

Unterrichtsmaterialien zum Thema

Dem Unsichtbaren auf der Spur

JAHRGANGSSTUFE 7

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

Niveau



Zeitbedarf

2 - 3 Stunden

Autoren

Roland Goetzke,
Henryk Hodam,
Kerstin Voß

Ziele

Die Schüler/Innen sollen...

- die Reflexionseigenschaften unterschiedlicher Objekte kennen lernen,
- die Begriffe „Reflexion“ und „Absorption“ unterscheiden
- den Zusammenhang zwischen Objektfarbe und Reflexionseigenschaften erklären,
- das elektromagnetische Spektrum verstehen und erklären können, dass es außer dem sichtbaren Licht andere Wellenlängenbereiche gibt,
- die Grundlagen der Umwandlung von Reflexionswerten in Bildinformationen beschreiben,
- Falschfarbenbilder beschreiben.

Themen

Absorption

elektromagnetisches Spektrum

Infrarot

Licht

Reflexion

Medien & Material

Lernmodul 'DemUnsichtbarenAufDerSpur.exe' /

Lernmodul 'DemUnsichtbarenAufDerSpur.html'

Didaktischer Kommentar

Musterlösungen

Didaktischer Kommentar

Einbindung in den Lehrplan & Umsetzung der Unterrichtseinheit

Unsere Umwelt ist bunt. Das ist für uns selbstverständlich. Doch was unser Auge im Zusammenspiel mit unserem Gehirn aus den farbigen Eindrücken macht, die wir aufnehmen, ist nicht so kinderleicht wie es aussieht. Dem Sehen von Farben liegen eine Reihe physikalischer Gesetze zu Grunde. Das Lernmodul „Dem Unsichtbaren auf der Spur“ widmet sich diesen Grundlagen am Beispiel der Entstehung von Satellitenbildern. Satelliten sind unsere „Augen im All“ und bedienen sich der gleichen physikalischen Gesetze wie unsere Augen - mit dem Unterschied, dass sie Wellenlängen aufnehmen können, die außerhalb des Bereichs liegen, der für unsere Augen sichtbar ist.

Der **Lehrplan Physik** für die Sekundarstufe I sieht in NRW den Themenbereich „Optik“ vor (zur Lehrplan-einbindung in den einzelnen Bundesländern siehe [Tab. 1](#)). Dieser gliedert sich in die drei Untergruppen „Licht an der Grenzfläche“, „Optische Linsen“ und „der Sehvorgang und optische Instrumente“. Die Beschäftigung mit Satellitenbildern bietet sich innerhalb dieser Themenkomplexe besonders an, da die physikalischen Grundlagen der Satellitenfernerkundung von der Aufnahme bis zum „fertigen“ Bild reichen.

Das **Ziel der Unterrichtseinheit** „Dem Unsichtbaren auf der Spur“ ist es, Zusammenhänge zwischen dem elektromagnetischen Spektrum, Reflexion, Absorption und der Aufnahme und Entstehung von Satellitenbildern zu verstehen. Infolgedessen werden die Themen aus allen drei Untergruppen miteinander in Bezug gesetzt.

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 vor allem das Begreifen des für das menschliche Auge nicht-sichtbaren Bereiches des elektromagnetischen Spektrums erleichtert werden. Hierzu haben sie im letzten Modulteil die Möglichkeit den infraroten Bereich des Spektrums über das Zuweisen einer Farbe im Satellitenbild sichtbar zu machen.

Das computergestützte Lernmodul berücksichtigt darüber hinaus folgende Anforderungen an das Lernen und Lehren:

- 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

Während unser Gehirn in der Lage ist, die über das Auge wahrgenommenen Farbinformationen unserer Umwelt ohne Mühe zu einem Gesamtbild zusammen zu setzen, bedarf es bei der Entstehung eines digitalen Satellitenbildes mehrerer Verständnisebenen.

