



MINT-Experimente von Lehrkräften für Lehrkräfte

SCIENCE ON STAGE 2022
PRAGUE

Erde und Weltraum

Impressum



Gemeinsam für guten MINT-Unterricht

Science on Stage Deutschland e.V.

Am Borsigturm 15

13507 Berlin

Telefon 030 400067-40

info@science-on-stage.de

science-on-stage.de

 science-on-stage.de/socialmedia

Melden Sie sich für unseren Newsletter an: science-on-stage.de/newsletter-abonnieren

Hauptförderer Science on Stage Deutschland e.V.

GESAMT**METALL**

Die Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie

Koordination & Übersetzung:

Nadine Püschel

Stefanie Schlunk

Johanna Schwade

Originaltitel: "Science on Stage 2022 - Demonstrations and Teaching Ideas selected by the Irish Team", Science on Stage Irland unter der Leitung von Dr. Eilish McLoughlin

ISBN: 978-1-911669-56-2

Organisator*innen und Unterstützer*innen der irischen Originalversion:



Haftungsausschluss

Die Herausgeber der deutschen Übersetzung, Science on Stage Deutschland e.V., sowie die Herausgeber der englischen Originaltexte, Science on Stage Irland unter der Leitung von Dr. Eilish McLoughlin, School of Physical Sciences, Dublin City University, haben die in dieser Publikation enthaltenen Informationen und die Bildrechte nach bestem Wissen und Gewissen geprüft. Wir übernehmen keine Haftung für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Angaben. Für den Inhalt der Texte sind die Autor*innen verantwortlich.



Die Experimente sind nach den jeweils gültigen gesetzlichen Sicherheitsbestimmungen für Experimente im Schulunterricht und unter Aufsicht von Lehrkräften durchzuführen. Sofern zutreffend, sind zudem die gesetzlichen Bestimmungen für z.B. Arbeitsschutz und Artenschutz zu beachten.

Verwendungshinweis

Diese Publikation ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz:

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> .



Sollte Material aus dieser Broschüre in einer anderen Veröffentlichung verwendet werden, freuen wir uns über die Zusendung eines Exemplars oder Links.

Kontakt:

info@science-on-stage.de

Science on Stage Deutschland e. V.

Am Borsigturm 15

13507 Berlin

Bleiben Sie informiert und machen Sie mit!

Hier geht es zur Newsletter-Anmeldung: science-on-stage.de/newsletter-abonnieren

 science-on-stage.de/social-media

Inhaltsverzeichnis

Erde und Weltraum



Über Licht im Weltraum lernen	1
Wie kann man zeigen, dass die Erde keine Scheibe ist?	2
Die Expansion des Universums	3
Erforschung der Entstehung von Kratern	4
Bau eines astronomischen Teleskops	5
Detektoren für Funkfrequenzstörungen	7
Beobachtungen von Radiowellen mit einem „Software Defined Radio“	10

Europaweit voneinander lernen – Unterrichtsideen von und für MINT-Lehrkräfte



Diese Materialsammlung für den MINT-Unterricht enthält Experimente und Unterrichtsideen, die beim 12. europäischen Science on Stage Festival vom 24. bis 27. März 2022 in Prag präsentiert wurden. An der größten europäischen Bildungsmesse für MINT-Lehrkräfte nahmen rund 350 Grund- und Sekundarschullehrkräfte aus über 30 Ländern teil.

Alle zwei Jahre kommen beim internationalen Festival von Science on Stage Europe (www.science-on-stage.eu/) Lehrkräfte aus ganz Europa zusammen, um sich zu vernetzen und sich über gelungene Unterrichtskonzepte auszutauschen. Das europäische Festival ist der Höhepunkt der nationalen Veranstaltungen in den Science on Stage-Ländern, von dem zahlreiche Folgeaktivitäten wie Fortbildungen oder die Entwicklung von Unterrichtsmaterialien ausgehen. Die gemeinnützige Initiative Science on Stage Deutschland e.V. ist Mitglied bei Science on Stage Europe und veranstaltet auf nationaler Ebene alle zwei Jahre ein Science on Stage Festival, für das sich Pädagog*innen aller Schulformen bewerben können.

