

Unterrichtsmaterialien zum Thema

# **Der Wald als Klimaretter!?** **Eine infrarote Spurensuche**

JAHRGANGSSTUFE 7-9

Didaktischer Kommentar

# Projektinformation

Diese Unterrichtsmaterialien sind im Rahmen des Projektes „Fernerkundung in Schulen“ (FIS) entstanden. Das Projekt FIS wird von der Raumfahrt-Agentur des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages unter dem Förderkennzeichen 50 EE 0932 gefördert.

Das übergeordnete Projektziel besteht in der Erarbeitung eines umfassenden Angebots an digitalen Lernmaterialien für den Einsatz im Schulunterricht.

Dieses Angebot umfasst interaktive Lernmodule, sowie Recherche- und Analysetools, die über ein umfassendes und internetgestütztes Lernportal zur Verfügung gestellt werden.

<http://www.fis.uni-bonn.de>



## Übersicht

### Jahrgangsstufe

7- 9

### Niveau



### Zeitbedarf

2 Stunden

### Autoren

Hannes Feilhauer,  
Roland Goetzke,  
Henryk Hodam,  
Kerstin Voß

### Ziele

Die Schüler/Innen sollen...

- Infrarot-Satellitenbilder interpretieren und aus ihnen die Waldflächen Deutschlands ermitteln,
- den Einfluss der Jahreszeiten auf die Abgrenzung von Wäldern im Satellitenbild beschreiben,
- die Bedeutung des Waldes als CO<sub>2</sub>-Speicher bewerten.

### Themen

Klimawandel

Waldverteilung in Deutschland

Jahreszeiten

Wald als CO<sub>2</sub>-Speicher

Kohlenstoffkreislauf

Infrarot

### Medien & Material

Lernmodul 'WaldAlsKlimaretter.exe' /

Lernmodul 'WaldAlsKlimaretter.swf'

Didaktischer Kommentar

Musterlösungen

# Didaktischer Kommentar

## Einbindung in den Lehrplan & Umsetzung der Unterrichtseinheit

Im Zusammenhang mit den Prozessen des Klimawandels spielen natürliche CO<sub>2</sub>-Speicher als Glieder im Kohlenstoffkreislauf eine wichtige Rolle. Diese Unterrichtseinheit rückt den Wald als Kohlenstoffsenke in den Mittelpunkt und stellt die Frage nach der Relation zwischen der Bindung von CO<sub>2</sub> durch Deutschlands Waldflächen und dem Ausstoß des Treibhausgases. Mit Hilfe von Satellitenbildern verschaffen sich die Schüler/Innen einen Überblick über die Verteilung und das Ausmaß der Waldflächen in Deutschland. Diese Erkenntnisse werden mit Hintergrundinformationen verknüpft, um die zentrale Fragestellung beantworten zu können.

Der **Lehrplan Biologie** für die Sekundarstufe I sieht in NRW das Inhaltsfeld „Energiefluss und Stoffkreisläufe“ mit den Bereichen „Veränderung von Ökosystemen durch Eingriffe des Menschen“ sowie „Treibhauseffekt“ vor (zur Lehrplaneinbindung in den einzelnen Bundesländern siehe [Tab. 1](#)). Die Betrachtung von Wäldern aus Satellitenperspektive 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.

Das **Ziel der Unterrichtseinheit** „Der Wald als Klimaretter!? Eine infrarote Spurensuche“ ist das Verständnis grundlegender Funktionen des Waldes im Hinblick auf den Klimawandel sowie die Annäherung an die abstrakte Darstellung bekannter Landschaftseinheiten im Satellitenbild.

Die Unterrichtseinheit bedient sich der Möglichkeiten des Computers, um die Thematik durch Animation und Interaktion nachhaltig zu vermitteln. Durch die praktische Auseinandersetzung mit dem Themenkomplex über ein computergestütztes und interaktives Lernmodul soll den Schüler/Innen das Verstehen von Zusammenhängen erleichtert werden.