Tabelle 1 Thematische Einbindung in den Lehrplan nach Bundesländern

Bundesland	Klasse	Thema
Baden-Württemberg	8	Wahrnehmung & Messung, grundlegende physikalische Größen
Bayern	7	Optik (Fach Natur und Technik)
Berlin	7-10	Farben wahrnehmen; Nachrichten übertragen
Brandenburg	7-10	Die Welt ist bunt! Optische Spektren - faszinierende Phänomene
Bremen	7/8	Sehen, Licht und Farben
Hamburg	7/8	Optik (Fach Naturwissenschaften und Technik)
Hessen	6 & 7	Optik
Niedersachsen	5/6	Phänomenorientierte Optik
Nordrhein-Westfalen	7	Optik
Rheinland-Pfalz	8	Optik (Fach Naturwissenschaften)
Saarland	7 9	Grunderscheinungen der Lichtausbreitung Optische Abbildungen und Farben
Sachsen	10	Licht als Strahl und Welle
Sachsen-Anhalt	6 10	Licht - woher es kommt und wie es sich ausbreitet Ausbreitung, Eigenschaften und Entstehung des Lichtes
Schleswig-Holstein	7 8	Licht und Schatten Bildentstehung und Abbildungen
Thüringen	7	Optik

Um diesen Ablauf zu verstehen, müssen verschiedene physikalische Grundlagen angesprochen werden. Dabei handelt es sich um die Wellenlängen des elektromagnetischen Spektrums, die Reflexion und Absorption dieser Wellenlängen an Oberflächen, die Überführung der reflektierten Strahlung in Bildinformationen, und schließlich die aus der

Farbmischung resultierende Zusammensetzung eines Falschfarbenbildes.

Fernerkundung

Unter dem Begriff Fernerkundung versteht man allgemein die berührungslose Beobachtung der Erdoberfläche durch Sensoren an Flugzeugen und

vor allem Satelliten. Mit Satellitenbildern kann man großflächig den Zustand der Erdoberfläche und somit den Zustand verschiedener Landoberflächen betrachten. Besonders gut eignen sich Satellitenbilder dazu, Veränderungen an der Landoberfläche zu erfassen, da Satelliten einen bestimmten Ausschnitt der Erdoberfläche in einem definierten zeitlichen Abstand immer wieder überfliegen und entsprechend Bilder von diesem Ausschnitt liefern. Ein Satellit, der die Erdoberfläche in einer sehr hohen Genauigkeit scannt, ist der amerikanische Erdbeobachtungssatellit Quickbird-2. Er überfliegt die Erde in einer Höhe von 482 km und nimmt Bilder in den vier Spektralbereichen Blau (450 - 520 nm), Grün (520 - 600 nm), Rot (630 - 690 nm) und Nahes Infrarot (760 - 900 nm) auf. Man spricht daher von multispektralen Aufnahmen. Jede dieser Einzelaufnahmen wird als Grauwertbild aufgenommen, in dem niedrige Reflexionswerte dunkel und hohe Reflexionswerte hell dargestellt werden. Die Multispektraldaten von Quickbird-2 haben eine räumliche Auflösung von 2,6 m und sind damit sehr detailreich. Ein weiterer panchromatischer Kanal (über alle aufgenommenen Spektralbereiche gemittelt, ähnlich einer Schwarz-Weiß-Aufnahme) nimmt sogar Bilder in einer räumlichen Auflösung von 65 cm auf. Quickbird-2 ist seit 2001 in Betrieb und liefert immer noch exakte Bilder, obwohl nur eine Lebensdauer von 7 Jahren eingeplant war.

Inhalt, Aufbau & Ziele der Unterrichtseinheit

Die Unterrichtseinheit „Dem Unsichtbaren auf der Spur“ setzt sich aus drei Teilen zusammen und das Lernmodul lässt sich in drei Schulstunden durchführen.

Aufbau des Lernmoduls

Das Lernmodul „Dem Unsichtbaren auf der Spur“ 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 „DemUnsichtbarenAufDerSpur.exe“ ausgeführt.

