

Unterrichtsmaterial DSCOVOR (LuL)

Übersicht

| | |
|--------------------|---|
| Themen: | Astronomie, Fernerkundung, Erdbeobachtung, Erde-Mond Beziehung |
| Fächer: | Geographie, Physik (Astronomie) |
| Jahrgangsstufe: | 9-13 |
| Medien & Material: | Thematische Karten und thematische Videos aus DSCOVOR-Fernerkundungsdaten, Arbeitsblatt |
| Umfang: | 90 Minuten (Weniger, wenn nur Geographie oder Physik durchgeführt werden) |
| Leitfrage: | "Wie trägt die kontinuierliche globale Erdbeobachtung durch den DSCOVOR-Satelliten dazu bei, unser Verständnis der komplexen Wechselwirkungen und Prozesse in der Erdatmosphäre zu verbessern?" |

Kompetenzen

Sachkompetenz

Die SuS...

... beschreiben die verschiedenen aufbereiteten Datensätze des DSCOVOR Satelliten und ordnen diese in den Kontext der Erdbeobachtung ein.

... zeigen auf, welche thematischen Datensätze für welche geographischen und geophysikalischen Fragestellungen geeignet sind.

Methodenkompetenz

Die SuS...

... nutzen satellitengestützte Daten der Erde (und des Mondes) zur Analyse des Sachverhalts.

... finden aus einer Kombination von Arbeitsblättern und DSCOVOR-Material einen Weg komplexere Darstellungs- und Arbeitsmaterialien (graphisch) und sprachlich darzustellen.

... erleben den Prozess der Erkenntnisgewinnung, indem sie ihre Vorgehensweisen und Ergebnisse diskutieren.

Urteilskompetenz

Die SuS...

... bewerten ihr methodisches Vorgehen bei der Analyse der vom DSCOVER-Satelliten bereitgestellten Daten und bei der Einordnung in den Kontext der Erdbeobachtung.

... beurteilen, wie geeignet die zur Verfügung gestellten Materialien für die Arbeitsaufträge sind und inwieweit bei den Materialien Verbesserungspotential vorliegt.

Handlungskompetenz

Die SuS...

... präsentieren Arbeitsergebnisse sachbezogen sowie fachsprachlich angemessen.

Lehrplanbezug

Diese Unterrichtseinheit fokussiert den Prozess der Erkenntnisgewinnung, eine prozessbezogene Kompetenz. Inhaltliche Anknüpfungen lassen sich zu allen Kernlehrplänen der Bundesländer herstellen. Dabei finden sich Möglichkeiten des Anbindens an vorhandene Inhaltsfelder. Dies bezieht sich in der Physik auf die astronomische Komponente sowie die Dynamik und in der Geographie auf die Erde-Mond-Beziehung, atmosphärische und exogene Prozesse, die Fernerkundung sowie Standortfaktoren.

Durch die vorliegende Einheit werden viele Teilkompetenzen der Erkenntnisgewinnungskompetenz abgedeckt, die sich in naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen zeigen. Beispiele für den Lehrplanbezug finden Sie in der nachfolgenden Tabelle.

| Fächer | Geographie | Physik |
|-------------------|--|--|
| Themen | Fernerkundung, Planetare Prozesse, Klimawandel, Wetter, Naturgefahren | Astronomie, Planetare Prozesse |
| Baden-Württemberg | 9/10: Digitale Orientierung (GIS, Fernerkundung), Exogene Prozesse 11/12: Das System Erde, Sphären im System Erde (Prozesse in der Atmosphäre), Klimawandel | 9/10: Mechanik-Dynamik 11/12: Astrophysik |
| Bayern | 10: Geographische Arbeitstechniken und Arbeitsweisen | 11: Astronomische Weltbilder, Kosmologie 12/13: Astrophysik |