Wir sind davon überzeugt, dass guter MINT-Unterricht motivierte Lehrkräfte mit innovativen Ideen braucht, um Schüler*innen zu ermutigen, einen MINT-Beruf zu ergreifen. Und auch Lehrkräfte benötigen neue Impulse für ihren Unterricht und den Austausch mit engagierten Kolleg*innen, um wieder Energie für den Alltag zu tanken. Gerade über die Ländergrenzen hinweg ist solch ein Austausch inspirierend!

Beim Festival 2022 wählte die irische Delegation, bestehend aus Eilish McLoughlin (Teamleitung), Declan Cathcart, Julia Dolan, Máire Duffy, Jennifer Egan, Michael Kavanagh, Sinéad Kelly, Karen Marry, Paul Nugent und Jane Shimizu, die hier zusammengestellten Experimente für den MINT-Unterricht aus und Science on Stage Deutschland e.V. hat diese Texte übersetzt. Wir danken sehr herzlich den irischen Lehrkräften für die Auswahl der Projekte, Rory Geoghegan für die redaktionelle Bearbeitung sowie dem Forschungszentrum CASTeL der Dublin City University und dem irischen Professional Development Service for Teachers (PDST) für die Unterstützung.

Die Durchsicht der Experimente für diese deutsche Ausgabe wurde von Petra Breuer-Küppers, Helga Fenz, Thomas Gerl und Jenny Schlüpmann vorgenommen. Auch ihnen gilt unser Dank.

Wir hoffen, dass Sie in dieser Broschüre zahlreiche Anregungen für Ihren MINT-Unterricht finden und wünschen Ihnen viel Freude bei der Umsetzung!

Stefanie Schlunk
Geschäftsführerin Science on Stage Deutschland e.V.
Vorsitzende Science on Stage Europe e.V.

Über Licht im Weltraum lernen

Georgien und Schweden

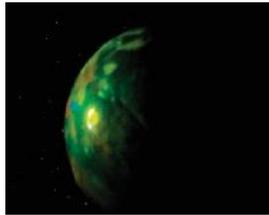
Altersgruppe: 11 bis 14 Jahre

Hintergrund

Man kann die Themen Licht und Weltraum kombinieren und Modelle der Erde und des Mondes im Weltraum anfertigen, um zu zeigen, was bei einer Sonnen- und einer Mondfinsternis passiert.

Was wird benötigt?

- ✓ Schuhkartons
- ✓ eine große und eine kleine Styroporkugel
- ✓ Taschenlampe
- ✓ Spieße



Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Die große Styroporkugel als „Erde“ bemalen und die kleine als „Mond“.
2. In einen Schuhkarton seitlich ein rechteckiges Sichtfenster und oben einen Kreis ausschneiden.
3. Einen Spieß durch die ausgeschnittene Scheibe und in die Erdkugel stechen.
4. Einen weiteren Spieß neben der ausgeschnittenen Scheibe vorbeiführen und in die Mondkugel stechen und diese festhalten.
5. Seitlich im Schuhkarton einen weiteren Kreis ausschneiden. Dieser soll groß genug sein, um eine Taschenlampe durchstecken zu können.
6. Die Taschenlampe anschalten und den Mond-Spieß um die Erde kreisen lassen.

Was ist passiert?

Man kann auf diese Weise eine Sonnenfinsternis und/oder eine Mondfinsternis nachstellen und beobachten, wo sich der Schatten der Erde bzw. der Schatten des Mondes befindet, je nachdem wie die Erde und der Mond relativ zueinander und relativ zur Sonne (oder in unserem Fall zur Taschenlampe) positioniert sind.

Wie geht's weiter?

- Einen weiteren Schuhkarton nehmen und diesmal nur ein Loch für die Taschenlampe und ein rechteckiges Sichtloch seitlich am Schuhkarton anbringen.
- Die Erd-Styroporkugel nehmen und in die Schachtel legen. Einen Spieß durch die Oberseite des Schuhkartons führen und in die Kugel stecken.
- Beim Drehen des Spießes beobachten, wie das Licht auf das Erdmodell fällt.
- Dieses Modell zeigt, warum es auf unserem Planeten Tag und Nacht gibt und dass an unterschiedlichen Orten auf der Erde nicht zur gleichen Zeit Tag und Nacht ist.