Unter anderen Betriebssystemen wird die Datei „DemUnsichtbarenAufDerSpur.html“ im Webbrowser geöffnet. 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:



Aufgabe

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



Die 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 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. Ein Experiment

Im ersten Teil des Lernmoduls werden die Schüler/Innen zunächst in die Thematik der Reflexion



Abbildung 1 Einstieg in das Lernmodul

eingeführt. Nachdem sie das Lernprogramm starten, sehen sie zunächst eine dunkle Bildschirmoberfläche. Im Hintergrund kann man einige Objekte wie eine Lampe und einen Tisch schemenhaft erkennen. Um die Bedeutung des Lichts hervor zu heben, werden die Schüler/Innen aufgefordert das Licht anzuschalten. Man erkennt nun, dass man sich im Labor eines Professors befindet, der gerade dabei ist einen Versuch aufzubauen. Die Schüler/Innen haben die Möglichkeit sich darüber zu informieren, was der Professor gerade tut und welches Ziel er verfolgt.

Indem die Schüler/Innen mit dem virtuellen Professor spielerisch den Versuch durchführen, erfahren sie, wie verschieden die unterschiedlichen Objekte im Labor - ein Kaktus, eine Chili-Schote, ein Hühnerei und eine schwarze Arbeitsunterlage - das Licht der Lampe reflektieren. Auf dem Bildschirm können sie nachvollziehen, in welchem Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts ein Objekt viel oder wenig reflektiert. Über die Durchführung des Versuchs sollen die Schüler/Innen dazu angehalten werden über den Zusammenhang zwischen Objektfarbe und Höhe der Reflexion in den verschiedenen Wellenlängenbereichen nachzudenken.

Um den Begriff der Absorption näher zu verdeutlichen, ist als eine Besonderheit die schwarze Arbeitsunterlage integriert. Die Schüler/Innen sollen zu der Frage angeregt werden, warum auf dem Bildschirm keine Ausschläge zu erkennen sind, wenn sich die Kamera über der Arbeitsunterlage befindet.

2. Satellitenbilder

Im zweiten Modulteil soll das Wissen aus dem virtuellen Labor übertragen werden. Infolgedessen wird den Schüler/Innen gezeigt, dass Satelliten die Erdoberfläche auf eine ähnliche Art und Weise aufnehmen, d.h. der Satellit misst ähnlich wie eine Kamera bzw. ein Spektroradiometer die von der Erdoberfläche reflektierte Strahlung. Darüber hinaus sollen die Schüler/Innen verstehen, dass die gemessenen Reflexionssignale zu Bildinformationen verarbeitet werden können.

Die Moduloberfläche des zweiten Teils zeigt zu Beginn eine schematische Landschaft, über die

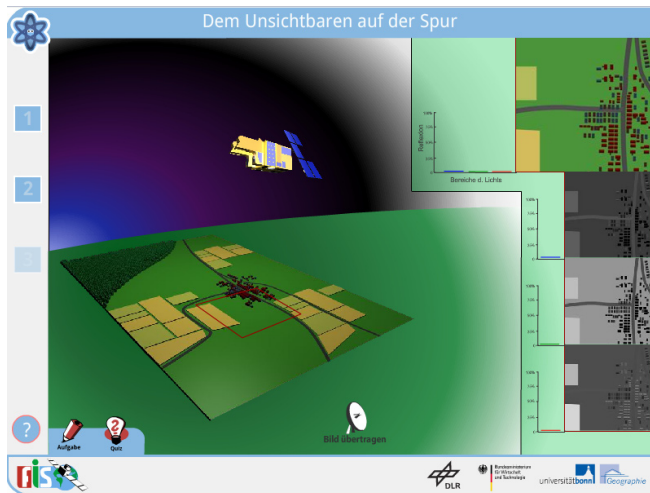


Abbildung 2 Aufnahme eines Satellitenbildes über einer schematischen Landschaft

ein Satellit hinweg fliegt. Am Boden zeigt ein rotes Quadrat an, welchen Ausschnitt der Satellit aktuell scannt / aufnimmt.

