

Einführung in die Fernerkundung

Was ist Fernerkundung?

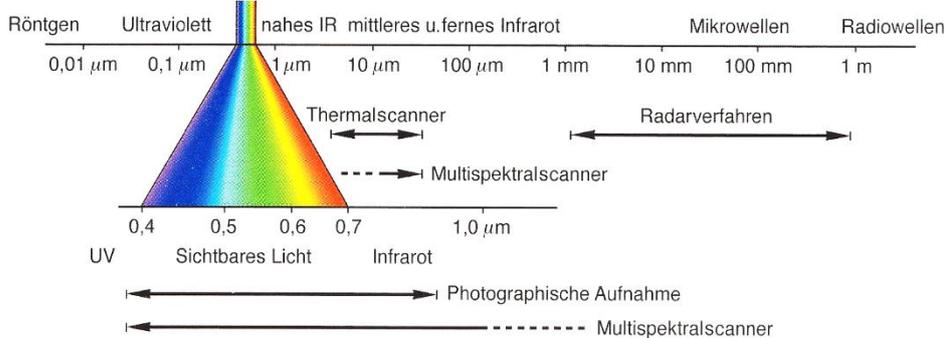
Die **Fernerkundung** umfasst die Wissenschaft, die Informationen über die Eigenschaften von Objekten aus der Ferne sammelt, zum Beispiel durch Satelliten oder auch Kameras. Auch du betreibst durch die Benutzung deiner Augen quasi ständig Fernerkundung. Im Unterschied zum menschlichen Auge können Satelliten jedoch auch Signale außerhalb des für uns sichtbaren Lichts wahrnehmen.

Das **elektromagnetische Spektrum** beschreibt die Gesamtheit aller Wellenfrequenzen, angefangen bei den kurzwelligen, nur wenigen Mikrometer großen Röntgenwellen, bis hin zu langwelligen Radiowellen im Meterbereich. Jedes Objekt reflektiert Licht in unterschiedlichen Wellenlängen, Schnee beispielsweise reflektiert alle Wellenlängen des sichtbaren Lichts ungefähr gleich stark, weswegen er für uns weiß erscheint. Ein Blatt hingegen reflektiert mehr grünes als blaues oder rotes Licht. So hat jede Oberfläche abhängig von ihren einzigartigen Eigenschaften eine bestimmte spektrale Signatur, ähnlich wie der einzigartige Fingerabdruck jedes Menschen. Dies ermöglicht es einem Sensor zwischen verschiedenen Oberflächentypen wie Vegetation, Wasser oder Boden zu unterscheiden.

Das elektromagnetische Spektrum

Allioate & Litscher (2020)