| | | |
|----------------------|---|---|
| | 11/12/13: Geographische Arbeitstechniken und Arbeitsweisen, Klima- und Klimawandel, Naturkatastrophen | |
| Bremen | Q: Naturgeographische Grundlagen und Prozesse (Exogene Kräfte, Atmosphärische Prozesse) | EPH: Mechanik des Planetensystems, Klimawandel Q: Entwicklung des Astronomischen Weltbildes, Elektromagnetisches Spektrum |
| Berlin / Brandenburg | EPH und Q: Geosphäre, exogene Prozesse | Oberstufe: Bewegung künstlicher Satelliten, Rotation der Erde, Raumfahrt, kompletter Themenbereich zum Gravitationsfeld, elektrisches und magnetisches Feld |
| Niedersachsen | Oberstufe: physisch-geographische Faktoren, Räumliche Orientierung | EPH: Dynamik (gleichförmige Kreisbewegung), optische Abbildung (Satelliten), |
| Nordrhein-Westfalen | EPH und Q: Bedeutungswandel von Standortfaktoren, GIS und digitale Karteninhalte | EPH und Q: Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder |
| Thüringen | 11: Klima und Wetter (exogene Prozesse) 12: Atmosphärische Zirkulation, Klimawandel | 11: Gravitation (Gewichtskraft, Planetenbewegung), Kreisbewegung 12: Gravitation, Klimaschutz und Nachhaltigkeit |

Didaktischer Kommentar:

Die Lehrkraft leitet die Einheit ein, indem sie die Schülerinnen und Schüler (SuS) darüber nachdenken lässt, welche Rolle ein Satellit mit der vierfachen Entfernung des Mondes bei der Erforschung der Erde spielt und wie dieser unser Verständnis der atmosphärischen Prozesse und des globalen Klimasystems beeinflussen kann. Dabei werden Fragen zur Bedeutung von globalen Erdbeobachtungen aus dem Lagrange-Punkt L1 aufgeworfen. Eine gezielte Diskussion darüber, wie Informationen über atmosphärische Prozesse und das Klima aus dem Weltraum gewonnen werden können, dient als Ausgangspunkt für die Einheit.

Die Lehrkraft stellt den SuS das Arbeitsblatt sowie die Videomaterialien zur Verfügung, die verschiedene Aspekte des DSCOVR-Satelliten und der verfügbaren Daten darstellen, darunter der Mondüberflug, die Sonnenfinsternis, der Anteil an Wolkenbedeckung, UV-Aerosole, Waldbrände und photosynthetisch aktive Strahlung (engl. PAR: **Photosynthetically Active Radiation**). Hinzu kommen die verschiedenen Perspektiven durch den unterschiedlichen Winkel zur Sonne während Sommersonnenwende, Wintersonnenwende und im Zenit des Äquators. Die SuS sollen sich daraufhin mit den spezifischen Merkmalen dieser Datenquellen auseinandersetzen und überlegen, wie sie zur Erdbeobachtung beitragen. Dazu befassen sie sich im ersten Abschnitt mit den Texten und Abbildungen aus dem ersten und zweiten Unterpunkt des Materials.

Darauf folgt die Bearbeitung der Aufgaben aus Physik und Geographie. Im Bereich der Physik setzen sich die SuS mit den Besonderheiten des Lagrange-Punkt L1 auseinander, der einen hochinteressanten gravitativen Bereich zwischen Erde und Sonne markiert. Hier stellen die SuS heraus, warum sich gerade dieser Punkt so gut für die globale Erdbeobachtung eignet. Die weiteren beiden Aufgaben beziehen sich auf die Betrachtung einer Sonnenfinsternis aus dem L1-Punkt, sowie zur durch den DSCOVR messbaren „Photosynthetically Available Radiation“ (PAR), bei der die SuS interpretieren sollen, wie PAR den Pflanzenwachstum zu den verschiedenen Jahreszeiten beeinflusst und welchen Einfluss dies auf das Ökosystem mit sich bringt.

Daraufhin folgt eine erste Zwischensicherung im Plenum, bei dem die Ergebnisse aus den Aufgaben der Physik zusammengetragen und diskutiert werden.

