space 2school IT'S ALL!

Satellitenkommunikation – Wie wir mit Satelliten weltweit in Verbindung bleiben

Lehrmaterial
Sekundarstufe I

Mit Praxisteil:
Bau eines Radio-empfängers

DLR

Klett MINT

Bildnachweise

43 (rechts): 123RF; **50:** AdobeStock; **73:** AlamyStockfoto; **3, 4 (oben), 5, 19 (oben), 26, 27, 28, 34, 38, 41, 43 (links), 44, 45, 46 (links, 3. von links), 53 (oben), 54 (oben), 55 (oben), 58, 60 (oben), 75 (unten):** DLR; **39:** DLR CC-BY 3.0; **4 (unten), 47, 48, 54 (unten), 69:** ESA; **52: ESA/CNES; 56:** ESA/EU, Copernicus data 2018; **80:** ESA/NASA; **46 (2. von rechts):** Flickr; **19 (Mitte), 29, 36, 40, 46 (3. von rechts), 60 (Mitte), 65, 66 (oben, Mitte 2. von rechts, Mitte rechts, unten), 70 (oben), 75 (oben):** IStock; **32, 70 (Mitte), 74, 76, 78, 79:** Stefan Kruse; **31:** Max-Planck-Institut für Radioastronomie; **51:** OHB-System-AG; **37:** Pitopia; **19 (unten, links), 42, 46 (2. von links), 59, 60 (unten, links), 63, 66 (Mitte links, Mitte 2. von links, Mitte 3. von links, Mitte Mitte, Mitte 3. von rechts), 68, 75 (oben):** Pixabay; **77:** TESAT; **28 (unten), 57:** TU Berlin; **64:** TU Berlin/DeSK; **30, 35, 46 (rechts), 67:** Wikimedia; **53 (Mitte, unten):** Daniel Zimbelius

Trotz unserer Bemühungen ist es uns nicht in jedem Fall gelungen, den Rechteinhaber um Abdruckerlaubnis zu bitten oder zu ermitteln. Sollten Sie Rechte an einem der abgedruckten Bilder geltend machen können, bitten wir Sie, mit uns Kontakt aufzunehmen (p.woehner@klett-mint.de).

Impressum

1. Auflage Juli 2020

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages. Hinweis § 52a UrhG: Weder das Werk, noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung eingescannt und in ein Netzwerk eingestellt werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Fotomechanische oder andere Wiedergabeverfahren nur mit Genehmigung des Verlages.

Auf verschiedenen Seiten dieses Heftes befinden sich Verweise (Links) auf Internetadressen. Haftungsnotiz: Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle wird die Haftung für die Inhalte der externen Seiten ausgeschlossen. Für den Inhalt dieser externen Seiten sind ausschließlich die Betreiber verantwortlich. Sollten Sie daher auf kostenpflichtige, illegale oder anstößige Seiten treffen, so bedauern wir dies ausdrücklich und bitten Sie, uns umgehend per E-Mail (p.woehner@klett-mint.de) davon in Kenntnis zu setzen, damit bei Nachdruck der Nachweis gelöscht wird.

Herausgegeben vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und Klett MINT GmbH.
© Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) Bonn und Klett MINT GmbH, Stuttgart

Autoren: Prof. Dr. Stefan Kruse, Weingarten; Daniel Zimbelius, Reichenbach; Tobias Beck, Biberach
Redaktion: Hanne Lier, Medienwerk Lier, Stuttgart
Beratung: Alexandra Herzog, Dr. Siegfried Voigt, DLR Raumfahrtmanagement, Bonn
Projektkoordination und Herstellung: Petra Wöhner, Klett MINT
Gestaltung: Bettina Herrmann, Stuttgart
Umschlag: CD Werbeagentur GmbH, Troisdorf
Illustrationen: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, Rimpar
Druck: M&E Druckhaus, Belm

Zugunsten einer leichteren Lesbarkeit wird in diesem Heft nicht immer ausdrücklich auch die weibliche Form genannt. Selbstverständlich sind aber immer weibliche und männliche Personen gemeint. Wir bitten für dieses Vorgehen um Ihr Verständnis.

Prof. Dr. Stefan Kruse

Daniel Zimbelius

Tobias Beck

Satellitenkommunikation

Physik – Technik – Mathematik – Informatik

Arbeitsblätter und Lehrerinformationen
für Sek I (Klassen 8 bis 10)

VORWORT

Als im Jahr 1957 der erste Satellit mit dem russischen Namen *Sputnik* (für *Begleiter*) ins All geschossen wurde, begann ein Wettlauf um die Vorherrschaft im Weltraum mit Meilensteinen, die im kollektiven Gedächtnis unserer Gesellschaft verankert sind: Bereits 1961 umrundete mit Juri Gagarin der erste Mensch in einem Raumschiff die Erde. Neil Armstrong setzte 1969 als erster Mensch seinen Fuß auf den Mond. 1998 begann der Bau der Internationalen Raumstation *ISS*, die seit dem Jahr 2000 dauerhaft von Raumfahrern „bewohnt" wird.

Und die Satelliten, die „Begleiter" der Erde? Inzwischen kreisen mehr als 2000 dieser künstlichen Erdtrabanten auf verschiedenen Bahnen um die Erde, als unermüdliche Zuarbeiter für die Kommunikation der Menschen weltweit, für die Unterhaltung oder auch für Wissenschaft und Forschung.

Ganz selbstverständlich benutzen die meisten Menschen Smartphones, egal, wo sie sich auf der Erde befinden. Und ganz selbstverständlich ist es heutzutage, dass sich Nachrichten in kürzester Zeit um den Erdball verbreiten. Und natürlich möchten viele Menschen „in real time" an Großereignissen teilnehmen können, seien es Olympische Spiele, Fußballturniere oder live Berichterstattungen.

Wir möchten junge Menschen, die in eine vernetzte Gesellschaft hineinwachsen, mit der ganzen Welt kommunizieren und täglich unterschiedlichste smart devices nutzen, für die Möglichkeit moderner Satellitentechnik begeistern.

Dies ist der Anspruch dieses Arbeits- und Informationshefts, das in Kooperation mit Pädagogen entstanden ist. Sie arbeiten täglich mit Jugendlichen und wissen, wie man erklärt und nachhaltig Interesse weckt. Das Buch ist ganz bewusst keine Geschichte der Eroberung des Weltraums und auch keine Aneinanderreihung bloßer Fakten. Stattdessen soll es Lernenden und Interessierten einen grundlegenden Zugang zu den Möglichkeiten der Satellitentechnik bieten – einfach, verständlich und faszinierend. Außerdem bietet es Anregungen für die Lehrkräfte, mit einfachen Mitteln die Grundlagen der Satellitentechnik aus Physik, Mathematik und Elektrotechnik zu vermitteln.

Als Raumfahrtmanagement im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. ist es uns wichtig, ein Bewusstsein zu schaffen für den Nutzen und die Bedeutung von Raumfahrt in unserem Alltag. Satellitentechnik beeinflusst unser tägliches Leben in besonderem Maße, meist ohne dass wir uns dessen bewusst sind. Entdecken Sie mit Ihren Schülerinnen und Schülern den Stellenwert moderner Satellitentechnik – im Weltall und auf unserer Erde!

