

Einführung in die satellitengestützte Fernerkundung

Copernicus Netzwerkbüro Wald

15. Mai 2024

Team | Netzwerkbüro Wald



**Marietheres Hensch &
Nicole Albert**

Thünen-Institut für Waldökosysteme
Alfred-Möller-Str. 1

16225 Eberswalde

Telefon: +49 3334 3820-390

Telefax: +49 3334 3820-354

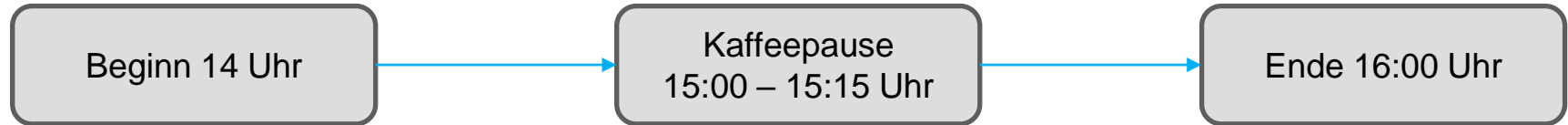
E-Mail: [copernicus-wald\[at\]thuenen.de](mailto:copernicus-wald[at]thuenen.de)

www.d-copernicus.de/wald



EU Copernicus Sentinel-2 Echtfarbkomposit Müritz

Agenda



Begrüßung & Kurzvorstellung des Copernicus Netzbüros Wald

- 1. Vortrag: Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung**
- 2. Vortrag: Das Copernicus Programm der EU – Überblick**
- 3. Live-Demo: Einführung in das Copernicus Data Space Ecosystem & Nutzung von Daten in QGIS**

Dieses Online-Seminar gibt eine Einführung und einen Überblick in die genannten Themen. Teile Sie uns gern am Ende der Veranstaltung mit, welche Themen Sie in zukünftigen Online-Seminaren vertiefen möchten.

Kurzvorstellung des Copernicus Netzwerkbüros Wald



Copernicus Netzworkbüro Wald

Ziele des Vorhabens

- Schnittstelle zwischen Akteurinnen und Akteuren im Wald (z. B. forstliche Einrichtungen auf Bundes-, Landes- und Regionalebene) und Fernerkundungsexpertinnen und Experten
- im Dialog den fachlichen Austausch fördern, die Nutzungsmöglichkeiten der Copernicus-Daten und Dienste bestmöglich vermitteln, aktuelle Fragestellungen diskutieren und die Entwicklung passgenauer Unterstützungsmaßnahmen anstoßen



<https://netzwerk-wald.d-copernicus.de>

Newsletter (alle zwei Monate)

- Anwendungsbeispiele, aktuelle Fernerkundungsprojekte und -produkte, Schulungen, Veranstaltungen und Termine



<https://netzwerk-wald.d-copernicus.de/newsletter-anmeldung>



Copernicus Netzwerkbüro Wald

Präsenz - Veranstaltung

- 3-tägige Nutzerkonferenz – „Schaderkennung mit Fernerkundung in der Anwendung“ (03/23)

Online-Seminarreihe – bisherige Themen

1. Fernerkundung im Wald – praktische Anwendungsmöglichkeiten (07/22)
2. Copernicus-Produkte für den Wald (09/22)
3. Brennglas – Waldbrand im Fokus (09/22)
4. Den Borkenkäfer mit FE-Daten früher finden – Was ist heute schon möglich? (11/22)
5. Waldmasken und Waldstrukturen (01/23)
6. Fernerkundung für Waldinventuren und Monitoring – Beispiele aus Forschung und Praxis (05/23)
7. Waldbrand (09/23)
8. Fernerkundung im Wald mit Beispielen aus Praxis und Forschung (11/23)



<https://netzwerk-wald.d-copernicus.de/online-seminare>

Online-Seminare Copernicus Netzwerkbüro Wald

Einführung in die satellitengestützte Fernerkundung: von den physikalischen Grundlagen bis zur praktischen Anwendung mit Copernicus-Daten (15. Mai 2024)

Anmeldung: <https://thuenen.limequery.com/484954?lang=de>
Bei Problemen mit dem Anmeldeformular können Sie sich alternativ via E-Mail an copernicus-wald@thuenen.de zum Seminar anmelden.

Agenda

- Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung
- Das Copernicus-Programm der Europäischen Union
- Überblick und Einführung in das Copernicus Data Space Ecosystem
- Praktische Übung: Nutzen von Copernicus-Daten in QGIS

Referentin: Nicole Albert, Thünen-Institut für Waldökosysteme, Copernicus Netzwerkbüro Wald

Fernerkundung im Wald mit Beispielen aus Praxis und Forschung (28.11.2023)

Agenda

- Harvester Seasons, Waldfahrbarkeitservice für die Forstwirtschaft - ein Destination Earth Use Case, Mikko Strohlandoff und Miriam Kosmole Finnish Meteorological Institute (FMI)
([Videovortrag](#))
- Zeitreihenanalyse - Brüche im NDVI und ihre Aussagekraft, Tobias Schol, Thünen-Institut für Waldökosysteme
([Videovortrag](#))

Waldbrand (28. September 2023)

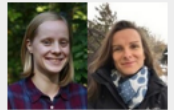
Agenda

- Risikoanalyse Waldbrand, soziale Verwundbarkeit und kritische Infrastruktur, Alexander Felste, Technische Hochschule Köln
([Vortrag als Video](#))
- EFFIS Webdienst zum tagesaktuellen Feuermonitoring und der Brandflächen Erfassung, Gunter Zeug, Risiconfit (im Konsortium mit IGN-FI, FMI und GeoFI)
([Vortrag als Video](#))
- Ergebnisse aus dem FNR-Verbundprojekt EFWIN, Anne Grilke, Thünen-Institut für Waldökosysteme
([Vortrag als Video](#))

Inhalte zu diesem Thema

- Info
- Projekte
- Termine
- Newsletter
- Online-Seminare
- Datenzugang
- Produkte und Dienste
- Satelliten
- Schulungen
- Dienstleister
- Impressum

Team | Netzwerkbüro Wald



Marlies Hensch &
Nicole Albert
Thünen-Institut für Waldökosysteme
Alfred-Müller-Str. 1
16225 Eberswalde
Telefon: +49 3034 3820-390
Telefax: +49 3034 3820-354
E-Mail: copernicus-wald@thuenen.de
www.d-copernicus.de/wald

Physikalische Grundlagen der Satellitenbasierten Fernerkundung



Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Fernerkundung: Erfassung und Analyse der Erdoberfläche und anderer Objekte aus der Ferne ohne direkten Kontakt mit Hilfe von Sensoren

NAHBEREICHSFERNERKUNDUNG



Erfassung aus geringer Entfernung von meist kleinräumigen Gebieten durch bodengestützte Sensoren oder Sensoren an Drohnen und Flugzeugen

SATELLITENBASIERTE FERNERKUNDUNG



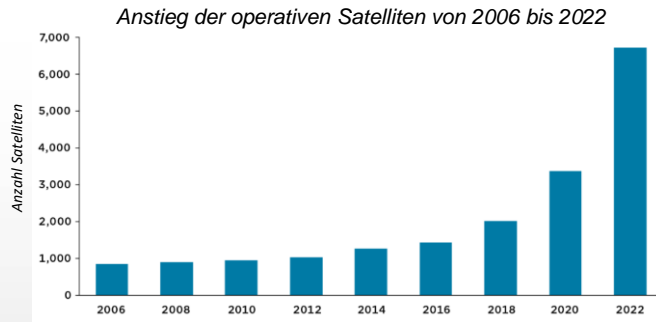
Erfassung aus dem Weltraum von großflächigen Gebieten durch Sensoren an Satelliten

Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten

**circa 10.000 operative Satelliten
befinden sich derzeit im Weltall**

(Quelle NASA)



