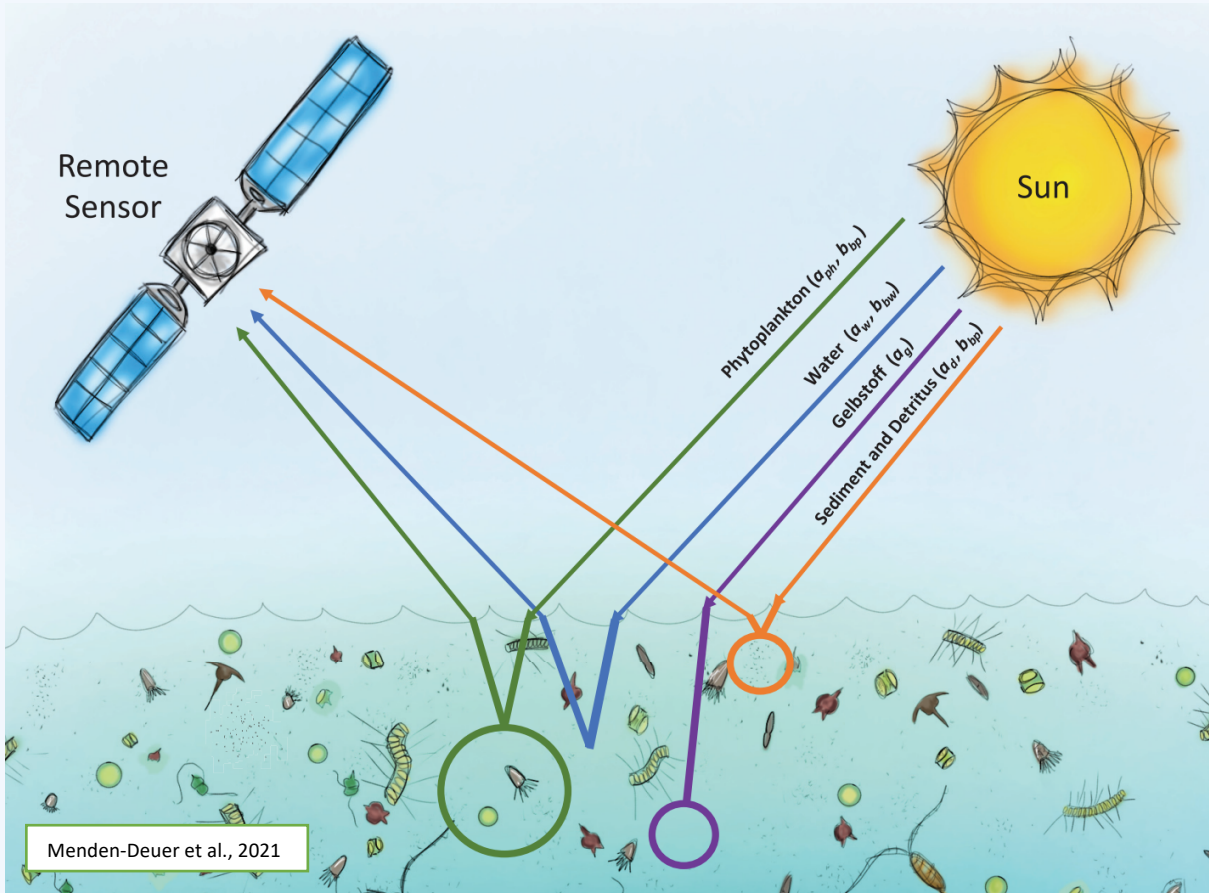


Biologie
Geographie



Unterrichtsmaterialien zum Thema

Möglichkeiten der Fernerkundung von Gewässern

Jahrgangsstufe 10-12

Material für LehrerInnen

Projektinformation

Die Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe werden im Rahmen des FPCUP-Projekts erstellt, das von der Europäischen Kommission im Rahmen der Aktion "2020-2-13 Cop4Schools - Crossing Borders in Education" (2020-2-13 Cop4Schools - Grenzen überschreiten in der Bildung) finanziert wird. Das allgemeine Ziel der Aktion ist die Entwicklung von Unterrichtsmaterialien, die auf dem Copernicus-Programm und seinen Missionen basieren und Erdbeobachtungsdaten und -dienste für den Einsatz im Schulunterricht präsentieren. Es werden interaktive Lernwerkzeuge, Arbeitsblätter und ein Mini-MOOC bereitgestellt.