Das computergestützte Lernmodul berücksichtigt darüber hinaus folgende Aspekte:

- Der Aufbau des Moduls ist wissenschaftsorientiert und fördert somit grundlegend das wissenschaftspropädeutische Lernen.
- Das Lernmodul fördert eine Organisation des Unterrichts, die stark auf die Eigenaktivität und die Selbstverantwortung der Schüler/Innen setzt.
- Das Lernmodul berücksichtigt die Lebenswirklichkeiten der Schüler/Innen.
- Das Medium Computer wird als Arbeitsmittel eingesetzt, so dass den Schüler/Innen der Computer nicht nur als reines Informations- und Unterhaltungsgerät, sondern auch als Werkzeug näher gebracht wird. Darüber hinaus wird der Umgang mit Neuen Medien und somit die Medienkompetenz der Schüler/Innen gefördert.

## Inhaltlicher Hintergrund

Der durch den Menschen verursachte globale Klimawandel ist ein vieldiskutiertes Thema in Medien und Wissenschaft. Obwohl Prognosen über das zu erwartende Ausmaß aufgrund der schwer zu erfassenden Komplexität der Zusammenhänge unterschiedlich ausfallen, stimmen die meisten Untersuchungen darin überein, dass (a) mit einem weltweiten Temperaturanstieg zu rechnen ist und (b) weltweit extreme Wetterereignisse (z.B. Dürren,

**Tabelle 1** Thematische Einbindung in den Lehrplan nach Bundesländern

Bundesland	Klasse	Thema
Baden-Württemberg	8/10	Energieumwandlung
Bayern	10	Merkmale von Ökosystemen
Berlin	7/8 9/10	Lebensräume und ihre Bewohner Photosynthese
Brandenburg	9/10	Pflanzen und ihre Bedeutung im Stoffkreislauf
Bremen	7/8	Grüne Pflanzen: Grundlage des Lebens
Hamburg	7/8	Leistungen grüner Pflanzen
Mecklenburg-Vorpommern	9/10	Ökologie
Niedersachsen	9/10	Ökologie
Nordrhein-Westfalen	7/9	Energiefluss und Stoffkreisläufe
Rheinland-Pfalz	7/8	Wechselbeziehungen von Pflanzen, Tieren und unbelebter Natur in einem Ökosystem
Saarland	8	Grundlagen der Ökologie; Ökosystem Wald
Sachsen-Anhalt	9	Wald als Ökosystem
Thüringen	10	Stoffwechsel

Starkniederschläge, Stürme) zunehmen. Die lokalen und regionalen Auswirkungen können stark von diesen globalen Entwicklungen abweichen. Auf diese Weise lässt sich beispielsweise der kalte, lange und schneereiche Winter des Jahres 2010 erklären. Rund 60% des von Menschen verursachten Klimawandels sind auf einen erhöhten Ausstoß des Treibhausgases Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) durch das Verbrennen fossiler Brennstoffe zurückzuführen. Obwohl die absolute Klimawirksamkeit von  $\text{CO}_2$  hinter der anderer Treibhausgase wie Methan ( $\text{CH}_4$ ) und Distickstoffoxid ( $\text{N}_2\text{O}$ ) zurücksteht, wirken bei  $\text{CO}_2$  die großen Mengen des Ausstoßes. So wurden beispielsweise allein im Jahr 2006 32 Milliarden Tonnen  $\text{CO}_2$  vom Menschen freige-

setzt. Wälder können freigesetztes  $\text{CO}_2$  kompensieren und Folgen des Klimawandels entgegenwirken.

Zum Masseaufbau nutzen Bäume  $\text{CO}_2$  und Wasser. Durch die Photosynthese wird daraus Zucker als Energielieferant zum Aufbau der Bestandteile des Holzes. Eine 100 Jahre alte Fichte mit einer Höhe von 35 m und einem Durchmesser von 50 cm hat ein Trockengewicht von 1,4 Tonnen. Davon sind 0,7 Tonnen Kohlenstoff; die Fichte musste der Atmosphäre dafür im Laufe ihres Lebens 2,6 Tonnen  $\text{CO}_2$  entziehen. Eine 120 Jahre alte Buche mit derselben Höhe und dem gleichen Durchmesser hat durch ihre höhere Holzdichte eine Trockenmasse von 1,9