Nun folgen die Aufgaben aus der Geographie. Hier liegt der Fokus auf dem Verständnis der Erdachsenneigung und dem Stand zur Sonne während der verschiedenen Jahreszeiten. Dieses Phänomen ist mit Hilfe des DSCOVR ebenfalls sehr gut erkennbar. Außerdem lernen die SuS die Möglichkeit zur Messung der Aerosolkonzentration in der Atmosphäre kennen und wie dies zur Detektion und Überwachung von Waldbränden genutzt werden kann. Hierbei spielt der Zusammenhang zum Klimawandel eine große Rolle.

In der abschließenden Sicherungsphase werden die Ergebnisse, Schwierigkeiten und mögliche Konflikte im Plenum präsentiert, diskutiert und gesichert. Es wird sich zudem auf die eingangs formulierte Leitfrage bezogen. Durch die Kombination von Physik und Geographie können die Schülerinnen und Schüler ein ganzheitliches Verständnis für die Rolle von DSCOVR in der Klimaforschung entwickeln.

Stundenverlaufsplan

| Zeit | Phase | Unterrichtsgeschehen | Methodisch-didaktischer Kommentar | Sozialform | Medien |
|--------|------------------------------|---|---|---|------------|
| 10 min | Einstieg + Problematisierung | Lehrkraft beginnt mit einer Einstiegsfrage. | <p>SuS sollen darüber nachdenken, welche Rolle ein Satellit mit der vierfachen Entfernung des Mondes bei der Erforschung der Erde spielt, indem zuerst konkrete Fragen zur Bedeutung von globalen Erdbeobachtungen aus dem Lagrange-Punkt L1 aufgeworfen werden.</p> <p>Die Lehrkraft notiert die Überlegungen der SuS stichpunktartig an der Tafel.</p> <p>Diskussion, darüber, wie Informationen über atmosphärische Prozesse und das Klima aus dem Weltraum gewonnen werden können, dient als Ausgangspunkt.</p> <p>Die Lehrkraft notiert die Leitfrage gut sichtbar an der Tafel.</p> | UG | Tafel |
| 25 min | Erarbeitung 1 | <p>Die Lehrkraft stellt den SuS das Arbeitsblatt sowie die Videomaterialien zur Verfügung.</p> <p>Die SuS bearbeiten die Aufgaben aus dem Bereich Physik.</p> | <p>Die SuS schauen sich die Videomaterialien, die verschiedene Aspekte des DSCOVER-Satelliten und der verfügbaren Daten darstellen, an.</p> <p>Die SuS setzen sich mit den Besonderheiten des Lagrange-Punkt L1 auseinander und bearbeiten die zugehörigen Aufgaben auf dem Arbeitsblatt.</p> | EA, bei Bedarf auch PA (Lerntempoduett) | AB, Videos |

| | | | | | |
|-----------|------------------------|---|--|--|------------|
| 15 min | Zwischen- sicherung | Die Ergebnisse aus dem Bereich Physik werden im Plenum präsentiert und verglichen. | Die Lehrkraft hat die Möglichkeit bei Fehlern einzuschreiten und diese zu korrigieren. Bei Bedarf kann auch schon früher eine erste Zwischensicherung stattfinden. Diese kann z.B. schon nach der Hälfte der Teilaufgaben durchgeführt werden. | UG | Beamer |
| 20 min | Erarbeitung 2 | Die SuS bearbeiten die Aufgaben aus dem Bereich Geographie. | Die SuS setzen sich im Zusammenhang mit dem DSCOVER mit der Erdachsenneigung und der Entstehung der Jahreszeiten auseinander. Außerdem lernen die SuS die Möglichkeit zur Messung der Aerosolkonzentration in der Atmosphäre und dessen Nutzen kennen. | EA, bei Bedarf auch PA (Lerntempo duett) | AB, Videos |
| 15 min | Sicherung | Die Ergebnisse aus dem Bereich Geographie werden im Plenum präsentiert und verglichen. Beantwortung der Leitfrage durch die integrative Betrachtung und den fächerverbindenden Unterricht von Physik und Geographie. | Die Lehrkraft hat die Möglichkeit bei Fehlern einzuschreiten und diese zu korrigieren. Bei Bedarf kann auch schon früher eine erste Zwischensicherung stattfinden. Diese kann z.B. schon nach der Hälfte der Teilaufgaben durchgeführt werden. | UG | Beamer |
| 5 min | Ausblick | | | UG | |