Dr. Franziska Zeitler
DLR Raumfahrtmanagement

Abteilungsleitung Innovation & Neue Märkte

Wissenschaftliche Leitung der Schul- und Jugendprojekte

Alexandra Herzog
DLR Raumfahrtmanagement

Abteilung Innovation & Neue Märkte

Koordinatorin der Schul- und Jugendprojekte

Dr. Siegfried Voigt
DLR Raumfahrtmanagement

Abteilung Satellitenkommunikation

Fachgruppenleiter Nationales Programm

INHALTSVERZEICHNIS

Informationen für Lehrkräfte und Lösungen zu den Arbeitsblättern

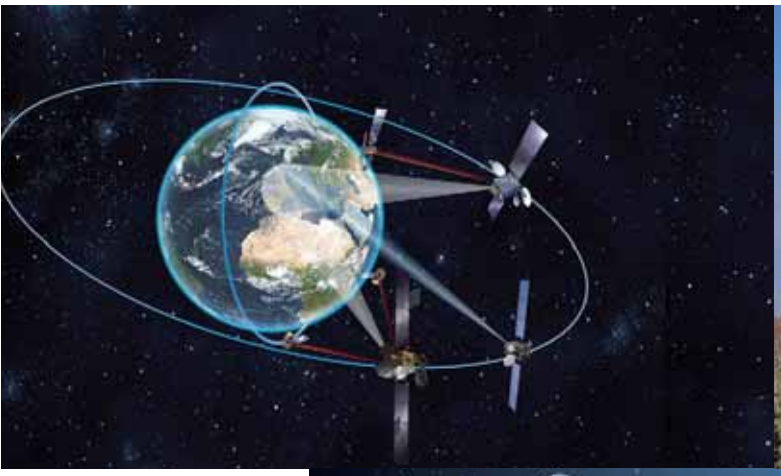
Modul 1: Ein Tag ohne Satelliten 7

Modul 2: Daten aufbereiten und übertragen 9

Modul 3: Das Leben eines Satelliten 13

Modul 4: Daten nutzen 18

Modul 5: Konstruktion und Bau von Sendern und Empfängern 22



Arbeitsblätter

Modul 1: Ein Tag ohne Satelliten

1 Daten und Informationen in unserem Leben 26

Modul 2: Daten aufbereiten und übertragen

2 Bits & Bytes und Kommunikation 29
3 Das Spektrum elektromagnetischer Wellen 31
4 Wie werden Daten übertragen? 34
5 Warum werden Daten verschlüsselt? 36
6 Möglichkeiten der Datenübertragung 39

Modul 3: Das Leben eines Satelliten

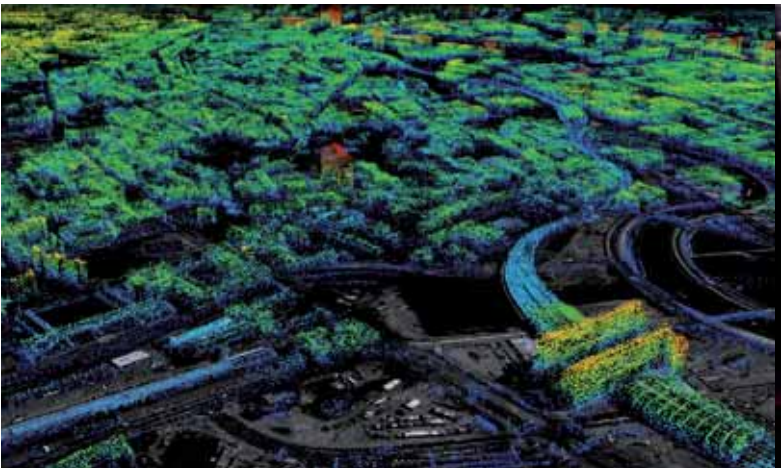
7 Bestandteile eines Satellitenkommunikationssystems 42
8 Antennen, Empfangssysteme und Relaissatelliten 45
9 Satellitenorbits und Bodenspur 48
10 Satelliten in einem rauen Umfeld 51
11 Welche „Daten“ übertragen Satelliten? 55
12 Lebenszyklus eines Satelliten 57

Modul 4: Daten nutzen

13 Mediennutzung zu Hause und unterwegs 60
14 Smartes Leben 63
15 Kein Empfang mit dem Smartphone? 66
16 Wie funktioniert die moderne Internetversorgung? 68

Modul 5: Konstruktion und Bau von Sendern und Empfängern

17 Kreatives Planen und Konstruieren 70
18 Nachrichten empfangen mit Funktechnik 73
19 Nachrichten senden mit Funktechnik 75
20 Nachrichten senden und empfangen mit Licht 77



LEHRERSEITEN

Informationen für Lehrkräfte und Lösungen
zu den Arbeitsblättern

Modul 1:
Ein Tag ohne Satelliten 7

Modul 2:
Daten aufbereiten und übertragen 9

Modul 3:
Das Leben eines Satelliten 13

Modul 4:
Daten nutzen 18

Modul 5:
Konstruktion und Bau von Sendern und Empfängern 22

Die Arbeitsblätter finden Sie für alle Module ab Seite 26.

Modul 1 Ein Tag ohne Satelliten

Einführung in das Thema

Das vorliegende Arbeitsheft ist in fünf Module aufgeteilt:
- Ein Tag ohne Satelliten
- Daten aufbereiten und übertragen
- Das Leben eines Satelliten
- Daten nutzen
- Konstruktion und Bau von Sendern und Empfängern

Während das Einstiegskapitel der Motivation dient und den Schülerinnen und Schülern (SuS) die Frage beantwortet, wozu Satelliten eigentlich gebraucht werden, stellen die folgenden vier Module einen Einstieg in die Satellitentechnik und die Kommunikation mit den Satelliten dar. Dabei erarbeiten sich die SuS praxisnah Grundlagen der Elektro-, Digital- und Nachrichtentechnik und lernen physikalische Gesetzmäßigkeiten kennen, die man zum Betrieb von Satelliten in einem Orbit rund um die Erde benötigt. Im letzten Modul wenden die SuS das Gelernte an und konstruieren unterschiedliche Anlagen zur Nachrichtenübertragung.

Infos zum Einstieg

Wir alle sitzen vor dem Fernseher, nutzen soziale Medien, telefonieren, nutzen Navigationssysteme, ernähren uns gesund und schauen auf die Wettervorhersage, wenn wir etwas vorhaben. Weil sich aber kaum jemand bewusst ist – die meisten vermutlich noch nicht einmal ahnen – welche Relevanz bei allen diesen alltäglichen Dingen Satelliten besitzen, haben wir zum Einstieg ein Modul geschaffen, das SuS erleben lässt, wie unsere Gesellschaft und damit jeder einzelne von uns von den Daten abhängt, die wir von Satelliten empfangen.

„Daten und Informationen in unserem Leben“ macht deutlich, dass unser Leben beim Ausfall der Satelliten nicht mehr funktionieren, vermutlich sogar in vielen Bereichen zusammenbrechen würde.

Methodische Vorgehensweise

Erhobene Zeigefinger und Warnungen vor komplexen und schwer vorstellbaren Szenarien sind erfahrungsgemäß bei Jugendlichen recht wirkungsarm. Aus diesem Grund besteht der Einstieg bewusst nicht aus klassischen schulischen Fragestellungen, sondern einem Rollenspiel, an dem die ganze Klasse in gemischten Gruppen teilnimmt.

