

# Sentinel-Daten für digitale und interaktive Anwendungen im Schulunterricht

**CLAUDIA LINDNER<sup>1</sup>, HENRYK HODAM<sup>1</sup>, ANNETTE ORTWEIN<sup>1</sup>,  
JOHANNES SCHULTZ<sup>1</sup>, FABIAN SELG<sup>1</sup> & ANDREAS RIENOW<sup>1</sup>**

*Zusammenfassung: Das FIS-Projekt entwickelt digitale, wissenschaftspropädeutische, interaktive, intermediale und interdisziplinäre Unterrichtsmaterialien für verschiedene MINT-Fächer, um Schülern die Möglichkeiten der Fernerkundung für Untersuchungen im Bereich der Mensch-Umwelt-Interaktionen aufzuzeigen.*

*Dank der neuen, frei verfügbaren Sentinel-Daten konnte ein Update der den bereits entwickelten Lernmodulen zugrundeliegender Datensätze durchgeführt werden, deren Vorteile von einer Verbesserung der Erkennbarkeit und Verortung der Untersuchungsgebiete bis hin zu einer effektiveren Anwendbarkeit der eigens für das Projekt entwickelten GIS-Tools reicht. Neue Lernmaterialien in Form von Mini-MOOCs befinden sich in der Entwicklung und werden sowohl Satelliten- als auch ISS-basierte Daten verwenden.*

## 1 Einleitung

Das Projekt „Fernerkundung in Schulen“ (FIS) befasst sich seit 2006 mit der Entwicklung und Weiterentwicklung von digitalen Lernmaterialien für die interaktive Anwendung der Fernerkundung im Schulunterricht. Die satellitenbasierte Erdbeobachtung wird nachhaltig und umfassend in den Schulunterricht integriert. Für die Fächer Mathematik, Physik und Informatik werden vor allem die physikalischen Grundlagen der Fernerkundung thematisiert, wohingegen die Analyse von Erdbeobachtungsdaten bei den anwendungsorientierten Fächern Geographie und Biologie im Vordergrund steht.

Zehn Jahre nach der Entwicklung der ersten Lerneinheiten erhalten diese ein Daten-Update in Form von Sentinel-2-Szenen, die die ursprünglich verwendeten Landsat-5-Szenen und andere ersetzen. Im FIS-Lernportal (<http://www.fis.uni-bonn.de/unterrichtsmaterial/sentinel>) werden die Unterrichtsmaterialien zum Download bereitgestellt.

Im Folgenden werden fünf Lerneinheiten mit ihren Zielen, Ablauf und Daten-Update vorgestellt, sowie das Konzept der sich in Entwicklung befindlichen Mini-MOOCs.

## 2 Fernerkundung im Schulunterricht – Konzept und Umsetzung

Satellitenbasierte Erdbeobachtung wurde in den Schulen lange Zeit nur als zusätzliches Anschauungsmaterial lehrplanrelevanter Sachverhalte genutzt, obwohl die Kompetenz, Luft- und Satellitenbilder selbstständig zu interpretieren und zu analysieren in zahlreichen nationalen und internationalen Bildungsstandards gefordert wird (NCGE 2012, DGfG 2014). Vorteile für die

---

<sup>1</sup> Ruhr-Universität Bochum, Geographisches Institut, AG Geomatik, Universitätsstraße 104, D-44801 Bochum, E-Mail: [claudia.lindner, henryk.hodam, annette.ortwein, johannes.schultz, fabian.selg, andreas.rienow]@rub.de

Schülerinnen und Schüler (SuS) werden v.a. im Bereich der naturwissenschaftlich ausgerichteten Bildung, der hohen Anschaulichkeit und der Stärkung verschiedener Kompetenzen, wie der räumlichen Orientierungs-, der Methoden-, Bewertungs- und Handlungskompetenz, gesehen (Voss et al. 2011).

Die in FIS entwickelten sequenzierten Lerneinheiten sollen nicht nur die rein visuelle Interpretation von Luftbildern umfassen, sondern sind darauf ausgelegt, wissenschafts-propädeutisches Lernen zu fördern und den SuS den Zugang zu dieser Schlüsseltechnologie im Rahmen ihrer schulischen Ausbildung aufzuzeigen. Mit ihrem interdisziplinären Ansatz vereinen sie das in verschiedenen Schulfächern erlernte Grundwissen in einer realitätsnahen Fragestellung, die durch die Intermedialität den SuS digitale Geräte als wissenschaftliche Werkzeuge näherbringt. Auf Basis des moderaten Konstruktivismus sollen die SuS zum eigenständigen und reflektierten Umgang mit modernen Medien angeregt werden, um die Medienkompetenz zu fördern (GOETZKE et al. 2014). Durch die interaktiven Elemente können viele der Lernmodule zudem selbstständig und mit geringem Vorbereitungsaufwand für die Lehrerinnen und Lehrer (LuL) durchgeführt werden, was die Eigenaktivität und Selbstverantwortung der SuS stärkt.

Innerhalb der digitalen Lernmodule kommen verschiedene vereinfachte GIS-Tools zum Einsatz. Der Einsatz von realer GIS-Software ist für den allgemeinen Unterricht nicht geeignet, da sie einerseits auch durch die benötigte Hardware oft kostenintensiv, in jedem Falle aber für Laien unübersichtlich sind und zunächst eine intensive Schulung der Lehrer notwendig wäre. Aus diesem Grund wurden einzelne GIS-Funktionen in separierten Tools in Flash programmiert. So gibt es nicht nur vorgefertigte Ergebnisse, die freigeschaltet werden, sondern auch die Möglichkeit, selbst Untersuchungen und Berechnungen mit den bereitgestellten Satellitenbildern und Karten durchzuführen – und die Möglichkeit, etwas falsch zu machen und aus den eigenen Fehlern zu lernen.