Tonnen. Diese entspricht 0,95 Tonnen Kohlenstoff bzw. 3,5 Tonnen gebundenem  $\text{CO}_2$ . Insgesamt sind ca. 31% der Fläche Deutschlands von Wald bedeckt. Diese Wälder haben aktuell etwa 1,2 Milliarden Tonnen Kohlenstoff (bzw. rund 4,4 Milliarden Tonnen  $\text{CO}_2$ ) gespeichert. Ein durchschnittlicher Hektar Wald (über alle Baumarten und -alter hinweg) entzieht der Atmosphäre durch sein Wachstum pro Jahr etwa 13 Tonnen  $\text{CO}_2$ . Diese Speicherfunktion wird durch das Bundeswaldgesetz geschützt, das eine nachhaltige Bewirtschaftung vorgibt. Es darf daher nicht mehr Holz entnommen werden, als wieder nachwächst. Wenn ein Baum stirbt und sein Holz von Mikroorganismen zersetzt wird, wird das  $\text{CO}_2$  wieder frei gesetzt und gelangt zurück in die Atmosphäre. Wenn Holz als Baustoff verwendet wird und aus nachhaltiger Bewirtschaftung stammt, wird das  $\text{CO}_2$  dauerhafter gespeichert. Als Nebeneffekt können dabei Baustoffe wie Stahl, Zement oder Plastik eingespart werden, deren Erzeugung ebenfalls mit dem Ausstoß von  $\text{CO}_2$  einhergehen. Wird das Holz verbrannt, wird das  $\text{CO}_2$  ebenfalls wieder frei gesetzt. Da es jedoch vorher der Atmosphäre entzogen wurde, nimmt der  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Luft dabei insgesamt nicht zu.

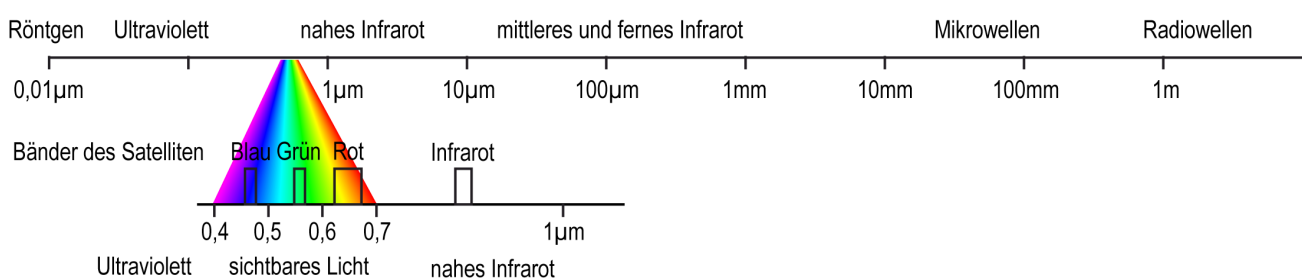
## Fernerkundung

Schon seit dem 19. Jahrhundert werden Wälder mit Luftbildern, die zunächst aus Heißluftballons und später aus Flugzeugen aufgenommen wurden, kartiert. Da diese Bilder jedoch nur eine geringe Fläche abdecken, waren deutschlandweite Erfassungen sehr schwierig. Die Verfügbarkeit von Satellitenbildern (ab etwa 1972) erleichterte diese Aufgabe. Die Sensoren der Satelliten erfassen dafür ähnlich wie eine Digitalkamera aus einer Höhe

von mehreren hundert Kilometern das von der Erdoberfläche reflektierte Sonnenlicht in Bildpunkten (Pixeln). Diese Information wird zur Erde gesendet und steht nach einer Reihe von Korrekturen zur Auswertung bereit. Je nach Bauart des Sensors und Flughöhe des Satelliten deckt ein Bildpunkt am Boden eine unterschiedlich große Fläche ab. Diese Fläche wird als die räumliche Auflösung des Satelliten bezeichnet. Des Weiteren unterscheiden sich die Sensoren in den Bereichen des elektromagnetischen Spektrums (d.h. der Farbinformation), die von ihnen abgedeckt werden (die spektrale Auflösung). Da sich Pflanzen zumeist im sichtbaren Spektralbereich (rot, grün und blau) sehr ähnlich sehen (alle erscheinen grün), werden für Vegetationskartierungen gerne die für den Menschen 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 Satellit MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) besitzt unter anderem vier Bänder (d.h. Farbkanäle, die einen bestimmten Spektralbereich abdecken) in den sichtbaren Spektralbereichen blau, grün und rot und im unsichtbaren Infrarot-Bereich (Abb. 1). Um das Modul einfach und zielgerichtet zu halten wird davon nur der Infrarot-Kanal verwendet.

