



Unterrichtsmaterialien zum Thema

# Bildverarbeitung

JAHRGANGSSTUFE 11–13

Material für Lehrkräfte

# Projektinformation

Diese Unterrichtsmaterialien sind im Rahmen des Projektes „Columbus Eye – Live-Bilder von der ISS im Schulunterricht“ entstanden. Das Projekt Columbus Eye wird von der Raumfahrt-Agentur des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages unter dem Förderkennzeichen 50 JR 1703 gefördert. Das übergeordnete Projektziel besteht in der Erarbeitung eines umfassenden Angebots an digitalen

Lernmaterialien für den Einsatz im Schulunterricht. Dieses Angebot umfasst interaktive Lerntools und Arbeitsblätter, die über ein Lernportal zur Verfügung gestellt werden.

Für dieses Lehrermaterial, die dazugehörige App und Schülermaterial gilt: © Columbus Eye (CC BY-NC-ND 2.0 DE)

<http://www.columbuseye.rub.de>



RUHR  
UNIVERSITÄT  
BOCHUM



UNIVERSITÄT  
BONN



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz



## Übersicht

**Jahrgangstufe**

11 12 13

**Niveau**

● ● ● ○ ○

**Zeitbedarf**

90 Minuten

**Autoren**

Nico Kraft,  
Darius Happe,  
Connor Vormstein,  
Claudia Lindner

## Ziele

Die Schülerinnen und Schüler (SuS) sollen...

- digitale Bilder im RGB-Farbraum beschreiben,
- Veränderungen in Bezug auf den Kontrast, die Sättigung und die Helligkeit erklären und dazugehörige Funktionen implementieren,
- Kanäle vertauschen,
- Bildverarbeitungen von Hyperspektralbildern in Form des NDVIs vornehmen,
- Daten im Rahmen von data literacy kritisch bewerten.

## Themen

Algorithmen und Softwareplanung

Klassen und objektorientierte Programmierung

Funktionale Programmierung

## Medien & Material

Arbeitsblatt „Bildverarbeitung“

Lehrkräftematerial „Bildverarbeitung“

App „Columbus Eye“ – Part „Bildbearbeitung“

Java-Skript (SuS und LuL)



# Didaktische Anmerkungen

## Kompetenzen

Die nachfolgend aufgeführten Kompetenzbereiche orientieren sich am Kernlehrplan (KLP) des Landes Nordrhein-Westfalen. Im nächsten Abschnitt werden die inhaltlichen Bezüge zu den KLPs anderer Bundesländer tabellarisch hergestellt.

In dieser Unterrichtseinheit schulen die SuS ihre Modellierungskompetenz, indem sie...

- ... für die Analyse von Problemstellungen ein Beispielobjekt, seine Eigenschaften und seine Operationen nachvollziehen,
- ... Attributen, Parametern und Rückgaben von Methoden einfache Datentypen, Objekttypen sowie lineare und nichtlineare Datensammlungen zuordnen,
- ... Klassen, Attributen und Methoden ihre Sichtbarkeitsbereiche zuordnen und
- ... iterative Algorithmen unter Nutzung von Pseudocode entwickeln.

Zudem wird das Argumentieren (A) und das Implementieren (I) gefördert, indem sie Algorithmen und Programme zur Bildbearbeitung von RGB-Bildern analysieren und erläutern (A), diese modifizieren (I) und einen iterativen Algorithmus zum NDVI implementieren (I).

## Lehrplanbezug

Eine Aufführung ausgewählter Bundesländer:

Bundesland	Jahrgangsstufe	Inhalts-/Lernfeld
Baden-Württemberg	11-12	Algorithmen (Strukturierte Algorithmen [1,4,5,8,10,11,13,15], Objektorientierte Programmierung [23,24,29])
Berlin/Brandenburg	11-12	Softwareentwicklung (Algorithmen, objektorientierte Programmierung, Grundlagen systematischer Softwareentwicklung (Pseudocode)); Informatik, Mensch und Gesellschaft (Anwendungen und Auswirkungen von Informatiksystemen)
Hessen	12-13	Wahlthema Computergrafik (Farbmodell), Objektorientierte Modellierung (Klassen)
Niedersachsen	12-13	Algorithmen und Datenstrukturen
Nordrhein-Westfalen	12-13	Daten und ihre Strukturierung (Objekte und Klassen); Algorithmen (Analyse, Entwurf und Implementierung von Algorithmen)

## Voraussetzung

Es muss eine Möglichkeit bestehen, ein Java-Skript zu öffnen und zu bearbeiten.

