

## Waldschäden durch Satelliten erfassen

### Der Klimawandel und unsere Wälder

Wälder sind nicht nur ein wichtiger Lebensraum für viele Tier- und Pflanzenarten, sondern haben eine ganz besondere ökologische Bedeutung in unserem Klimasystem. Bei der Photosynthese wandeln Pflanzen Kohlenstoff in Biomasse um. Unsere Wälder sind also riesige **Kohlenstoffspeicher**. Allein in Deutschland nehmen sie jährlich ca. 53 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre auf<sup>1</sup>. Darüber hinaus filtern und speichern Wälder den Niederschlag und tragen so zu sauberem Grundwasser und zum Schutz vor Hochwasser bei. Auch Schadstoffe in der Luft werden durch das Ökosystem Wald reguliert. Die vermehrte Häufigkeit und Intensität von Dürren, der Befall von invasiven Arten und Landnutzungsänderungen führen jedoch zu einer verringerten Vitalität oder sogar einem Absterben der Wälder.

1 Statistisches Bundesamt, Wert für das Jahr 2021

### Aufgabe 1

In dieser Aufgabe sollst du selber herausfinden wie sich der Zustand der Wälder in Deutschland zeitlich verändert hat und welche Regionen und Arten am stärksten betroffen sind. Öffne hierfür die kostenlose online Plattform „**Waldmonitor**“ unter diesem Link: <https://map3d.remote-sensing-solutions.de/waldmonitor-deutschland/#> oder indem du nach dem Waldmonitor in deiner Suchmaschine suchst. Der Zustand der Wälder wird im Waldmonitor an Hand von Satellitendaten evaluiert. Dafür wurden Daten der **Sentinel-2** Mission der europäischen Weltraumorganisation (ESA) genutzt. Diese liefert alle 5 Tage Daten mit einer räumlichen Auflösung zwischen 10 und 60 Metern, je nach Spektralkanal. Basierend auf diesen Daten wurden dann **Vegetationsindizes** berechnet, welche als Indikator für die Vitalität und Bedeckungsgrad des Waldes genutzt werden.

Mach dich mit der Plattform vertraut, indem du dir die verschiedenen Funktionalitäten anschaust.

Beantworte anschließend die folgenden Fragen:

1. Welche Regionen in Deutschland sind am stärksten von Waldschäden betroffen?
2. Wie würdest du den Trend der Waldvitalität zwischen 2016 und 2020 beschreiben? Gehe dabei auch auf geographische Unterschiede ein.
3. Schaue dir dein eigenes Bundesland genauer an: Wie groß ist der Gesamtschaden in Hektar? Sind Laub- oder Nadelwälder stärker betroffen? (Mit einem Klick auf das jeweilige Bundesland öffnen sich Statistiken)

### Wald-Monitoring aus dem All

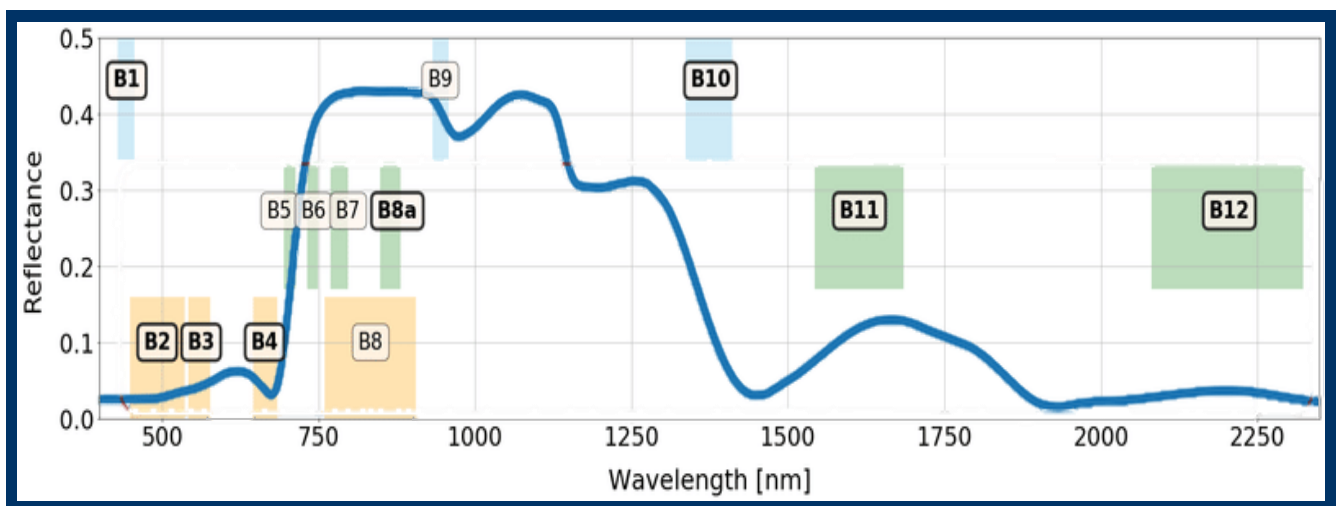
Um Waldschäden großflächig und langfristig zu beobachten ist die Fernerkundung eine geeignete Methode. Durch **hochauflösende Satellitendaten** können Veränderungen der Ausdehnung und der Gesundheit von Wäldern ohne Eingriff in die Natur regelmäßig gemessen werden.