<https://esero.ee/>



Übersicht

Jahrgangsstufe



Niveau



Zeitbedarf

45 minutes

AutorIn

Kersti Kangro

Ziele

Die Schülerinnen und Schüler (SuS) ...

- wissen, wie man die Möglichkeiten der Fernerkundung von Gewässern nutzt;
- haben Kenntnisse über Plattformen zum Abrufen von Satelliteninformationen über Gewässer
- überprüfen, ob eine Algenblüte in Oberflächengewässern vorliegt.

Kompetenzen

Mehrere Aspekte der naturwissenschaftlich-technischen Kompetenz werden erfüllt:

- Lösen von Aufgaben in verschiedenen Lebensbereichen;
- Die Fähigkeit, wissenschaftsspezifische Symbole und Methoden zu verwenden;
- Verständnis für die Bedeutung der Naturwissenschaften und der Technik im Alltag.

Themen

Phytoplankton

Fernerkundung

Satellitenbilder

Messungen

Klimawandel

Medien & Material

Arbeitsblatt „Möglichkeiten der Fernerkundung für Gewässer_SchülerInnen“

Lehrkräftematerial "Möglichkeiten der Fernerkundung für Gewässer _LehrerInnen"

Didaktische Anmerkungen

Relevanz des Themas

Das massenhafte Auftreten von Mikroalgen (z. B. Cyanobakterien in Süßgewässern) kann in Gewässern, in denen Menschen schwimmen, ein Gesundheitsrisiko darstellen. Deshalb ist es notwendig, den Zustand der Blüte zu überwachen. Hier zeigen wir den Schülern, wie man Algenblüten erkennen kann.

Bezug zum Kernlehrplan

Das Unterrichtsmaterial richtet sich an allgemeine Themen des estnischen Lehrplans wie "Gesundheit und Sicherheit" und "IKT-Fähigkeiten" sowie an die estnischen Lehrpläne für Geografie und Biologie, wo es sich in übergreifende Themen wie "Fähigkeit, die wissenschaftliche Methode zur Lösung von Alltagsproblemen anzuwenden" und "Fähigkeit, Informationen zur Lösung verschiedener Probleme im Bereich Geografie und Biologie zu finden" einfügt, die zwischen den Klassenstufen 10 und 12 (15-19 Jahre) behandelt werden.

Voraussetzung

Die SuS benötigen Zugang zum Internet und zu zwei Portalen:

- **Satiladu:** <https://geoportaal.maaamet.ee/est/Satiladu-p733.html>.
- **Tarkka+:** <https://tarkka.syke.fi/>

Einführung

Ziel dieser Übung ist es, die Daten der Fernerkundung und die Möglichkeiten verschiedener Portale für das estnische Gebiet zu erkunden und die jahreszeitliche und zwischenjährliche Dynamik des Phytoplanktons im Peipussee genauer zu untersuchen.

Daten

Für diese Übung werden RGB-Echtfarbbilder verwendet, die entweder von Sentinel 2/ MSI (Multispektralinstrument) (Satiladu) oder einer Kombination verschiedener Satelliten (Tarkka+ Portal) stammen - ESA Sentinel 2 und Sentinel 3/OLCI (Ocean and Land Colour Instrument) und NASA Landsat 8 und 9 /OLI (Operational Land Imager).

