

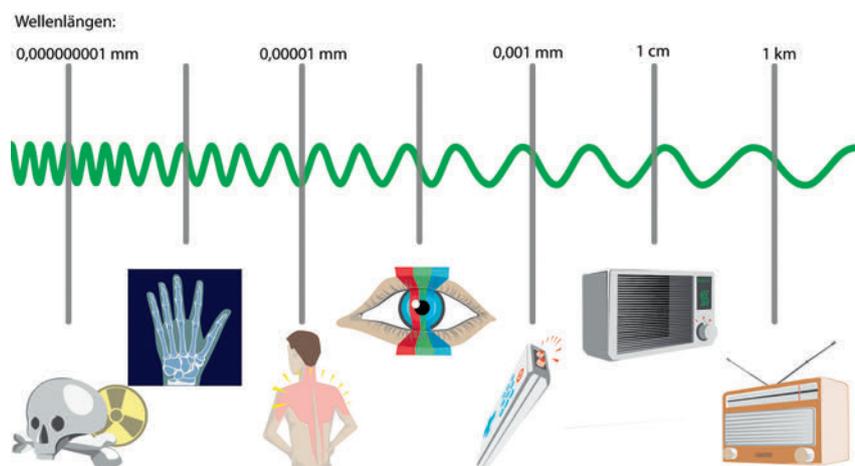
„DER WALD ALS KLIMARETTER?!“ – EINE INFRAROTE SPURENSUCHE

Seit 2007 entwickeln Mitarbeiter des Projekts „Fernerkundung in Schulen“ (FIS) am Geographischen Institut der Universität Bonn digitale und interaktive Unterrichtsmaterialien rund um Methoden und Bildprodukte der Fernerkundung. Die FIS-Lernmaterialien führen Schüler in die Welt der Satellitenbilder und Geomedien ein.

Die Unterrichtsmaterialien ermöglichen aber auch Lehrern einen schnellen und einfachen Einstieg in die digitale Bildverarbeitung. Die Faszination, die von Luft- und Satellitenbildern ausgeht, verbunden mit umfassenden und interaktiven Hintergrundinformationen sowie erläuternden Animationen, ermuntert Lernende, sich mit der Fernerkundung und in Verbindung damit auch mit für das Curriculum relevanten Themen selbstständig auseinanderzusetzen.

In der Lerneinheit „Der Wald als Klimaretter?!- Eine infrarote Spurensuche“ sollen die Schüler einerseits klären, wie und wofür sich Waldflächen mit Satellitenbildern erfassen lassen, und andererseits die Bedeutung des Waldes als Kohlendioxid-Speicher bewerten. Der Lehrplan Biologie für die Sekundarstufe I sieht in Nordrhein-Westfalen den Themenbereich „Klimawandel“ vor. Die Beschäftigung mit Wäldern und Satellitenbildern bietet sich innerhalb dieses Themenkomplexes besonders an, da anhand der Bilder anschaulich gezeigt werden kann, wie großflächige Vegetationsmuster in Deutschland verteilt sind. Die eingesetzte Methodik der Waldflächenerfassung orientiert sich dabei stark an tatsächlich in der Wissenschaft eingesetzten Techniken.

Satellitensensoren unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich ihrer räumlichen Auflösung, sondern auch hinsichtlich der Bereiche des elektromagnetischen Spektrums, das von ihnen abgedeckt



Spektralbereiche der verwendeten Modis-Satellitendaten und -Fotografien. Im Modul kommt von Modis nur ein Infrarot-Kanal zum Einsatz.

werden kann: der so genannten spektralen Auflösung. Da sich Pflanzen zu meist im sichtbaren Spektralbereich sehr ähnlich sehen (sie sind grün!), werden für Vegetationskartierungen gerne die für das menschliche Auge unsichtbaren Infrarot-Bereiche verwendet. Im Vergleich zur unbelebten Natur reflektieren Pflanzen im Infrarot sehr viel Licht. Flächen wie Wälder mit viel Biomasse wirken daher in Infrarotaufnahmen sehr hell. Der in diesem Unterrichtsmodul verwendete amerikanische Satellit MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) besitzt neben Spektralkanälen im sichtbaren auch solche im infraroten Spektralbereich, die für die Untersuchung von Vegetationsunterschieden besonders relevant sind. Um das Lernmodul einfach