Die Reflexion der Oberfläche in einem Band kann als Graustufenbild dargestellt werden. Helle Grautöne zeigen Flächen mit starker Oberflächenreflexion in diesem Spektralbereich.

Dass die Wahl eines geeigneten Zeitpunktes über den Erfolg einer solchen Waldkartierung entscheiden kann, ist ebenfalls schon seit langem bekannt. Hierbei kommen zwei unterschiedliche Effekte zu



**Abbildung 1** Spektralbereiche der verwendeten MODIS-Satellitenbdaten und Fotografien (Im Modul kommt von MODIS nur der Infrarot-Kanal zum Einsatz)

tragen: Da die Reflexionseigenschaften von Pflanzen strenggenommen von ihren biochemischen (z.B. Blattgehalt an Chlorophyll, Stickstoff, Wasser, etc.) und strukturellen Eigenschaften (z.B. Wuchsform, Blattform, Blattstellung im Raum) abhängig sind, ändern sie sich im Jahresverlauf mit der Phänologie. Zu bestimmten Zeitpunkten unterscheiden sich Wälder durch ihre spezifische phänologische Entwicklung stärker von anderen Elementen der Landoberfläche als zu anderen. Da Deutschland fast durchwegs aus einer Kulturlandschaft besteht, resultieren weit stärkere 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 Wiesen und Äcker gemäht und abgeerntet sind, die Wälder jedoch nach wie vor grün erscheinen. Im Frühsommer hingegen erscheinen sowohl landwirtschaftliche Flächen als auch Wälder grün und lassen sich in den Fernerkundungsdaten nur schwer unterscheiden. Da MODIS jeden Punkt der Erde im Intervall von zwei Tagen überfliegt, ist es einfach einen geeigneten Zeitpunkt zu wählen.

## Inhalt, Aufbau & Ziele der Unterrichtseinheit

Insgesamt setzt sich die Unterrichtseinheit „Der Wald als Klimaretter!? Eine infrarote Spurensuche“ aus drei Teilbereichen zusammen. Das Lernmodul lässt sich in zwei Schulstunden durchführen.

### Aufbau des Lernmoduls

Das Lernmodul „Der Wald als Klimaretter!? Eine infrarote Spurensuche“ kann entweder als eigenständiges Programm ausgeführt oder innerhalb des FIS-Lernportals (<http://www.fis.uni-bonn.de>) durchgeführt werden. Im ersten Fall wird auf Windows-PCs das Programm „WaldAlsKlimaretter.exe“ ausgeführt. Unter anderen Betriebssystemen wird die Datei „WaldAlsKlimaretter.swf“ gestartet. Hierfür wird der Flash-Player benötigt (<http://get.adobe.com/de/flashplayer/>). Wichtig ist in beiden Fällen, dass die heruntergeladene Ordnerstruktur erhalten bleibt.

**Online-Version:** Wird das Lernmodul innerhalb des FIS-Lernportals ausgeführt („Online-Version“) erscheint zunächst ein kurzes Begrüßungsfenster. Als normaler Besucher des Lernportals erhält man den Hinweis, dass Fortschritte innerhalb des Lernmoduls nicht gespeichert werden. Die Funktionen sind dieselben wie in der „Offline-Version“. Angemeldete Besucher haben den Vorteil, dass ihre Fortschritte im Modul gespeichert werden und zu einem späteren Zeitpunkt wieder aufgerufen werden können. Auf diesen Umstand wird bei angemeldeten Nutzern im Begrüßungsfenster hingewiesen. Zusätzlich haben Lehrer/Innen die Möglichkeit die Ergebnisse der von ihnen angemeldeten Schüler/Innen im Bereich „Meine Klasse“ auszuwerten.