Für das Messen von Vegetationsveränderungen sind besonders die Wellenlängenbereiche des sichtbaren Lichts und des nahen Infrarots von Bedeutung. Das in gesunden Blättern enthaltene Chlorophyll absorbiert besonders viel rotes und blaues Licht, während das nahe Infrarot fast vollständig zurückreflektiert wird.

## Vegetationsindizes

In **Abbildung 1** siehst du als blaue Linie die **spektrale Signatur** von Vegetation. Diese Signatur beschreibt wie stark das Licht verschiedener Wellenlängen reflektiert wird. In den Boxen siehst du die Position der Sentinel-2 Kanäle. Der Satellit misst nur in diesen Bereichen ein Signal. Charakteristisch für Vegetation ist die geringe Reflexion im Bereich des roten Lichts (Kanal 4) und die hohe Reflexion im Nahem Infrarot (Kanal 8). Durch diesen Reflexionsunterschied kann ein starker Anstieg der Kurve zwischen 690 und 730nm beobachtet werden. Diesen Anstieg nennt man die „**Red-Edge**“, oder auf Deutsch „rote Kante“. Verringert sich die Vitalität einer Pflanze verschiebt sich auch diese rote Kante, da gestresste Pflanzen mehr rotes Licht und weniger Nahes Infrarot reflektieren als gesunde Pflanzen. Die Steigung wird folglich flacher. Diese Eigenschaft machen sich **Vegetationsindizes** zu Nutze, um Veränderungen in der Dichte und der Gesundheit von Vegetationsbeständen zu überwachen.

Abb. 1



### Spektrale Signatur Vegetation & Sentinel-2 Kanäle

Wolanin et al. 2020

## Zeit auszuprobieren!

Öffne den Copernicus Browser unter folgendem Link: <https://browser.dataspace.copernicus.eu>  
Registriere dich auf der Plattform, um alle Funktionen nutzen zu können.

Nutze die Suchfunktion oben rechts, um zu einem Ort deiner Wahl zu navigieren. Entscheide dich für eine Region, die du in Aufgabe 1 als besonders von Waldschäden betroffen identifiziert hast. In diesem Arbeitsblatt wird der Nationalpark Harz als Beispiel genutzt.



Eine ausführliche Anleitung für den Copernicus Browser findest du hier: [https://esero.de/wp-interface/wp-content/uploads/Copernicus-Browser\\_Kurzanleitung\\_fuer\\_den\\_Unterricht.pdf](https://esero.de/wp-interface/wp-content/uploads/Copernicus-Browser_Kurzanleitung_fuer_den_Unterricht.pdf)

Wähle Sentinel-2 als Datensatz aus und stelle die Wolkenbedeckung auf maximal 5% ein. In dem Kalender wird dir in grau hinterlegt angezeigt, an welchen Tagen Aufnahmen mit einer Wolkenbedeckung unter 5% aufgenommen werden konnten.


Eventuell musst du in einem anderen Monat suchen. Nutze die ausführliche Anleitung, wenn nötig. Klicke auf ein grau hinterlegtes Datum, um dir die Aufnahme anzeigen zu lassen. Auf der linken Seite werden dir nun verschiedene Visualisierungen angezeigt.