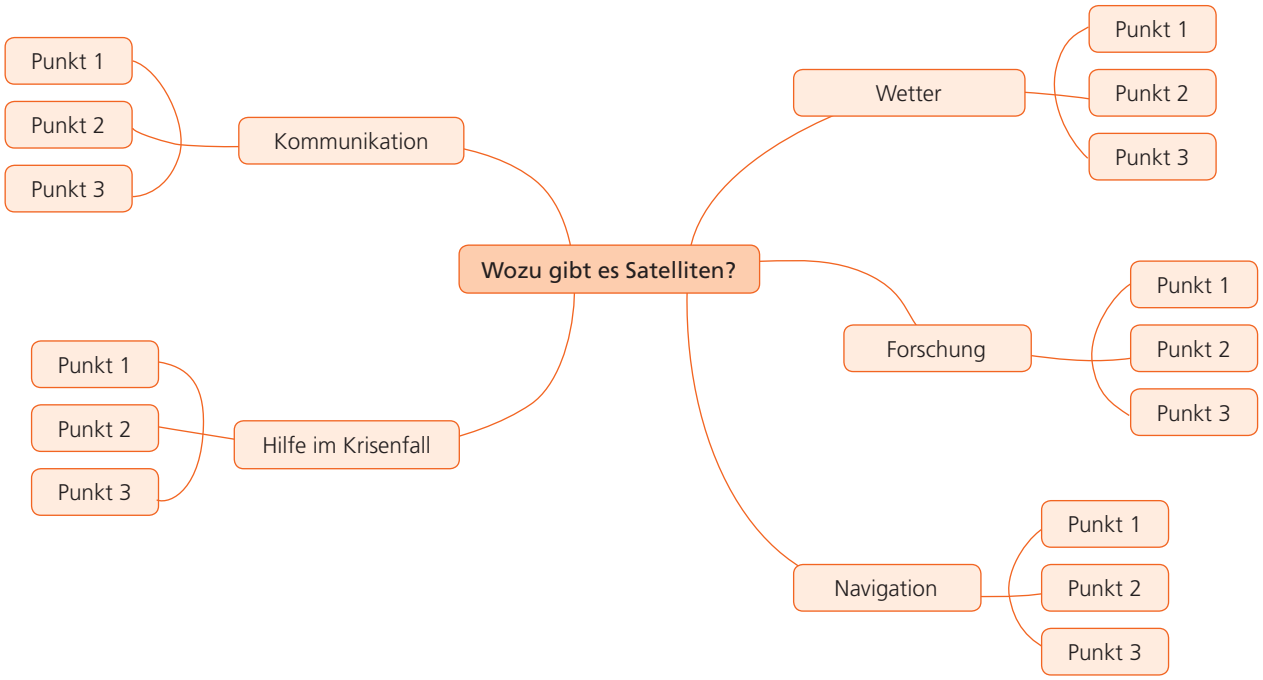
Der Einstieg ist ein düsteres, aber mögliches Szenario: Eine große Eruption der Sonne steht bevor. Weil bei solchen Sonnenstürmen ein Schwall schneller, energiereicher Teilchen ins All geschleudert wird, sind alle Satelliten akut bedroht, die rund um die Erde kreisen. Die SuS sollen nun einen Krisenstab bilden, der für die Regierung des Landes die nötigen Informationen über mögliche Konsequenzen zusammenträgt.

Der Ablauf. Nach der Vorstellung des Szenarios werden die SuS der Klasse in fünf Gruppen aufgeteilt, die jeweils eine andere Fragestellung bearbeiten. In ca. 20 Minuten soll sich jede Gruppe in ein Thema einarbeiten und herausfinden, wozu Satelliten in diesem Themenfeld gebraucht werden und wie sie zum Einsatz kommen. Für die Recherche erhalten die Jugendlichen Gruppenkarten, auf denen Leitfragen zum jeweiligen Thema stehen. Besonders interessierte Gruppen können diese durch eigene Fragen ergänzen. Zu jedem Thema gibt es einen Podcast, in dem Expertinnen und Experten des DLR ihr Wissen zur Verfügung stellen. Nach der Recherchezeit stellen die fünf Gruppen jeweils ihre Ergebnisse vor. Rollenspiel, Präsentation und Ergebnissicherung passen in eine Doppelstunde.

Die Ergebnissicherung dieses Einstiegsmoduls kann frei gestaltet werden. Möglich sind

- fünf Präsentationen der unterschiedlichen Teams, mit denen die Stunde endet,
- zusätzlich eine Diskussion über die Frage „Warum wissen wir über ein derartig wichtiges technisches Instrument bisher so wenig“,
- alternativ eine Mindmap, die während oder im Anschluss an die Präsentationen entsteht und bei der die einzelnen Punkte von den SuS genannt bzw. ausgefüllt werden (siehe Abb.),
- auch eine Hausaufgabe ist denkbar, weil die Podcasts (siehe unter Medien) im Internet zur Verfügung stehen.

Auf diese Weise schafft das Modul Interesse und Begeisterung für die weitere Beschäftigung mit Satelliten- und Kommunikationstechnik.



MEDIEN

Als Hilfe zur Recherche stehen den SuS „echte“ Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner des DLR zur Verfügung. Auf der Seite https://space2school.de/ haben Wissenschaftler/innen des DLR Statements verfasst, die den SuS in Form von Podcasts die Relevanz von Satelliten in den einzelnen Themenbereichen schildern.

Modul 2 Daten aufbereiten und übertragen

Einführung in das Thema

Das Modul bietet eine Einführung in analoge und digitale Daten. Dabei werden neben physikalischen Grundlagen auch Themen zu Erzeugung, Übertragung und Speicherung von Daten behandelt. Die theoretischen Inhalte werden immer wieder durch praktische Arbeitsaufgaben – z. B. Rechercheaufträge – ergänzt.

MEDIEN

In diesem Modul wird an verschiedenen Stellen die Verwendung eines PC oder eines Smart Devices (Tablet, Smartphone) mit Internetanschluss empfohlen, sowohl zur Recherche bestimmter Inhalte als auch zur Vertiefung. Auch zur Präsentation bieten sich Erarbeitungen mit einem Computer (alternativ in Form von Postern) an.

Infos zu den Arbeitsblättern

Arbeitsblatt 2 behandelt die Grundlagen der (elektronischen) Kommunikation. Außerdem geht es um die kleinste Einheit einer Information, deren Darstellungsarten und Größendimensionen. Hinweis: Analoge und digitale Kommunikation werden auch in AB 4 (Aufgabe 3) oder AB 6 (Aufgabe 1) bearbeitet.

Arbeitsblatt 3 befasst sich mit der drahtlosen Übertragung von Informationen und den dazu notwendigen physikalischen Grundlagen (elektromagnetisches Wellenspektrum). Abschließend wird in einer praktischen Aufgabe das Wellenspektrum mit einem einfachen Spektrometer visualisiert.

Arbeitsblatt 4 enthält Aufgaben zur Datenübertragung per Kabel, Funk oder Licht. Dabei wird differenziert zwischen analoger und digitaler Datenübertragung. Ein weiterer Teil befasst sich mit serieller und paralleler Übertragung sowie Übertragungsgeschwindigkeiten aktueller Geräte.

Arbeitsblatt 5 behandelt die Grundlagen der Verschlüsselung von Daten. Es geht nicht nur um symmetrische und asymmetrische Verschlüsselungstechniken, sondern auch um gebräuchliche Codes (Strichcodes, QR-Codes …) und die Sicherung von Daten allgemein (Firewall).

Arbeitsblatt 6 strukturiert die verschiedenen Möglichkeiten der (analogen und digitalen) Datenübertragung. NFC und RFID werden ausführlich auch in praktischen Anwendungen in Industrie und Handel vorgestellt. Beispiele satellitenüberwachter Lieferketten beschließen Arbeitsblatt und Modul.