Etwa die Hälfte der SuS sollte die App auf ihrem Gerät verfügbar haben. Die Lerneinheiten in der App werden automatisch von der Hochschulcloud sciebo heruntergeladen. Bei Problemen kann [hier](https://sciebo.de/de/hilfe/sciebo-news.html) (<https://sciebo.de/de/hilfe/sciebo-news.html>) nachgeschaut werden.

## Vorbereitung

Lassen Sie die SuS die App „Columbus Eye“ einige Tage vor der geplanten Stunde herunterladen. Hierzu kann der Link verschickt, der QR-Code ausgeteilt, oder beim Play / App Store in die Suchleiste einfach „Columbus Eye“ eingegeben werden. Der eigentliche Download sollte, um niemandes Datenvolumen zu belasten, von den SuS im heimischen WLAN durchgeführt werden, sofern es kein (zuverlässiges) Schul-W-Lan gibt.

Sobald die App heruntergeladen ist, müssen noch die Daten für den Part „Bildbearbeitung“ hinzugeladen werden.

**Hinweis:** Möglicherweise funktioniert die App nicht auf allen Smartphones, was mit deren Betriebssystemen und -versionen zusammenhängt. Dies stellt jedoch kein Problem dar. Solange jede Kleingruppe in der späteren Bearbeitung des Arbeitsblattes über ein Smartphone mit funktionierender „Columbus Eye“-App verfügt, können die Aufgaben problemlos durchgeführt werden.

## Stundenverlaufsplan

Zeit	Phase	Unterrichtsgeschehen	Methodisch-didaktischer Kommentar	Sozialform	Medien
5 min	Einstieg	Verschiedene, sich farblich stark unterscheidende, Bilder vom Ätna, werden gezeigt und diskutiert.	Der Einstieg wirft Frage auf und regt zur Äußerung von Beobachtungen und Vermutungen an.	UG	Beamer / Tafel
	Leitfrage	Die Fragestellung der Stunde wird herausgearbeitet: z.B. Wie kommt es zu den unterschiedlichen Darstellungen des Ätna und wofür sind sie geeignet?	Die Fragestellung sollte gut sichtbar angeschrieben werden.	UG	Tafel / Beamer
10 min	Erarbeitung 1	Die SuS analysieren die Veränderungen im Bild durch das Schieben von Reglern in der App.	Die Ergebnisse werden stichpunktartig notiert.	PA / GA	App / AB Nr. 1a)
25 min	Erarbeitung 2	Die SuS erläutern die beobachteten Veränderungen anhand des Aufbaus von RGB-Bildern und entwickeln darauf basierend Pseudocodes, die Veränderungen in Bezug auf die Helligkeit, den Kontrast und die Sättigung wie im Bild erzeugen.		PA / GA	App / AB Nr. 1 b) - f)
10 min	Zwischensicherung	Im Plenum werden die Ergebnisse verglichen und diskutiert.		UG	Tafel / Beamer

10 min	Erarbeitung 3	Die SuS erarbeiten sich eine weitere Methode der Bildbearbeitung, indem sie zunächst feststellen, dass sie das gegebene Bild nicht selbst erzeugen können.	Die SuS sollten schnell feststellen, dass sie mit den bisherigen Mitteln das Bild nicht selbst erzeugen können.	GA	AB Nr. 2a)
25 min	Erarbeitung 4	Die SuS implementieren anhand einer Anleitung die Erstellung des NDVI-Bildes in dem beigefügten Java-Skript.		GA	Java-Skript / App / AB Nr. 2b)
5 min	Sicherung / Transfer	Die SuS diskutieren über den Post und sammeln gemeinsam Begründungen, warum der Post als Fake-News bezeichnet werden kann.	Die Ergebnisse werden gemeinsam gesammelt und notiert, z.B. an der Tafel.	UG	AB Nr. 3 / Tafel