und zielgerichtet zu halten, wird nur ein Infrarot-Kanal verwendet. Die Reflexion der Oberfläche in einem Kanal wird als Graustufenbild dargestellt. Helle Grautöne zeigen Flächen mit starker Oberflächenreflexion in diesem Spektralbereich. Zu bestimmten Zeitpunkten unterscheiden sich Wälder durch ihre spezifische phänologische Entwicklung stärker von anderen Elementen der Landoberfläche als zu anderen Zeitpunkten. Da Deutschland nahezu vollständig aus einer Kulturlandschaft besteht, resultieren starke Reflexionseffekte aus der Landnutzung. Die Wälder sind schon längst grün und weisen eine hohe Biomasse auf, wenn die Felder im Frühjahr noch nicht bestanden sind. Noch stärkere Reflexionsunterschiede treten im Spätsommer auf, wenn die



Der Wald als Klimaretter!? Eine infrarote Spurensuche

Kann uns der Wald vor den Folgen des Klimawandels schützen?

In den letzten 100 Jahren ist die Erde deutlich wärmer geworden. Uns in Deutschland fällt es oft schwer dies zu glauben, vor allem, wenn man bedenkt, dass es im Juli hin und wieder zu kalt für einen Freibadbesuch sein kann.



Eindeutige Indizien für diese Erwärmung stellen jedoch die abschmelzenden Eismassen an Süd- und Nordpol dar.

Daneben fördert die Erwärmung die Häufung extremer Wetterereignisse, wie starke Unwetter mit heftigen Niederschlägen oder lang anhaltende Trockenheit. Auf der ganzen Welt richten diese Ereignisse große Schäden an und weltweit leiden Menschen unter den Folgen.

Die Verbrennung von Kohle und Erdöl für Industrie und motorisierten Verkehr hat die natürliche Kohlenstoffdioxid Konzentration jedoch stark erhöht. Dadurch wird mehr Wärme als früher zurückgehalten und das Klima verändert sich.

Die Wissenschaftler sind derzeit auf der Suche nach Wegen, dem Klimawandel und seinen unerwünschten Folgen entgegen zu wirken. Besonde-

Was sind die Ursachen dieser Erderwärmung? Internationale Experten

Alle Abbildungen aus dem Lernmodul

Einstieg in das Lernmodul

Wiesen und Äcker gemäht und abgeerntet, die Wälder jedoch nach wie vor grün sind und damit im infraroten Satellitenbild hell erscheinen. Im Frühsommer hingegen sind sowohl landwirtschaftliche Flächen als auch Wälder grün und weisen auch in den Fernerkundungsdaten nur geringe Unterschiede auf.

STRUKTUR DES LERNMODULS

Die für die 7. und 8. Klasse geeignete Unterrichtseinheit „Der Wald als Klimaretter?!“ setzt sich aus drei Teilbereichen zusammen. Der erste Teil leitet hierbei als Einführung auf den Rest des Moduls hin. Das Lernmodul lässt sich in einer Doppelstunde durchführen.

„Der Wald als Klimaretter?!“ ist so strukturiert, dass jedem Modulteil Aufgabenstellungen zugrunde liegen. Diese können unter Zuhilfenahme von Hintergrundinformationen und durch praktische Umsetzung mit dem Lernmodul gelöst werden. Den Modulteilen zwei und drei ist darüber hinaus ein Video-Tutorial vorangestellt, welches in die Bedienung des jeweiligen Analysewerkzeugs einführt. Die zwei Tutorials sind an der Seitenleiste jederzeit wieder abrufbar. Abschließend zu jedem Modulteil wird das erlangte Wissen mit einem Quiz überprüft. Erst wenn die

Schüler alle Fragen richtig beantwortet haben, gelangen sie in den nächsten Modulteil. Wurde ein Modulteil einmal erfolgreich abgeschlossen, können die Schüler zwischen den Modulteilen hin- und herwechseln, um Sachverhalte zum Lösen der nachfolgenden Fragestellungen noch einmal nachzuschlagen. Durch das aktive und selbstständige Arbeiten mit dem Lernmodul wird den Schülern Raum zu einer intensiven Auseinandersetzung mit der Thematik gegeben.

Für die Bearbeitung der Unterrichtseinheit wird ein Arbeiten in Kleingruppen von zwei Personen empfohlen, Das fördert nebenbei Sprachkompetenz und Teamfähigkeit der Lernenden. Dabei ändert sich die Rolle der Lehrkraft zu einem Lerncoach, der innerhalb des Lernprozesses als Begleiter, Anleiter, Beobachter und Helfer fungiert.

