

Leuchtende Pflanzen – Photosynthese aus dem All beobachten

Begleitmaterial für Lehrkräfte

Autoren: Pia Mailänder, Dr. Michael Schmidt, Prof. Dr. Zbynek Malenovsky
(Remote Sensing Research Group Universität Bonn)

Fächer: Geographie, Biologie,
Naturwissenschaft, Technik, Physik

Jahrgangsstufe: 10-13 (Sek II)

Themen: Photosynthese, Fluoreszenz,
Fernerkundung, Satellitenbilder,
Erdbeobachtung, Vegetation

Benötigte Materialien: Arbeitsblatt
„Leuchtende Pflanzen – Photosynthese aus
dem All beobachten“, Endgerät mit
Internetzugang

Zeitbedarf: 1-2 Unterrichtsstunden

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler (SuS) können...

- den Prozess der Lichtabsorption im Blatt und der Fluoreszenz nachvollziehen.
- die ökologische Bedeutung der Fluoreszenz ergründen.
- den Prozess der Fluoreszenz Messung mit Satelliten verstehen und Herausforderungen erkennen.
- sich über die FLEX Mission der ESA als Beispiel für die Fluoreszenz Messung aus dem All informieren.

Voraussetzungen

Die SuS benötigen ein mobiles Endgerät mit Internetzugang.

Lehrplanbezug

Auszug ausgewählter Bundesländer:

Bundesland	Inhaltsfeld	Klassen	Detail
NRW	Lebensräume und deren naturbedingte sowie anthropogen bedingte Gefährdung	SEKII	„(...) Möglichkeiten und Grenzen der modernen Technik deutlich werden können.“ (schulentwicklung.nrw.de)
Bayern	Geographische Arbeitstechniken	SEKII	„Die SuS (...) interpretieren differenziert physisch-geographische und thematische Karten, Diagramme sowie Bilder und Satellitenbilder; interpretieren und bewerten Strukturdaten, Daten aus Statistiken sowie Indizes.“ (lehrplanplus.bayern.de)
Baden-Württemberg	Digitale Orientierung	Klassen 9/10	„Die Schülerinnen und Schüler können die Nutzung von digitalen Medien und von Informationen aus der Fernerkundung zur Raumanalyse darstellen.“ (bildungsplaene-bw.de)
Bremen	Kompetenzbereich „Geographische Analyse- und Methodenkompetenz“	SEKII	„Der Beurteilung und Einordnung raumbedeutsamer geographischer Phänomene und der Entwicklung geographischer Fragestellungen und Hypothesen geht daher eine gründliche Analyse unter Anwendung fachspezifischer, also an natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Verfahren angelehnter Methoden (zum Beispiel Nutzung geographischer Informationssysteme, Analyse digitaler Daten der Fernerkundung, ...)“ (lis.bremen.de)
Rheinland-Pfalz	Grenzen der Raumnutzung	SEKII	„Methodische Anregungen: Satellitenbilder beschreiben, vergleichen und interpretieren.“ (lehrplaene.bildung-rp.de)
Sachsen	Geographische Denk- und Arbeitsweise	SEKII	„Die Schüler sind in der Lage, Wetterkarten und meteorologische Satellitenbilder Europas zu interpretieren.“ (cms.sachsen.schule)
Schleswig-Holstein	Einstieg in die Geographie	SEKII	„Arbeiten wie ein Geograph: Orientierung, Karte, Atlas, WebGIS / internetbasierte Raumdarstellungen“ (fachportal.lernnetz.de)
Thüringen	Methodenkompetenz	SEKII	„Methoden der Fernerkundung beschreiben und Luft- und Satellitenbilder interpretieren.“ (schulportal-thueringen.de)

Lösungen

Aufgabe 1

Schau dir das Video zur Chlorophyllfluoreszenz vom Forschungszentrum Jülich an und beantworte die folgenden Fragen:

Link zum Video: <https://www.youtube.com/watch?v=3Doj6Behc2s> („Chlorophyllfluoreszenz: Das Leuchten der Pflanzen“)

Welche Voraussetzungen benötigt man, um die Chlorophyllfluoreszenz in dem Experiment sichtbar zu machen?

Lösung:

Man benötigt eine dunkle Umgebung, eine blaue Lichtquelle und eine Rotfilterbrille.

Beschreibe in deinen eigenen Worten den Prozess der Chlorophyllfluoreszenz. Welchen Einfluss hat Beschattung auf die Fluoreszenz?