Grafik Quelle: © 2023 Union of Concerned Scientists

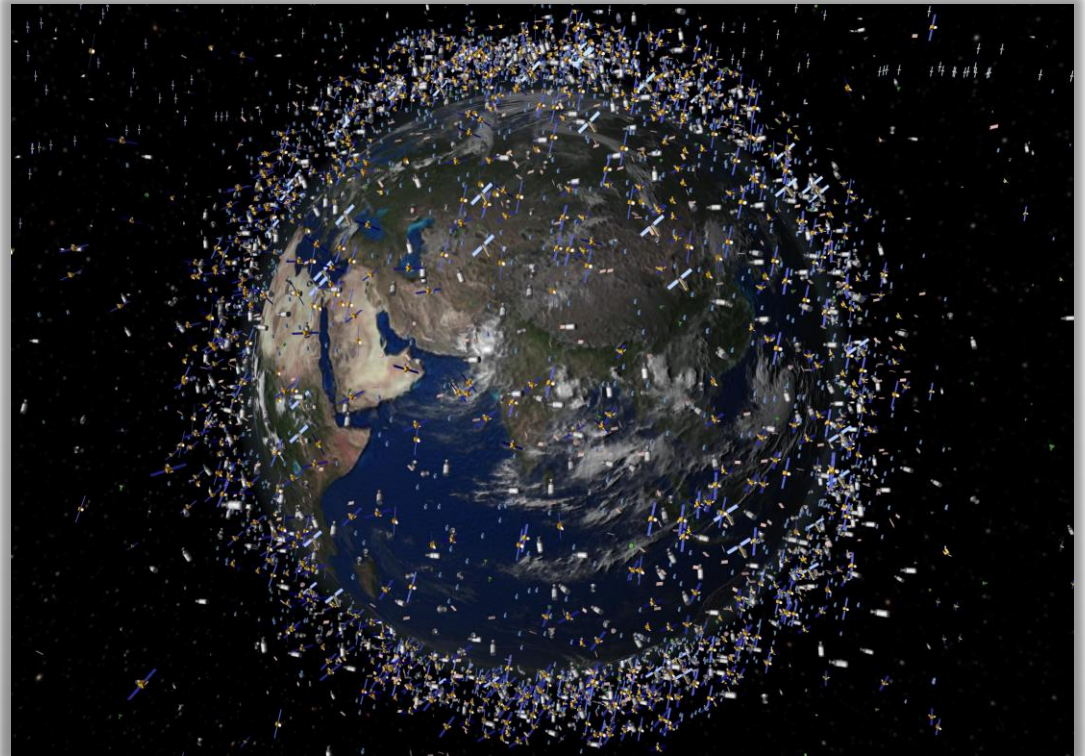


Illustration: © ESA

Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten

Kreisen auf unterschiedlichen Umflaufbahnen (Orbits):

- erdnaher Orbit
(200 bis 800 km)
- mittlerer Orbit
($> 800 < 36.000$ km)
- Geostationärer Orbit
(> 36.000 km)



Quelle: ZDF/Terra X/C. Schrader/Moods in Picture/C. Streckfuss/C. Krüger/M. Heß; CC BY 4.0

Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten

Erdnaher Orbit – „LEO Satelliten“ (Low Earth Observation)

- Erdoberfläche wird von Sensoren in Zeilen (Streifen) „abgetastet“
- je nach Satellitenmission überqueren sie jeden Punkt der Erde etwa alle 1 bis 16 Tage (= zeitliche Auflösung (Wiederkehrrate))
- dadurch ist eine kontinuierliche Überwachung und Beobachtung der Erdoberfläche möglich
- werden für die Überwachung der Landbedeckung genutzt und damit auch für das **Monitoring unserer Wälder**

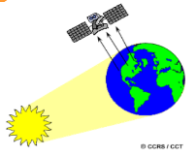


Quelle: © ESA, ESA/ATG medialab; ESA Standard Licence – Copernicus Sentinel-2A und 2B zeitliche Auflösung

Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten - Sensoren

Es werden hauptsächlich zwei Arten von Sensoren eingesetzt:



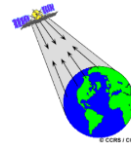
PASSIVE SENSOREN

Zeichnen natürlich vorhandene Strahlung auf
(z. B. die von der Erdoberfläche reflektierte
Sonneneinstrahlung oder die von der Erde emittierte
Wärmestrahlung (thermale Fernerkundung))

Vorteile: Bilder in Echtfarben und im Infrarotbereich
erstellbar

Nachteile: von direkter Sonneneinstrahlung abhängig

→ Optische Fernerkundung
(multi- und hyperspektrale Fernerkundung)



AKTIVE SENSOREN

Senden selbst elektromagnetische Strahlung aus und
messen die von der Erdoberfläche reflektierten oder
gestreuten Anteile

Vorteile: nicht auf Sonneneinstrahlung angewiesen;
penetriert durch Wolken

Nachteile: keine Echtfarbenbilder erstellbar
(erschwerter Interpretation)

→ Radarfernerkundung

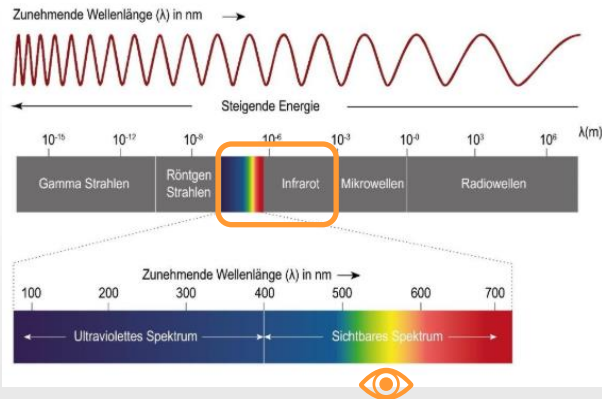
Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten – Sensoren - Messdaten

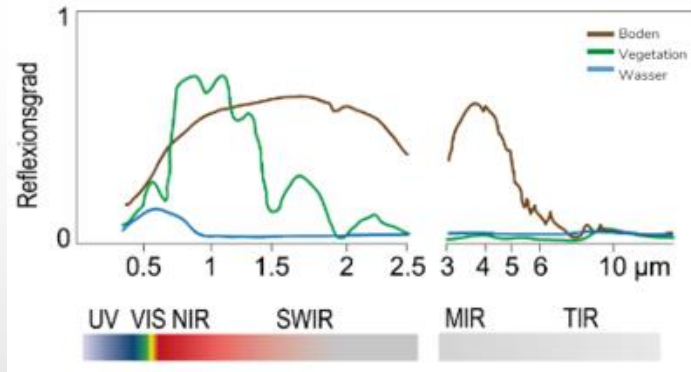
Satellitenbilder sind keine Bilder im Sinne eines Fotos! Sie sind „nur“ **bildliche Darstellungen von Messdaten!**

Passive Sensoren in der **optischen Fernerkundung** messen elektromagnetische Strahlung im sichtbaren und Infrarot-Bereich des elektromagnetischen Spektrums.

Elektromagnetisches Spektrum



Spektrale Signaturen zur Unterscheidung von Objekten auf der Erdoberfläche



Kahler Boden: Reflexion nimmt vom sichtbaren zum Infrarot-Bereich zu

Vitale Vegetation: gering im sichtbaren (roten) Wellenlängenbereich mit starkem Anstieg zum nahen Infrarot

Wasser: hohe Absorption vom nahen bis thermalen Infrarot mit Maximum im blauen Bereich

Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten – Sensoren – Messdaten – digitales Bildgebungsverfahren

Satellitenbilder sind keine Bilder im Sinne eines Fotos! Sie sind „nur“ **bildliche Darstellungen von Messdaten!**

Jeder Bildpunkt (Pixel) auf der Erdoberfläche sendet eine charakteristische Reflexion aus, die vom Sensor gemessen wird.

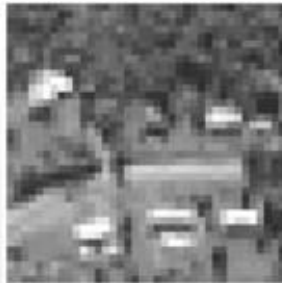
- Diese gemessenen Reflexionswerte werden von den Sensoren in digitale Zahlenwerte umgewandelt, die dann gespeichert werden.
- Sie werden in einem Raster angeordnet, um ein flächendeckendes Bild der Erdoberfläche zu erzeugen.
- **Jeder Pixel** in diesem Raster erhält so einen numerischen Wert, der die **Intensität der Reflexion an dieser Stelle repräsentiert**.
- Je kleiner ein Pixel, desto detaillierter ist die Darstellung.



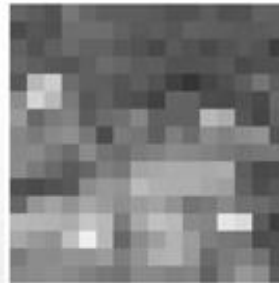
1 x 1 m



5 x 5 m



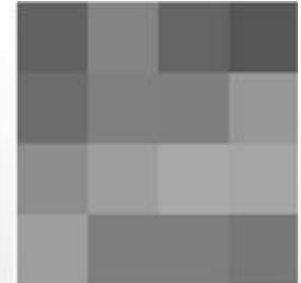
10 x 10 m



20 x 20 m



40 x 40 m



80 x 80 m

Quelle: Jensen 2007

Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten – Sensoren – Messdaten – digitales Bildgebungsverfahren

Satellitenbilder sind keine Bilder im Sinne eines Fotos! Sie sind „nur“ **bildliche Darstellungen von Messdaten!**

Jeder Bildpunkt (Pixel) auf der Erdoberfläche sendet eine charakteristische Reflexion aus, die vom Sensor gemessen wird.