Mögliche Lösungen zu den Arbeitsaufgaben der SuS

1. Allgemeine Einführung in das Deep Space Climate Observatory (DSCOVR)
2. Überblick über die verfügbaren Daten
3. Physik
 - 3.1 Überlege, welche Vor- und Nachteile der DSCOVR Satellit am Lagrange-Punkt L1 für die Erd- und Sonnenbeobachtung bietet.

Durch die Positionierung des DSCOVR am Lagrange-Punkt L1 (Massengleichgewicht zwischen Sonne und Erde) können die Sensoren des Satelliten dauerhaft die sonnenbeschienene Seite der Erde im Tagesverlauf über das gesamte Jahr, und damit auch über die verschiedenen Jahreszeiten global beobachten. Dies ist einzigartig für die satellitengestützte Erdbeobachtung. Prozesse, wie der Klimawandel, Naturkatastrophen oder die Aerosolverteilung können somit täglich global beobachtet und analysiert werden. Hinzu kommt die Möglichkeit, das Erde-Mond-System während des Mondüberflugs in einer einzigen Aufnahme zu beobachten.

Bezüglich der Sonnenbeobachtung bietet diese Position die Möglichkeit, Sonnenstürme, ohne jegliche Interferenzen der Erdatmosphäre zu beobachten.

Dadurch, dass sich der Satellit in einer sehr viel weiteren Entfernung zur Erde als der Großteil der anderen Erdbeobachtungssatelliten befindet, weist DSCOVR auch eine geringere räumliche Auflösung auf. Dies ist aber durch die Intention, die Erde auf einer großräumigeren Ebene zu analysieren, nicht von höchster Relevanz. Es kann allerdings als Nachteil angeführt werden.

3.2 Betrachtung der Sonnenfinsternis von 2024

Der Schatten der Sonnenfinsternis kommt aus dem Südwesten. Der Schatten bewegt sich zunächst über Mexiko. Danach wandert der Schattengang nordwärts und zieht durch die USA durch mehrere Bundesstaaten. Die letzte Station des Schattengangs führt durch Kanada, bevor der Schatten verschwindet.

Eine Sonnenfinsternis tritt auf, wenn der Mond zwischen der Sonne und der Erde steht und dabei das Sonnenlicht blockiert. Dabei liegt immer Neumond vor. Eine Sonnenfinsternis ist auf der Erde nicht überall gleichzeitig sichtbar. Nur diejenigen, die sich im Schattenbereich befinden, können das Phänomen beobachten.

Sonnenfinsternisse sind wichtige Ereignisse, die unser Verständnis des Sonnensystems auf vielfältige Weise fördern:

- Erforschung der Sonnenkorona
- Einblicke in die Planetenbewegung
- Anwendung astronomischer Methoden
- Analyse des Systems Sonne-Erde-Mond

Eine totale Sonnenfinsternis kann im Zentrum der Schattenbildung auf der Erde beobachtet werden. Hierbei wird die gesamte Ausdehnung der Sonne vom Mond verdeckt. Eine partielle Sonnenfinsternis kann in den Randbereichen der Schattenbildung auf der Erde beobachtet werden. Hierbei wird die Sonne vom Mond nur partiell verdeckt.