VON
LEHRKRÄFTEN
FÜR
LEHRKRÄFTE

Wie kann man zeigen, dass die Erde keine Scheibe ist?

Griechenland

Altersgruppe: 11 bis 14 Jahre

Hintergrund

Viele alte Kulturen glaubten, die Erde sei flach. Mit dem folgenden Aufbau lässt sich sehr einfach demonstrieren, dass die Erde kugelförmig sein muss.

Was wird benötigt?

- ✓ ein 3D-Modell der Erde (Globus) und eine 2D-Darstellung der Erde (eine Weltkarte)
- ✓ zwei Lampen



Schritt-für-Schritt-Anleitung

VON
LEHRKRÄFTEN
FÜR
LEHRKRÄFTE

1. Das Licht der Lampe (= Sonne) auf den Globus richten. Man kann leicht erkennen, dass es in einigen Teilen der Erde hell ist, während andere Teile der Erde im Dunkeln liegen.
2. Wäre die Erde flach (2D-Version des Globus), dann würde das Licht alle Länder zur gleichen Zeit beleuchten, es wäre also überall zum gleichen Zeitpunkt hell.



Was ist passiert?

Wir wissen, dass es in verschiedenen Teilen der Erde unterschiedliche Zeitzonen gibt: An einigen Orten der Erde ist es Tag, während es an anderen Orten Nacht ist. Dies liegt daran, dass die Erde kugelförmig ist. Das wäre nicht der Fall, wenn die Erde flach wäre.



Die Expansion des Universums

Polen

Altersgruppe: 11 bis 14 Jahre

Hintergrund

Die Expansion des Universums und die „Urknalltheorie“ sind für Schüler*innen oft nicht ganz einfach zu verstehen. Die folgende Aktivität kann eine visuelle Hilfe sein, um sich die Expansion des Universums besser vorstellen zu können.

Was wird benötigt?

- ✓ zwei Luftballons
- ✓ ein wasserfester Filzstift, mit dem man auf dem Luftballon zeichnen kann

Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Zeigen Sie den Schüler*innen die noch nicht aufgeblasenen Luftballons.
2. Zeichnen Sie zufällige Markierungen/Punkte auf die beiden Ballons (siehe Abbildung).
3. Erklären Sie, dass jede Markierung auf dem Ballon für eine Galaxie im Universum steht.
4. Bitten Sie die Schüler*innen zu beobachten, was mit den Markierungen auf dem Luftballon passiert, wenn er aufgeblasen wird. Ein Ballon wird langsam aufgeblasen, der zweite Ballon bleibt zum Vergleich unangeblasen.
5. Halten Sie den aufgeblasenen Luftballon hoch und besprechen Sie mit den Schüler*innen, wie sich die Abstände zwischen den Markierungen verändert haben.
6. Erklären Sie die Ausdehnung des Universums anhand der Markierungen auf dem Luftballon.

Was ist passiert?

Der „Urknall“ ist eine Theorie, mit der wir den Beginn der Expansion unseres Universums erklären. Es handelt sich nicht um eine Explosion, bei der Materie von einem einzigen Punkt ausgehend verstreut wird. Beim Urknall wurden Materie, Zeit und Raum erschaffen, und es ist dieser Raum, der sich ausdehnt.

VON
LEHRKRÄFTEN
FÜR
LEHRKRÄFTE



Die Markierungen auf dem Ballon bewegen sich nicht, wenn der Ballon aufgeblasen wird, wohl aber die Abstände zwischen den Markierungen. Das Aufblasen des Ballons ist also ein Modell für das, was in unserem Universum geschieht. Die Markierungen sollen zum Beispiel Galaxien im Universum darstellen. So wie sich der Ballon ausdehnt, so dehnen sich auch die Räume zwischen den Markierungen aus.

dehnt, so dehnen sich auch die Räume zwischen den Markierungen aus.



Wie geht's weiter?

Recherchieren Sie im Internet zur Arbeit von Edwin Hubble. Er stellte 1929 fest, dass sich eine Galaxie umso schneller von uns fortbewegt, je weiter sie von uns entfernt ist.