Die interaktiven Arbeiten der Schüler/Innen finden im Hauptfenster des Lernmoduls statt. In der grauen Leiste am linken Rand des Lernmoduls befinden sich Schaltflächen, mit denen man zu den einzelnen Kapiteln springen kann. Noch nicht bearbeitete Kapitel sind ausgegraut und nicht auswählbar. Sie werden aktiviert, sobald man das entsprechende Kapitel betreten hat. In den weiteren Kapiteln des Lernmoduls befinden sich neben den Funktionen im Hauptfenster zudem Bereiche, mit denen die Erarbeitung der Inhalte strukturiert wird:



Hier befinden sich Hintergrundinformationen, die für die Arbeit mit dem Lernmodul unerlässlich sind. Manche Aufgaben lassen sich erst richtig lösen, wenn die Informationen aus diesem Bereich verinnerlicht wurden.



Die Aufgaben bilden den Kern eines jeden Kapitels. Anhand der hier gestellten Fragen wird die Erarbeitung der Inhalte strukturiert.

**Online Version:** Führen die Schüler/Innen das Lernmodul nicht als „Standalone“-Anwendung aus, sondern öffnen es als angemeldete Nutzer innerhalb des FIS-Lernportals, so finden sie hinter den meisten Fragen das gleiche Stift-Symbol. Hier können sie ihre Antworten direkt in das Modul eintragen und im System speichern. Wenn sie zu einem späteren Zeitpunkt das Lernmodul wieder aufrufen und ihren





Abbildung 2 Einstieg in das Lernmodul

Bearbeitungsstand wieder herstellen, werden ihre zuvor gegebenen Antworten wieder sichtbar. Lehrer/Innen können die eingetragenen Antworten im FIS-Lernportal unter „Meine Klasse“ auswerten.



Die meisten Kapitel schließen mit einem Quiz ab, in dem das bisher Gelernte abgefragt wird. Die Bearbeitung des Quiz sollte

also erst erfolgen, nachdem die Schüler/Innen die Hintergrundinformationen durchgearbeitet und die Aufgaben gelöst haben. Erst wenn ein Quiz richtig gelöst wurde, gelangt man ins nächste Kapitel. Durch die Quizze wird die Arbeit mit dem Lernmodul sequenziert, so dass die Schüler/Innen nicht direkt mit dem gesamten Stoff konfrontiert werden. **Online-Version:** Wird das Lernmodul innerhalb des FIS-Lernportals ausgeführt, werden die Quiz-Ergebnisse gespeichert und können von den Lehrer/Innen im Bereich „Meine Klasse“ ausgewertet werden. Wurde ein Quiz nicht korrekt gelöst, haben die Schüler/Innen die Möglichkeit noch einmal ihre Antworten zu überarbeiten; danach werden ihre Antworten gespeichert und sie gelangen in den nächsten Teil des Lernmoduls, auch wenn sie nicht alle Fragen korrekt gelöst haben.

## 1. Einführung - Welche Rolle spielt der Wald im Kontext des Klimawandels?

Der erste Teil des Lernmoduls führt die Schüler/Innen problemorientiert in die Thematik ein. Nach dem Start des Moduls sehen die Schüler/Innen den Schreibtisch eines Wissenschaftlers, auf dem sie in Form eines Zeitungsartikels und eines Briefes Hintergrundinformationen zum Thema finden. Der Zeitungsartikel beschreibt die Ursachen des globalen

Klimawandels. Im Mittelpunkt steht der Anstieg des Kohlendioxidgehalts der Atmosphäre durch anthropogene Emissionen. Schließlich wird die Frage aufgeworfen, wie viel Kohlenstoff die Wälder in Deutschland zum Wachstum benötigen und ob dieser Bedarf ausreicht, um den Klimawandel zu stoppen. Diese übergeordnete Frage begleitet die Schüler/Innen durch das ganze Modul. Ihnen stehen zur Lösung Infrarotbilder zur Verfügung. Bevor sich die Schüler/Innen an die Auswertung der Bilder machen, können sie sich zunächst über den Weg eines Kohlenstoff-Atoms von seiner Freisetzung bei der Verbrennung bis zur Speicherung im Baum informieren. Ebenfalls finden sie Antworten auf die Fragen wie viel CO<sub>2</sub> ein Baum speichern kann und welche Mengen in einem Wald gespeichert werden können.