Zur Verfügung stehen individuelle Tools zur NDVI- und Differenzbild-Berechnung (Change Detection), RGB-Klassifikation, Swipe sowie zwei MeteoViewer. Die programmierten GIS-Tools können in den Modulen wiederverwendet oder auch separat genutzt werden. Zusätzlich zu den o.g. verfügen die Lerneinheiten über Tools zur Streckenberechnung, Pegel- bzw. Schwellenwert-darstellung und zum Auslesen von Punktwerten. Sämtliche Tools bestehen durch ihre Übersichtlichkeit und einfache Bedienbarkeit und sind dazu ausgelegt, auch auf langsamen Rechnern mit niedrigen Spezifikationen ausgeführt zu werden.

Nicht nur die einzelnen Tools, sondern die kompletten digitalen Lernmodule sind vollständig in Flash programmiert. Dies ermöglicht den Download und die spätere Offline-Anwendung der Module. Aufgrund der noch nicht ausreichenden Internet-Kapazitäten an vielen deutschen Schulen, darunter auch die Partnerschulen des Projektes, ist eine Offline-Anwendbarkeit der Lernmodule unbedingt notwendig. Nachteilig sind die geringe Prozessierungsgeschwindigkeit sowie das Ende der Flash-Unterstützung durch den Hersteller Adobe im Jahr 2020.

Jedem Modul liegt eine Musterlösung und ein didaktischer Kommentar bei, der den LuL die Stundenplanungshilfe erleichtert und Hintergrundinformationen zu Aufgaben, Lernzielen und Einordnung in die Lehrpläne der Länder gibt sowie eine kurze inhaltliche Einführung in das Thema und die Fernerkundung im Allgemeinen enthält. Darüber hinaus sind detaillierte Informationen zu jedem Abschnitt des Lernmoduls und Zusatzinformationen zur den Funktionen verfügbar. Im FIS-Webportal selbst wird zudem eine Klassenverwaltung angeboten, in der LuL den

Lernfortschritt ihrer SuS nachvollziehbar bewerten können. Recherchertools für Laien und Fortgeschrittene, die die Hintergrundinformationen der Info-Boxen, eine Bildergalerie mit Beispielen, eine interaktive Einführung in Satellitensysteme und eine Linksammlung enthalten, stehen für jeden Interessierten bereit (RIENOW et al. 2015).

Um den didaktischen Ansatz der schulischen Fernerkundungsvermittlung und die Unterrichtsmaterialien vorzustellen, werden deutschlandweit an Schulen Lehrerfortbildungen durchgeführt. An einer Partnerschule des Projekts, dem Gymnasium Siegburg Alleestraße, wurde ein Differenzierungsfach „Geographie-Physik“ ab der 8. Klasse eingeführt, das die FIS-Anwendungen behandelt. Regelmäßige Expertenbesuche vom Projektteam in den Klassen und zu Lehrerfortbildungen der Schule stellen eine enge Verbindung mit ausführlichem Feedback sicher, dass der Qualität der Module und somit den SuS zugutekommt.

Im Folgenden werden ausgewählte Unterrichtseinheiten, die auf Sentinel-Daten basieren, vorgestellt.

## **2.1 Modul „Oasen – von nah und fern betrachtet“**

Dieses Modul beschäftigt sich mit den Merkmalen und der Bedeutung verschiedener Oasenmodelle, dem Aufbau des Modells der Flussoasen, sowie den Eigenschaften von Satellitenbildern und ihrer diagnostischen Nutzung als allgemeine Grundlage der Fernerkundung. Die SuS sollen später in der Lage sein, grundlegende Modelle von Oasentypen erklären und diese Modelle mittels Fernerkundung mit der Wirklichkeit vergleichen zu können. Weiterhin sollen die angewendeten Fernerkundungsmethoden anhand der zugrundeliegenden allgemeinen physikalischen und methodischen Grundlagen erklärt werden können. Die Zielgruppe sind die 7. und 8. Klasse. Der Zeitaufwand für die SuS wird mit 1-2 Stunden berechnet.

### **2.1.1 Ablauf der Lerneinheit**

Nach einem kurzen Informationstext wird das erste Wissen über Oasenmodelle in einer interaktiven Animation abgefragt. Die SuS werden mit einem georeferenzierten Komposit aus Grün-Rot-Infrarot (GRI) konfrontiert, auf dem Vegetation folglich rot erscheint, und erhalten in einer Infobox Informationen zu Wellenlängen, Reflexion und Komposit-Bildern in altersgerechter Form. Auf dem GRI-Komposit, auf dem eine Niloase 30km südlich von Kairo abgebildet ist, müssen verschiedene Landoberflächen korrekt identifiziert werden: Wüste, Siedlung, Fluss, Kanäle und Felder. Durch ein interaktives Lupentool, dem ein RGB-Komposit des Gebiets hinterlegt ist, kann das Bild vergrößert und in natürlichen Farben betrachtet werden. Durch drag-and-drop der Schilder auf die korrekten Flächen wird nach und nach eine thematische Karte auf dem Satellitenbild sichtbar. Zum Abschluss sollen die SuS die Unterschiede zwischen Modell und Karte erfassen und erklären können.