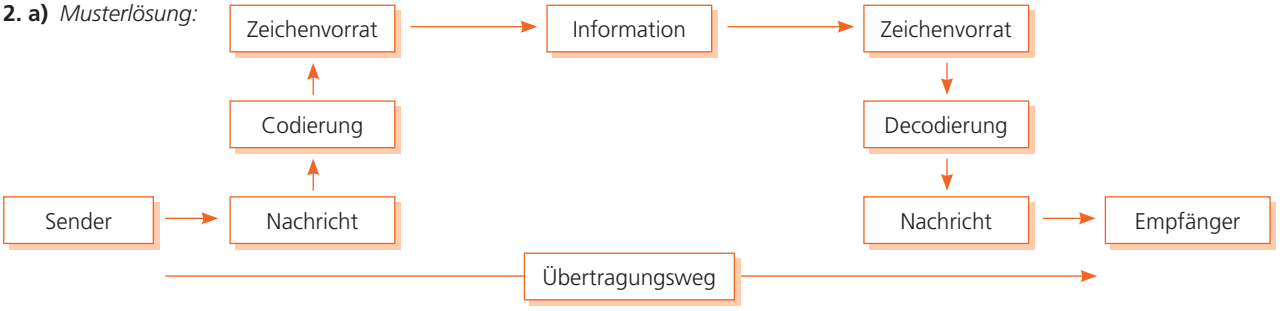
Methodische Vorgehensweise

Alle Arbeitsblätter sind unabhängig voneinander einsetzbar und lassen sich mit wechselnden Sozialformen bearbeiten. Je nach auszubildender Kompetenz empfiehlt es sich Schwerpunkte zu setzen: zu analogen und zu digitalen Fragen oder zu Erzeugung, Wandlung, Speicherung und Decodierung von Daten. Auch eine Strukturierung nach dem EVA-Prinzip ist möglich.

2 Bits & Bytes und Kommunikation

1. Mutter/Vater/Ziel der nächsten Urlaubsreise/deutsch
Verkehrsteilnehmer/Polizist/Stopp, anhalten/achteckiges rotes Schild mit weißem Rand und Text
GPS-fähiges Smartphone/Satellit/Geokoordinaten/Binärcode
Computer/Netzwerk-Drucker/Druckauftrag/Programmiersprache

2. a) *Musterlösung:*



b) Störungen können dadurch entstehen, dass Sender und Empfänger nicht die gleiche Sprache sprechen, der Zeichenvorrat nicht für den Inhalt der Nachricht ausreicht oder nicht geeignet ist, der Übertragungsweg zu lang ist, Informationen auf dem Übertragungsweg verloren gehen oder beim Codieren/Decodieren Fehler auftreten.

3. a) an/aus; high/low; ja/nein; Strom/kein Strom

b)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111

c) 1 Byte = 2^8 = 256 Möglichkeiten
d) Kilobyte → kB → 1000 → 10^3
Megabyte → MB → 1 000 000 → 10^6
Gigabyte → GB → 1 000 000 000 → 10^9
Terabyte → TB → 1 000 000 000 000 → 10^{12}
Petabyte → PB → 1 000 000 000 000 000 → 10^{15}

4. Eine aktuelle magnetische Festplatte (HDD) hat derzeit zwischen 1 und 4 Terabyte. Eine elektronische Festplatte (SSD) hat derzeit 1 Terabyte.

3 Das Spektrum elektromagnetischer Wellen

1. Radio, Smartphone, Funk, Fernbedienungen, Beleuchtung, Mikrowellenherd, Röntgen, kontaktloses Zahlen mit dem Smartphone, NFC …

2. Als Frequenz wird die Anzahl der Schwingungen pro Zeiteinheit und als Wellenlänge der kleinste Abstand zweier Punkte einer Welle der gleichen Phase bezeichnet. Je größer die Wellenlänge einer Welle ist, desto geringer ist ihre Frequenz, denn bei gleicher Ausbreitungsgeschwindigkeit werden weniger Schwingungen pro Zeiteinheit übertragen.

3. 10^3 m – Radiowellen;
10^{-2} m – Mikrowellen;
10^{-5} m – Infrarotstrahlung;
10^{-7} m – sichtbares Licht;
10^{-8} m – UV-Strahlung;
10^{-10} m – Röntgenstrahlung;
10^{-14} m – Gammastrahlung

4. Schülerindividuelle Lösungen.

4 Wie werden Daten übertragen?

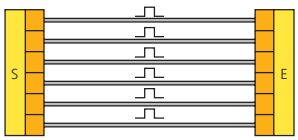
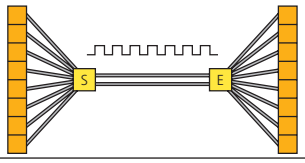
1. Per Brief, per Mail, per Fax, per Telefon, per Funk …

2.

A	B	C	C
B	C	B	A
C	A	A	B

3. Analoge Daten werden durch eine kontinuierlich wechselnde physikalische Größe (z. B. Spannung) übertragen. Die Größenwerte halten dabei ein festgelegtes zeitliches Intervall ein. *Beispiele:* Schallplatte; Radio
Digitale Daten werden durch ein binäres Signal mit dem Wert 0 oder 1 dargestellt. Die Weiterleitung eines Signals erfolgt durch Spannungsimpulse, die einen vorgegebenen Wert (5 V) nicht über- oder unterschreiten dürfen. *Beispiele:* Smartphone; Computer

4. Schülerindividuelle Lösungen; Musterlösung:

parallel	seriell
	
Bits werden gleichzeitig über mehrere Leitungen übertragen.	Bits werden nacheinander über eine Leitung übertragen.

5. ATA-Festplatte: 1,5 GBit/s; USB 2: 480 MBit/s; Netzwerk: 10 MBit/s bis 400 GBit/s; Audio-CD: 1411 kBit/s; Funkuhr-Signal: 1 Bit/s; Bluetooth 1: 732,2 kBit/s; NFC-Chip: 424 kBit/s; Kabel-TV: 10 GBit/s

5 Warum werden Daten verschlüsselt?

1. Schülerindividuelle Lösungen. – *Musterlösungen:*
– internationale Verständigung im Verkehr → Verkehrszeichen
– Geheimhaltung von Daten → PIN-Code beim Onlinebanking
– Komprimierung von Informationen → MP3 für Musik oder DVD-Dateien

2.

3. Schülerindividuelle Lösungen.

4. – 1994 wurden QR-Codes erstmals von einem japanischen Automobilzulieferer eingesetzt. Seit 2007 kommen sie auch in Europa zum Einsatz.
– Ein QR-Code kann eine Textinformation, eine Internetadresse (URL), eine E-Mail-Adresse oder z. B. eine Telefonnummer enthalten.
– Maximal können 3 MB bzw. 4269 Zeichen gespeichert werden.
– Design-QR-Codes mit einer Grafik, Frame-QR-Codes enthalten eine zusätzliche Zeichenfläche, Micro-QR-Codes sind möglichst klein, Secure-QR-Codes sind zusätzlich verschlüsselt, iQR-Codes lassen verschiedene Formen zu und sind fehlertoleranter.
– Durch die Muster in den Ecken erkennen Lesegeräte den QR-Code. Mithilfe der drei Ecken wird die richtige Ausrichtung erkannt.
– Die Maske liegt über der eigentlichen Information. Durch sie werden gleiche oder zu große schwarze und weiße Bereiche vermieden.
– In der binären Darstellung steht schwarz für Eins und weiß für Null.
– Die Information im QR-Code wird nach einem bestimmten Muster gelesen. Im ersten Viererblock von rechts unten werden die Interpretationen der weiteren Blöcke beschrieben.
– Sie dient zum Übersetzen der Informationen des binären Systems.
– Im zweiten Block wird die Länge der Informationen vorgegeben, z. B. 8 Zeichen. In den weiteren Blöcken stehen die Informationen, die mithilfe der ASCII-Tabelle entschlüsselt werden können.