Erforschung der Entstehung von Kratern

Spanien

Altersgruppe: 11 bis 14 Jahre

Hintergrund

Ein Krater ist ein großes trichterförmiges Loch im Boden der Erde oder eines anderen Himmelskörpers. Krater werden normalerweise durch eine Explosion oder den Einschlag eines Meteoriten verursacht.

Was wird benötigt?

- ✓ Deckel einer Pappschachtel
- ✓ Mehl
- ✓ brauner Zucker und/oder Zuckerstreusel
- ✓ Kakaopulver
- ✓ Steine, Kieselsteine oder Kugeln verschiedener Größe, Form und Masse
- ✓ Lineal
- ✓ Zeitungspapier (zum Schutz des Tisches/des Bodens)



Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Den Deckel der Schachtel 2 cm hoch mit Mehl befüllen (das Mehl stellt die obere Schicht des Planeten, des Mondes usw. dar).
2. Darauf braunen Zucker oder bunte Zuckerstreusel verstreuen (sie stellen Gesteine, Felsen usw. in der oberen Schicht dar).
3. Die Oberfläche mit einem Lineal glätten.

4. Anschließend Kakaopulver auf die Oberfläche streuen (es soll die Oberfläche des Planeten/Mondes darstellen).
5. Die Steine, Kugeln usw. aus verschiedenen Höhen auf das Mehl-Zucker-Kakaopulver-Gemisch fallen lassen.
6. Tiefe und Durchmesser der entstandenen „Krater“ ausmessen.
7. Notieren, ob „Gesteine“ (Kakaopulver) von der Oberfläche weggeschleudert wurden.
8. Notieren, ob beim Aufprall „Gesteine“ (Zucker) aus dem Untergrund herausgeschleudert wurden und ob sich Muster gebildet haben.
9. Die Ergebnisse miteinander vergleichen.

Was ist passiert?

- Es haben sich Krater mit unterschiedlichem Durchmesser gebildet.
- Es haben sich Krater unterschiedlicher Tiefe gebildet.
- Bei einigen Kratern wurden Gegenstände aus dem Untergrund herausgeschleudert.
- Einige größere, tiefere Krater bilden Strahlenmuster (siehe Foto rechts).



Wie geht's weiter?

Die Schüler*innen können ihre Ergebnisse mit Bildern von Kratern auf dem Mond oder dem Mars vergleichen

VON
LEHRKRÄFTEN
FÜR
LEHRKRÄFTE

Bau eines astronomischen Teleskops

Irland und Portugal

Altersgruppe: 14 bis 18 Jahre

Hintergrund

Ein astronomisches Teleskop wird zur Beobachtung von Himmelskörpern verwendet.

Es besteht aus einem Refraktor, der wiederum aus zwei Linsen besteht: der Objektivlinse O mit großer Brennweite (f_o) und großer Öffnung sowie dem Okular E, das eine kleine Brennweite (f_e) und eine kleine Öffnung hat. Im Folgenden wird ein Kepler-Teleskop gebaut, das aus zwei Linsen (bikonvex) besteht, was ein größeres Sichtfeld ermöglicht – zum Beispiel bei der Betrachtung des Mondes.

Was wird benötigt?

- ✓ zwei bikonvexe Linsen mit verschiedenen Brennweiten
- ✓ zwei unterschiedlich große Versandhülsen oder feste Pappe
- ✓ Schere
- ✓ Klebeband

Ungefähre Brennweite ermitteln

Messen Sie die ungefähre Brennweite des Objektivs, indem Sie ein weit entferntes Objekt auf einen Bildschirm fokussieren und mit einem Metermaß den Abstand vom Objektiv zum Bildschirm messen.

Wiederholen Sie den Vorgang für das zweite Objektiv und notieren Sie beide Brennweiten.

Brennweite 1 = _____ cm

Brennweite 2 = _____ cm

Vergrößerung

Das Okularobjektiv hat die kürzere Brennweite (f_e) und die Objektivlinse die längere Brennweite (f_o).