### **2.1.2 Einbindung der Sentinel-2-Daten**

Für das Update mit Sentinel-2 Daten war es aufgrund der statischen Programmierung des Moduls für das GRI-Komposit notwendig, Bilddaten identischer Größen zu verwenden. Trotz der Reduzierung der Bildgröße auf die erforderlichen 450×450px konnte eine deutliche Verbesserung der Bildqualität erreicht werden (vgl. Abb. 1). Das dahinter gelegte RGB-Komposit im Lupen-Tool bestand zuvor aus einem Google-Earth-Bild. Um die Übereinstimmung zwischen dem

GRI- und dem RGB-Komposit zu erhöhen, wurden beide aus der gleichen Szene entnommen. Durch die geringere Auflösung der Sentinel-Daten gegenüber Google Earth wurde der im Lupen-Tool abgebildete Ausschnitt vergrößert, was zwar die Detailgenauigkeit verringert, die Erkennbarkeit der Verortung jedoch erhöht. Das verbesserte Modul ist auf der FIS-Internetseite bereits veröffentlicht.

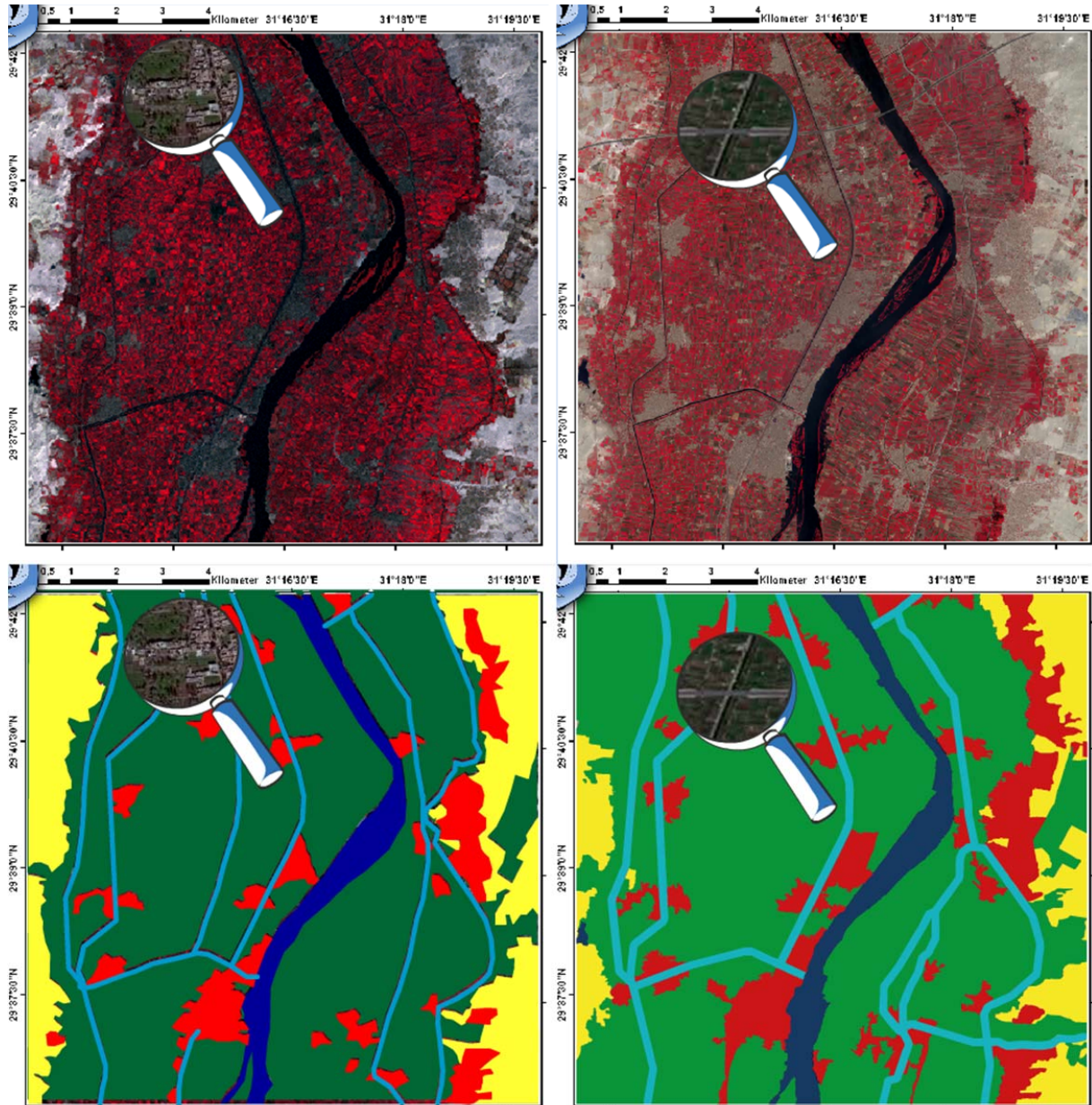


Abb. 1: Vergleich des alten Landsat-GRI-Komposits (oben links) mit dem aktuellen Sentinel-2-GRI-Komposit (oben rechts) und den darauf basierenden thematischen Karten (unten) im Modul „Oasen – von nah und fern betrachtet“.

