte Vegetationsindex und wird auf der Basis von Satellitenbild-

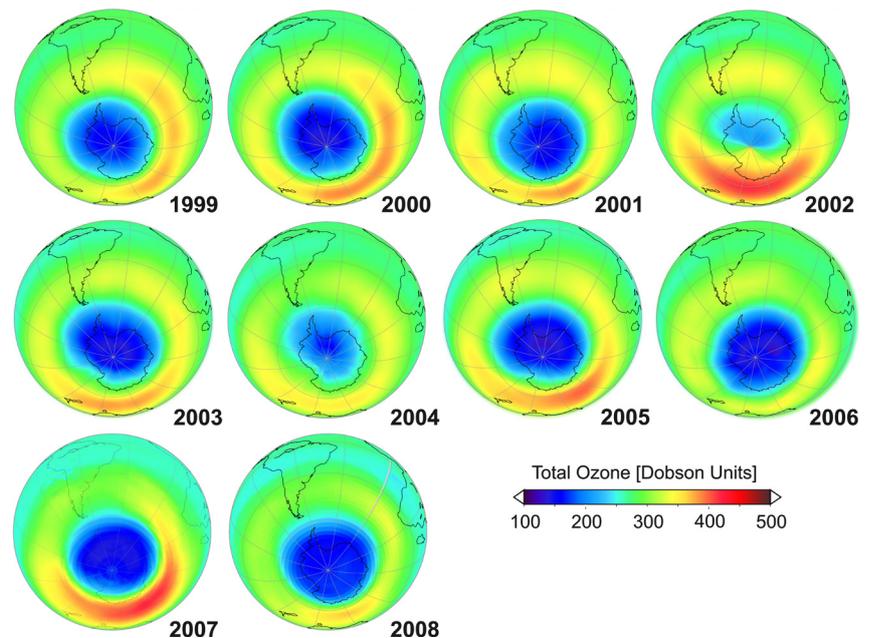


Abb. 2: Entwicklung des Ozonlochs von 1999 - 2008

daten errechnet. Der NDVI liefert Informationen über die Grünheit und Dichte der Vegetation. Er erlaubt die quantitative Bestimmung wichtiger Folgeparameter wie die bei der Photosynthese absorbierte Strahlung (FAPAR), den Blattflächenindex (LAI), oder die Landoberflächenbedeckung bzw. -nutzung.



Abb. 3: NDVI-Monatskomposit für Juni 2009

## Das Experiment

Im Experiment Umweltspektroskopie lernen Schüler verschiedene Geräte und Techniken kennen, mit denen Veränderungen der Umwelt gemessen werden können. So ist es möglich, die Ozon- und Wasserdampfgehalt, die Temperatur und Luftfeuchtigkeit sowie die Reflexionseigenschaften verschiedener Oberflächen zu bestimmen.

Das Experiment Umweltspektroskopie ist aufgeteilt in zwei Teilerperimente.

Das **Atmosphärenexperiment** beschäftigt sich im Besonderen mit der Messung der Ozon- und der Wasserdampfkonzentration. Gemessen wird vor Ort mit einem Sonnenphotometer. Die benötigten Ein-

gangsdaten und vor allem die Ergebnisse der Messung werden diskutiert und mit den Aufnahmen des Satelliten verglichen.

Im **Bodenexperiment** steht das Messen mittels eines Bodenspektrometers im Mittelpunkt. Nach einer kurzen Einführung in die Bedienung und Funktionsweise werden, wie schon im vorigen Experiment, verschiedene Messungen durchgeführt und diese interpretiert.

Die Messungen im Experiment Umweltspektroskopie basieren auf den Eigenschaften des gesamten Sonnenspektrums. Mit Hilfe von kurzwelliger, langwelliger und auch sichtbarer Strahlung werden sowohl atmosphärische als auch bodenspezifische Parameter abgeleitet.

## Fragen zum Nachdenken

Warum ist Ozon auf der einen Seite schädlich, auf der anderen Seite aber lebensnotwendig für den Menschen? Was könnte man tun, um eine höhere Ozonkonzentration zu vermeiden? Was versteht man unter einem Treibhausgas?