## Aufgabe 2

### Ein geeignetes Satellitenbild finden

Nutze die Menüleiste auf der linken Seite, um ein Satellitenbild mit den folgenden Kriterien zu suchen:

1. Region: von dir gewählt oder der Nationalpark Harz
2. Zeitraum: zwischen Mai und August 2017
3. Wolkenbedeckung: maximal 5%

Lasse dir nun erstmal ein **Echtfarbenenbild** („True Color“) anzeigen. Begutachte, ob auf deinem Bild Wolken zu sehen sind oder nicht. Zoome gegeben falls an eine Region ohne Wolkenbedeckung heran oder suche ein anderes Bild. Klicke nun aus der Menüleiste „Ebenen“ auf „**NDVI**“. Speichere das Bild für später ab in dem du auf „Hinzufügen zu“ und dann „Zum Vergleich hinzufügen“ und auf „Zu Pins hinzufügen“ klickst. Wiederhole die bisher erledigten Schritte nun für ein Bild aus dem Zeitraum Mai bis August 2021. Verändere dabei nicht den Ausschnitt deiner Region. Um beide Bilder zu Vergleichen klicke auf das Vergleichssymbol . Mit Hilfe der Regler kannst du zwischen den beiden Zeiträumen hin und her wechseln.

### ? Der Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Der NDVI nutzt den für Vegetation charakteristischen Anstieg der Reflexion zwischen dem roten Licht und dem nahen Infrarot, um die Gesundheit und Dichte von Pflanzenbeständen zu messen. Die Werte des NDVI liegen zwischen negativen Werten nahe -1 bei Schnee und Wasser bis zu 1 bei sehr dichter und vitaler Vegetation. In der gegebenen Darstellung werden Werte nahe an 1 durch dunkel grün visualisiert, Werte nahe 0 durch weiß und negative Werte durch schwarz.

Vergleiche nun die beiden NDVI-Visualisierungen der Jahre 2017 und 2021. Beschreibe wie sich die Vitalität des Waldes verändert hat.




---

---

---

---

## Aufgabe 3

Finde nun ein Waldstück in deiner Aufnahme, in der der NDVI zwischen 2017 und 2021 deutlich gesunken ist. Kontrolliere gegebenenfalls mit der Echtfarbenaufnahme, ob es sich tatsächlich um Wald und nicht um eine Agrarfläche handelt. Zoome an die Stelle heran und wechsele dann in zu deinen Pins . Markiere deine gewählte Stelle mit dem Interessenfokus Tool in der Menüleiste links . Dir wird nun der NDVI Wert für dieses Pixel angezeigt. Klicke dann auf dieses Symbol , um dir die spektrale Signatur deines gewählten Pixels anzeigen zu lassen. Mit einem Klick auf die unten gelisteten Oberflächentypen kannst du deine Signatur mit anderen typischen Signaturen vergleichen.

Wechsele zwischen deinen beiden Pins hin und her um die Veränderung der spektralen Signatur und des NDVI Wertes deines Pixels zu sehen. Du kannst auch Screenshots von den Graphiken machen, um die Signaturen besser zu vergleichen

Beantworte die folgenden Fragen:

1. Wie hat sich der NDVI Wert in deinem gewählten Pixel zwischen 2017 und 2021 verändert? Nutze Tabelle 1 um den Wert zu deuten.

NDVI-Wert 2017: \_\_\_\_\_ Bedeutung: \_\_\_\_\_

NDVI-Wert 2021: \_\_\_\_\_ Bedeutung: \_\_\_\_\_

2. Vergleiche die spektrale Signatur deines Pixels im Jahr 2017 und im Jahr 2021: Beschreibe die Veränderung der spektralen Signatur. In welchen Wellenlängenbereichen kannst du eine starke Veränderung feststellen? Welcher typischen Oberflächensignatur ähneln die zwei Signaturen jeweils am meisten?

---



---



---



---



---

3. Welche Schlussfolgerung ziehst du aus der Entwicklung des NDVIs und der spektralen Signatur?

---



---



---



---



---

Tab. 1

NDVI-Wert	Bedeutung
< 0	Wasser, Wolken, sonstige nicht bewachsene Flächen
0 - 0,3	Karge Flächen, wenig bis gar keine Vegetation
0,3 – 0,6	Spärliche Vegetationsbedeckung
0,6 - 0,9	Dichte, gesunde Vegetation
> 0,9	Sehr dichte Vegetationsdecke (z.B. in Regenwäldern)

**Bedeutung der NDVI-Werte**