## **2.2 Modul „Hochwasser – Umgang mit einer Naturgefahr“**

In diesem Modul lernen die SuS über die Naturgefahr Hochwasser und, wie diese durch den Eingriff des Menschen beeinflusst wird. Darüber hinaus wird das Thema Standortentscheidungen thematisiert und erläutert, wie Geographische Informationssysteme diese erleichtern. Ziele des Lernmoduls sind nicht nur das Erkennen und Beschreiben natürlicher und anthropogener Ursachen von Hochwasser, sondern auch die Notwendigkeiten, Möglichkeiten und Grenzen von Schutzmaßnahmen zu begründen. Weiterhin sollen grundlegende GIS-Funktionen, wie das Layer-Prinzip, Bildvergleiche, Entfernungsmessung und Wertebereiche verstanden und in Verbindung mit einem Geländemodell für Standortentscheidungen genutzt werden. Zielgruppe sind die Stufen 7-9, der Zeitaufwand für die SuS wird mit ca. 2 Stunden berechnet.

### **2.2.1 Ablauf der Lerneinheit**

Das Modul beginnt mit einem kurzen Informationstext, der sich mit der Standortsuche für eine Fabrik im Raum Bonn/Rhein-Sieg beschäftigt. Anhand eines Satellitenbildes, einer Landbedeckungskarte, der Positionsmarkierungen potentieller Standorte und der Lage der Autobahnen im Untersuchungsgebiet ermitteln die SuS den bestmöglichen Standort nach den zuvor geforderten Kriterien. Dabei stehen ihnen zunächst nur zwei GIS-Tools zur Verfügung: Eine Anzeige der angeklickten Positionswerte und ein Linienwerkzeug zur Streckenmessung. Nach einem kurzen Tutorial zur Benutzung der Layer und Werkzeuge können die SuS bereits intuitiv Raster- und Vektordaten miteinander verbinden und Daten aus ihnen auslesen.

Danach wird die anhand der Landnutzungsdaten getroffene Standortwahl in Frage gestellt. Zu den bekannten Daten wird ein digitales Geländemodell hinzugefügt, aus dem die jeweiligen Geländehöhen abgefragt werden können. Mit einem Swipe-Tool kann eine Siedlungskarte über das DGM gelegt werden. Anthropogene Strukturen und ihre Auswirkungen auf das Gelände sollen identifiziert werden. Die enthaltene Infobox erklärt, wie ein durch Laserscanning ein Geländemodell erstellt wird und enthält ein interaktives Landschaftsmodell, in dem verschiedene großangelegte Landschaftsveränderungs- bzw. Baumaßnahmen und ihr Einfluss auf das Hochwasserrisiko dargestellt werden.

Basierend auf dem bereits bekannten DGM kann im letzten Teil des Moduls der Pegel verändert werden. Durch eine einfache Klassifizierung, die alle Bereiche des DGMs unter dem gewählten Wert einfärbt, werden anschaulich die Auswirkungen eines Hochwassers an der Siegmündung aufgezeigt (vgl. Abb. 2).

### **2.2.2 Einbindung der Sentinel-2-Daten**

Die aktuellen Sentinel-Daten werden in diesem Modul in Form eines RGB-Komposits eingesetzt, welches das alte Landsat-Bild von 2005 ersetzt. Es kommt im ersten GIS-Tool zum Einsatz, wo es durch die höhere räumliche Auflösung die Erkennbarkeit der einzelnen Elemente verbessert und den SuS so hilft, sich zu orientieren. Das verbesserte Modul ist auf der FIS-Internetseite bereits veröffentlicht.



Abb. 2: Ansicht des digitalen Lernmoduls „Hochwasser – Umgang mit einer Naturgefahr“. Rechts: Sentinel-2-RGB-Komposit mit potentiellen industriestandorten. Links: Interaktiver Pegel im Raum Bonn/Siegmündung.

### 2.3 Modul „Vom Satellitenbild zur Karte“

Eine der grundlegendsten Funktionen der Fernerkundung wird in diesem Modul abgedeckt, indem die SuS eine einfache Klassifikation eines Satellitenbildes durchführen. Hierfür lernen sie, Satellitenbilder über Landbedeckung und Landnutzung zu interpretieren und sich mit ihnen räumlich zu orientieren. Darauf aufbauend lernen sie, wie Klassifikationen in den Grundzügen funktioniert und wie daraus thematische Karten abgeleitet werden. Das Modul ist für die Jahrgangsstufe 5 ausgelegt und benötigt ca. 1-2 Stunden zur Durchführung.

#### 2.3.1 Ablauf der Lerneinheit

Zu Anfang des Moduls wird ein RGB-Komposit von Köln mit Ausschnitten topographischer Karten verschiedener Städte verglichen, um die räumliche Orientierung zu gewährleisten. Die SuS müssen nicht nur die richtige Stadt erkennen, sondern auch korrekt interpretieren, was auf einem Satellitenbild erkennbar ist und was nicht. Danach wird das gezeigte RGB-Komposit anhand eines einfachen Klassifikationstools nach den Anteilen von Rot, Grün, Blau sowie der Ähnlichkeit klassifiziert. Jede Klasse wird einzeln definiert, eingestellt und gespeichert, bis möglichst viele Pixel mit der Klassifikationsmaske bedeckt sind. Zusätzlich wird angezeigt, wie groß die jeder Klasse angehörende Fläche ist.

Das Klassifikationstool wurde speziell für diese Aufgabe entwickelt, ist daher sehr simpel gehalten und erlaubt es den SuS praktisch ohne GIS-Vorwissen, eine anschauliche thematische Karte zu erstellen. Klassen können selbst definiert und beschrieben werden, sodass jede/r SuS zu einem anderen Ergebnis kommen und diese anschließend miteinander und mit der Musterlösung verglichen werden können. Abschließend wird über Schwellenwerte informiert und die Qualität der Klassifikation über die Flächengrößen der einzelnen Klassen abgefragt. Die SuS können Pixel, die nicht klassifiziert wurden, vom Tool auffüllen lassen, um eine vollständige Karte zu erhalten.