Teil eins: Der Wald im Klimawandel

Der erste Teil des Lernmoduls führt die Schüler in die Thematik ein. Nach dem Start des Moduls sehen die Lernenden einen Wissenschaftler in einen Zeitungsartikel vertieft. Die Überschrift des Artikels lautet: „Kann uns der Wald vor den Folgen des Klimawandels schützen?“ Der Artikel beschreibt die Ursachen des globalen Klimawandels. Im Mittelpunkt steht der Anstieg des Kohlendioxidgehalts der Atmosphäre

durch anthropogene Emissionen. Der Artikel schließt mit der Frage, wie viel Kohlenstoff die Wälder in Deutschland zum Wachstum benötigen und ob dieser Bedarf ausreicht, um den Klimawandel zu stoppen. Der Professor möchte eine Antwort auf diese Frage finden. Für diese Forschungsarbeiten wurden ihm Infrarotbilder zur Verfügung gestellt. Bevor sich die Schüler an die Auswertung dieser Bilder machen, können sie sich zunächst in der Info-Box über den Weg eines Kohlenstoff-Atoms von seiner Freisetzung bei der Verbrennung bis zur Speicherung im Baum informieren. Die Schüler lernen, dass Bäume ihre biochemischen Bausteine durch Photosynthese aus Kohlendioxid und Wasser gewinnen. Es wird verdeutlicht, wie groß der Anteil von Kohlendioxid ist, den ein Baum in seinem Leben speichern kann, und wie sich verschiedene Baumtypen darin unterscheiden.

Teil zwei: Der Wald im Infrarotbild

Im zweiten Modulteil steht den Lernenden ein Infrarotbild von Deutschland zur Verfügung. In diesem Graustufenbild erscheinen die Vegetationsflächen und somit die Waldflächen besonders hell. Diese Tatsache ergibt sich daraus, dass der in Pflanzen enthaltene Blattfarbstoff Chlorophyll das infrarote Licht sehr stark reflektiert. Ziel ist es, dass sich die Schüler mit den im Bild

enthaltenen Informationen vertraut machen und lernen, was die unterschiedlichen Graustufen des Infrarotbildes bedeuten. Im Anschluss sollen sie die Waldflächen in Deutschland grob lokalisieren. Für eine einfache räumliche Orientierung steht den Schülern zusätzlich ein Overlay mit den Grenzen der Bundesländer zur Verfügung.

Teil drei: Der Wald als Klimarettet?

Im letzten Modulteil steht den Lernenden für jede Jahreszeit je ein Infrarotbild zur Verfügung. Sie erhalten die Aufgabe herauszufinden, wie sich die Jahreszeiten in den Infrarotbildern niederschlagen. Darüber hinaus sollen die Schüler ermitteln, wie sich die Waldflächen im Jahresverlauf in den Infrarotbildern ändern. Eine Hilfestellung erhalten die Lernenden in Form einer weiteren interaktiven Info-Box, in der sie für jede Jahreszeit jeweils ein Foto, eine Echtfarbenbild und ein Infrarotbild miteinander vergleichen können.

Im Anschluss können die Schüler mit einem Analysetool alle Waldflächen in den Infrarotbildern markieren und über diese einfache thematische Karte der Waldbedeckung die Flächenausdehnung der Waldflächen bestimmen. Auf dieser Grundlage können sie dann die Kohlendioxid-Menge, die durch die Waldflächen in Deutschland gebunden wird, bestimmen. Insgesamt sind rund 31 Prozent der Fläche Deutschlands von Wald bedeckt. Diese Wälder haben aktuell etwa 4,4 Milliarden Tonnen Kohlendioxid ge-

speichert. Ein durchschnittlicher Hektar Wald über alle Baumarten und -alter hinweg entzieht der Atmosphäre durch sein Wachstum pro Jahr etwa 13 Tonnen Kohlendioxid. Diese Speicherfunktion wird durch das Bundeswaldgesetz geschützt, das eine nachhaltige Bewirtschaftung vorgibt. Es schließt sich eine Diskussion und Bewertung an, ob die Wälder in Deutschland der Atmosphäre die gleiche Menge an Kohlendioxid entziehen können, die jährlich freigesetzt wird.