### Inhaltliche Vertiefung

Zur vertieften Auseinandersetzung mit den Lerninhalten bieten sich zudem folgende Lernvideos von Esero Germany an ( <https://esero.de/materialien/lernfilme> ):

- Die spektrale Auflösung

Kurzbeschreibung: Spektrale Satellitensensoren sehen die Erde grau. Dies liegt daran, dass sie jeden Wellenlängenbereichen getrennt voneinander in so genannten Spektralkanälen aufnehmen. Die spektrale Auflösung, also die Anzahl der Spektralkanäle, ist eine wichtige Eigenschaft von Satellitensensoren. Doch welche spektrale Auflösung sollte ein Sensor haben und warum können nicht alle Bereiche des elektromagnetischen Spektrums gemessen werden?

Direktlink: <https://www.youtube.com/watch?v=H4orF007AN0&t=2s>

- Die Welt in Infrarot

Kurzbeschreibung: Den meisten Menschen ist Infrarot aus dem Alltag ein Begriff. Wärmebildkameras, Infrarotlampen, aber auch Fernbedingungen oder die Körperscanner am Flughafen verwenden Infrarot. Wir Menschen können Infrarot nicht sehen, nehmen es aber teilweise als Wärme wahr. Also was genau ist Infrarot und wie wird es in der Erdbeobachtung eingesetzt?

Direktlink: <https://www.youtube.com/watch?v=k4m-JBZkMXw>

- Elektromagnetisches Spektrum – Einführung

Kurzbeschreibung: Satelliten können Merkmale unserer Umwelt aufzeichnen, die uns Menschen verborgen bleiben. Doch was genau sehen sie denn, was wir nicht sehen?

Direktlink: <https://www.youtube.com/watch?v=p0wWJX0Zp60>

## Lösungen

### 1. Aufgabenstellung

- a) Die Karte des Mittelmeers dient zur räumlichen Orientierung für das Untersuchungsgebiet, dem Ätna (mittig im Bild). Zudem wird sie aufgrund der vielen Kanten für die Bilderkennung benötigt.
- b) Helligkeit: positive Werte (Regler nach rechts) führen dazu, dass das Bild weißer wird  
negative Werte (Regler nach links) führen dazu, dass das Bild schwärzer wird
- Kontrast: positive Werte (Regler nach rechts) führen dazu, dass Helles heller und Dunkles dunkler wird. Dadurch wirken die Farben intensiver.  
negative Werte (Regler nach links) führen dazu, dass Helles dunkler und Dunkles heller wird. Dadurch scheint das Bild farblos zu werden.
- Sättigung: positive Werte (Regler nach rechts) führen dazu, dass die Farben intensiver werden.  
negative Werte (Regler nach links) führen dazu, dass die Farben in Grauwerte übergehen.

c)

	R	G	B
Rot	255	0	0
Grün	0	255	0
Blau	0	0	255
Gelb	255	255	0
Orange	255	127	0
Weiß	255	255	255

d) Alle Grautöne entsprechen einem Farbwert bei dem alle Farbkanäle den gleichen Wert besitzen.

Also (R,G,B) mit R=G=B, z.B.: (63,63,63)

Das entspricht allen Punkten auf einer Geraden durch die Punkte (0,0,0) und (255,255,255)

e)

- i. Eine Helligkeitsveränderung entspricht einer Verschiebung entlang der Schwarz-Weiß-Achse welche in Aufgabenteil 2c) beschrieben ist. Eine Helligkeitserhöhung entspricht dann der Erhöhung aller Farbwerte um die gleiche Menge
- ii. Farbwert  $[Kanal_i] = \text{Farbwert}[Kanal_i] + c$  für  $i=\{R,G,B\}$   
„c“ entspricht hier der gewünschten Helligkeitsveränderung

f)  $\text{Farbwert}[Kanal_i] = 127 + (\text{Farbwert}[Kanal_i] - 127) \cdot c$  mit

$0 < c < 1$  als Kontrastverringering

$1 < c$  als Kontrasterhöhung

Hinweis: Es können explizit auch negative Werte innerhalb der Klammer entstehen. Werte, die den Maximalwert 255 über- bzw. den Minimalwert 0 unterschreiten werden auf den jeweiligen Maximal- bzw. Minimalwert gesetzt.