Die Schüler/Innen können über die Schaltfläche „Bild übertragen“ den aktuellen Ausschnitt visualisieren. Die Bilddarstellung erfolgt im rechten Teil des Bildschirmfensters über ein Farb- und drei Grauwertbilder. Unter dem Farbbild wird für die Wellenlängenbereiche Blau, Grün und Rot das jeweilige Grauwertbild eingeblendet. Links neben den Bildern ist als zusätzliche Informationsquelle ein Diagramm integriert, in welchem für jedes Bildpixel die Höhe der Reflexion in den drei Wellenlängenbereichen angezeigt wird.

Über die zusätzliche Aufteilung des Farbbildes in die Grauwertbilder sowie die Informationen über die Höhe der Reflexion in den einzelnen Wellenlängenbereichen sollen sich die Schüler/Innen anschließend mit der Frage beschäftigen, wie ein Satellit Bilder der Erdoberfläche erzeugt und wie ein Farbbild entsteht.

3. Unsichtbares Licht

Im letzten Teil des Lernmoduls erfolgt eine Erweiterung in der Betrachtung des elektromagnetischen Spektrums. Die Schüler/Innen können sich darüber

informieren, dass sich das elektromagnetische Spektrum nicht nur aus dem sichtbaren Licht zusammensetzt, sondern dass es weitere Wellenlängenbereiche gibt. Die Schüler/Innen sollen erkennen, dass einige Bereiche des elektromagnetischen Spektrums vom Satelliten bei der Bilderzeugung zusätzlich genutzt werden können. Entsprechend enthält der 3. Modulteil anstatt einer schematischen Landschaftsskizze ein hoch aufgelöstes Satellitenbild als Grundlage. Das



Abbildung 3 Erstellung eines Falschfarbenbildes

Satellitenbild stammt von dem Erdbeobachtungssatelliten Quickbird-2. Ähnlich wie im vorherigen Kapitel kann nun ein Bild übertragen und visualisiert werden.

Der Unterschied besteht darin, dass neben den drei Wellenlängenbereichen aus dem sichtbaren Licht ein vierter Kanal aus dem Bereich des Infraroten Lichts zur Verfügung steht. Infolgedessen haben die Schüler/Innen die Möglichkeit aus den vier Kanälen drei Kanäle auszuwählen und diesen für die Erstellung des Farbbildes eine der drei Grundfarben Rot, Grün oder Blau zuzuweisen.

Die Schüler/Innen haben gleichzeitig die Möglichkeit, sich die Reflexionswerte der Pixel für die einzelnen Wellenlängenbereiche anzeigen zu lassen. Über die Kombination der Informationen sollen die Schüler/Innen sich mit dem Begriff Falschfarbenbild auseinandersetzen und erklären können, warum z.B. bei der Kanalkombination Infrarot – Rot – Grün die Vegetationsflächen im Farbbild rot dargestellt werden.

Übersicht der Modulteile

1. Ein Experiment

Ziele

- Sichtbare Bereiche des elektromagnetischen Spektrums kennen lernen
- Unterschiede zwischen Reflexion und Absorption erklären können
- wesentliche Unterschiede im Reflexionsverhalten ausgewählter Objekte benennen

Inhalte

- das elektromagnetische Spektrum
- Reflexion & Absorption
- Reflexionsverhalten ausgewählter Oberflächen

2. Satellitenbilder

Ziele

- Grundlagen der Umwandlung von Reflexionswerten in Bildinformationen beschreiben
- Digitale Farbbilder auswerten
- Entstehung von Farbbildern erklären können

Inhalte

- Funktionsweise von Satelliten
- Umwandlung von Reflexionswerten in Bildinformationen
- Entstehung von Farbbildern

3. Unsichtbares Licht

Ziele

- Nahes Infrarot als Wellenlängenbereich außerhalb des sichtbaren Lichts benennen
- Die Entstehung von Falschfarbenbildern erklären können
- Typisches Reflexionsverhalten von Vegetation beschreiben