5. Symmetrische Verschlüsselung: Zum Ver- und Entschlüsseln wird derselbe Schlüssel benötigt. Dadurch kann man seine eigenen Dateien schützen. Wenn man verschlüsselte Daten weitergeben oder versenden möchte, muss man nicht nur die Datei austauschen, sondern auch den Schlüssel übergeben. Geschieht dies online/über das Internet, ist nicht klar, ob jemand mitliest und Kopien von Nachricht und Schlüssel anfertigt. Einsatz: Sicherung von eigenen Dateien, nicht aber für den Austausch von Daten im Internet.
Asymmetrische Verschlüsselung: Zum Verschlüsseln werden zwei Schlüssel verwendet. Die Daten werden vom Sender mit dem öffentlichen Schlüssel (public key) des Empfängers verschlüsselt. Ein gemeinsames Zertifizierungssystem ordnet dann den public key eindeutig zu und die sichere Verschlüsselung der Dateien kann mit dem privaten Schlüssel (privat key) des Empfängers wieder aufgehoben werden. Einsatz: Sinnvoll für den Datenaustausch z. B. im Internet, besonders, wenn vertrauliche Daten gesendet und empfangen werden.

6. a) Eine Firewall verwaltet die IP-Adressen aller beteiligten Kommunikationspartner und bestimmt, wer worauf zugreifen darf.
b) Vorteile: Die Firewall kann unterbinden, dass ein durch eine Schadsoftware heimlich reaktivierter oder installierter Dienst ungehindert vom Netzwerk aus ansprechbar ist.
Nachteile: Da eine Firewall mit erweiterten Rechten läuft und tief ins System eingreift, wirkt sich dies auf die Performance und Stabilität des Computersystems aus.
Grenzen: Eine Firewall bietet keinen Schutz vor der Installation einer andersartigen Schadsoftware.

7. Schülerindividuelle Lösungen.

6 Möglichkeiten der Datenübertragung

1. a) Schülerindividuelle Lösungen. *Beispiele:* Sprechen, Handzeichen, Briefe, Rauchzeichen, Bücher, FM-Radio, Morsezeichen, Telefon (früher) …
b) Schülerindividuelle Lösungen. *Beispiele:* Internet, VoIP-Telefonie, Funknetz für Smartphones, DAB-Radio, Streaming-Dienste …

2. Schülerindividuelle Lösungen.

3. a) Mit NFC-fähigen Smartphones kann man z. B. seine Einkäufe bezahlen. – NFC-Tags sind genauer und vielseitiger als die üblichen Barcodes und wiederverwendbar.
b) Schülerindividuelle Lösungen. *Beispiel:* Mein Handy soll automatisch den Musikplayer anstellen, sobald es auf einem Tag liegt. Die Tags müssen sehr nahe ans Handy gehalten werden. Eine Hülle kann stören.

4. a) RFID ermöglicht die Kommunikation zwischen Lesegerät und Tag, unabhängig von der Lage der Antennen. Aktive Tags besitzen eine Stromquelle und sind über viele Meter Entfernung auslesbar. Passive Tags haben keine Batterie und werden durch das elektromagnetische Feld vom Lesegerät mit Energie versorgt.
b) Ein RFID-Tag kann frei im Raum unabhängig von der Lage der Antenne ausgelesen werden. Zum Lesen eines NFC-Tags muss dieses parallel und sehr nah zum Lesegerät gehalten werden.

5. Schülerindividuelle Lösungen.

6. Die Technik eignet sich für jede Art von Tracking-Anwendungen, egal, ob Güter oder Personen. Z. B. lassen sich in Container- und Transithäfen mit UHF-RFID-Tags ausgestattete Waren permanent überwachen, ihre Position zum Entladen bestimmen und Bewegungen aufzeichnen.

7. Schülerindividuelle Lösungen. *Hinweis:* Die Seite https://www.dlr-innospace.de/innospaceexpo/ enthält viele Anwendungsbeispiele aus den Bereichen Wohnen und Arbeiten, Gesundheit und Ernährung, Reisen und Freizeit, Mobilität und Kommunikation, Wissen und Bildung. Aktivieren Sie JavaScript in Ihrem Browser, um die Animationen sehen zu können.

8. Latenz ist die Laufzeit eines Signals in einem technischen System. In der terrestrischen Kommunikation (Festnetze) sind Latenzzeiten von ca. 25 msec üblich, was keine Einschränkung (der Sprachqualität) darstellt. In der geostationären Satellitenkommunikation werden reine Signallaufzeiten von ca. 125 msec beobachtet. Beim Zurücklegen des vierfachen Wegs (z. B. bei einer Frage mit Anwort) ergibt sich dann eine Signallaufzeit von 500 msec. Bei den meisten Anwendungen spielt die Latenz aber keine große Rolle (lediglich für Online-Spiele ist diese Latenz nicht akzeptabel). Bei niedrig fliegenden Satelliten (LEO) liegt die Latenz bei ca. 10 msec.

Modul 3 Das Leben eines Satelliten

Einführung in das Thema

Zwar ist der Begriff „Satellit“ allen Schülerinnen und Schülern (SuS) bekannt, was sich aber genau dahinter verbirgt, was ein Satellit den ganzen Tag macht und wo er sich genau befindet, wissen nur die wenigsten. Ziel dieses Moduls ist ein vertieftes Verständnis für die Aufgaben und Herausforderungen eines Satelliten – vom Start bis zum Verglühen in der Atmosphäre. Die SuS lernen, dass ein Satellit alleine nicht arbeiten kann, sondern eine umgebende Infrastruktur benötigt. Diese Infrastruktur behandelt dieses Modul in theoretischen und praktischen Aufgaben und Fragestellungen.

MEDIEN

Oft ist in diesem Modul die Verwendung eines PC oder eines Tablets mit Internetanschluss sinnvoll und hilfreich. Neben der Erstellung von Präsentationen mithilfe eines entsprechenden Präsentationsprogrammes wird auch die Anfertigung eines Videos vorgeschlagen. Hierzu eignet sich jedes moderne Smartphone.
Verfügt die Schule über eine CAD-Software, so kann diese entsprechend eingesetzt werden.

Infos zu den Arbeitsblättern

Arbeitsblatt 7 stellt die wichtigsten Bestandteile der Infrastruktur für ein Satellitenkommunikationssystem vor. Hinweis: Bei Aufgabe 2 sollten ggf. vorab die Begriffe „Downlink“ und „Uplink“ thematisiert bzw. erklärt werden.

Arbeitsblatt 8 behandelt das wichtigste Bauteil eines Satelliten, die Antenne. Sowohl grundlegende physikalische Prinzipien als auch die Notwendigkeit für Relaisstationen werden besprochen.
Hinweis: Für Aufgabe 1 sollte der „Hertzsche Dipol“ inklusive Abstrahlcharakteristik bereits behandelt worden sein. In Aufgabe 2 kann im Unterricht ergänzend die Flächenantenne (z. B. Hornantenne) erwähnt werden.

In Arbeitsblatt 9 werden die wichtigsten Orbits vorgestellt und am Beispiel des Satellitenfernsehens wird dieses Thema mit der Alltagserfahrung der Lernenden verknüpft. Hinweis: Dieses Arbeitsblatt bietet Möglichkeiten der Differenzierung, da einige Aufgaben ein erhöhtes räumliches Vorstellungsvermögen benötigen. Der Begriff der Inklination sollte vorher besprochen werden.

Arbeitsblatt 10 verdeutlicht, welche physikalischen und technischen Herausforderungen ein Satellit meistern muss in einer lebensfeindlichen Umwelt. Hinweis: Für Aufgabe 3 sind Grundkenntnisse in der Physik der Mechanik hilfreich. Aufgabe 4 bietet eine gute Heranführung an den Begriff Drehimpuls.

Arbeitsblatt 11 stellt aktuelle Satellitenprojekte und andere Arbeitsbereiche von Satelliten außer der TV-Übertragung vor.

Arbeitsblatt 12 berichtet zum Abschluss vom Lebenszyklus eines Satelliten und den Aspekten, von denen die typische Lebensdauer eines Satelliten abhängt. Die SuS setzen sich durch praktische Arbeit mit dem Thema auseinander.