Die Vergrößerung (M) des Teleskops kann mit der folgenden Formel berechnet werden:

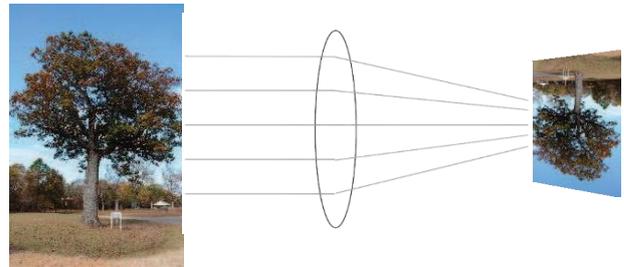
$$M = \frac{f_o}{f_e}$$

Optisches Strahlendiagramm

Zeichnen Sie ein Strahlendiagramm, das zeigt, was Sie erwarten, wenn das Licht durch die Objektivlinse und dann durch die Okularlinse in Ihr Auge fällt.

Überprüfen Sie Ihre Messung und Berechnungen anhand der Simulation:

https://www.walter-fendt.de/html5/phde/refractor_de.htm



VON
LEHRKRÄFTEN
FÜR
LEHRKRÄFTE

Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. Vergewissern Sie sich, dass die kleinere Röhre gut in die größere Röhre passt (oder basteln Sie Röhren aus fester Pappe).
2. Die Länge jedes Zylinders sollte länger sein als die Brennweite der Linsen, und der Durchmesser sollte etwas größer sein als der Durchmesser der Linsen.
3. Der kleinere Zylinder ist das Okular, der längere Zylinder das Objektiv.
4. Die Zylinder können mit Klebeband oder Farbe verziert werden.
5. Eine kleine Scheibe aus Pappe ausschneiden, die den gleichen Durchmesser hat wie der kleinere Zylinder.
6. Einen weiteren Kreis auf diese Scheibe zeichnen und die Mitte ausschneiden, um einen Ring für die Linse zu erhalten.
7. Das Objektiv mit der kürzeren Brennweite (f_e) mit Klebeband an diesem Ring befestigen und anschließend den Ring anschließend mit Klebeband am Ende des Zylinders anbringen.
8. Den Vorgang für den Zylinder mit der längeren Brennweite (f_o) wiederholen.
9. Den kürzeren Zylinder in den längeren Zylinder schieben: Ihr Kepler-Teleskop ist nun einsatzbereit.
10. Suchen Sie sich einen weit entfernten Gegenstand aus (auf dem Schulhof zum Beispiel) und stellen Sie das Teleskop durch Verschieben der Zylinder so ein, dass der Gegenstand scharf ist.
11. Lassen Sie die Schüler*innen versuchen, mit dem Teleskop nachts den Mond und den Nachthimmel zu betrachten. Das Teleskop wird auf den Mond, einen Stern oder einen Satelliten gerichtet und so eingestellt, dass das betrachtete Objekt scharf ist. Das Fernrohr muss sehr ruhig gehalten werden.



VON
LEHRKRÄFTEN
FÜR
LEHRKRÄFTE



Wie geht's weiter?

Verwenden Sie den folgenden Teleskop-Simulator (Seite auf Englisch), um einige Himmelskörper zu betrachten. Versuchen Sie, die Brennweite zu ändern, und beobachten Sie mit den Schüler*innen, wie sich das betrachtete Objekt dadurch verändert.

<https://www.stelvision.com/astro/en/telescope-simulator/>

Über den folgenden Link kann man sich weitere Himmelskörper ansehen. Verwenden Sie die Suche, um verschiedene Nebel oder Planeten zu finden (Orionnebel, Krebsnebel, Schmetterlingsnebel usw.).

<https://telescopius.com/telescope-simulator>

Detektoren für Funkfrequenzstörungen

Irland und Portugal

Altersgruppe: 14 bis 18 Jahre

Hintergrund

Astronom*innen nutzen das gesamte elektromagnetische Spektrum für eine Vielzahl von Beobachtungen. Radiowellen und Mikrowellen – Wellen mit langen Wellenlängen bzw. niedrigen Energien – werden verwendet, um in dichte interstellare Wolken zu blicken und die Bewegung von kaltem, dunklem Gas zu verfolgen. Mit Radioteleskopen kartiert man die Struktur unserer Galaxie, während mit Mikrowellenteleskopen das „Restglühen“ des Urknalls untersucht wird. Der größte Teil des Radiowellenbereichs des elektromagnetischen Spektrums umfasst Wellenlängen von etwa 1 cm bis 1 km, was einer Frequenz von 30 Gigahertz (GHz) bis 300 Kilohertz (kHz) entspricht.