Lösung:

Bei der Photosynthese wird ein Teil der absorbierten Sonnenenergie als rotes Licht wieder abgegeben. Dieses rote Signal bezeichnet man als Chlorophyllfluoreszenz. Wird ein Teil des Blattes beschattet, passt sich der Photosynthese-Apparat an die geringen Lichtverhältnisse an (dunkeladaptiert). Wird dieser Teil des Blattes dann wieder Licht ausgesetzt, ist die Fluoreszenz höher als in lichtadaptierten Teilen des Blattes, da dem Photosynthese-Apparat mehr Energie zur Verfügung steht als es nutzen kann.

Beschreibe in deinen eigenen Worten, wie man das Fluoreszenzsignal für das menschliche Auge sichtbar machen kann.

Lösung:

Um das Fluoreszenzsignal für das menschliche Auge sichtbar zu machen, muss die Pflanze zuerst in einen dunklen Raum positioniert werden. Anschließend wird mit einem blauem Licht Photosynthese in der Pflanze induziert. Um das dabei emittierte Fluoreszenzsignal zu sehen, muss das stärkere blaue Licht rausgefiltert werden. Dies geschieht mit einem roten Filterglas. So kann nur das rote Fluoreszenzsignal zu unserem Auge durchdringen.

Aufgabe 2

Schau dir **Abbildung 2** an. Welche Schwierigkeiten ergeben sich bei der Messung der Fluoreszenz durch einen Satelliten. Welche Störfaktoren könnten die Messung erschweren?

Lösung:

Abbildung 2 ist zu entnehmen, dass der Sensor am Satelliten nicht nur das Fluoreszenz Signal empfängt, sondern auch die Reflexion der Oberfläche sowie ein Streuungssignal aus der Atmosphäre. Um das Fluoreszenz Signal zu isolieren muss also erst mal die atmosphärische Streuung als Störsignal entfernt werden und anschließend die Reflexion von der Fluoreszenz getrennt werden.

Aufgabe 3

Vergleiche die Signatur des Fluoreszenz Signals und der Reflexion grüner Vegetation im unteren Teil von **Abbildung 3**. Welche Unterschiede zwischen den Signaturen fallen dir auf?

Lösung:

Vergleicht man die Signaturen der Fluoreszenz und der Reflexion grüner Vegetation fallen diese Punkte auf:

- **Der Verlauf der Fluoreszenz Kurve ist glatt, während die Reflexionskurve in Abhängigkeit von der Wellenlänge stark variiert.**
- **Das Fluoreszenz Signal ist wesentlich schwächer als die Reflexion (unterschiedliche Y-Achsen beachten!).**
- **Die Fluoreszenzkurve hat zwei klare Scheitelpunkte.**
- **Die Kurvenverläufe zeigen keine Korrelation hinsichtlich der Wellenlänge.**

In welchen Wellenlängenbereichen liegen die zwei Höhepunkte der Fluoreszenz Kurve?

Lösung:

Das Fluoreszenz Signal hat zwei klare Höhepunkte bei 685nm und 740nm.

Aufgabe 4

Öffne die Plattform „Copernicus Sentinel-5P Mapping Portal“ unter diesem Link: <https://maps.s5p-pal.com>

Die Plattform bietet Visualisierungen für die verschiedenen Datenprodukte der Sentinel-5P Mission auf unterschiedlichen zeitlichen Skalen. Wählt unter „Quantity“ SIF aus. Nun seht ihr ein Durchschnittsprodukt der „Solar Induced Fluorescence“ (SIF) (deutsch: Solarinduzierte Chlorophyllfluoreszenz), welches vom Sentinel-5P TROPOMI Sensor gemessen wurde.

Beantworte die folgenden Fragen.

1. Wählt unter „Period“ die jährliche Darstellung („Year“) aus. In welchen Regionen der Erde hat TROPOMI im jährlichen Durchschnitt am meisten Fluoreszenz gemessen? Womit könnte das zusammenhängen?

Im jährlichen Durchschnitt ist die Fluoreszenz besonders in tropischen und subtropischen Regionen hoch. Auch in Europa und Nordost-Amerika sind höhere Werte zu finden. Dies hängt mit der Menge und Produktivität der Biomasse zusammen.

2. Wählt unter "Period" die saisonale Darstellung („Season“) aus. Unter der Karte könnt ihr nun zwischen verschiedenen Zeitabschnitten wählen. Vergleicht die verschiedenen Jahreszeiten miteinander. Welchen Zusammenhang zwischen der Fluoreszenz und der Saisonalität könnt ihr feststellen? Gibt es globale Unterschiede?

In Regionen mit Jahreszeitenklima ist die Fluoreszenz ein klarer Indikator für den Beginn der Vegetationsperiode und der steigenden Produktivität der Vegetation im Sommer. In Regionen mit Tageszeitenklima ist die Fluoreszenz simultan zur photosynthetischen Aktivität über das Jahr etwa gleich. Die Fluoreszenz ist also ein klarer Indikator für die Produktivität der Vegetation.