Methodische Vorgehensweise

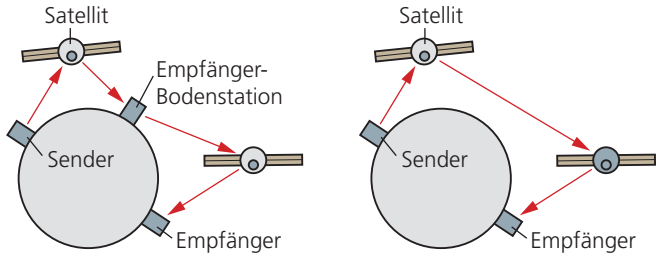
Die Arbeitsblätter sind unabhängig voneinander einsetzbar, den größten Lernerfolg erzielt man jedoch, wenn zunächst die Arbeitsblätter 7, 8 und 9 hintereinander bearbeitet werden. Je nach Wissensstand der SuS können dann gezielt die Arbeitsblätter 10, 11 oder 12 durchgenommen werden. Die Sozialformen wechseln sich regelmäßig ab, sodass diese Arbeitsblätter sowohl in einer Vertretungsstunde als auch gezielt im Fachunterricht verwendet werden können.

7 Bestandteile eines Satellitenkommunikationssystems

1. a)

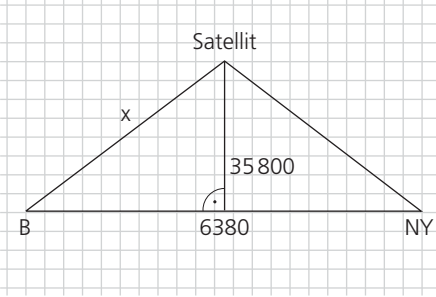
	Spiegel	Satellit
Signal	Licht	Elektromagnetische Welle (z. B. Funk)
Sender	Gegenstand oder Lebewesen (z.B. Gesicht)	Bodenstation (z. B. TV-Sender)
Funktion	Reflektieren des Lichts	Reflektieren des Signals
Empfänger	Auge	Bodenstation (z. B. Fernseher)
Probleme	Man sieht nur dann etwas, wenn der Spiegel entsprechend ausgerichtet ist.	Man empfängt nur dann ein Signal, wenn die Antenne richtig ausgerichtet ist.

b) Beim Friseur ermöglicht der zweite Spiegel durch Reflexion, dass die Kunden ihre Frisur auch von hinten sehen können.
Bezogen auf die Fernsehübertragung gibt es zwei Lösungen:



2. Ereignis, Sender, Antenne, Uplink, Satellit, Downlink, Antenne, Empfänger, Fernsehzuschauer

3. a) Vorteile: Weniger Interferenz der Signale, weniger Störungen, Parallelbetrieb möglich
Nachteile: Ggf. mehrere Antennen, Programme, Hardware
b) Günstiger, da weniger Bodenstationen gebaut/betrieben werden müssen. – Schneller, da der Weg kürzer ist. – Sicherer, da weniger Hardware verwendet wird (und somit weniger Fehlerquellen). – Flexibler, da ein Signal über mehrere Satelliten verteilt werden kann.
c) Die SuS müssen die Entfernung Berlin – New York sowie die Lichtgeschwindigkeit recherchieren und können dann die Aufgabe mithilfe des Satzes des Pythagoras annähernd lösen. – In Wirklichkeit befindet sich der geostationäre Satellit über dem Äquator, sodass man nicht die direkte Entfernung Berlin – New York verwendet, sondern von den Städten jeweils zum Satelliten über dem Äquator. Die SuS könnten mit einem Globus und einem Bindfaden die Entfernung abmessen und kämen dann auf 7100 km von Berlin und 6260 km von New York zum Satelliten, sodass die Signallaufstrecke 72840 km betragen würde. Der Laufzeitunterschied beträgt ca. 0,01 s.
Das Signal muss vier Mal die Strecke Satellit ↔ Bodenstation bewältigen, was zu einer Verzögerung von ca. 0,5 s führt. In Wirklichkeit liegt die Verzögerung höher, da die Zeiten für die AD/DA-Wandlung und die Strecke von den Telefonen bis zur Bodenstation noch berücksichtigt werden müssen.



Abstand Berlin ↔ Satellit (Pythagoras)

$x^2 = (35\,800\ \text{km})^2 + (\frac{6380}{2}\ \text{km})^2$

$x \approx 35\,942\ \text{km}$

Hin- und Rückweg: $2 \cdot (2 \cdot x) = 143\,768\ \text{km}$

$t = \frac{x}{c} = \frac{143\,768\,000\ \text{m}}{299\,792\,458\ \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0{,}48\ \text{s}$

4. Klassische Antenne: langfristige Anlage, öffentlicher Betreiber, hohe Beschaffungs- und Betriebskosten, technisch komplex, hohe Bitraten, spezialisiert auf wenige Aufgaben, ausfallsicher
VSAT: niedrige Bitraten, privater Betreiber, geringe Kosten, sehr mobil

5. a) Kollision mit Weltraumschrott, Reibungsverluste durch die Atmosphäre, gravitative Störung durch andere Satelliten, Strahlungsdruck durch die Sonne
b) 90 / 5 = 18 Stationen entlang der Flugbahn.
c) Über Kommunikationssatelliten wird der Kontakt zur Bodenstation gehalten. Das System heißt *TDRS (Tracking and Data Relay Satellites;* englisch für Kursverfolgungs- und Datenrelaissatelliten).

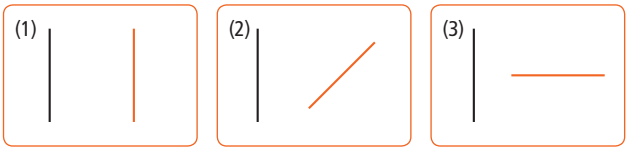
6. a) verschiedene Übertragungsfrequenzen, redundante Antennen
b) Schülerindividuelle Lösungen.

8 Antennen, Empfangssysteme und Relaissatelliten

1. a) Ein elektromagnetischer Schwingkreis besteht im einfachsten Fall aus einem Kondensator und einer Spule. Man kann dann die Anzahl der Windungen der Spule reduzieren und den Abstand der Kondensatorplatten erhöhen. Im Extremfall besteht die Spule nur noch aus einer „Windung" – nämlich einem Stab – und die Enden des Stabes sind die beiden Kondensatorplatten.
Korrekte Reihenfolge: C – E – B – D – F – A

b) Die linke Skizze (1) ist richtig, da die Strahlung „keulenartig" in die +/-Richtung der x-Achse abgestrahlt wird (kann man der Animation entnehmen).

c)



2. a) Die Antennen unterscheiden sich in der **Größe** (es gibt sehr große und sehr kleine) sowie in der **Form** (es gibt stabförmige Antennen und flächenförmige = „Schüsseln", Parabolantennen, Hornantennen).

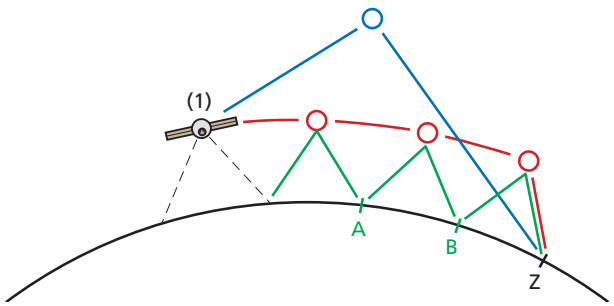
b) Stabantennen benutzt man z. B. für Radiofrequenzen, WLAN, Smartphones (bis 5 GHz); flächenförmige Antennen (Parabolantennen) für höhere Frequenzen (ab 2 GHz aufwärts).
Hinweis: Wegen $f = c \div \lambda$ folgt für WLAN (ca. 6 cm – 10 cm lange Antennen) Frequenzen von 2,4 GHz – 5 GHz; für Smartphones (4 cm – 6 cm lange Antennen) Frequenzen von 1,5 MHz – 3 MHz.

c) Wenn man die Hände trichterförmig hinter die Ohren hält.

d) Es gibt unterschiedlich große Antennen-„Schüsseln", weil man ein schwaches Signal besser empfängt, je größer die Schüssel ist.