- Diese gemessenen Reflexionswerte werden von den Sensoren in digitale Zahlenwerte umgewandelt, die dann gespeichert werden.
- Sie werden in einem Raster angeordnet, um ein flächendeckendes Bild der Erdoberfläche zu erzeugen.
- **Jeder Pixel** in diesem Raster erhält so einen numerischen Wert, der die **Intensität der Reflexion an dieser Stelle repräsentiert**.
- Je kleiner ein Pixel, desto detaillierter ist die Darstellung.



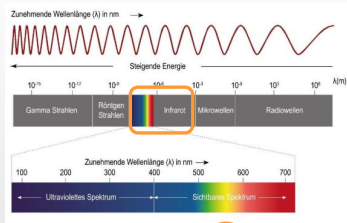
Quelle: Jensen 2007

Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten – Sensoren - Messdaten

Was man als Nutzer*in erhält, ist nicht eine einzige Bilddatei, sondern eine Reihe von einzelnen Dateien jeweils für einen bestimmten Bereich des Elektromagnetischen Spektrums (= Bänder)!

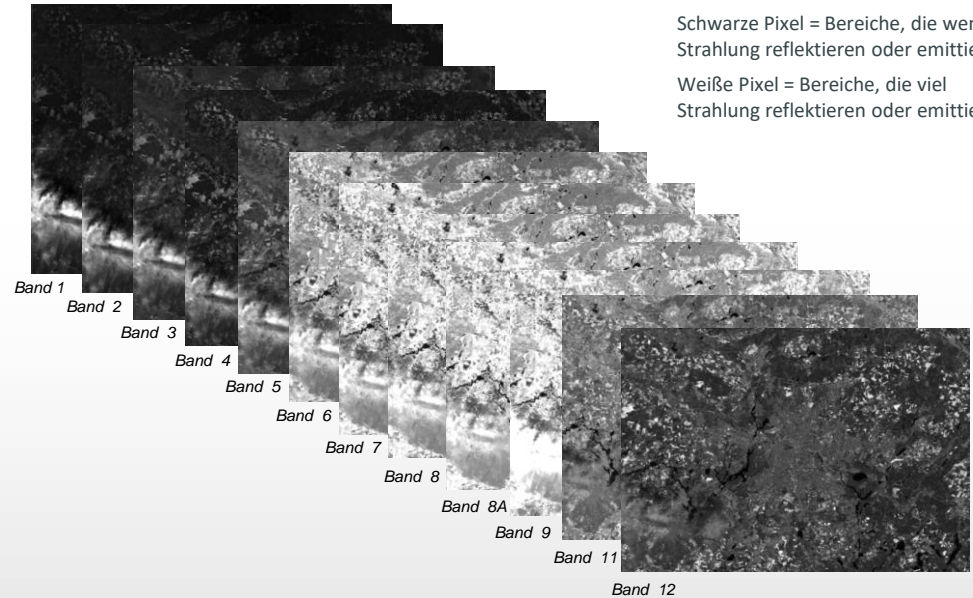
Für die **optische Fernerkundung** liefern **passive** Sensoren je nach **Satellitenmission** eine unterschiedliche Anzahl an Bändern.



Sentinel-2 Bands	Central Wavelength (µm)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443
Band 2 - Blue	0.490
Band 3 - Green	0.560
Band 4 - Red	0.665
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783
Band 8 - NIR	0.842
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865
Band 9 - Water vapour	0.945
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375
Band 11 - SWIR	1.610
Band 12 - SWIR	2.190

Quelle:
<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-2/instrument-payload/resolution-and-swath>

Jedes Band kann einzeln in Graustufen (von schwarz bis weiß) durch ein digitales Bildgebungsverfahren dargestellt werden, wobei die verschiedenen Graustufen unterschiedliche Intensitäten der Strahlungsreflexion und -emission darstellen und damit Rückschlüsse auf die physikalischen Eigenschaften der Erdoberfläche zulassen



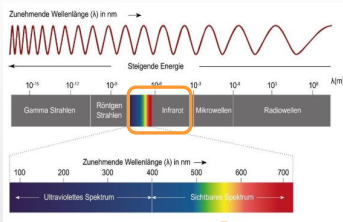
Schwarze Pixel = Bereiche, die wenige Strahlung reflektieren oder emittieren
 Weiße Pixel = Bereiche, die viel Strahlung reflektieren oder emittieren

Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten – Sensoren - Messdaten

Was man als Nutzer*in erhält, ist nicht eine einzige Bilddatei, sondern eine Reihe von einzelnen Dateien jeweils für einen bestimmten Bereich des Elektromagnetischen Spektrums (= Bänder)!

Für die **optische Fernerkundung** liefern **passive** Sensoren je nach **Satellitenmission** eine unterschiedliche Anzahl an Bändern.



Sentinel-2 Bands	Central Wavelength (µm)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443
Band 2 - Blue	0.490
Band 3 - Green	0.560
Band 4 - Red	0.665
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783
Band 8 - NIR	0.842
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865
Band 9 - Water vapour	0.945
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375
Band 11 - SWIR	1.610
Band 12 - SWIR	2.190

Quelle:
<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-2/instrument-payload/resolution-and-swath>

Jedes Band kann einzeln in Graustufen (von schwarz bis weiß) durch ein digitales Bildgebungsverfahren dargestellt werden, wobei die verschiedenen Graustufen unterschiedliche Intensitäten der Strahlungsreflexion und -emission darstellen und damit Rückschlüsse auf die physikalischen Eigenschaften der Erdoberfläche zulassen

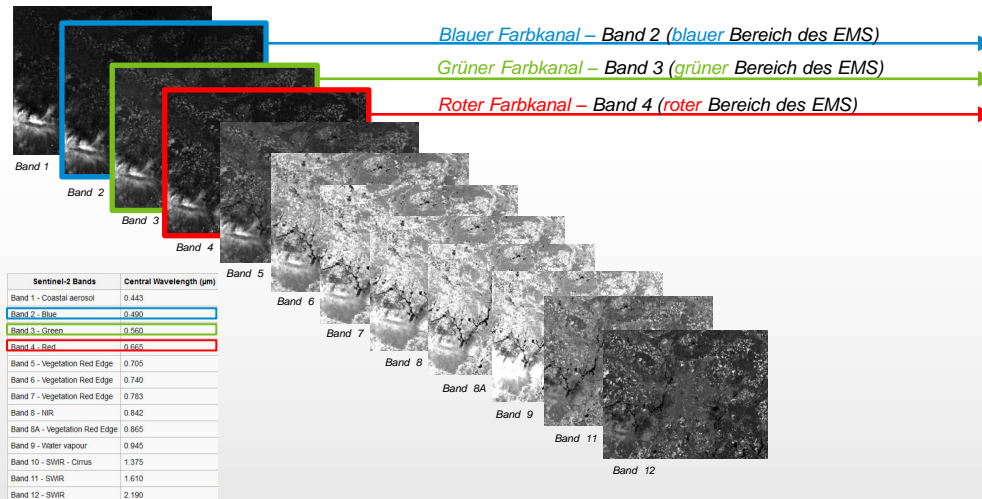


Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten – Sensoren – Messdaten – Erstellen von Farbkompositen

Nutzung des Prinzips des menschlichen Auges, welches Farbrezeptoren hat, die für drei Farbreize empfindlich sind: **Rot**, **Grün**, **Blau**

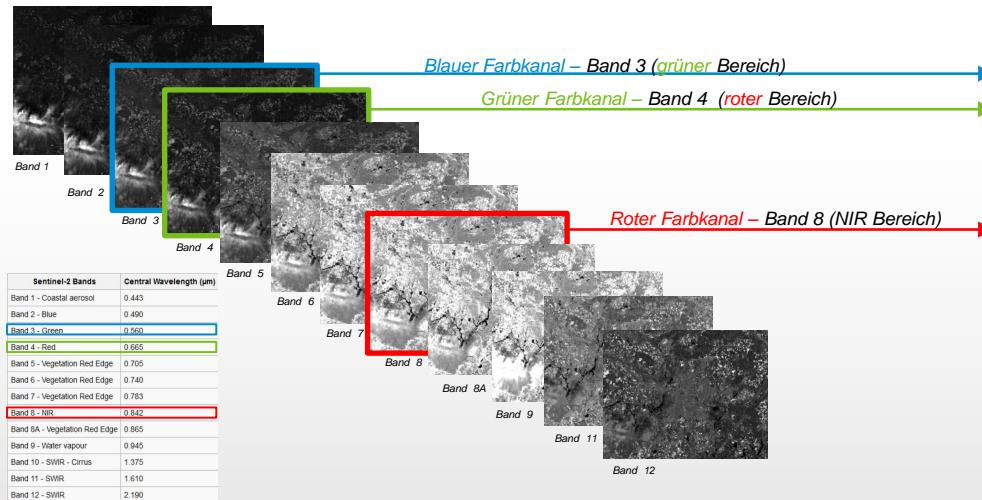
→ digitale Bilder speichern Farbinformationen in Form **Rot-**, **Grün-** und **Blaukanälen**



Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten – Sensoren – Messdaten – Erstellen von Farbkompositen

Nutzung des Prinzips des menschlichen Auges, welches Farbrezeptoren hat, die für drei Farbreize empfindlich sind: **Rot**, **Grün**, **Blau**
→ digitale Bilder speichern Farbinformationen in Form **Rot-**, **Grün-** und **Blaukanälen**



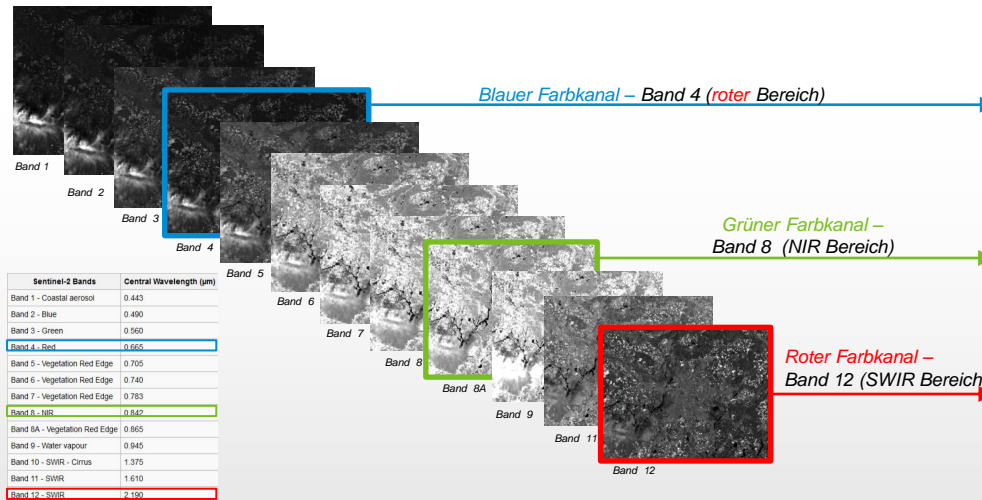
Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten – Sensoren – Messdaten – Erstellen von Farbkompositen

Nutzung des Prinzips des menschlichen Auges, welches Farbrezeptoren hat, die für drei Farbreize empfindlich sind: **Rot**, **Grün**, **Blau**

→ digitale Bilder speichern Farbinformationen in Form **Rot-**, **Grün-** und **Blaukanälen**

* Short Wave Infra-red



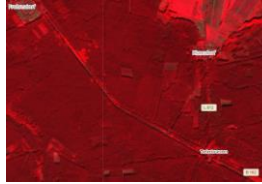
Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Echtfarbkomposit (B4, B3, B2)



Sentinel-2
29.09.2017

NIR-Komposit (B8, B4, B3)



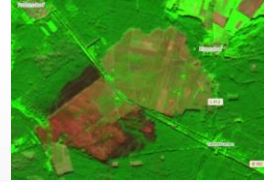
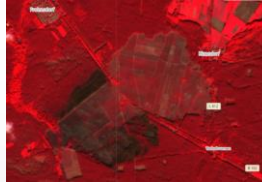
SWIR-Komposit (B12, B8, B4)



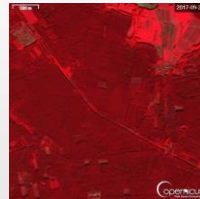
Sentinel-2
29.09.2018
Brand:
24. - 26.08.2018



Sentinel-2
30.09.2022
Brand:
17. - 19.06.2022



Sentinel-2
Zeitreihe
29.09.2017 -
02.05.2024



Beispiel: Farbkomposite für das Monitoring von Waldbrand

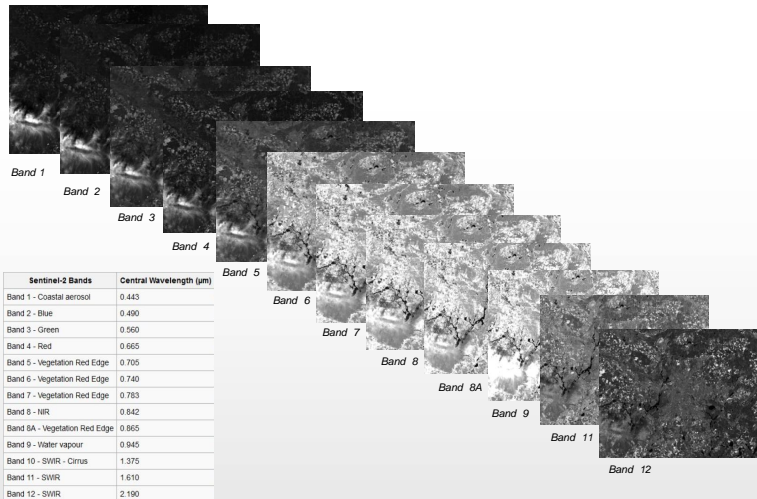


Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten – Sensoren – Messdaten – Erstellen von Farbkompositen

Nutzung des Prinzips des menschlichen Auges, welches Farbrezeptoren hat, die für drei Farbreize empfindlich sind: **Rot**, **Grün**, **Blau**

→ digitale Bilder speichern Farbinformationen in Form **Rot-**, **Grün-** und **Blaukanälen**

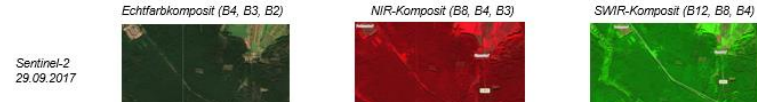
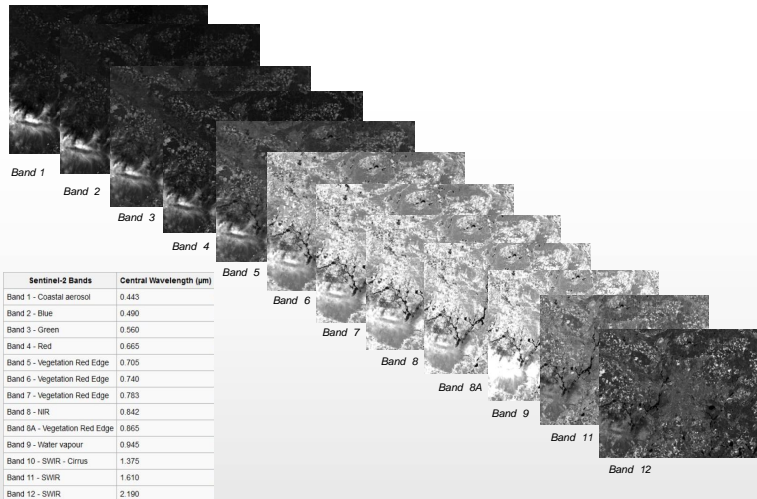


Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten – Sensoren – Messdaten – Erstellen von Farbkompositen

Nutzung des Prinzips des menschlichen Auges, welches Farbrezeptoren hat, die für drei Farbreize empfindlich sind: **Rot**, **Grün**, **Blau**

→ digitale Bilder speichern Farbinformationen in Form **Rot-**, **Grün-** und **Blaukanälen**



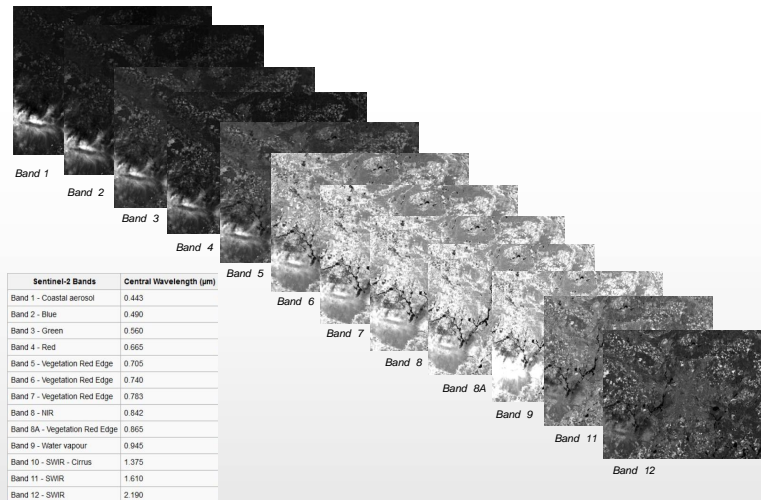
Außerdem können anhand dieser Spektralbänder so genannte **Vegetationsindizes** berechnet werden...



Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten – Sensoren – Messdaten – Berechnung von Vegetationsindizes

Bei der Berechnung von **Vegetationsindizes** werden **mehrere Bänder** in eine **mathematische Beziehung** gebracht, um eine quantitative Analyse des Vegetationszustandes zu ermöglichen.