3.3 Interpretiere, wie PAR das Pflanzenwachstum beeinflusst.

Photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) umfasst das Licht im Bereich von 400 bis 700 Nanometern, das für die Photosynthese notwendig ist. Blaues Licht fördert das vegetative Wachstum und die Blattentwicklung, während rotes Licht die Blüte und Fruchtbildung unterstützt. Die Intensität und Dauer der Belichtung beeinflussen die Photosyntheserate und Entwicklungsprozesse wie bspw. von Blüte und Samen. Eine gleichmäßige Lichtverteilung innerhalb des Pflanzenbestandes ist wichtig für ein gleichmäßiges Wachstum. PAR wirkt unterstützend mit anderen Umweltfaktoren wie Wasser und Nährstoffen, um ein optimales Pflanzenwachstum zu gewährleisten.

Insgesamt spielt PAR eine entscheidende Rolle im Gleichgewicht des Ökosystems, indem es die Pflanzen und damit das gesamte Leben unterstützt. Ein ausreichendes Maß an PAR fördert das Wachstum von Pflanzen. Gesunde Pflanzen produzieren mehr Sauerstoff und bieten Lebensraum für viele Tiere. Pflanzen sind die Basis der meisten Nahrungsnetze. Wenn sie gut wachsen, gibt es mehr Nahrung für Pflanzenfresser, und das unterstützt auch die Fleischfresser, die von ihnen abhängen. Gesunde Pflanzen verbessern den Boden, indem sie Nährstoffe zurückgeben und die Erosion verringern. Unterschiedliche Lichtverhältnisse in verschiedenen Lebensräumen beeinflussen, welche Pflanzenarten wachsen können. Das hat Auswirkungen auf die Biodiversität, also auf die Vielfalt der Tiere und anderen Organismen, die in diesen Gebieten leben.

Karte 1: Frühjahr auf der Nordhalbkugel

Karte 2: Winter auf der Nordhalbkugel

Karte 3: Sommer auf der Nordhalbkugel

4. Geographie

4.1 Betrachtung der Erde im Tagesverlauf

Die Neigung der Erdachse ist der Hauptgrund für die Entstehung der Jahreszeiten. Die Erde bewegt sich in einer leicht elliptischen Umlaufbahn um die Sonne. Diese Bewegung führt dazu, dass verschiedene Teile der Erde zu verschiedenen Zeiten des Jahres unterschiedlich stark von der Sonne beleuchtet werden.

Wenn die Nordhalbkugel zur Sonne geneigt ist, erhält sie mehr direkte Sonneneinstrahlung. Dies führt zu längeren Tagen und höheren Temperaturen – es ist Sommer auf der Nordhalbkugel (Sommersonnenwende).

Wenn die Nordhalbkugel von der Sonne weg geneigt ist, erhält sie weniger direkte Sonneneinstrahlung. Die Tage sind kürzer und die Temperaturen niedriger – es ist Winter auf der Nordhalbkugel (Wintersonnenwende).

Wenn sich der Sonnenstand genau im Zenit über dem Äquator befindet, liegt auf der Nordhalbkugel Frühjahr oder Herbst vor. Tag und Nacht sind dann am Äquator in etwa gleich lang (Sonnenstand im Zenit des Äquators).

Darüber hinaus haben die Variationen in der Sonneneinstrahlung tiefgreifende Auswirkungen auf das Klima der Erde. Sie beeinflussen langfristige Klimamuster, Wettersysteme und die Verteilung der Lebensräume. Einige Beispiele für klimatische Auswirkungen sind:

- Temperaturgradienten und ungleiche Erwärmung der Erdoberfläche
 - Erwärmung in den Tropen am stärksten, dadurch warme und feuchte Klimabedingungen – In den Polregionen besteht eine geringere Erwärmung, was kalte und trockene Bedingungen zur Folge hat
- Temperaturunterschiede treiben Atmosphärische Zirkulation zwischen Äquator und Polen an
- Windmuster wie die Passatwinde, die das Wetter und Klima global beeinflussen

- Verteilung und Saisonalität von Niederschlägen – ganzjährig in den Tropen und saisonale Regen- und Trockenperioden in Subtropen und gemäßigten Zonen
- Ozeanische Zirkulation, wie z.B. der Golfstrom

Durch die Veränderung der Neigung der Erdachse und der Erdumlaufbahn kommt es ebenfalls zu zyklischen Klimaveränderungen, bekannt als Milankovic-Zyklen. Diese Zyklen sind maßgeblich für das Auftreten von Eiszeiten und Warmzeiten verantwortlich.