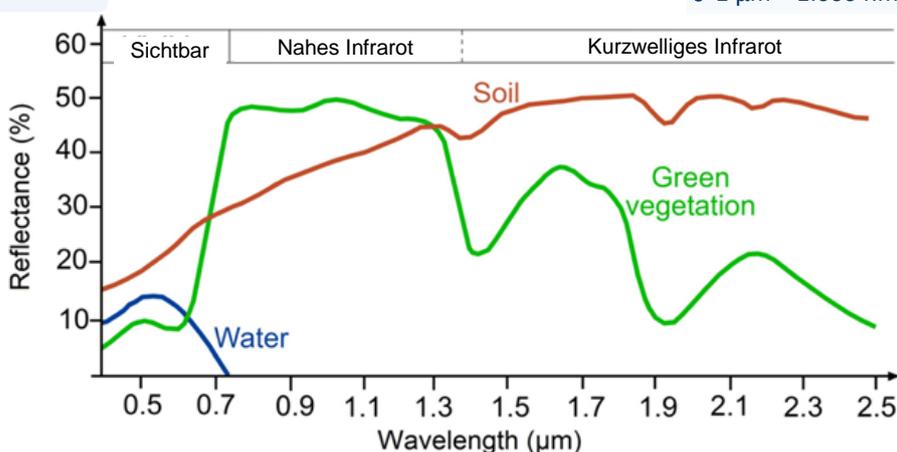
Abb. 1



Spektrale Signaturen

seos-project.eu

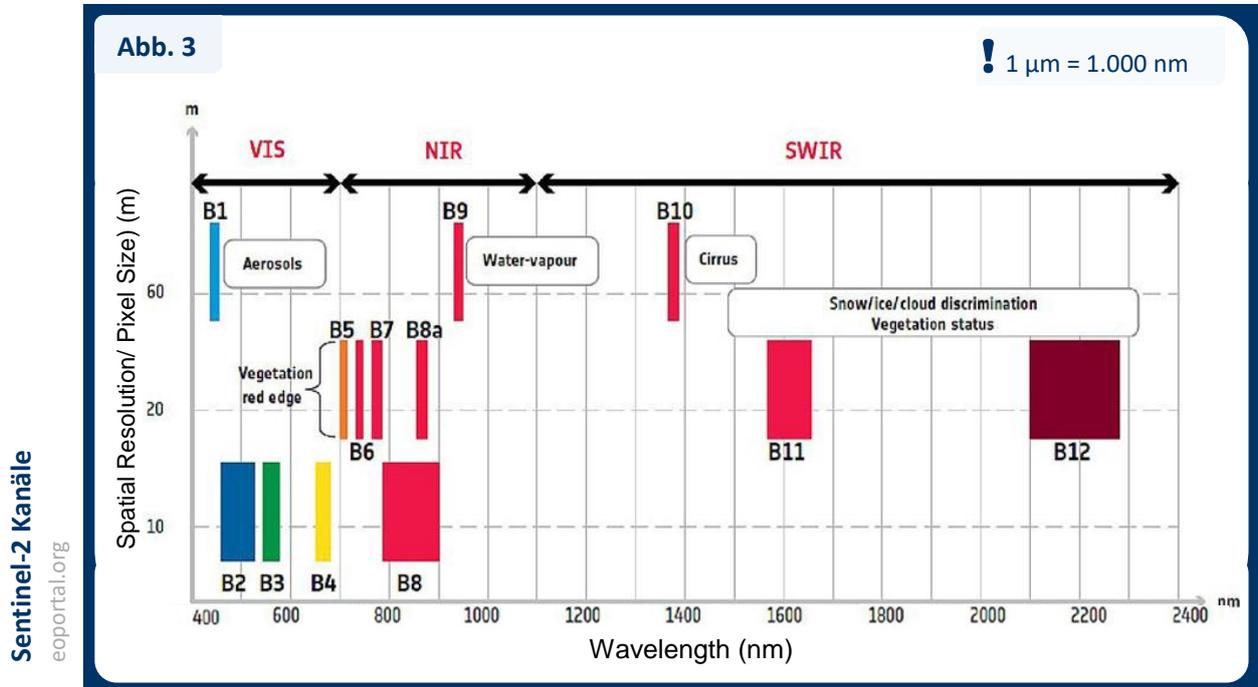
Abb. 2



Auf **Abbildung 2** siehst du die **spektralen Signaturen** verschiedener Oberflächentypen. Die Signatur von gesunder Vegetation zeichnet sich durch eine hohe Reflektion im grünen Bereich aus, da die Chlorophyll Pigmente in den Blättern in diesem Bereich wenig Licht absorbieren. Auch im Bereich des Nahen Infrarots wird nur ein geringer Teil absorbiert, also der Großteil reflektiert.

Multispektrale Satelliten

Multispektrale Satelliten bedienen mehrere Kanäle, auch Bänder genannt, die jeweils einen bestimmten Wellenlängenabschnitt messen.