Eine Kontrastveränderung nimmt den Abstand des Farbwerts zum Mittelwert der Grauwerte und erhöht bzw. verringert diesen Abstand mit dem Faktor  $c$ .

Die entsprechende Vorstellung im RGB-Würfel wird an dieser Stelle als zu komplex eingestuft und daher nicht als Aufgabe gestellt.

g) Bei einer Sättigungserhöhung erhöht sich der Abstand zur Schwarz-Weiß-Achse in Richtung einer farbigen Ecke innerhalb des Würfels. Bei einer Sättigungsverringering verringert sich der Abstand natürlich dementsprechend, hin zu einem Grauwert.

Um eine Sättigungsveränderung zu programmieren, wird normalerweise der HSV-Farbraum (Hue, Saturation, Value) verwendet. Da somit ein weiterer Farbraum eingeführt werden müsste, wird auf die Formulierung des Pseudocodes für eine Sättigungsveränderung verzichtet.

## 2. Aufgabenstellung

a) Vergleichen Sie die Bilder miteinander:

- i. Die Bilder zeigen alle verschiedene Farben. In dem Echtfarbenbild (RGB) ist ein Vulkan, der Ätna, zu erkennen. In dem Falschfarbenbild (IGB) dominieren vor allem die Farben Rot und Türkis, während im NDVI-Bild lediglich rot, gelb und grün als Farben vorhanden sind. Auf allen Bildern lassen sich, trotz der sehr unterschiedlichen Farben, gleiche Strukturen finden. So lassen sich beispielsweise die Küstenlinie, Städte und der junge Lavastrom im Wald oben links im Bild auf allen Aufnahmen gut erkennen.
- ii. In dem NDVI-Bild werden die Werte von rot (NDVI Wert von -1) bis hin zu grün (NDVI Wert von +1) dargestellt. Rote Bereiche stellen folglich Schnee, Wasser und Wolkenflächen dar. Zudem lassen sich die Lavaströme des Ätna und die Siedlungen gut erkennen. Dunkelgrüne Flächen zeigen eine sehr gesunde Vegetation und sind vor allem im direkten Umfeld des Vulkans neben vergangenen Lavaströmen zu finden.
- iii. Text lesen
- iv. Zuvor wurden Veränderungen an den Werten der drei Kanäle (rot, grün, blau) im RGB-Farbraum vorgenommen. Nun werden jedoch andere Bänder verwendet, und zwar der rote Kanal und das nahe Infrarot, welches für das menschliche Auge nicht sichtbar ist. Diese Bänder werden mit Hilfe einer Formel in Beziehung gesetzt, um das NDVI-Bild zu erzeugen. Das NDVI-Bild wird in der Aufgabe im Teil b) genauer erläutert.

- b) Die Pfade innerhalb des Programms sind 'relative' Pfade und müssen unter Umständen angepasst werden.

Vgl. Java-Projekt (Lehrer-Version):

```
for(int y = 0; y < input.getHeight(); y++) {
    for(int x = 0; x < input.getWidth(); x++) {
        int red = input.getRed(x, y);
        int infrared = input.getInfrared(x, y);
        float ndvi = 0;
        if((infrared + red) != 0) //Division durch 0 nicht möglich
            ndvi = (float)(infrared - red) / (float)(infrared + red); //Skala: -1 bis 1
        output.setRGB(x,y, NDVI_Filter(ndvi).getRGB());
    }
}
```

### 3. Aufgabenstellung

Der Post stellt natürlich einen Fake dar. Im Bild wurden folgende Veränderungen vorgenommen: Der rote Kanal wurde durch den infraroten Kanal ersetzt, anschließend der Kontrast deutlich und die Helligkeit leicht erhöht. Die roten Flächen stellen somit keine Feuer bzw. Lava dar, sondern sind durch eine hohe Reflexion im infraroten Bereich und einer starken Kontrasterhöhung bedingt. Dies lässt auf Vegetation in diesen Gebieten schließen, da Pflanzen besonders stark im infraroten Licht reflektieren; es handelt sich um Waldstücke. *Unter anderem sind einige Felder zu erkennen, sodass der Ort auch keinesfalls in Sibirien liegt. Stattdessen handelt es sich um eine DESIS-Aufnahme aus der Region Staubingen in Bayern zwischen Regensburg und Passau.*