Der am häufigsten verwendete mathematische Ausdruck für die Berechnung von Vegetationsindizes ist die **normalisierte Differenz**:

$$\frac{(BandX - BandY)}{(BandX + BandY)}$$

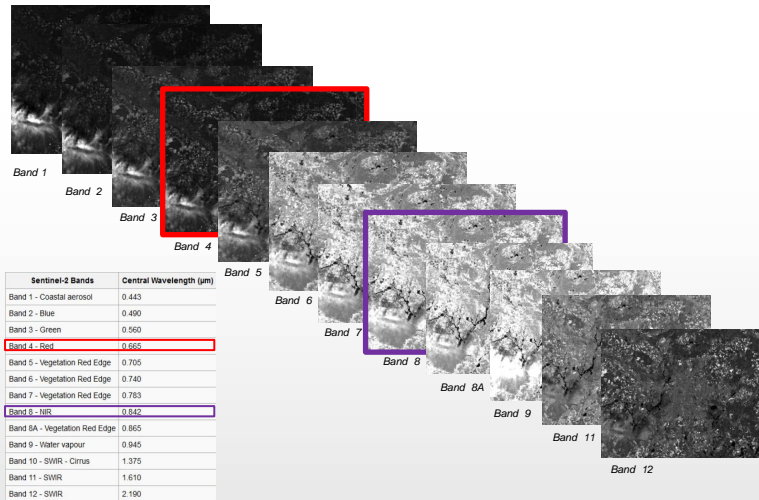
Dadurch erfolgt eine Standardisierung der Indexwerte:

- einheitlicher Wertebereich (meist zwischen -1 und +1)
- direkter Vergleich der Indexwerte zwischen verschiedenen Aufnahmezeitpunkten möglich
- Erleichterung der Interpretation und Ableitung von Schwellenwerten für die Klassifizierung von Vegetationszuständen
- Verringerung des Einflusses von topografischen Faktoren wie Hangneigung, Exposition und atmosphärische Effekte

Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten – Sensoren – Messdaten – Berechnung von Vegetationsindizes

Bei der Berechnung von **Vegetationsindizes** werden **mehrere Bänder** in eine **mathematische Beziehung** gebracht, um eine quantitative Analyse des Vegetationszustandes zu ermöglichen.



Der am häufigsten verwendete mathematische Ausdruck für die Berechnung von Vegetationsindizes ist die **normalisierte Differenz**:

$$\frac{(BandX - BandY)}{(BandX + BandY)}$$

Der **Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)**, einer der am häufigsten angewandten Vegetationsindizes, nutzt dieses Prinzip:

$$\frac{(BandNIR - BandRot)}{(BandNIR + BandRot)} \xrightarrow{\text{Sentinel-2}} \frac{(Band8 - Band4)}{(Band8 + Band4)}$$

Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten – Sensoren – Messdaten – Berechnung von Vegetationsindizes - NDVI

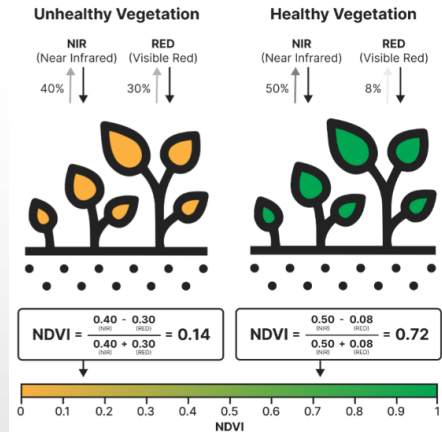
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) zur Bestimmung der Vegetationsvitalität

$$\frac{(\text{BandNIR} - \text{BandRot})}{(\text{BandNIR} + \text{BandRot})} \xrightarrow{\text{Sentinel-2}} \frac{(\text{Band8} - \text{Band4})}{(\text{Band8} + \text{Band4})}$$

→ Die Vitalität von Vegetation (Chlorophyllgehalt und Zellstruktur) kann so in einfacher Weise mit dem Unterschied der Reflexion im sichtbaren roten Bereich und im nahen Infrarotbereich ermessen werden. Es gilt:

NDVI	Landbedeckungsarten
< 0,1	Gewässer, Böden, Gestein, Sand oder Schnee
0,2 bis 0,3	Vegetation geringer Vitalität
0,3 bis 0,6	Mittlere bis dichte Vegetationsbedeckung
> 0,6	Sehr dichte Vegetation hoher Vitalität

Quelle: Kuechly, H.U., Cozacu, A., G. Kodl, Nicolai, C., Vallentin, C. (2020) Grundlagen der Fernerkundung. Inforeihe SAPIENS: Satellitendaten für Planung, Industrie, Energiewirtschaft und Naturschutz, Deutsches Geoforschungszentrum GFZ. DOI: <https://doi.org/10.2312/sapiens.2020.001>



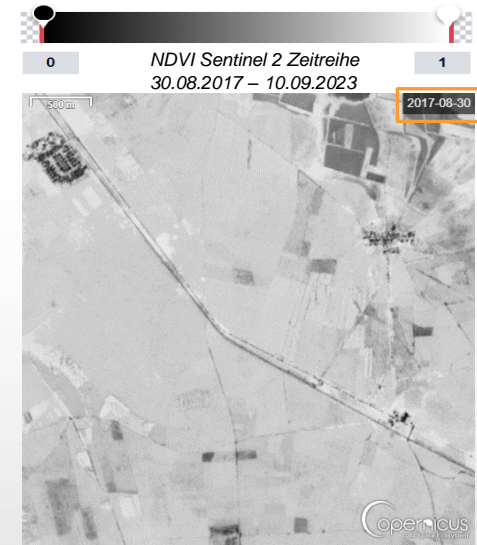
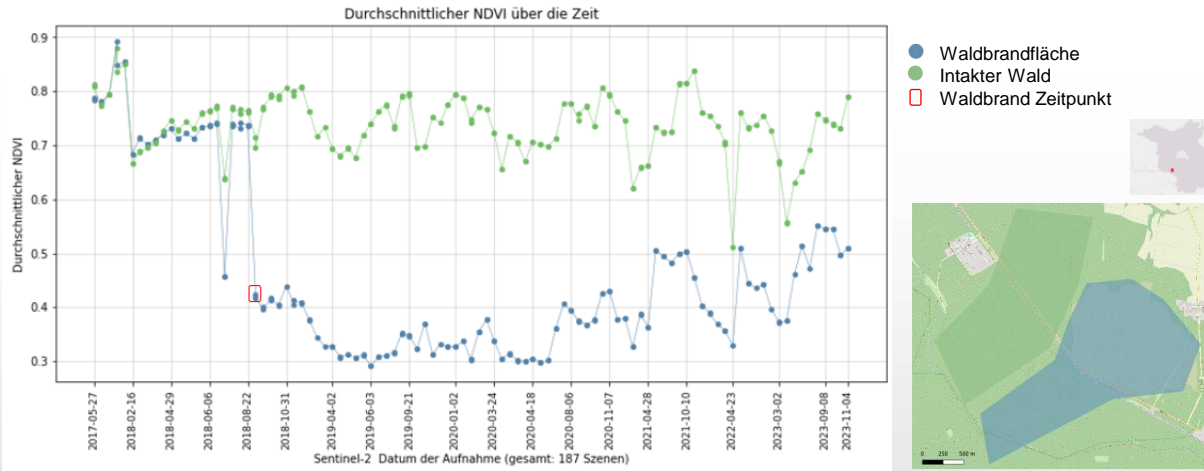
Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten – Sensoren – Messdaten – Berechnung von Vegetationsindizes - NDVI

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) zur Bestimmung der Vegetationsvitalität

$$\frac{(BandNIR - BandRot)}{(BandNIR + BandRot)} \xrightarrow{\text{Sentinel-2}} \frac{(Band8 - Band4)}{(Band8 + Band4)}$$

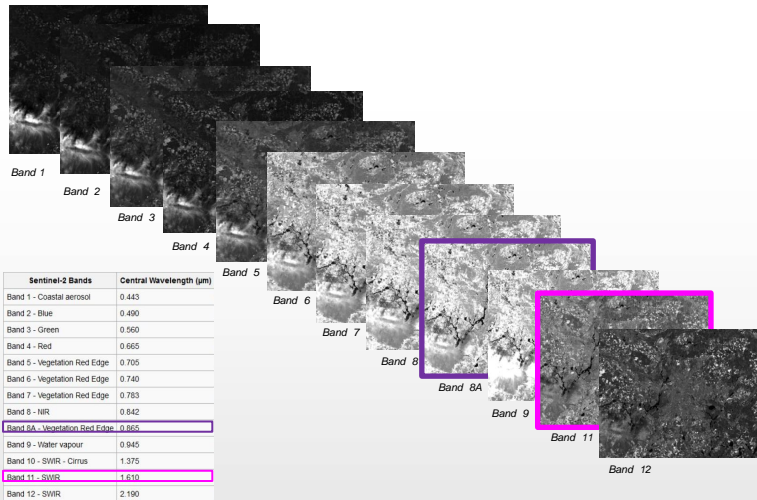
So kann die Vegetation über die Zeit beobachtet und ihre Veränderungen analysiert werden:



Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten – Sensoren – Messdaten – Berechnung von Vegetationsindizes - NDMI

Bei der Berechnung von **Vegetationsindizes** werden **mehrere Bänder** in eine **mathematische Beziehung** gebracht, um eine quantitative Analyse des Vegetationszustandes zu ermöglichen.