Auf **Abbildung 3** siehst du die 13 Kanäle der **Sentinel-2** Satelliten. Die Sentinel-2 Mission besteht aus zwei identischen Satelliten und gehören zum Copernicus Programm der EU. Ihre Hauptaufgabe ist es, Veränderungen der Landoberfläche zu beobachten. Seit 2015 liefern die Satelliten multispektrale Aufnahmen mit einer räumlichen Auflösung zwischen 10 m (Kanäle 2, 3, 4 & 8), 20 m (Kanäle 5, 6, 7, 8a, 11 & 12) und 60 m (Kanäle 1, 9 & 10).

Aufgabe 1

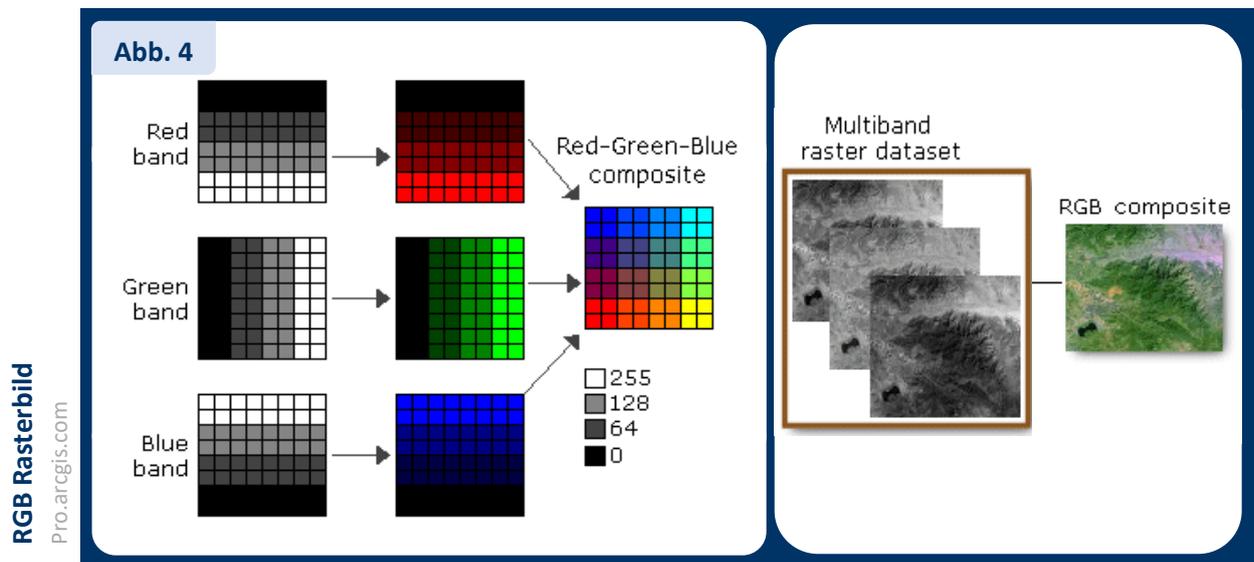
Werte den Verlauf der Vegetationskurve in **Abbildung 2** aus. Kreuze die richtigen Antworten an. (Tipp: Schau dir Abbildungen 1 und 2 noch einmal genauer an)

Vegetation reflektiert ... (2 richtige Antworten)

- ... mehr im grünen als im roten Bereich
 ... mehr im blauem als im grünen Bereich
 ... mehr im Infrarot als im rotem Bereich
 ... mehr im rotem als im Infrarotem Bereich

Echt-Farbenbilder und Rasterbilder

Jeder Kanal des Sensors zeichnet ein Bild in Graustufen in Form eines **Rasterbilds** auf. Ein Rasterbild besteht aus einer Vielzahl an Pixeln (quadratische Bildzellen), die jeweils einen individuellen Grauwert besitzen welcher die Reflexionsintensität des Pixels beschreibt. Um ein Bild farbig darzustellen, müssen drei Rasterbilder verschiedener Kanäle übereinandergelegt und den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau zugeordnet werden (RGB Visualisierung). Ordnet man den drei Grundfarben den jeweils passenden Kanal des sichtbaren Lichts zu, entsteht ein Echtfarbenbild, also eine Darstellung, die das widerspiegelt was auch unser Auge wahrnimmt. Siehe dir dazu **Abbildung 4** an und versuche nachzuvollziehen, wie ein farbiges RGB-Bild (RGB Composite) entsteht.