### 2.3.2 Einbindung der Sentinel-2-Daten

Um die Rechenzeit in diesem interaktiven Klassifikationstool auch auf Schulrechnern gering zu halten, wurde die Größe des zu klassifizierenden Bildes auf 500×500px festgelegt. Diese Maße sind auch für den Ausschnitt der neuen Sentinel-Szene einzuhalten. Dennoch wurde eine deutliche Verbesserung, v.a. in der Anwendung des Klassifikationstools, festgestellt. Nicht nur sind Strukturen klarer zu erkennen, sondern durch das auflösungsbedingt verringerte Auftreten von Mischpixeln wird auch das Klassifikationspotential erheblich verbessert und die Anzahl nicht klassifizierbarer Pixel verringert (Abb. 3). Das verbesserte Modul ist auf der FIS-Internetseite bereits veröffentlicht.

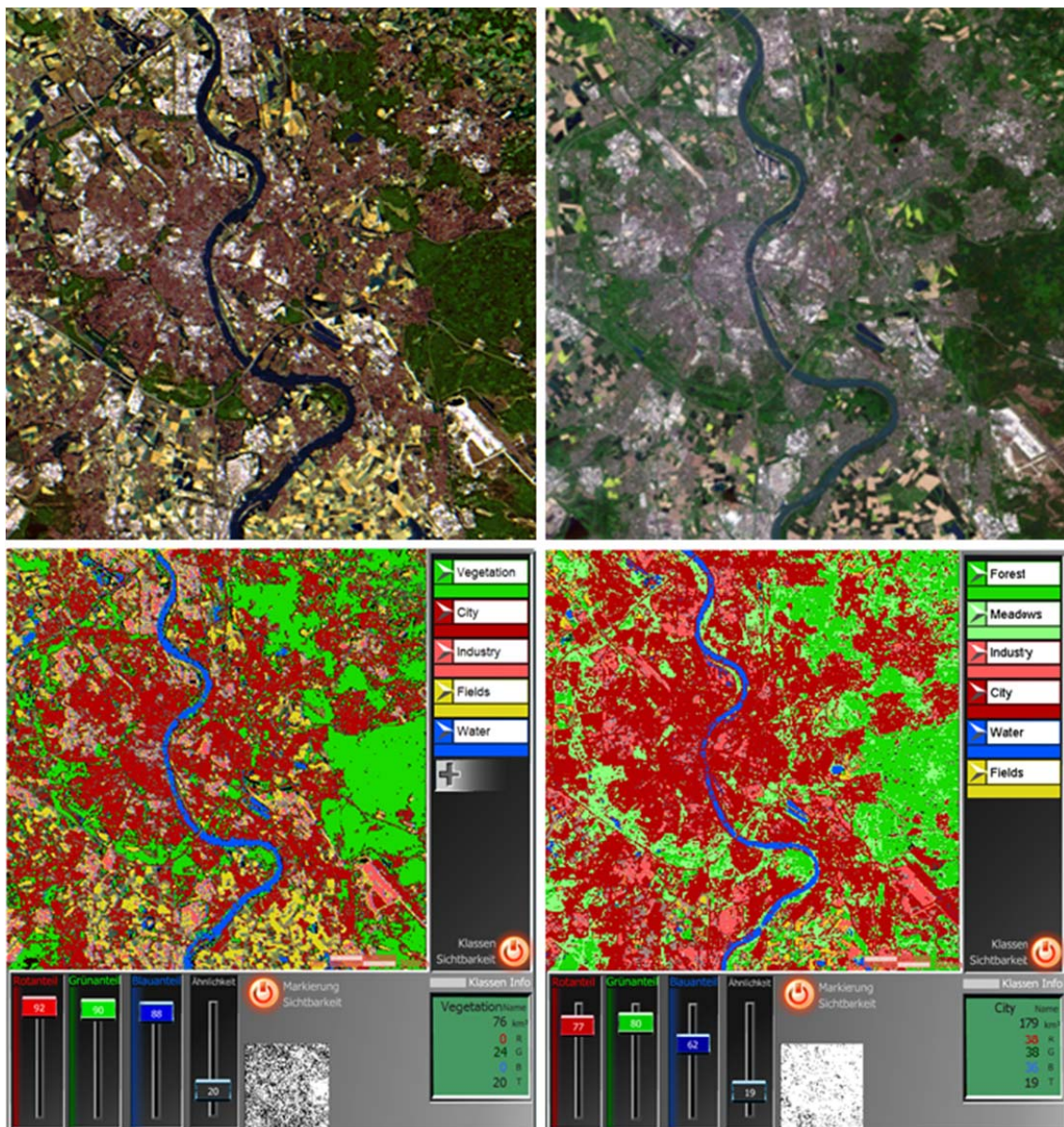


Abb. 3: Vergleich des alten Landsat-RGB-Komposit (links oben) mit dem aktuellen Sentinel-2-RGB-Komposit (rechts oben) und den darauf basierenden Ergebnissen des Klassifikationstools (jeweils darunter) im Modul „Vom Satellitenbild zur Karte“.