Sentinel 2/MSI hat weniger Kanäle als Sentinel 3/OLCI. Die Wellenlängen werden für verschiedene Zwecke verwendet:

S3 Kanal	Zentrale Wellenlänge (nm)	Bandbreite (nm)	Verwendung	Sentinel 2 zentrale Wellenlänge (nm)
1	400	15	CDOM, Abbauprodukte	
2	412.5	10	CDOM, Abbauprodukte	

3	442.5	10	Das Absorptionsmaximum von Chlorophyll a	443
4	490	10	Chlorophyll und andere Pigmente	490
5	510	10	Suspension	
6	560	10	Das Absorptionsminimum von Chlorophyll a	560
7	620	10	Der Höchstwert von Phycocyanin	
8	665	10	Chl a Absorption ja Basiswert der Fluoreszenz	665
9	673.75	4.5	Chl a Fluoreszenz	
10	681.25	7.5	Höchstwert der Fluoreszenz	
11	708.25	10	Der Basiswert der Fluoreszenz, atmosphärische Korrektur	705
12	753.75	7.5	Vegetation, Wolken	740
13	761.25	2.5	O ₂ Absorption	
14	764.3	3.75	O ₂ Absorption	
15	767.5	2.5	O ₂ Absorption	
16	778.75	15	Atmosphärische Korrektur	783
17	865	20	Vegetation, Basiswert des Wasserdampfes	842, 865
18	885	10	Atmosphärische Korrektur	
19	900	10	Wasserdampf, Land	
20	940	20	Wasserdampfabsorption	945
21	1020	40	Atmosphärische Korrektur	1375, 1610

Hintergrund

Copernicus ist das Erdbeobachtungsprogramm der Europäischen Kommission und die Copernicus-Satellitenbilder sind für jedermann kostenlos zugänglich.

Satelliten können entweder aktive (sie nutzen ihre eigene Energiequelle) oder passive Sensoren tragen (sie übertragen das Signal nicht aktiv, sondern nutzen das Licht der Sonne). Optische Sensoren sind die passiven Sensoren. Ein wichtiger Spektralbereich ist das sichtbare Licht (400-700 nm); Kanäle mit längeren Wellenlängen werden hauptsächlich für die Korrektur der Atmosphäre verwendet. Für Temperaturmessungen wird der infrarote Spektralbereich verwendet, und es werden nur Informationen über die sehr dünne Oberflächenschicht abgerufen. Sentinel 3/OLCI (Ocean and Land Colour Instrument) hat 21 Kanäle, und die Pixelgröße am Boden beträgt 300x300 m. Sentinel 2/MSI (Multispectral Instrument) hat weniger Kanäle; die minimale Pixelgröße am Boden beträgt 10x10 m, die nicht in allen Kanälen verfügbar ist. Sentinel 2 ist für Landanwendungen konzipiert; es kann für Wasseranwendungen eingesetzt werden, aber viele wichtige Wasserparameter sind nicht nachweisbar.

Gewässer sind auf dem Satellitenbild im Allgemeinen dunkel gefärbt. Das meiste Licht wird im Wasser absorbiert und nur ein kleiner Teil wird reflektiert. Besonders dunkel sind die schwarzen Seen (häufig in Mooren). Das Licht wird durch verschiedene Partikel im Wasser, Phytoplankton, verschiedene Abbauprodukte und gelöste organische Stoffe absorbiert. Je grüner das Gewässer ist, desto mehr Mikroalgen leben dort. Treibende Pflanzen oder Phytoplankton sind die Grundlage von Nahrungsketten; es wird von Zooplankton oder benthischen Tieren gefressen, die wiederum von Fischen gefressen werden (und Fische können von Menschen verzehrt werden).

Blualgen sind im Sommer in unseren Gewässern häufig anzutreffen - sie mögen warmes Wasser. Sie können auch selbst Stickstoff binden, so dass ein Stickstoffmangel ihr Wachstum nicht beeinträchtigt. Blualgen können sehr zahlreich sein, und die Veränderung der Wasserfarbe ist mit bloßem Auge zu erkennen - wenn sich Flocken oder runde Kolonien im Wasser befinden oder die Farbe des Wassers bläulich-grün ist, lohnt es sich, nach dem Schwimmen zu duschen!