Der am häufigsten verwendete mathematische Ausdruck für die Berechnung von Vegetationsindizes ist die **normalisierte Differenz**:

$$\frac{(BandX - BandY)}{(BandX + BandY)}$$

Der **Normalized Difference Moisture Index (NDMI)** findet ebenfalls häufig Verwendung und nutzt dieses Prinzip:

$$\frac{(BandNIR - BandSWIR)}{(BandNIR + BandSWIR)} \xrightarrow{\text{Sentinel-2}} \frac{(Band8A - Band11)}{(Band8A + Band11)}$$

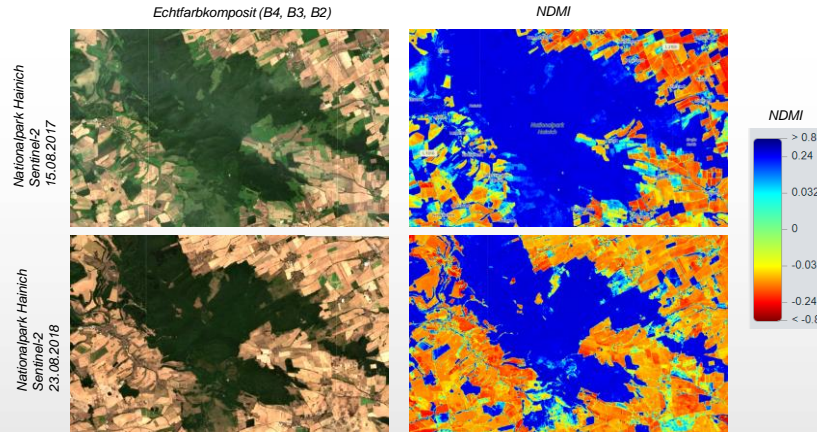
Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten – Sensoren – Messdaten – Berechnung von Vegetationsindizes - NDMI

Normalized Difference Moisture Index (NDMI) als Hinweisgeber auf Vegetation in Trockenstress

$$\frac{(BandNIR - BandSWIR)}{(BandNIR + BandSWIR)} \xrightarrow{\text{Sentinel-2}} \frac{(Band8A - Band11)}{(Band8A + Band11)}$$

- Das NIR-Band erfasst die Reflexion, die von der Blattoberfläche und Trockenmasse beeinflusst wird, aber nicht vom Wassergehalt
- Das SWIR-Band erfasst die Reflexion, die stark vom Blattwassergehalt abhängt.
- Durch die Berechnung des NDMI werden Variationen der Blattoberfläche und Trockenmasse minimiert → der NDMI-Wert korreliert dann direkt mit dem Blattwassergehalt



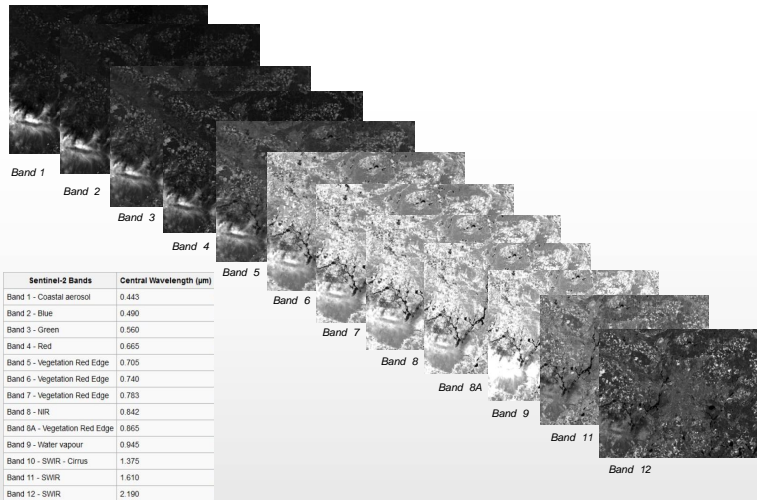
Hohe Werte des NDMI deuten auf hohe Feuchtigkeit und Vitalität der Vegetation hin;

Niedrige Werte können auf Trockenstress oder Wassermangel in der Vegetation hindeuten

Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Satelliten – Sensoren – Messdaten – Berechnung von Vegetationsindizes

Bei der Berechnung von **Vegetationsindizes** werden **mehrere Bänder** in eine **mathematische Beziehung** gebracht, um eine quantitative Analyse des Vegetationszustandes zu ermöglichen.



Der am häufigsten verwendete mathematische Ausdruck für die Berechnung von Vegetationsindizes ist die **normalisierte Differenz**:

Es gibt eine Vielzahl von Spektralindizes. Die Online-Datenbank „Index DataBase“ gibt einen Überblick:

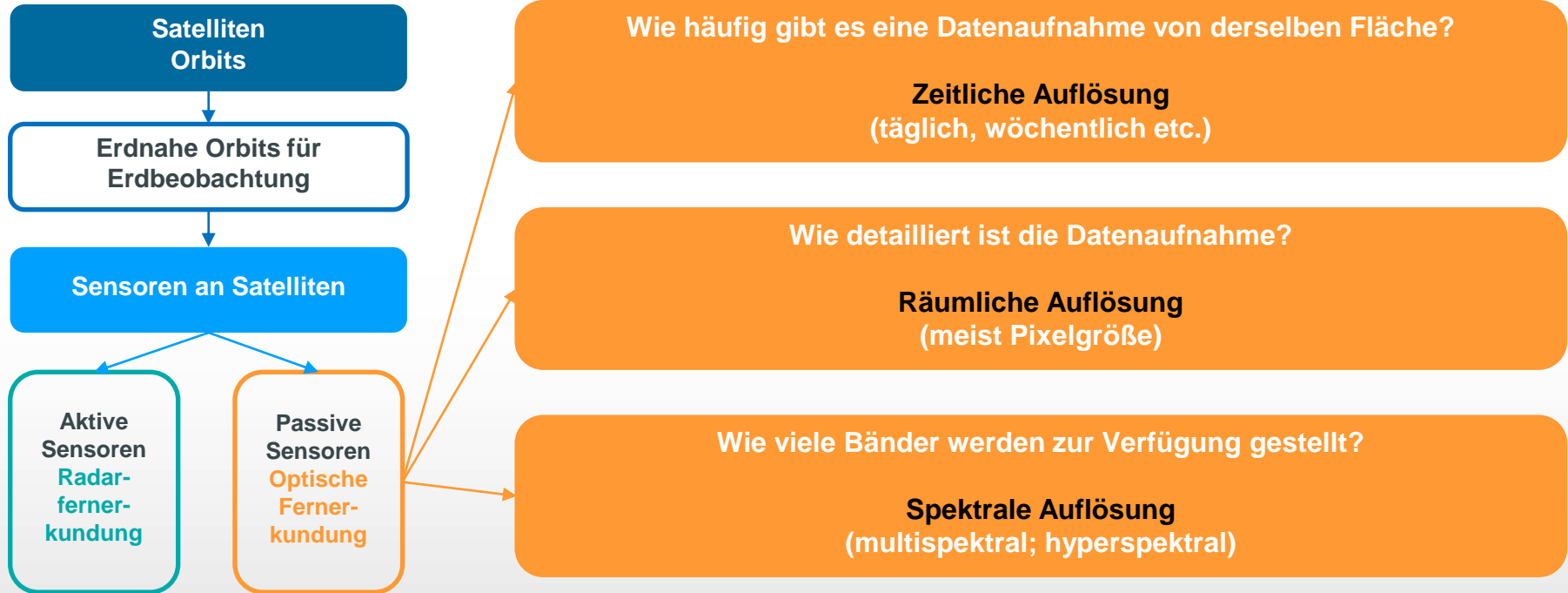


<https://www.indexdatabase.de/>

- Klassifizierung von Vegetationszuständen
- Verringerung des Einflusses von topografischen Faktoren wie Hangneigung, Exposition und atmosphärische Effekte

Physikalische Grundlagen der satellitenbasierten Fernerkundung

Zusammenfassung



Das Copernicus Programm der EU - Überblick und Vorstellung der Satelliten & Dienste