Aufgabe 2

Schaue dir die Kanäle von Sentinel-2 in **Abbildung 3** noch einmal genau an. Welche Kanäle musst du den Farben Rot, Grün und Blau jeweils zuweisen, um ein Bild in Echtfarben darzustellen? Nutze hierzu die **Tabelle**, um die Wellenlängenbereiche besser zu erkennen.

Rot = Kanal _____

Grün = Kanal _____

Blau = Kanal _____

Sentinel-2 Kanäle 1-8

Kanal	Zentrale Wellenlänge	Beschreibung
B1	443 nm	Ultra Blue (Coastal & Aerosol)
B2	490 nm	<u>Blau</u>
B3	580 nm	<u>Grün</u>
B4	665 nm	Rot
B5	705 nm	Sichtbares und nahes Infrarot (VNIR)
B6	740 nm	Sichtbares und nahes Infrarot (VNIR)
B7	783 nm	Sichtbares und nahes Infrarot (VNIR)
B8	842 nm	Sichtbares und nahes Infrarot (VNIR)

Falsch-Farbenbilder

Um auch Wellenlängen sichtbar zu machen, die das menschliche Auge nicht wahrnehmen kann, können wir ein sogenanntes **Falsch-Farbenbild** erstellen. So können wir zum Beispiel einen Kanal nutzen, der Wellenlängen im nahen Infrarot Bereich misst. Wie wir in Aufgabe 1 bereits festgestellt haben, reflektieren Pflanzen in diesem Bereich besonders stark. Ein Falsch-Farbenbild das einen Infrarot Kanal nutzt, kann folglich Oberflächen mit gesunder Vegetation viel detaillierter visualisieren als ein Echt-Farbenbild.

Aufgabe 3

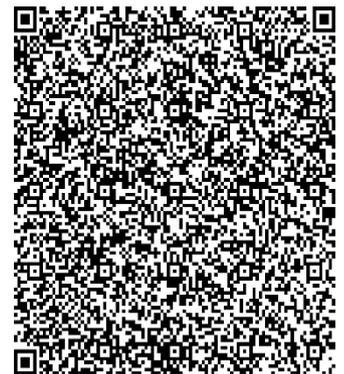
Nach dem Echt-Farbenbild in Aufgabe 2 wollen wir nun ein Falsch-Farbenbild darstellen. Welche Sentinel-2 Kanal Kombination musst du wählen, um Nahes Infrarot im Roten Kanal, Rot im Grünen Kanal und Grün im blauen Kanal darzustellen?

Rot = Kanal _____ **Grün = Kanal _____** **Blau = Kanal _____**

Zeit auszuprobieren!

Öffne den EO-Browser auf deinem PC oder Tablet. Nutze dafür diesen Link: [Sentinel Hub EO Browser \(sentinel-hub.com\)](https://sentinel-hub.com) oder den QR-Code.

Du siehst ein Sentinel-2 Satellitenbild vom 27. Mai 2023 des Köln-Bonner Raums. Links kannst du im Menü Feld unter „Composite“ verschiedene RGB-Kombinationen wählen. Lasse dir erst ein Echtfarbenbild mit der Kombination aus Aufgabe 2 darstellen. Nutze dann die Kombination aus Aufgabe 3. Vergleiche wie Vegetation im Echtfarbenbild und im Falschfarbenbild dargestellt wird.