4.2 Waldbrände an der US-Westküste

Der starke UV-Aerosol-Index über Kalifornien, insbesondere in Verbindung mit Waldbränden, hängt eng mit dem Klimawandel zusammen. Waldbrände setzen große Mengen an Aerosolen frei. Der UV-Aerosol-Index misst die Menge von Partikeln in der Atmosphäre, die UV-Strahlung absorbieren oder streuen. Aerosole werden in großen Mengen während Waldbränden freigesetzt, darunter beispielsweise Asche und organische Partikel. Bei einem starken Waldbrand steigt die Konzentration von Aerosolen in der Atmosphäre massiv an. Der Klimawandel trägt zu einer Zunahme der Häufigkeit, Intensität und Dauer von Waldbränden bei. Dies liegt hauptsächlich daran, dass der Klimawandel Bedingungen wie z. B. geringe Niederschläge schafft, die Waldbrände begünstigen.

Zusammenhänge:

- Klimawandel führt zu steigenden globalen Durchschnittstemperaturen, intensiveren und häufigeren Hitzewellen, erhöhte Verdunstungsrate und trockene Böden – ideale Bedingungen für das Entfachen und Ausbreiten von Waldbränden
- Veränderte Niederschlagsmuster, Dürren, unregelmäßige und unvorhersehbare Regenfälle
- Ausbreitung von brennbarer Vegetation und Veränderung der Vegetationsmuster durch die Verschiebung der Klimazonen
- Verlängerte Brandsaison
- Wechselwirkung durch Freisetzung von CO₂ und Aerosolen, Verlust von Kohlenstoffsenken

5. Beantwortet die Leitfrage: „Wie trägt die kontinuierliche globale Erdbeobachtung durch den DSCOVR-Satelliten dazu bei, unser Verständnis der komplexen Wechselwirkungen und Prozesse in der Erdatmosphäre zu verbessern?“

Der DSCOVR-Satellit bietet uns beeindruckende Einblicke in die Veränderungen der Sonneneinstrahlung auf die Erde im Verlauf eines Tages und über das gesamte Jahr. Dabei erfasst er etwa alle zwei Stunden globale Bilder der beleuchteten Erdseite. Durch diese kontinuierlichen Aufzeichnungen trägt DSCOVR zur Verbesserung des Klimaverständnisses bei, indem er wertvolle Informationen über Veränderungen im Strahlungshaushalt liefert. Mit seinem EPIC-Instrument (Earth Polychromatic Imaging Camera) überwacht er zudem auf globaler Ebene die Verteilung von Aerosolen in der Atmosphäre, ihre Auswirkungen auf das Klima und ihre Interaktionen mit Wolken. Besonders bei Naturereignissen wie Waldbränden, Vulkanausbrüchen oder Stürmen stellt DSCOVR wichtige Daten über die Aerosolkonzentrationen und deren Einfluss auf den Klimawandel sowie die Luftqualität bereit. Dank seiner umfassenden und langfristigen Beobachtung trägt der Satellit dazu bei, sowohl den Klimawandel als auch kurzfristige Wetterereignisse besser zu verstehen. Diese Informationen sind entscheidend, um die globalen Herausforderungen des Klimawandels zu bewältigen sowie die damit zusammenhängenden Wechselwirkungen und Prozesse zu verstehen und die Reaktionen der Erde auf natürliche sowie menschliche Einflüsse zu erfassen.

Zusammengefasst trägt der DSCOVR-Satellit durch seine kontinuierliche Erdbeobachtung und die Bereitstellung umfassender Daten wesentlich dazu bei, die komplexen Prozesse und Wechselwirkungen in der Erdatmosphäre zu verstehen. Diese Erkenntnisse sind entscheidend für die Klimaforschung, Wettervorhersage und die Entwicklung von Strategien zur Bekämpfung des Klimawandels.