## **2.4 Modul „1, 0 - Spalte, Reihe, Bild“**

Für den Informatikunterricht erklärt dieses Modul den Aufbau von digitalen Bildern als Rasterdaten. Die SuS sollen Binäre Zahlen in Form von Bits und Bytes anwenden sowie Histogramme erklären und Bilddaten damit manipulieren können. Da Informatik kein Pflichtfach ist und nicht immer ab der gleichen Jahrgangsstufe unterrichtet wird, reicht die Zielgruppe von Jahrgangsstufe 9 bis 12. Der Zeitaufwand beträgt ca. 2 Stunden.

### **2.4.1 Ablauf der Lerneinheit**

Das Modul startet mit einer interaktiven Erklärung zur Entstehung von Satellitenbildern durch passive Aufnahmeverfahren und Datenübermittlung. Ein Graustufen-Luftbild der Freiheitsstatue in New York dient als Anschauungsmaterial. Das auf 1-Bit Bildtiefe reduzierte Raster wird durch manuelle Einstellung der Spalten- und Reihenanzahl in die richtige Form gebracht und die Orientierung mit der Verortung eines Bildausschnitts abgefragt.

Im nächsten Teil kann das gleiche Bild mit 4-Bit und 8-Bit Bildtiefe dargestellt werden. Die SuS können die Binärwerte der einzelnen Pixel in jeder der Bildtiefen abfragen und damit die Grauwerte verändern. Dabei soll festgestellt werden, dass im vorliegenden Bild nicht der gesamte mögliche Wertebereich der Graustufen ausgenutzt wird. In den zugehörigen Aufgaben und Infotexten wird der Zusammenhang zwischen Dezimal- und Binärwerten durch Umrechnungen weiter verdeutlicht. In einer Infobox werden Häufigkeitsverteilungen und ihre Darstellung in Histogrammen vermittelt, bevor im interaktiven Tool die Möglichkeit besteht, am Beispielbild ein Stretching durchzuführen und den Kontrast des Bildes somit zu verbessern oder zu verschlechtern.

### **2.4.2 Einbindung der Sentinel-2-Daten**

Das im Modul verwendete Luftbild war zwar sehr hochauflösend, aufgrund der Perspektive jedoch für die SuS nur sehr schwer als das Abgebildete zu erkennen und damit korrekt zu verorten. Die hohe Auflösung spielte zudem für die Aufgabenstellung keine Rolle. Es wurde daher entschieden, ein neues, leichter zu verortendes Bild von Sentinel-2 zu verwenden. Das neue Beispielbild zeigt Manhattan auf Höhe des Central Parks. Ein Graustufen-Bild aus dem grünen Kanal in 10m Auflösung wurde aufgrund der guten Kontrasteigenschaften innerhalb des Parkareals ausgewählt. Das verbesserte Modul befindet sich zurzeit in Revision und wird in Kürze veröffentlicht.

## **2.5 Modul „Der Wald als Klimaretter?!“**

Das Modul beschäftigt sich im Kontext der Klimawandelforschung mit Infrarot-Satellitenbildern, aus denen die SuS Waldflächen in den verschiedenen Jahreszeiten ableiten und ihre Bedeutung für den Kohlenstoffkreislauf ableiten sollen. Zielgruppe sind die Jahrgangsstufen 7-9 mit einem Zeitaufwand von ca. 2 Stunden.

### **2.5.1 Ablauf der Lerneinheit**

Das Modul beginnt mit Lesematerial, dem die SuS Hintergrundinformationen zum Thema Klimawandel durch Anstieg des anthropogenen Treibhausausstoßes, v.a. Kohlenstoffdioxid, entnehmen. Es geht um die Frage des Verhältnisses zwischen der von deutschen Wäldern zum



Wachsen benötigten Menge Kohlenstoffdioxids und der anthropogen emittierten Menge. Hierzu wird den SuS der Kohlenstoff-Kreislauf auf interaktive Weise kommuniziert, beginnend mit der Gewinnung und Verbrennung fossiler Treibstoffe. Dabei geht es auch um die Speicherkapazitäten eines einzelnen Baumes gegenüber einem ganzen Wald.

Nach der theoretischen Vorbereitung erhalten die SuS ein Infrarotbild Deutschlands in Graustufen, das sie interpretieren und auf dem sie sich räumlich orientieren. Das hier erlangte Wissen wenden sie nun auf Infrarotbilder des gleichen Raums in allen 4 Jahreszeiten an. In einer Infobox stehen zusätzliche Informationen und Beispiele zur Verfügung: Als Ausschnitt kann der Harz und Umgebung in sichtbarem RGB, Graustufen-Infrarot und als Landnutzungskarte betrachtet werden. Mit einem Analysetool, das alle Flächen mit einem Wert ähnlich dem ausgewählten markiert, können die SuS die Waldflächen Deutschlands markieren und eine grobe Flächenabschätzung durchführen. Diese reicht aus für die anschließende Bewertung und Diskussion der Frage nach dem Verhältnis von Kohlenstoffbindung und -ausstoß.

### 2.5.2 Einbindung der Sentinel-2-Daten

Das Zusatzmaterial der Infobox, das den RGB- vs. IR- vs. LULC-Vergleich enthält, wurde mit aktuellen Sentinel-2-Daten aufgewertet. Vier Szenen des Harzes, jeweils im Abstand von 3 Monaten aufgenommen, wurden verarbeitet. Bei der Entwicklung des Moduls konnten aufgrund der häufigen Bewölkung und der nur mittelmäßigen Wiederkehrperiode der Landsat-Satelliten keine echten Herbst- und Winterszenen mit ausreichend geringer Wolkenbedeckung genutzt werden. Dank der hohen Wiederkehrfrequenz der Sentinel-2-Satelliten konnten in der Region nun nahezu wolkenfreie Szenen in gleichmäßigen zeitlichen Abständen gewonnen werden. Das verbesserte Modul befindet sich zurzeit in Revision und wird in Kürze veröffentlicht.