Aufgabe 4

Werte dein Falschfarbenbild aus: in welchen Farben werden die folgenden Oberflächen in der Falschfarben-Darstellung RGB = 843 dargestellt? (Tipp: Um die Orte auf der Karte zu suchen, nutze die Suchfunktion „Gehe zu Ort“ oben rechts)

Wald im Siebengebirge bei Königswinter: _____

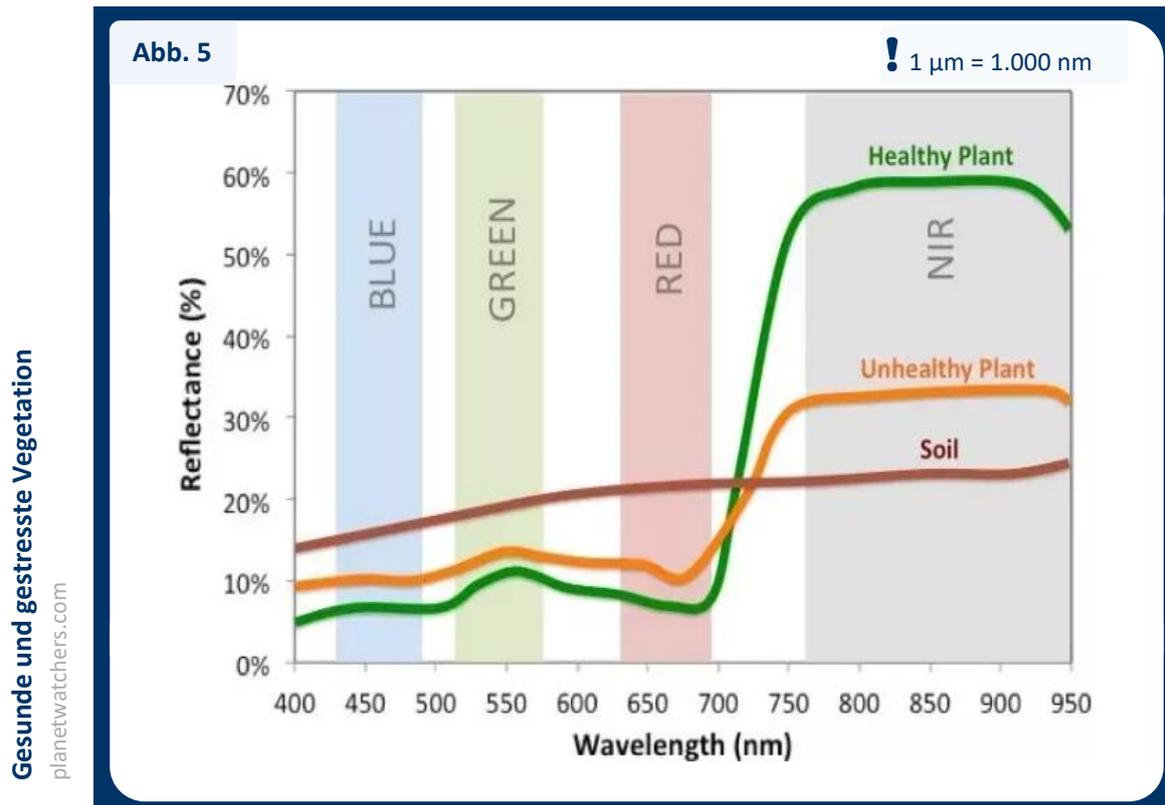
Boden ohne Vegetation im Hambacher Tagebau: _____

Urbane Flächen in Köln: _____

Wasser des Rheins: _____

Spektrale Indizes

Um bestimmte Eigenschaften der Erdoberfläche hervorzuheben, wie beispielsweise den Bedeckungsgrad von Vegetation, können wir die Informationen verschiedener Kanäle nutzen, um so genannte spektrale Indizes zu berechnen. Dabei wird ein neuer künstlicher Kanal berechnet, um bestimmte Merkmale der beobachteten Oberfläche hervorzuheben. Ein häufig genutzter spektraler Index um Eigenschaften der Vegetation herauszustellen ist der **Normalized Difference Vegetation Index** (deutsch: Normalisierter Differenzierter Vegetationsindex), kurz NDVI. Er ermöglicht es, Pixel mit gesunder, ungesunder oder ohne Vegetation (Boden) zu unterscheiden.