Verschiedene Blualgen aus dem Peipussee sind *Microcystis*, *Gloeotrichia* (z. B. Igelalgen) und *Dolichospermum* mit Sporen. Fotos: Kairi Maileht.

Aufgaben und Musterlösungen

- 1) Wo kann ich Satellitenbilder von Estland finden?
 - a) Auf dem Portal der estnischen Landbehörde, **Satiladu**, können Sentinel-2-Daten über

Estland eingesehen werden. Satiladu: <https://geoportaal.maaamet.ee/est/Satiladu-p733.html>. Klicke auf ein kleines Bild, um ein größeres Bild zu sehen. Ist ganz Estland in einer Bildleiste sichtbar? Normalerweise ist **nicht ganz Estland in einer Bildleiste sichtbar**. Wie oft erhalten wir Informationen über den Peipussee vom Satelliten Sentinel 2? In einem **Mindestabstand von 2 Tagen**.

b) Das **Tarkka+** Portal <https://tarkka.syke.fi/> ist hauptsächlich auf Finnland ausgerichtet, ermöglicht aber auch einen Blick auf Estland. Du kannst die englische Sprache wählen. Da es auch die Möglichkeit gibt, Sentinel-3-Bilder (zusätzlich zu den Sentinel-2-Bildern) zu betrachten, können wir ein Bild von jedem Tag erhalten. Siehe den "EO map viewer".

- Finde heraus, welche Satellitendaten verwendet wurden, um die gestrige Karte zu erstellen. Was kann passieren, wenn du nicht alle Satelliten auswählst? **In diesem Portal sind Sentinel 3, Sentinel 2 und Landsat verfügbar. Wenn Sie z. B. nur Landsat auswählen, gibt es möglicherweise keine Informationen für den von Ihnen gewählten Tag. Sentinel 2 liefert detailliertere Informationen. Wenn Sie alle Satelliten auswählen, erhalten Sie ein kombiniertes Bild. [MERIS war der Vorgänger von Sentinel 3 zwischen 2003 und 2011 und ist derzeit nicht in Betrieb].**
- Wähle einen Monat aus (verwenden Sie den Kalender) und überprüfe, ob es im ausgewählten Monat mehr bewölkte oder klare Tage gab. **Normalerweise sind die meisten Tage im Herbst bewölkt, und auch die Tage im August können ziemlich bewölkt sein. Im Frühling gibt es klarere Tage, z. B. im Mai. Im Sommer kann der Morgen sehr klar sein, aber da die Satelliten Estland gegen 13 Uhr überfliegen, haben sich zu diesem Zeitpunkt bereits Wolken gebildet.**
- Wähle ein Bild aus und achte darauf: Welche Farbe haben die Wasserflächen? Finde drei verschiedene Farben von Gewässern in Estland. Hellblaues Wasser findet man normalerweise an den Stränden am Meer. Gibt es auch hellblaue Gewässer in Estland? **Ja, die gibt es. In den Sedimentteichen der Aschefelder (in der Nähe der Narva-Kraftwerke im Nordosten Estlands) gibt es zum Beispiel sehr alkalisches Wasser (pH > 12)).**

Grüne Wasserkörper: Harku järv, Ülemiste.

Schwarze Gewässer: die Ostsee und die meisten Seen.

Der Peipussee ist der größte See in Estland und wird mit Russland geteilt. Das bedeutet, dass es sich um einen grenzüberschreitenden Wasserkörper handelt, bei dem zwei verschiedene Länder für den guten Zustand des Gewässers eintreten sollten. Blaualgenblüten sind ein häufiges Problem im Peipussee. Hier ist ein Beispiel vom Juni 2020..