Im Jahr 1836 erfand Michael Faraday den Faraday'schen Käfig. Bei seinen Untersuchungen und Experimenten zu Ladungen, Magnetismus und deren Wechselwirkung stellte Faraday fest, dass sich die Ladung eines Leiters nur an dessen Außenfläche befindet. Dieses Phänomen führt zu einem interessanten Ergebnis: Elektromagnetische Felder, die von elektronischen Komponenten außerhalb des Käfigs erzeugt werden, werden innerhalb des Käfigs vollständig ausgelöscht. Dies gilt auch andersherum: Jedes elektromagnetische Feld, das im Inneren des Käfigs entsteht, wird daran gehindert, nach außen zu entweichen. Hat der Käfig an einer Stelle ein zu großes „Loch“, funktioniert die Abschirmung nicht mehr: Elektromagnetische Felder können dann in den Käfig „eindringen“. Bei einem Drahtgitter können nur elektromagnetische Wellen eindringen, deren

Wellenlänge kürzer ist als der doppelte Durchmesser einer Gitterzelle. Ist die Gitterzelle 1 cm breit, können also elektromagnetische Wellen in den Käfig gelangen, die eine Wellenlänge kleiner gleich 2 cm haben, was einer Wellenfrequenz von mehr als 150 GHz entspricht. Radiowellen und Mikrowellen würden in diesem Fall abgeschirmt werden.

VON
LEHRKRÄFTEN
FÜR
LEHRKRÄFTE

Es gibt einen internationalen Frequenzplan, der verhindern soll, dass sich verschiedene Nutzungsbereiche, etwa Rundfunk und Polizeifunk, gegenseitig stören. So sind auch der Radioastronomie, die mit extrem störepfindlichen Geräten arbeitet, mehrere Frequenzbänder zugewiesen.

Seit einigen Jahren haben Radioastronom*innen vermehrt mit den immer zahlreicheren Satelliten auf Erdumlaufbahnen zu kämpfen: Wenn sie mit ihren Teleskopen das Universum beobachten, fliegt ihnen immer öfter ein Satellit durchs Bild.

Was wird benötigt?

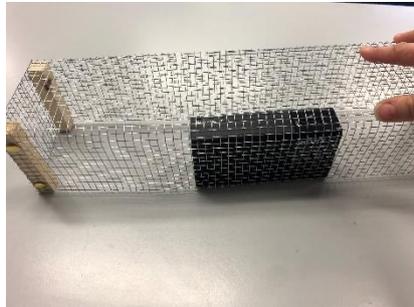
- ✓ Maschendraht
- ✓ Drahtschneider
- ✓ eine Holzleiste (etwa 1 cm x 1 cm x 32 cm)
- ✓ eine Heftklammerpistole
- ✓ ein AM/FM-Radio oder ein Elektrosmog-Detektor (kann online gekauft werden)
- ✓ eine Batterie
- ✓ ein Kabel mit blanken Enden
- ✓ elektronische Geräte, deren elektromagnetische Strahlung man überprüfen möchte, z. B. Fernbedienungen, Elektrowerkzeuge, Mobiltelefone



Anleitung für den Faraday'schen Käfig

1. Auf dem Maschendraht ein ca. 32 cm × 62 cm großes Rechteck einzeichnen.
2. Das Rechteck mit einer starken Schere oder besser mit einem Drahtschneider ausschneiden.
3. Vier Holzstücke von etwa 8 cm Länge zurechtschneiden.
4. Den Maschendraht zu einem Quader falten und die Überreste abschneiden.
5. Die Holzstücke in die Ecken des Maschendrahtquaders platzieren und den Maschendraht mithilfe der Heftklammer-pistole an den Holzstücken be-festigen. Es soll ein nach oben offener rechteckiger Kasten entstehen.

Hinweis: Dies sind ungefähre Maße für ein kleines AM/FM-Radio; jede Größe der offenen oder geschlossenen Box ist geeignet.