## 2.6 Mini-MOOCs für Themen der Erdbeobachtung

Bei der Vermittlung von Themen der Erdbeobachtung folgte das Projekt in den vergangenen Jahren maßgeblich dem Ansatz, den SuS über Interaktion und Simulation den Umgang mit Fernerkundungsdaten näher zu bringen. Diese bislang erfolgreiche Strategie soll in der laufenden Projektphase um die Möglichkeiten erweitert werden, welche MOOCs (Massive Open Online Courses) den Lernenden bieten, und welche Videos als hauptsächliches Lernmedium einsetzen.

### 2.6.1 Struktur und Medien

Eine Lerneinheit ist in inhaltlich abgeschlossene Kapitel eingeteilt. Jedes der Kapitel ist als aufbauendes Kapitel zum vorherigen einsetzbar, von diesem jedoch nicht zwangsläufig semantisch abhängig (vgl. Abb. 4).

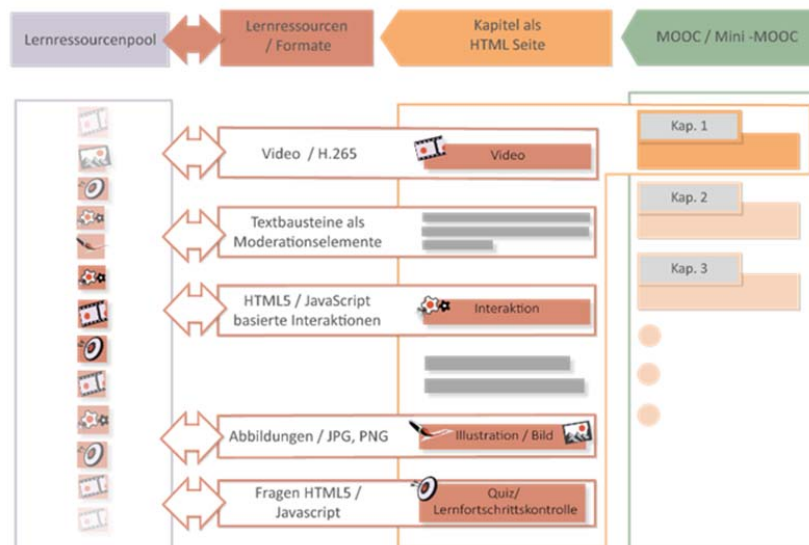


Abb. 4: Struktur der Lerneinheiten

Um diese inhaltliche Modularität zu gewährleisten, wird auf Bezüge zwischen den Lernressourcen verzichtet. Diese könnte lediglich durch Textbausteine erfolgen, welche die Videos und Interaktionen miteinander verbinden und mehr der Moderation als der Inhaltsvermittlung dienen. Die Inhaltsvermittlung soll sich auf die verwendeten Lernressourcen Video, Interaktion und Illustration beschränken (vgl. Abb. 4).

Jedes Kapitel ist als einzelnes HTML5-Dokument verfügbar und steht so für eine erneute Sequenzierung in einem anderen thematischen Zusammenhang zu Verfügung. Die Kapitel werden durch Tests zur Selbstkontrolle des Lernfortschrittes abgeschlossen. Die Ergebnisse dieser Tests können bei Bedarf auch dem Lehrer als Lernfortschrittskontrolle dienen.

Jedes erstellte Lernmaterial, ob Video, Interaktion oder Selbstkontrolle, wird in einen Lernressourcen-Pool (vgl. Abb. 5) eingebracht, der in die Bereiche Bildstruktur, Auflösung, Bildvorverarbeitung, naturwissenschaftliche Grundlagen, Methoden und Systeme eingeteilt ist. Damit können sie entweder für nachfolgende Mini-MOOCs weiterverwendet, oder auch in einem anderen Zusammenhang in der Lehre eingesetzt werden.

## 2.6.2 Themen

Als thematische Klammer für die Einheiten wird die Beobachtung und Auswertung des globalen Wandels und klimatischer Veränderungen dienen. Eine besondere Rolle wird den Copernicus-Kerndiensten zukommen. Fernerkundliche Methoden und Anwendungsgebiete bilden dabei den Ausgangspunkt für die mediale Aufbereitung jedes Mini-MOOCs. So können Aspekte des globalen Wandels anhand von Fernerkundungsdaten illustriert und erklärt sowie Grundlagen zum Verständnis von Satellitendaten geschaffen werden (vgl. Abb. 5).