Aufgabe 5

Schau dir die spektralen Signaturen von gesunden Pflanzen (grün), gestressten Pflanzen (orange) und Erde (braun) in **Abbildung 5** an. Beantworte die folgenden Fragen:

Welche Unterschiede fallen dir zwischen der Signatur gesunder Pflanzen und gestresster Pflanzen im Nahen Infrarot Bereich (NIR) auf? Welchen Sentinel-2 Kanal würdest du nutzen, um diesen Unterschied zu messen?

Welche Unterschiede fallen dir zwischen der Signatur gesunder Pflanzen und gestresster Pflanzen im roten Bereich auf? Welchen Sentinel-2 Kanal würdest du nutzen, um diesen Unterschied zu messen?

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Der NDVI nutzt den Kontrast zwischen zwei Eigenschaften, die gesunde Pflanzen auszeichnen: Chlorophyllpigmente in den Blättern absorbieren besonders viel rotes Licht, im Umkehrschluss reflektieren sie also besonders wenig in diesem Bereich. Im Nahen Infrarot Bereich hingegen reflektieren gesunde Pflanzen besonders viel. Die Steigung der in **Abbildung 5** zu sehenden spektralen Signatur ist also zwischen 700 und 750 nm besonders steil. Gestresste Pflanzen reflektieren mehr rotes Licht und weniger im Infraroten Bereich. Die Steigung ist folglich deutlich flacher. Die Werte des NDVIs liegen zwischen negativen Werten (für beispielsweise Schnee und Wasser) bis zu 1 bei sehr dichter und gesunder Vegetation. Diese Tatsache kann durch folgende Formel beschrieben werden:

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{Rot})}{(\text{NIR} + \text{Rot})}$$

Aufgabe 6

Ersetze die Wellenlängenbereiche in der Formel durch die passenden Sentinel-2 Kanäle. Schau dir hierfür noch einmal die Tabelle aus **Aufgabe 2** an.

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{Kanal } _ - \text{Kanal } _)}{(\text{Kanal } _ + \text{Kanal } _)}$$

Aufgabe 7

Gehe nun wieder in den EO-Browser. Klicke auf „Zurück“ um eine Anzahl an voreingestellten Darstellungsformen zu sehen. Klicke auf „NDVI“. Benutze das „Interessefokus“-Tool  in der Menüleiste rechts auf der Seite um dir den NDVI-Wert verschiedener Oberflächen anzeigen zu lassen. Setze die Markierung jeweils auf die Bereiche die du bereits in Aufgabe 4 genutzt hast. Notiere dir die zugehörigen Werte.

Wald im Siebengebirge: _____ Wasser des Rheins: _____

Urbane Fläche in Köln: _____ Boden ohne Vegetation im Hambacher Tagebau: _____

Aufgabe 8

Schaue dir die zwei Indizes **Normalized Difference Water Index (NDWI)** und **Moisture Index** an. Notiere dir:

1. Welche Eigenschaften werden durch den Index hervorgehoben?
2. Welche Bänder werden genutzt & welchen Wellenlängenbereich repräsentieren sie?

(Tipp: mit einem Klick auf den nach unten gerichteten Pfeil neben der jeweiligen Darstellung werden dir weitere Informationen angezeigt.)

NDWI:

1. _____

2. _____

Moisture Index:

1. _____

Aufgabe 9

Entwickle für einen der beiden Indizes eine aktuell relevante Untersuchungsfrage oder einen Anwendungsbereich, bei der die Fernerkundung und speziell dein gewählter Index hilfreich sein könnte. (Themenbereiche könnten sein: Klimawandel, Naturrisiken, Landnutzungsänderungen etc.)