Weitere Schritte

1. Das Radio einschalten.
2. Die Einstellung AM wählen und das Gerät auf eine niedrige Frequenz einstellen, auf der keine Sender zu hören sind.
3. Auf das, was zu hören ist, achten.
4. Einstellung der Anzeige notieren: _____ kHz
5. In der Nähe des Radios das Folgende tun: Ein Ende des Kabels mit dem positiven Ende der Batterie verbinden (die Enden des Kabels sollten blank sein). Das andere Ende des Kabels kurz an den negativen Pol der Batterie halten.
6. Achten Sie auf das, was zu hören ist.



7. Den Drehknopf am Radio auf eine andere Frequenz stellen und den Versuch mit der Batterie wiederholen.
8. Wird das Rauschen lauter oder leiser? Sie können die Rauschpegel in einer Tabelle notieren.
9. Mit diesem Aufbau können die Schüler*innen nun im Klassenraum nach elektrischen Störquellen suchen. Fragen Sie, was ihrer Meinung nach Störungen verursachen könnte.



Stellung des Drehknopfs am Radio (kHz)	Rauschpegel (von 1 bis 6, leise bis laut)

Was ist passiert?

Wenn Sie elektrische Geräte wie Telefone, Fernbedienungen und Batterien in die Nähe des Radios bringen, hört man ein Rauschen: Die von den Geräten ausgehende elektromagnetische Strahlung interferiert mit den vom Radio ausgesandten Wellen. Bei der Einstellung AM (amplituden-modulierten Wellen) ist dies deutlich zu beobachten, bei der Einstellung FM hingegen nicht. Der Grund dafür ist, dass die Übertragung der Informationen beim FM-Signal durch die Veränderung der Frequenz und nicht, wie bei AM, durch die Veränderung der Amplitude erfolgt.

Wenn die Störfrequenzen der elektrischen Geräte im Bereich der Frequenz des gewählten Kanals sind, kann der AM-Empfänger sie als Amplitudenänderungen „auffangen“, was zu Rauschen führt.

Stülpt man den Käfig über das Radio, erlischt das



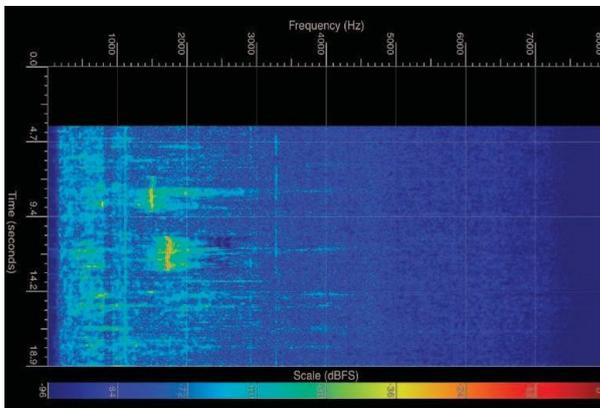
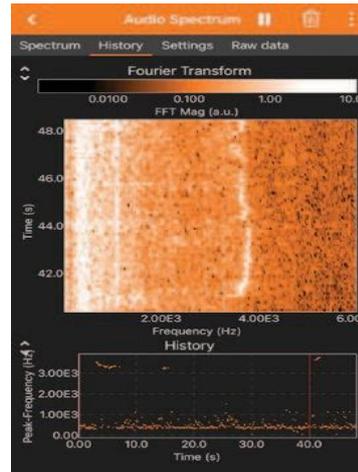
Signal: Es wird abgeschirmt.

Wie geht's weiter?

Laden Sie einen beliebigen Spektrumanalysator herunter und verwenden Sie ihn, um die Störung aufzuzeichnen/ein Bild davon zu machen, z. B. phyphox (RWTH Aachen) oder SpectrumView (Oxford Wave Research).