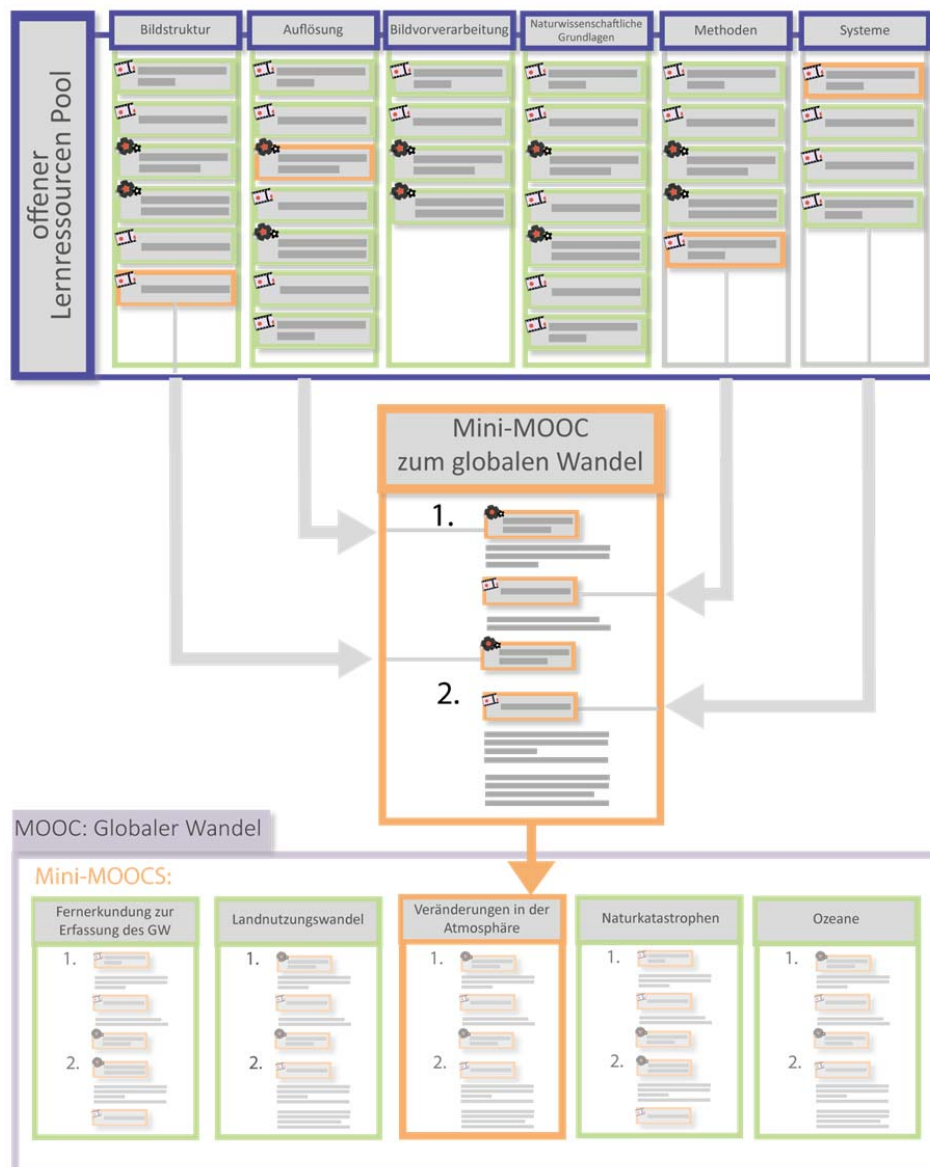


Abb. 5: Themen der geplanten Mini-MOOCs und Einbindung der Lernressourcen.

### 3 Fazit & Ausblick

Im Projekt „Fernerkundung in Schulen“ (FIS) wurden 21 Lernmodule entwickelt, mit denen SuS der Mittel- und Oberstufe selbstständig, interaktiv, interdisziplinär, intermedial und propädeutisch Wissen über Mensch-Umwelt-Interaktionen anhand von Fernerkundungsdaten und – Methoden erlangen und anwenden können. Von den vorhandenen Lernmodulen wurden fünf mit aktuellen Daten von Sentinel-2 überarbeitet und aufgebessert. Weitere Module werden nach Notwendigkeit um neue Sentinel-Daten erweitert. Dazu werden auch Sentinel-1-Radardaten und thermale Infrarot-Daten von Sentinel-3 gehören.

Die Lernmodule sind momentan nur im Flash-Format verfügbar, was Einschränkungen im Ressourcenverbrauch und in der Wartung bedeutet. In naher Zukunft wird eine Übertragung der Module in das HTML5/JavaScript-Format und gleichzeitige Anpassung an moderne Didaktik-Standards durchgeführt. Es liegt inhaltliches, technisches und didaktisches Feedback von LuL und SuS aus zehn Jahren Praxis vor, das in die Überarbeitung der alten und die Entwicklung neuer Module einfließt.

## 4 Literaturverzeichnis

- DGFG DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR GEOGRAPHIE (Hrsg.), 2014: Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss mit Aufgabenbeispielen. Bonn.
- GOETZKE, R., HODAM, H., RIENOW, A. & VOSS, K., 2014: Teaching Materials, Encyclopedia, Easy-To-Use Image Processing – The FIS Learning Portal on Remote Sensing. In: EARSeL eProceedings, **12**(2), 164-173.
- NCGE NATIONAL COUNCIL FOR GEOGRAPHIC EDUCATION (Hrsg.), 2012: Geography for Life. 2<sup>nd</sup> Edition National geography Standards.
- RIENOW, A., HODAM, H., MENZ, G. & VOSS, K., 2015: Wissensvermittlung aus der Vogelperspektive – Fernerkundung und Raumfahrt in Schulen. Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation e.V., Band 24, T. Kersten (Hrsg.), 35. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF, 16.-18. März 2015 an der Universität zu Köln, Tagungsband.
- VOSS, K., GOETZKE, R., HODAM, H., & RIENOW, A., 2011: Remote Sensing, New Media and Scientific Literacy – A New Integrated Learning Portal for Schools Using Satellite Images. In: Jekel, T.; Koller, A.; Donert, K. & Vogler, R. (Hrsg.): Learning with GI 2011- Implementing Digital Earth in Education. Wichmann, Berlin, 172-180.