3. a) Die Funkstrahlung wird durch Wände enorm geschwächt. Durch „Repeater" kann man ein WLAN-Netz erweitern.

b)



Je weniger Relaissatelliten man benötigt, desto günstiger wird es.

c) – Mit vier geostationären Satelliten kann man die gesamte Erde abdecken, weil zwei Satelliten sehr dicht beieinander stehen (EDRS). Allgemein reichen 3 Satelliten im Abstand von 120 Grad.
– Es wird mit Licht (Laser) gesendet. Aufgrund der höheren Frequenz sind große Datenraten möglich, und zwar mehr als das Hundertfache bisheriger Datenraten.

d) Schülerindividuelle Lösungen.

9 Satellitenorbits und Bodenspur

1. a) Näher: benötigen weniger Zeit, d. h. sie umrunden die Erde mehrmals am Tag.
Weiter: benötigen mehr Zeit, d. h. sie brauchen mehr als einen Tag für eine Umrundung.

b) Ist der Satellit näher, bewegt er sich von der Erde aus gesehen über den Himmel. Dann müsste jeder Haushalt die TV-Empfangsantenne ständig nachjustieren.

c)

Gravitationskraft = Zentripetalkraft

$$\gamma \cdot \frac{m_S \cdot m_E}{r_S^2} = m_S \cdot r_S \cdot \Omega^2$$

mit $\Omega^2 = \frac{4\pi^2}{T^2}$

$$\gamma \cdot \frac{m_S \cdot m_E}{r_S^2} = m_S \cdot r_S \cdot \frac{4\pi^2}{T^2}$$

$$\gamma \cdot \frac{m_E}{r_S^3} = \frac{4\pi^2}{T^2}$$

$$r_S = \sqrt[3]{\frac{\gamma \cdot m_E \cdot T^2}{4\pi^2}}$$

mit $T = 86\,400$ s, $\gamma = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg\,s^2}$

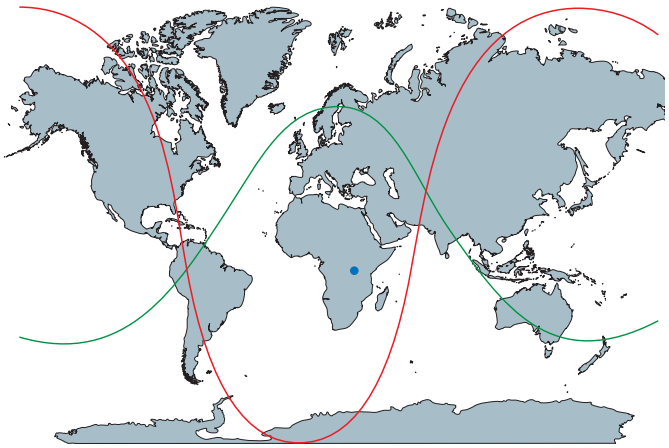
$m_E = 5{,}97 \cdot 10^{24}$ kg

$r_S \approx 42\,200$ km

Abzüglich des Erdradius:
42 00 km – 6400 km = 35 800 km

2. Satellit A: Muss immer über dem gleichen Ort der Erde sein; Orbit (1)
Satellit B: Innerhalb von 90 Minuten einmal um die Welt; Orbit (4)
Satellit C: Muss überall auf der Welt empfangbar sein; Orbit (2)
Satellit D: Die Erde „dreht sich unter" dem Satelliten durch; Orbit (3)

3. a) und b) grüne Spur: Navigations-Satellit (MEO)
rote Spur: Erdbeobachtungs-Satellit (LEO)
blauer Punkt: Kommunikations- und/oder Wetter-Satellit (GEO)



c) Schülerindividuelle Lösungen.
Unter der *Inklination* versteht man in der Raumfahrt und Astronomie die Bahnneigung, also den Winkel zwischen der Bahnebene eines Himmelskörpers (hier: Satelliten) und einer Referenzebene. Für Satelliten wählt man als Referenz die mittlere Äquatorebene der Erde. Bahnen mit einem Inklinationswinkel von 90° heißen Polarorbits.
d) Um beispielsweise Nordgrönland mit Satellitentechnik zu versorgen, sind geostationäre Satelliten keine Lösung. Extreme nördliche oder südliche Breitengrade kann man nur mit sog. hochelliptischen Orbits erreichen. Dieser spezielle Orbit heißt Molnija-Orbit nach den sowjetischen Satelliten, die diese Umlaufbahn seit Mitte der 1960er Jahre nutzen (Molnija = Blitz). Der Satellit befindet sich dann für ca. 8 Stunden quasi stationär über dem Gebiet, um in den nächsten 4 Stunden in den erdnahen Punkt der Ellipse zu gelangen.

4. a) Man empfängt die Fernsehkanäle von unterschiedlichen Satelliten. Die große Antenne, die fast senkrecht nach oben zeigt, kann nicht für TV sein.
b) Da die TV-Satelliten über dem Äquator kreisen, muss die Parabolantenne (Schüssel) bei uns tendenziell immer Richtung Süden zeigen.
c) Die Signalstärke ist unterschiedlich.
d) Europa wird beleuchtet, die grauen „Höhenlinien" stellen die Signalstärke des Satelliten dar.
e) Turksat ist bei uns nur mit einer größeren Schüssel (Signal in Deutschland schwächer als Astra) zu empfangen.
f) Gemeinsamkeiten: Alle Sat. weisen Signalstärkenunterschiede auf.
Unterschiede: Ein Satellit hat nur dann einen kreisförmigen Footprint, wenn er senkrecht nach unten strahlt. Ein geostationärer Satellit hat über dem Äquator einen kreisrunden Footprint; beim Schwenk nach Norden oder Süden wird der Kreis verzerrt.

5. Schülerindividuelle Lösungen.
Möglich: Bahnen a und b (elliptische Bahnen um Schwerpunkt).
Nicht möglich: Bahn c (im Mittelpunkt ist kein Gravitationsschwerpunkt).

10 Satelliten in einem rauen Umfeld

1. a) Das Datum ist der Start von Sputnik, dem ersten Satelliten, den Menschen ins All geschickt haben.
b) Satellit: kein eigener Antrieb, Sonnenkollektoren, feste Umlaufbahn um die Erde, unbemannt
Raumschiff: eigener Antrieb, Sonnenkollektoren, flexible Flugbahn in den interplanetaren Raum, bemannt
c) ca. 50 Nationen (Wikipedia: 48); erster Satellit der BRD am 8.11.1969

2. Keine direkte Reparatur/Wartung möglich, Software muss fehlerfrei funktionieren, Besonderheiten des „Arbeitsplatzes": Strahlung, Vakuum, Schwerelosigkeit, Kollisionsgefahr mit Weltraummüll, große Temperaturschwankungen und -extreme.

3. a) Vorwärtsbewegung **Auto** durch Reibung Reifen-Straße; Vorwärtsbewegung **Rakete** durch Aktio-Reaktio (3. Newtonsches Axiom), Impuls.
b) Große Geschwindigkeit und hohe Beschleunigung (bis zu 5 g), starke Erschütterungen, Vibrationen.
c) Satellit muss sehr stabil sein und dabei möglichst leicht (wegen der Kosten).
d) Sie liegen möglichst nah am Äquator, um die Erdbeschleunigung maximal zu nutzen.
e) Sea-Launch-Plattformen lassen sich zum Äquator bringen.