Inhalte

- elektromagnetisches Spektrum
- Nahes Infrarot
- Falschfarbenbilder

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: Ein Experiment

Stundenziele: Die Schülerinnen und Schüler sollen

- den sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums kennen lernen.
- den Unterschied zwischen Reflexion und Absorption erklären können.
- den Zusammenhang zwischen Objektfarbe und Reflexion erklären können.
- wesentliche Unterschiede im Reflexionsverhalten ausgewählter Objekte benennen.

Phase	Inhalt + Feinziele	Durchführung/ Material
Einführung	<ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung zur Unterrichtseinheit/Modul • Arbeitsauftrag durch virtuellen Professor 	<ul style="list-style-type: none"> • Unterrichtsgespräch • Computer, Lernmodul (Modulteil I)
Erarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> • physikalische Grundlagen zu Reflexion und Absorption • Erkennen, dass Objekte in den Farbanteilen der drei Grundfarben Rot, Grün und Blau unterschiedlich stark reflektieren und sich die Farbe eines Objektes aus der Mischung dieser drei Farben zusammensetzt 	<ul style="list-style-type: none"> • Gruppenarbeit (zu zweit) • Computer, Lernmodul (Modulteil I)
Ergebnis-sicherung	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfung des erworbenen Wissens durch ein Quiz am Ende von Modulteil I 	<ul style="list-style-type: none"> • Gruppenarbeit (zu zweit) • Computer, Lernmodul (Modulteil I)

Stundenplanungshilfe

Stunde 2: Satellitenbilder

Stundenziele: Die Schülerinnen und Schüler sollen

- ihr Wissen aus dem Labor auf die Funktionsweise eines Satelliten übertragen.
- die Entstehung digitaler Farbbilder erklären können.

Phase	Inhalt + Feinziele	Durchführung/ Material
Einführung	<ul style="list-style-type: none"> • Klärung offener Fragen aus der ersten Stunde • Fortsetzen der Gruppenarbeit am zuletzt bearbeiteten Punkt 	<ul style="list-style-type: none"> • Klassengespräch
Erarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionsweise der Farbmischung auf Satellitenaufnahmen übertragen • Die Zusammensetzung von Farbbildern aus Grauwertbildern beschreiben 	<ul style="list-style-type: none"> • Gruppenarbeit (zu zweit) • Computer, Lernmodul (Modulteil II)
Ergebnis-sicherung	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfung des erworbenen Wissens durch ein Quiz am Ende von Modulteil II 	<ul style="list-style-type: none"> • Computer, Lernmodul (Modulteil II)

Stundenplanungshilfe

Stunde 3: Unsichtbares Licht

Stundenziele: Die Schülerinnen und Schüler sollen

- den Wellenlängenbereich des Nahen Infrarot benennen können.
- die Entstehung von Falschfarbenbildern erklären können.
- das typische Reflexionsverhalten von Vegetation beschreiben.

Phase	Inhalt + Feinziele	Durchführung/ Material
Einführung	<ul style="list-style-type: none"> • Klärung offener Fragen aus der ersten Stunde • Fortsetzen der Gruppenarbeit am zuletzt bearbeiteten Punkt 	<ul style="list-style-type: none"> • Klassengespräch
Erarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben wie sich das elektromagnetische Spektrum zusammensetzt • Nahes Infrarot durch Erstellung eines Falschfarbenbildes visualisieren • Das Reflexionsverhalten von Vegetation und die Darstellungsmöglichkeiten im Falschfarbenbild untersuchen 	<ul style="list-style-type: none"> • Gruppenarbeit (zu zweit) • Computer, Lernmodul (Modulteil III)
Ergebnissicherung	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfung des erworbenen Wissens durch ein Quiz am Ende von Modulteil III 	<ul style="list-style-type: none"> • Computer, Lernmodul (Modulteil III)