PROGRAMME OF THE
EUROPEAN UNION



Über Copernicus Copernicus-Dienste Optionen EUSO Datenzugriff Library Anwendungsgebiete

EUROPAS AUGEN FÜR DIE ERDE

Beobachtet unseren Planeten und seine
Umwelt

Zum größtmöglichen Nutzen aller
europäischen Bürgerinnen und Bürger



Das Copernicus Programm der EU

Das Erdbeobachtungsprogramm der Europäischen Union

- 1998 durch Vertreter der Europäischen Kommission und der Europäischen Weltraumagenturen EUMETSAT* und ESA ins Leben gerufen → Grundstein für die Schaffung eines europäischen Umweltbeobachtungsprogramms (hieß zunächst GMES – *Global Monitoring for Environment and Security*)
- 2005 Beschluss, eine weltraumgestützte Beobachtungskomponente zu integrieren (Grundlage der Sentinel-Satelliten)
- 2012 Umbenennung in Copernicus (nach Nikolaus Kopernikus)
- 2014 Start der Weltraumkomponente mit Launch des ersten Sentinel-Satelliten S-1A

*Europäische Organisation für meteorologische Satelliten



Das Copernicus Programm der EU

Erdbeobachtungs- programm der Europäischen Union

Dieses Video ist unter
<https://www.youtube.com/embed/bxxMXIDLHp4>
abrufbar

FULL, FREE AND OPEN
ACCESS TO DATA



- ATMOSPHERE MONITORING
- MARINE ENVIRONMENT MONITORING
- LAND MONITORING
- CLIMATE CHANGE
- EMERGENCY MANAGEMENT
- SECURITY

Copernicus
Europe's eyes on Earth

© European Union, 1995-2024

Das Copernicus Programm der EU

Sentinel Satelliten



PROGRAMME OF THE
EUROPEAN UNION



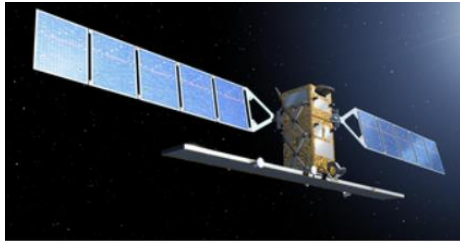
co-funded with



© European Union, © ESA

Das Copernicus Programm der EU

Sechs unterschiedliche Missionen bilden die **Sentinel-Satellitenfamilie**: Sentinel -1, -2, -3, -5P und -6 sind eigenständige Satelliten, während Sentinel-4 und -5 spezielle Messinstrumente sind, die auf Satelliten von EUMETSAT* mitfliegen.



Sentinel-1

ESA/ Europäische Kommission

- Start: 2014 (Sentinel-1A), 2016 (Sentinel-1B), 2023 (Sentinel-1C), 2024 (Sentinel-1D), ab 2032 (neue Generation)
- Instrument:
 - C-Band Radarinstrument mit synthetischer Apertur (SAR)
- Wiederholrate: 6 Tage (mit zwei Satellitenkonstellation)
- Räumliche Auflösung: je nach Aufnahmemodus 9m-40m



Sentinel-2

ESA / Europäische Kommission

- Start: 2015 (Sentinel-2A), 2017 (Sentinel-2B), ab 2024 (Sentinel-2C), ab 2025 (Sentinel-2D), ab 2033 (neue Generation)
- Instrument:
 - MSI (Multi-Spectral Instrument)
- Wiederholrate: 5 Tage (mit zwei-Satellitenkonstellation)
- Räumliche Auflösung: je nach Kanal 10m- 60m Auflösung



Sentinel-3

ESA / Europäische Kommission

- Start: 2016 (Sentinel-3A), 2018 (Sentinel-3B), ab 2024 (Sentinel-3C), ab 2025 (Sentinel-3D), ab 2033 (neue Generation)
- Instrumente:
 - OLCI (Ocean and Land Colour Imager)
 - SLSTR (Sea and Land Surface Temperature Radiometer)
 - Radaraltimeter
 - Mikrowellenradiometer
- Wiederholrate: < 2 Tage

Sentinel-4, Sentinel 5P und Sentinel 5 messen atmosphärische Spurengase und Aerosole und liefern damit Informationen über die Atmosphäre und Luftqualität

Sentinel-6 ist auf die Messung des Meeresspiegels, Topografie der Ozeane und deren Zirkulation spezialisiert

Quelle: <https://www.d-copernicus.de/daten/satelliten/>

*Europäische Organisation für meteorologische Satelliten

Das Copernicus Programm der EU

Copernicus Dienste



© European Union, © ESA

Das Copernicus Programm der EU

Copernicus - Dienste

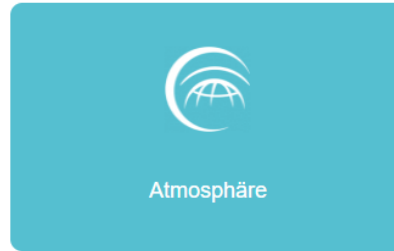


© European Union, © ESA

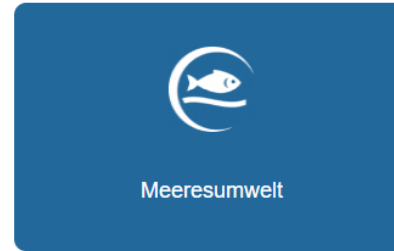


<https://www.copernicus.eu/de/copernicus-dienste>

Aus Daten werden Informationen *Für unsere Wälder*



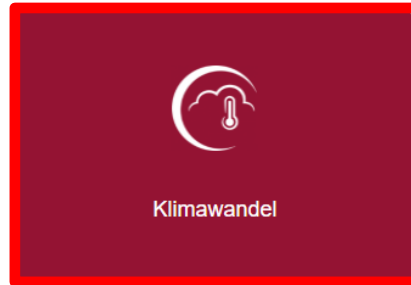
Atmosphäre



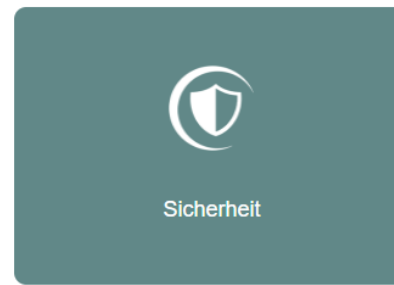
Meeresumwelt



Landüberwachung



Klimawandel



Sicherheit



Katastrophen- und
Krisenmanagement

Das Copernicus Programm der EU



Landüberwachung

Copernicus-Landüberwachungsdienst (Copernicus Land Monitoring Service – CLMS)

Technical assistance | Production updates | News and Events | Work opportunities | Register/Login |

CLMS portfolio | Dataset catalogue | Data viewer | Use cases | About us

Copernicus Land Monitoring Service (CLMS)

We provide geographical information on land cover and its changes, land use, ground motion, vegetation state, water cycle and earth surface energy variables for both Europe and the entire globe.

All products are free of charge and can be used for any purpose.

1st CLMS General Assembly 2-5 June 2024 – REGISTRATION OPEN

- Land Cover and Land Use Mapping**
Land cover classifications complemented by detailed layers on vegetated and non-vegetated land cover characteristics.
- Priority Area Monitoring**
Tailored land cover and land use information with a higher level of detail for specific areas of interest prone to environmental changes.
- Bio-geophysical Parameters**
Qualified bio-geophysical products on the status and evolution of the land surface complemented by the long term time series.
- Ground Motion Monitoring**
Information on the natural and anthropogenic ground motion throughout Europe with millimeter accuracy.
- Satellite Data**
Satellite image mosaics from Copernicus and commercial satellite missions monitoring land surface conditions.
- Reference and Validation Data**
Ground-based observations, geospatial reference data used in CLMS product creation or validation.

- ✓ **Global:** Produkte mittlerer räumlicher und hoher zeitlicher Auflösung zur Landbedeckung, Vegetation, Wasser- und Energieflüssen und der Kryosphäre
- ✓ **Auf Europäischer Ebene:** konsistente Landbedeckungsinformationen (CORINE Land Cover) sowie sogenannte High-Resolution Layer (HRL) hochauflösende Produkte, z. B. zur Flächenversiegelung und Waldbedeckung
- ✓ **Lokal:** Detailkartierungen zur Landbedeckung und –nutzung in urbanen Siedlungsräumen, Natura 2000-Gebieten sowie entlang europäischer Binnengewässer
- ✓ Referenzdaten stehen u.a. in Form von aufbereiteten und on-demand verfügbaren Bildmosaiken, punktuellen Landbedeckungsaufnahmen und Geländemodellen zur Verfügung.