Untersuchen Sie die Funktionsweise eines Senders und eines Empfängers mit Hilfe der PhET-Simulation (deutsche Fassung unter „Translations“ abrufbar):

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/radio-waves/>



Beobachtungen von Radiowellen mit einem „Software Defined Radio“

Irland und Portugal

Altersgruppe: 14 bis 18 Jahre

Hintergrund

Ein softwaredefiniertes Radio (SDR) kann als billiges Radioteleskop verwendet werden, um zum Beispiel die Wasserstofflinie, Meteoriten, Streuung, plötzliche Störungen in der Ionosphäre (engl. *sudden ionospheric disturbances*) und Pulsare zu beobachten.

Das SDR kommt im Allgemeinen in Verbindung mit einer geeigneten Antenne zum Einsatz (Länge und Typ hängen davon ab, was man beobachten will) sowie mit einem rauscharmen Verstärker (LNA – *Low Noise Amplifier*) oder einem rauscharmen Signalumsetzer (LNB – *Low Noise Block*) und Software wie *GNU Radio* oder *Ubuntu*, mit der das Signal aufgenommen und grafisch dargestellt werden kann.

In dieser Aktivität werden wir mit einem kostengünstigen USB-Dongle, dem RTL-SDR-Dongle, Funkwellen untersuchen, die von Autoschlüsseln ausgesandt werden. Autoschlüssel funktionieren mit einem eingebauten Radiofrequenz-Identifizierungssystem (RFID). Es nutzt ein elektromagnetisches Feld, um gespeicherte Informationen, sogenannte Tags, zu lokalisieren oder zu identifizieren. Der Autoschlüssel übermittelt die Informationen über Funkfrequenzen an das entfernte Auto. Dem im Schlüssel enthaltenen Mikrochip ist eine Frequenz zugewiesen, die mit dem Lesegerät im Auto kommuniziert.

Jeder Autoschlüssel trägt einen eindeutigen Code. Europäische Fahrzeuge arbeiten mit einer Frequenz von 433,92 MHz, amerikanische und japanische Fahrzeuge mit einer Frequenz von 315 MHz.

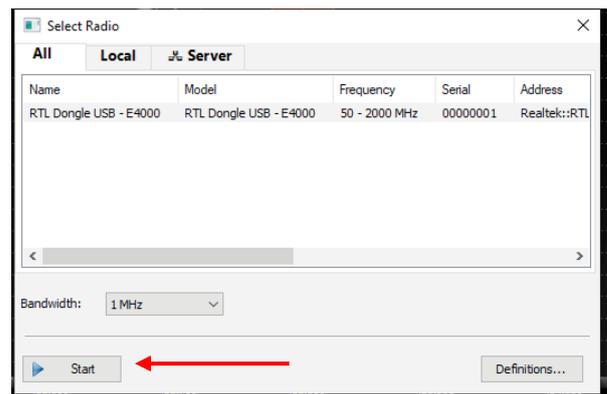
Was wird benötigt?

- ✓ ein RTL-SDR-Dongle (ab ca. 40 Euro)
- ✓ Kupferdraht für die Antenne oder ein Antennenbausatz (ab 20 Euro oder im Set mit dem Dongle)
- ✓ ein Autoschlüssel (mit drahtloser Fernbedienung)
- ✓ ein Laptop (schließen Sie das SDR an, um die empfohlene Software herunterzuladen)

VON
LEHRKRÄFTEN
FÜR
LEHRKRÄFTE

Schritt-für-Schritt-Anleitung

1. RTL-SDR mit dem Laptop verbinden.
2. SDR-Software öffnen.
3. RTL-Dongle auswählen.
4. Auf Start klicken.



5. Nun ist ein Rauschen zu hören, und das Signal wird angezeigt.
6. Die zu erfassende Frequenz auf 433,797 MHz ändern, um das Signal des Autoschlüssels zu erfassen.
7. Auf die Taste zum Öffnen der Autotüren drücken und die erkannte Frequenz notieren. Ein Screenshot oder ein Foto machen.
8. Den Vorgang mit anderen Autoschlüsseln wiederholen.

Was ist passiert?

Die verschiedenen Automarken haben eine eindeutige Frequenz-„Spitze“, die im Diagramm deutlich zu erkennen ist.

VON
LEHRKRÄFTEN
FÜR
LEHRKRÄFTE



Wie geht's weiter?

Testen Sie weitere Gegenstände, die Funkwellen aussenden, z. B. Fernbedienungen für Spielzeugautos.