## 2. Der Wald im Infrarotbild

Im zweiten Modulteil steht den Schüler/Innen 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/Innen mit den im Bild enthaltenen Informationen vertraut machen und lernen, was die unterschiedlichen Graustufen des Infrarotbildes bedeuten. Im Anschluss sollen sie

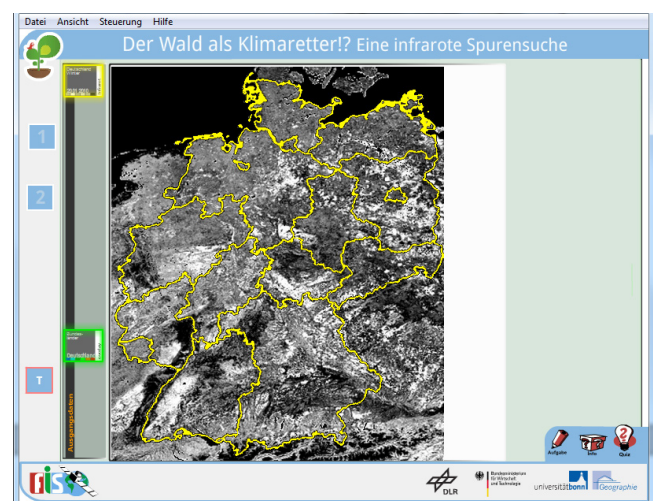
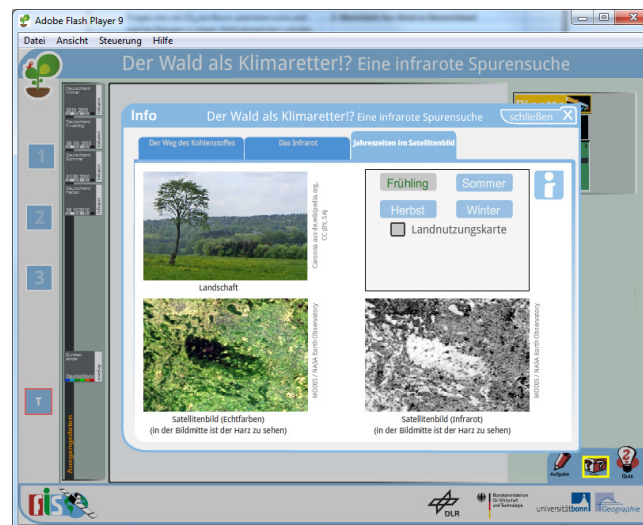


Abbildung 3 Der Wald im Infrarotbild



**Abbildung 4** Info-Bereich – Jahreszeiten im Satellitenbild

die Waldflächen in Deutschland grob lokalisieren. Für eine einfache räumliche Orientierung steht den Schüler/Innen zusätzlich ein Overlay mit den Grenzen der Bundesländer zur Verfügung.

### 3. Der Wald in Deutschland

Im letzten Modulteil stehen vier Infrarotbilder zur Auswahl. Sie alle stellen Deutschland dar, jedoch zu unterschiedlichen Jahreszeiten. Als Aufgabe sollen die Schüler/Innen ermitteln, wie sich die Waldflächen im Jahresverlauf in den Infrarotbildern ändern. Eine Hilfestellung erhalten die Schüler/Innen in Form von weiterem interaktivem Info-Material, in dem sie für

jede Jahreszeit jeweils ein Foto, ein Echtfarbenbild und ein Infrarotbild miteinander vergleichen können.

Im Anschluss können die Schüler/Innen 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 CO<sub>2</sub> Menge, die durch die Waldflächen in Deutschland gebunden wird, bestimmen. Es schließt sich eine Diskussion und Bewertung an, ob die Wälder in Deutschland der Atmosphäre die gleiche Menge an CO<sub>2</sub> entziehen können, die jährlich freigesetzt wird.



# Übersicht der Modulteile

## 1. Einführung

- Welche Rolle spielt der Wald im Kontext des Klimawandels?