ANALYSIEREN, RECHNERCHIEREN, ENTDECKEN

Das auf Flash basierende Modul „Der Wald als Klimarettet?!“ kann kostenlos im FIS-Lernportal heruntergeladen oder direkt online ausgeführt werden. Unter fis.uni-bonn.de haben Lehrer auch die Möglichkeit, eigene Klassen anzulegen und zu verwalten, um so die individuellen Lernfortschritte ihrer Schüler auswerten zu können.

Die technischen und physikalischen Grundlagen der Fernerkundung werden in den Fächern Mathematik, Physik und Informatik thematisiert. Die Verarbeitung und Analyse von Fernerkundungsdaten sind Gegenstand der anwendungsnahen Fächer Geographie und Biologie.

Zum Einstieg in die Fernerkundung gibt es im Lernportal zusätzlich die Recherchertools. Hier steht ein Nachschlagewerk der Fernerkundung zur Verfügung, das Fachbegriffe und Methoden anhand von eigenen Illustrationen und

interaktiven Animationen erläutert. Die FIS-Bildergalerie enthält zusätzlich eindrucksvolle Echt- und Falschfarnebilder verschiedener Sensoren samt einer tag cloud.

Von der Theorie zur Anwendung geht es in den „Analysetools“. Sie enthalten Werkzeuge zur Bildbearbeitung, die man losgelöst von den FIS-Lernmodulen benutzen kann. Neben der Wetter- und Luftmassenbeobachtung können auch unerfahrene Nutzer selbstständig Landnutzungskarten erstellen, Veränderungen der Erdoberfläche analysieren oder Vegetationsindizes berechnen. ◀

AUTOREN UND KONTAKT:

Kerstin Voß

Pädagogische Hochschule Heidelberg
Abteilung Geographie
Koordination GIS Station
Czernyring 22/11-12, Zi. 401
69115 Heidelberg

T: +49 (0)6221.477.773

F: +49 (0)6221.477.769

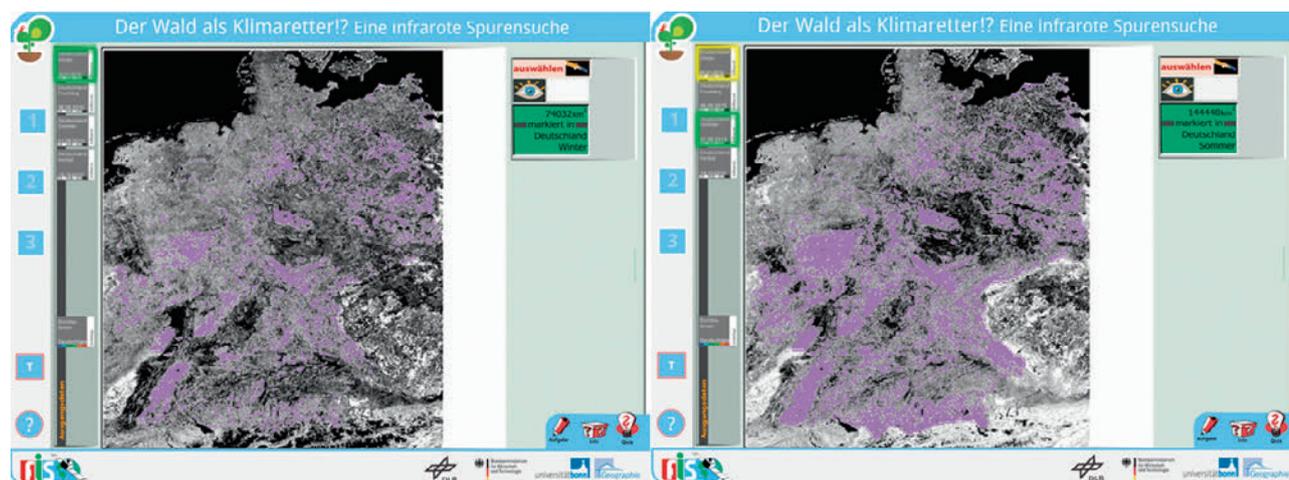
E: voss@ph-heidelberg.de

Hannes Feilhauer

Geographisches Institut, Universität
Erlangen

**Henryk Hodam, Roland Goetzke &
Andreas Rienow**

Geographisches Institut, Uni Bonn



Thematische Karte der „grünen“ Waldflächen in Deutschland (Winter und Sommer).