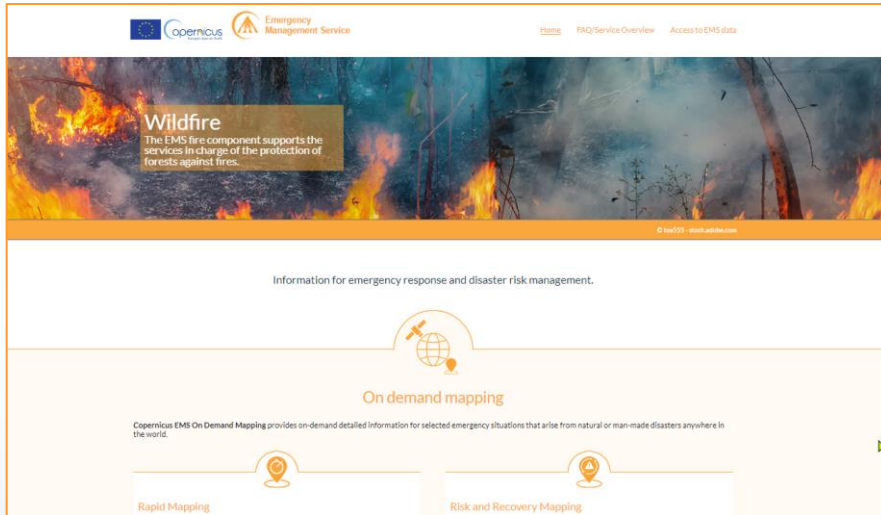
<https://land.copernicus.eu/en>

Das Copernicus Programm der EU



Katastrophen- und
Krisenmanagement

Der Copernicus-Dienst für Katastrophen -und Krisenmanagement (Copernicus Emergency Management Service – EMS)



- ✓ **Kartierungen** für breite Palette von Notsituationen, wie Hochwasser, Sturm, Erdbeben, Waldbrände, Erdbeben oder humanitäre Krisen (davor, während und nach diesen)
- ✓ **Europäisches Hochwasser-Frühwarnsystem (EFAS):** europaweite Beobachtung und Prognose von Überflutungen
- ✓ **Europäisches Waldbrandinformationssystem (EFFIS) und globales Waldbrandinformationssystem (GWIS):** überwachen Waldbrandaktivitäten in Echtzeit und halten historische Informationen über Waldbrände vor.
- ✓ **Europäischer Dürremonitor (EDO) und Globaler Dürremonitor (GDO):** stellen dürrebetreffende Informationen und Frühwarnungen bereit



<https://emergency.copernicus.eu/>

Das Copernicus Programm der EU



Klimawandel

Der Copernicus-Klimawandeldienst (Copernicus Climate Change Service – C3S)

The screenshot shows the Copernicus Climate Change Service website. At the top, there are logos for Copernicus, European Commission, and ECMWF. The main content area features a world map with a red overlay, titled "The latest Climate Bulletins Highlights of the March monthly summaries". Below the map, there is a section titled "The ESOTC 2023 is published" with a "Read more" button.

- ✓ Konsistente Bewertung grundlegender Klimavariablen
- ✓ Globale und regionale Analysen (Erdsystem umfassend: Atmosphäre, Ozean, Land, Kohlenstoff)
- ✓ Nahe-Echtzeit Klimamonitoring für Monate und Jahre
- ✓ Klimavorhersagen für Jahreszeiten-, Jahre und Dekaden (ab 2020+)
- ✓ Attributionsservice zur Bestimmung des Klimawandelanteiles extremer Witterungsereignisse (ab 2020+)



<https://climate.copernicus.eu/>

Das Copernicus Programm der EU

Informieren Sie sich auf den jeweiligen Webseiten der Copernicus Dienste!

Eine Übersicht und Kurzbeschreibung sind auch auf der deutschen Copernicus Webseite zu finden:



<https://www.d-copernicus.de/daten/fernerkundungsdienste/copernicus-kerndienste/>

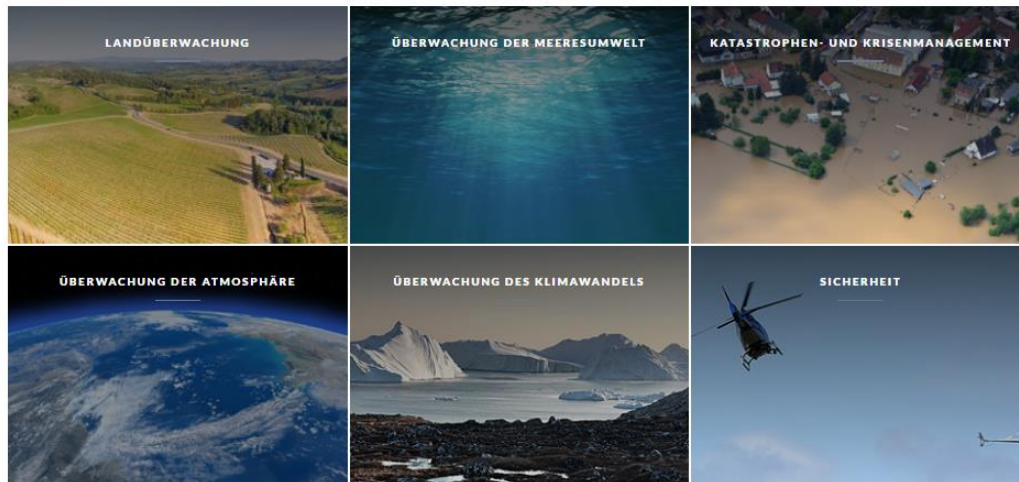


HOME PROGRAMM DATEN INFOTHEK NETZWERKBÜROS

COPERNICUS KERNDIENSTE

Sie stellen umfangreiche Grundlageninformationen bereit, die für vielfältige Anwendungen weiter verarbeitet werden können. Grundsätzlich werden die Daten der Kerndienste kostenlos allen Nutzern zur Verfügung gestellt.

Die Copernicus Kerndienste adressieren sechs unterschiedliche Themenbereiche:



Das Copernicus Data Space Ecosystem (CDSE)

Explore the Copernicus Data Space Ecosystem

Welcome to the Copernicus Data Space Ecosystem, an open ecosystem that provides free instant access to a wide range of data and services from the Copernicus Sentinel missions and more on our planet's land, oceans and atmosphere.

The Copernicus Data Space Ecosystem not only ensures the continuity of the open and free access to Copernicus data but also extends the portfolio for data processing and data access possibilities. Delve into the data via the Copernicus Browser and register to create an account and have an even better comprehensive exploration experience.



<https://dataspace.copernicus.eu/>

Das Copernicus Data Space Ecosystem (CDSE)

Copernicus Plattform

für den Zugang
zu Daten, deren
Aufbereitung
und Analyse
(seit Herbst 2023)



<https://dataspace.copernicus.eu/>

News Dashboard Cases Events Gallery Videos About

EXPLORE DATA ANALYSE DATA ECOSYSTEM SUPPORT LOGIN

Explore the Copernicus Data Space Ecosystem

Welcome to the Copernicus Data Space Ecosystem, an open ecosystem that provides free instant access to a wide range of data and services from the Copernicus Sentinel missions and more on our planet's land, oceans and atmosphere.

The Copernicus Data Space Ecosystem not only ensures the continuity of the open and free access to Copernicus data but also extends the portfolio for data processing and data access possibilities. Delve into the data via the Copernicus Browser and register to create an account and have an even better comprehensive exploration experience.

EXPLORE THE COPERNICUS BROWSER REGISTER

Das Copernicus Data Space Ecosystem (CDSE)

Copernicus
Plattform

für den Zugang
zu Daten
Aufbau
und A
(seit He



<https://cdse.copernicus.eu/>

News Dashboard Cases Events Gallery Videos About

PROGRAMME OF THE EUROPEAN UNION Copernicus ESA

EXPLORE DATA ANALYSE DATA ECOSYSTEM

SUPPORT LOGIN

Live-Demo
Sie sind herzlich eingeladen, die nachfolgenden Schritte mitzumachen!
Eine Dokumentation wird im Nachgang des Seminars online auf der Copernicus Netzwerkbüro Wald Webseite als Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Verfügung gestellt.

EXPLORE THE COPERNICUS BROWSER REGISTER

Abschlussumfrage

Wir bedanken uns für Ihr Interesse und freuen uns über Ihr Feedback und Anregungen sowie inhaltliche Wünsche für das nächste Online-Seminar am 03. Juli 2024!

Bitte nehmen Sie sich nochmal kurz Zeit für die Beantwortung unserer Abschlussfragen, die in Kürze auf Ihrem Bildschirm erscheinen, vielen Dank!

Team | Netzwerkbüro Wald



Marietheres Hensch &

Nicole Albert

Thünen-Institut für Waldökosysteme

Alfred-Möller-Str. 1

16225 Eberswalde

Telefon: +49 3334 3820-390

Telefax: +49 3334 3820-354

E-Mail: [copernicus-wald\[at\]thuenen.de](mailto:copernicus-wald[at]thuenen.de)

www.d-copernicus.de/wald