### Ziele

- Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels kennenlernen und beschreiben
- die CO<sub>2</sub>-Speicherfunktion des Waldes einordnen
- Begriffe: Kohlendioxid und Kohlendioxidspeicher kennenlernen und mit eigenen Worten erklären können
- die Speicherfunktion des Waldes erklären können
- eine Vorstellung über die gespeicherten Kohlenstoffmengen bekommen und mit diesen Zahlen argumentieren

### Inhalte

- Einführung in die Thematik Klimawandel und Kohlenstoffspeicher Wald
- Modell des Kohlenstoffkreislaufs im Wald

## 2. Wald im Infrarotbild

### Ziele

- Orientierung im Infrarotbild
- Erkennen von Waldflächen in Infrarotbildern
- Unterschiede der Reflexion in verschiedenen Wellenlängenbereichen beschreiben

### Inhalte

- infraroter Spektralbereich

## 3. Der Wald in Deutschland

### Ziele

- Muster der Waldverteilung in Deutschland ableiten und beschreiben
- den Einfluss der Jahreszeiten auf die Erkennbarkeit von Wäldern im Satellitenbild beschreiben
- Waldflächen in einer einfachen thematischen Karte darstellen und die Menge an gespeichertem Kohlenstoff bestimmen

### Inhalte

- Waldverteilung in Deutschland
- Jahreszeiten im Satellitenbild

# Stundenplanungshilfe

Hinweis: Die folgende Stundenplanung dient der Orientierung und ist nicht als bindend zu betrachten. Erweiterungen, Ergänzungen oder Weglassungen können je nach Klasse nach eigenem Ermessen vorgenommen werden.

## Stunde 1: Die Rolle des Waldes im Kontext des Klimawandels

**Stundenziele:** Die Schülerinnen und Schüler sollen

- erklären, wie und wofür sich Wälder mit Satellitenbildern erfassen lassen.
- die Bedeutung des Waldes als CO<sub>2</sub>-Speicher bewerten.

Phase	Inhalt + Feinziele	Durchführung/ Material
Einführung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläuterung zur Unterrichtseinheit/Modul</li> <li>• Einführung in die Thematik</li> <li>• Arbeitsauftrag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrervortrag</li> <li>• Computer, Lernmodul (Modulteil I)</li> </ul>
Erarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Klimawandels und Funktionen des Waldes</li> <li>• Grundlagen des Klimawandels und die Bedeutung der Wälder als CO<sub>2</sub>-Speicher</li> <li>• Weg des Kohlenstoffs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit (zu zweit)</li> <li>• Computer, Lernmodul (Modulteil I)</li> </ul>
Ergebnis-sicherung I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfung des erworbenen Wissens durch ein Quiz am Ende von Modulteil I</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit (zu zweit)</li> <li>• Computer, Lernmodul (Quiz I)</li> </ul>

# Stundenplanungshilfe

## Stunde 2: Wald im Infrarotbild

**Stundenziele:** Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die Waldflächen in Deutschland mit Hilfe von Infrarot-Satellitenbildern bestimmen.
- die Bedeutung des Waldes als CO<sub>2</sub>-Speicher bewerten.

Phase	Inhalt + Feinziele	Durchführung/ Material
Einführung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klärung offener Fragen aus der ersten Stunde</li> <li>• Fortsetzen der Gruppenarbeit am zuletzt bearbeiteten Punkt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassengespräch</li> </ul>
Erarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellen einer thematischen Karte der Waldbedeckung aus Satellitendaten</li> <li>• Erkennen der Besonderheiten von Infrarotbildern und deren Auswirkung</li> <li>• Ermittlung der Waldfläche von Deutschland</li> <li>• Berechnung der jährlich durch den Wald gespeicherten CO<sub>2</sub>-Menge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit (zu zweit)</li> <li>• Computer, Lernmodul (Modulteil II &amp; III)</li> </ul>
Ergebnissicherung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfung des erworbenen Wissens durch ein Quiz am Ende von Modulteil II &amp; III</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeit (zu zweit)</li> <li>• Computer, Lernmodul (Quiz II &amp; III)</li> </ul>
Bündelung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenfassen der Erkenntnisse</li> <li>• Bewertung der Rolle des Waldes in Hinblick auf den Globalen Klimawandel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassengespräch</li> <li>• Computer, ggf. Beamer</li> </ul>