Warum tritt das Ozonloch über dem Südpol auf, obwohl die zerstörerischen Schadstoffe hauptsächlich auf der Nordhalbkugel freigesetzt werden?

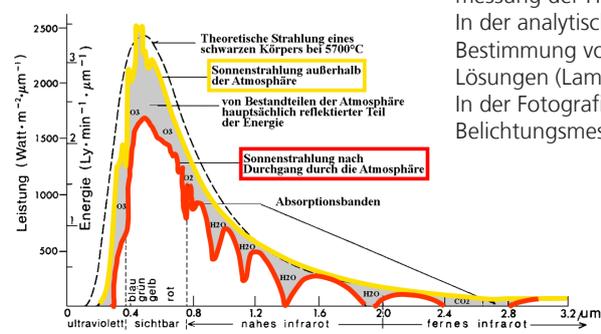


Abb. 4: Ein Sonnenspektrum liefert Informationen über die Atmosphäre

## Glossar

### Ozon

Ozon ist ein Molekül, das sich aus drei Sauerstoffatomen zusammensetzt. Aufgrund seiner oxidierenden Wirkung kann es bei Menschen und Tieren zu Reizungen der Atemwege führen. Ozon entsteht in der Atmosphäre und bildet dort eine Schicht, die uns vor dem UV-Licht der Sonne schützt.

### Spektrometer

Ein optisches Spektrometer ist ein Spektrometer für den sichtbaren und daran angrenzende Bereiche des elektromagnetischen Spektrums. Mit ihm können sowohl Emissionsspektren (spektrale Untersuchungen von Lichtquellen) als auch Absorptionsspektren und Aussagen zur frequenzabhängigen Reflexion gewonnen werden.

### Treibhausgase

Treibhausgase sind Gase in der Atmosphäre, die verhindern, dass die langwellige Infrarotstrahlung auf direktem Weg von der Erdoberfläche ins Weltall gelangt. Sie verhalten sich wie die Glasscheiben eines Treibhauses, was ein Aufheizen der gesamten Atmosphäre bewirkt.

### Photometer

Ein Photometer ist ein Instrument zur Messung photometrischer Größen, z. B. der Leuchtdichte oder Lichtstärke. In der Astronomie wird es zur Helligkeitsmessung der Himmelskörper eingesetzt. In der analytischen Chemie dient es zur Bestimmung von Konzentrationen in Lösungen (Lambert-Beer'sches Gesetz). In der Fotografie wird das Fotometer als Belichtungsmesser eingesetzt.

## Weitere Informationen

Weitere Informationen zur Umweltspektroskopie finden sich auch unter:  
[www.dlr.de/caf](http://www.dlr.de/caf) und [www.wdc.dlr.de](http://www.wdc.dlr.de)

## Abbildungsverzeichnis

Titelbild: Ozonsituation über Europa  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Abb. 1: Astronaut Photography of Earth  
NASA Johnson Space Center - ISS020-E-47807

Abb. 2: Entwicklung des Ozonlochs seit 1999  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt;  
EUMETSAT; ESA

Abb. 3: NDVI-Monatskomposit für Juni 2009  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Abb. 4: Ein Sonnenspektrum liefert Informationen  
über die Atmosphäre  
Weischet, 1995

## 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 Interessenswahrnehmung 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.



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

**DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen**  
Münchnerstraße 20  
82234 Weßling

Ansprechpartner:

Leitung: Dr. Dieter Hausmann  
Telefon +49 8153 28-2770  
Telefax +49 8153 28-1070  
E-Mail [schoollab@dlr.de](mailto:schoollab@dlr.de)

Teamassistentz: Stefani Krznic  
Telefon +49 8153 28-1071  
Telefax +49 8153 28-1070  
E-Mail [stefani.krznic@dlr.de](mailto:stefani.krznic@dlr.de)

[www.DLR.de/dlrschoollab](http://www.DLR.de/dlrschoollab)