2) Lies den Artikel <https://www.terviseamet.ee/et/uudised/peipsi-jarves-vohab-sinivetikas> (Übersetzung in der Datei "Zusätzlicher Artikel zum Unterrichtsmaterial")

- Welches sind die beiden wichtigsten Bedingungen, die eine Algenblüte begünstigen (**warmes Wetter und Windstille, die die Algen an die Oberfläche bringen, und Wind**)

aus einer bestimmten Richtung, der die Algenblüte auf das Seeufer konzentriert)?

- Wer ist am meisten von den giftigen Cyanobakterien betroffen? **Kleine Kinder, Haus- und Nutztiere, z. B. Hunde, die direkt aus dem See trinken und ihr verunreinigtes Fell ablecken.**
- Was sollte man mit Wasser, das Cyanobakterien enthält, nicht tun? **Das Wasser darf nicht zum Saunieren, Kochen, Trinken oder Gießen von Pflanzen verwendet werden.**



Das Hauptpigment des Phytoplanktons, Chlorophyll a, liefert Informationen über das Phytoplankton, da es das häufigste photosynthetische Pigment ist, das in allen photosynthetischen Pflanzen und Blaualgen vorkommt. Neben Chlorophyll a gibt es eine Vielzahl von algengruppenspezifischen akzessorischen Pigmenten. Das zusätzliche Pigment von Blaualgen ist beispielsweise das blaue Pigment Phycocyanin, das das Wasser bläulich-grün färbt (siehe Bild des Peipussees).

- 3) Betrachte das Bild **Satiladu**: Jahr 2020, Echtfarbe. Klicke im Kalender auf das erste und letzte Datum des Monats Juni. Wähle ein klares Bild und sieh es dir genauer an.
- a) Siehst du zu dem im Artikel genannten Zeitpunkt verschwommene Bereiche am Ufer des Peipussees? **Am 08.06.2020 sehen Sie eine schwache Blüte im unteren Teil des Peipussees; am 18.06.20 sehen Sie ebenfalls eine schwache Blüte in der Mitte.**
 - b) Ist die Phytoplanktonblüte auch jenseits des Ufers erkennbar? **Am 23.06.20 ist das gesamte Westufer mit Algen bedeckt; am 25.06.20 kann man von Omedu bis Päärissaare eine Dunkelheit erkennen.**
 - c) Was kannst du auf dem zweiten klaren Bild vom Juni sehen – kannst du die Blüte im nördlichen Teil des Sees erkennen? **Nein.** Was könnte der Grund dafür sein, dass es in den nördlichen Regionen keine Blaualgen gibt? **Die Windrichtung begünstigte nicht den Transport der Algen zum Nordufer.**
 - d) Blick auf das Portal **Tarkka+**, Juni 2020. Wann beginnt die Blüte im Peipussee? **Am 08.06.20 ist die Blüte zu sehen.**

- 4) Betrachte die Temperaturkarte von **Tarkka+**.
- a) Kann man die vom G4S am Strand gemessenen hohen Temperaturen auch auf einem Satellitenbild sehen?
 - b) Vergleiche die Daten vom 2. Juni 2020 mit denen vom 18. Juni. Ist es wärmer geworden? **Der 18. Juni ist viel wärmer.**

EXTRA:



NEW SCIENTIST | 2023 on ajaloo kuumim aasta ning temperatuurid vaid kerkiavad

Bild: teadus.postimees.ee

Beantworte die Fragen:

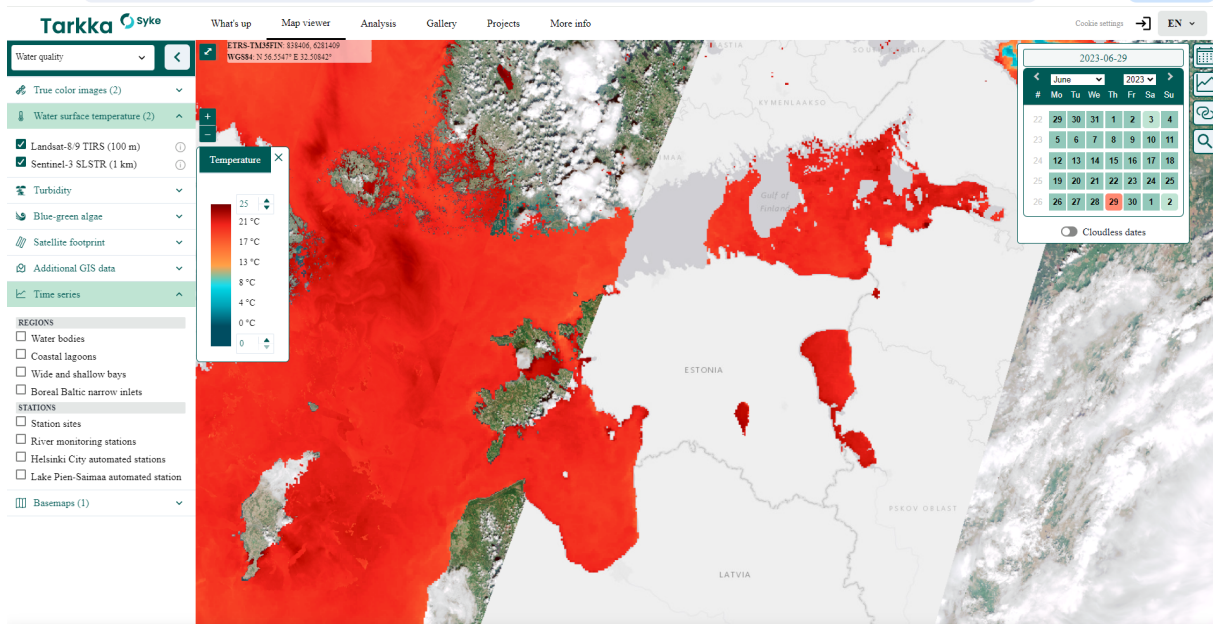
a) War der Juni 2023 im Peipussee warm? Was ist mit der Ostsee? **Ja, die Temperatur stieg ab dem 1. Juni, als die Temperatur bei 13 °C lag, allmählich bis Ende Juni an, mit einer Wassertemperatur von über 20 °C. Der Temperaturanstieg war für die Ostsee ähnlich, aber die Ostsee war anfangs kälter (von 10 °C auf 20 °C).**

a) Wann war es im Peipussee im Jahr 2023 am wärmsten?

Zur Beantwortung dieser Frage kann die Temperaturskala von 13 bis 30 eingestellt werden, so dass die sommerlichen Temperaturschwankungen deutlicher werden. Höhere Temperaturen sind von Mitte bis Ende Juni und Mitte August zu beobachten. Am ersten Juni liegt die Temperatur bei 13 °C, Ende Juni bei über 20 °C.

b) Spiegelt sich die wärmere Periode in der mehr schwimmenden grünen Masse im RGB-Bild des Peipussees wider?

Die Blüte auf dem größten Teil des Peipussees begann um den 20. Juni und ist Mitte August weit fortgeschritten.



Die Temperatur am 29. Juni beträgt >20°C.

Extra Information

- Chorus, I. & Welker, M. 2021. Toxic cyanobacteria in water. <https://www.who.int/publications/m/item/toxic-cyanobacteria-in-water---second-edition>
- European Space Agency Sentinel 3. https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-3
- Lhotka, O. & J. Kysely, 2022. The 2021 European Heat Wave in the Context of Past Major Heat Waves. Earth and Space Science 9: e2022EA002567. <https://doi.org/10.1029/2022EA002567>.
- Wekeo – Copernicus and Sentinel data <https://www.wekeo.eu/>

- Use-cases: <https://www.wekeo.eu/use-cases>
- EO Browser <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>
- My Ocean Viewer CMEMS portaalist <https://marine.copernicus.eu/>