4. a) Schub (Treibstoffdüsen), Rotation (Kreisel)
b) Kippen: Man dreht sich nach links bzw. rechts.
Drehrichtung ändern: Man dreht sich genau anders herum.
Drehfrequenz des Reifens ändern: Der Stuhl dreht sich schneller bzw. langsamer.
c) Es müssen drei Rotationsschwungräder jeweils senkrecht zueinander vorhanden sein. Im Satelliten sind dies sogenannte Control-Moment-Gyroskope (CMG).

5. a) Flüssigkeiten verdampfen im Vakuum, somit sind Öle und Fette nicht geeignet. Fehlende Luft kann die Funktionalität von bestimmten Geräten (z. B. Festplatten) negativ beeinflussen.
b) Goldene Mylarfolie reflektiert extrem viel Strahlung und kühlt so den Satelliten.
c) Luftkühlung funktioniert nicht im All. Für die Kühlung werden sog. Heatpipes verwendet, die ein Kühlmittel als Arbeitsmedium enthalten.
d) Temperaturschwankungen von ca. +150 °C bis –180 °C treten auf. Das Material darf sich nicht zu stark ausdehnen, spröde werden oder altern.

6. Schülerindividuelle Lösungen.

11 Welche „Daten“ übertragen Satelliten?

1. a) Radarwellen können auch in Dunkelheit und durch Wolken hindurch messen.
b) Für eine 3D-Vermessung (Tiefeninformation) benötigt man die Messung aus zwei unterschiedlichen Winkeln, wie bei den beiden Augen.
c) Durch eine dauerhafte Karte können Veränderungen der Erde sehr genau vermessen werden, z. B. Gletscherschwund, Bodenhebung und -senkung usw.
d) Mithilfe der Interferometrie (hier die Persistent Scatterer Interferometry) ist dies möglich.

2. Ein Satellit fliegt auf einer Kreisbahn und der andere „umkreist“ diesen auf einer elliptischen Bahn. Die Flugbahnen sind wie eine Doppelhelix gegeneinander verdreht.

3. Schülerindividuelle Lösungen.

4. a) *Info:* Sentinel-Satelliten sind Erdbeobachtungs- und keine Kommunikationssatelliten. Die Sentinel-Satelliten der Baureihen 1 und 2 sind mit LCT (Laser Communication Terminals) ausgestattet. Das LCT ermöglicht es, sehr hohe Datenmengen aus dem Weltraum zur Erde zu senden (mithilfe von „Relais“-Satelliten).

Sentinel 1	Radarbilder der Erde
Sentinel 2	Infrarotspektrum der Erde
Sentinel 3	Ozeane und Temperaturmessung der Erde
Sentinel 4 und 5	Atmosphärenbeobachtung
Sentinel 6	Meeresspiegel (Start 2020)

b) Linkes Bild (Stickstoff): Sentinel 5, mittleres Bild (Alpen): Sentinel 1, rechtes Bild (Berlin) : Sentinel 2
c) von Sentinel 2

12 Lebenszyklus eines Satelliten

1. Schülerindividuelle Lösungen.

2. a) und b)

Ranking	Bereich	Begründungen
1	Mechanik	Wegen Reibung und Verschleiß der Control-Moment-Gyroskope, Scharniere bei den Sonnensegeln und Antennen
4	Elektronik	Elektrische Bauteile gehen kaputt, Schaltungen sind fehlerhaft, Software hat einen Fehler
5	Treibstoff	Wegen Kurskorrekturen (geplant und ungeplant) verbraucht man regelmäßig Treibstoff
3	Energie	Solarzellen verlieren mit der Zeit an Leistung, Batterien haben eine endliche Zahl an Ladezyklen
2	Umgebung	Sonnenstürme, Weltraummüll, magnetische und elektrische Störungen (induzierte Spannungen)

3. a) Schülerindividuelle Lösungen.
b) Verglühen nur für LEO-Satelliten und Friedhofsorbit nur für GEO-Satelliten.
c) Sternschnuppen (Meteoriten) verglühen ebenfalls. Grund ist die Reibung zwischen dem Material (des Satelliten oder Meteoriten) und der Atmosphäre. Es glüht vor allem ionisiertes Gas und nicht die Materie.

4. a)

Energie bei 7 km/s

$$W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0{,}002\ \text{kg} \cdot (7000\ \frac{\text{m}}{\text{s}})^2$$

$$\approx \underline{\underline{49\,000\ \text{J}}}$$

Masse bei 100 km/h

$$100\ \frac{\text{km}}{\text{h}} = 27{,}\overline{7}\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$49\,000\ \text{J} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (27{,}\overline{7}\ \frac{\text{m}}{\text{s}})^2$$

$$m = \frac{2 \cdot 49\,000\ \text{J}}{(27{,}\overline{7}\ \frac{\text{m}}{\text{s}})^2} \approx \underline{\underline{127\ \text{kg}}}$$

b) Das Kessler-Syndrom behandelt einen Kaskaden-Effekt der Müllerzeugung, wenn zwei größere Weltraumschrott-Teile zusammenstoßen und dadurch viel mehr „kleineren“ Müll erzeugen.
c) Schülerindividuelle Lösungen. Üblich sind Whipple-Schilde (nach dem Astronom Fred Whipple); das sind Schutzschilde aus mehreren in Abständen übereinander liegenden Metallschichten.
d) Schülerindividuelle Lösungen.

Modul 4 Daten nutzen

Einführung in das Thema

In diesem Modul geht es um die alltägliche Nutzung von Daten, die mithilfe von Satelliten zur Verfügung gestellt werden. Die Schülerinnen und Schüler (SuS) besitzen meist Smartphones, ohne sich oftmals darüber im Klaren zu sein, dass Satelliten einen wichtigen Beitrag bei der Bereitstellung der Daten liefern.

Aber nicht nur Smartphones verwenden über Satelliten gesendete Daten. Den SuS wird eine Vielzahl an Bereichen aufgezeigt, in denen Satellitendaten eine wichtige Rolle spielen: Vom Satellitenfernsehen und -radio bis zu Smart-Home-Geräten. Themen wie Smart City und 5G-Ausbau sind aktuell und ebenfalls Inhalt dieses Moduls.

Infos zu den Arbeitsblättern

Arbeitsblatt 13 behandelt die Nutzung des Satellitenfernsehens und -radios. Hinweis: Aufgabe 4 eignet sich zur Einführung von Himmelskoordinaten bzw. Polar- oder Kugelkoordinaten.

Arbeitsblatt 14 thematisiert die Verknüpfung vieler Daten zu intelligenten Systemen – Smartes Leben. Hinweis: Aus Aufgabe 4c) kann sich eine Projektgruppe bilden, die über den Unterricht hinaus an der Umsetzung einer smarten Schule arbeitet, vielleicht sogar eine AG für ein Schuljahr.

Arbeitsblatt 15 zeigt die Entwicklung des Mobilfunktelefons und behandelt die Thematik der Netzabdeckung. Hinweis: Ein unvergessliches Erlebnis im Zusammenhang mit Aufgabe 2e) können Sie Ihren SuS bieten, wenn Sie im Vorfeld einen lokalen Iridium-Flare recherchieren und diesen mit den SuS abends/nachts live anschauen. Verraten Sie den SuS nichts vom Flare, sondern zählen Sie die Sekunden runter mit der Behauptung, Sie könnten Sternschnuppen zaubern.

Arbeitsblatt 16 stellt die Zukunft der Internetversorgung vor – mit Mega-Konstellationen von Satelliten. Hinweis: Durch die hohe Anzahl von rund 12 000 Satelliten bietet sich (wenn nicht schon vorher behandelt) AB 12 mit dem Thema Weltraumschrott an.

Methodische Vorgehensweise

Die Arbeitsblätter des Moduls 4 behandeln Themen, die stark im Alltag und der Erfahrungswelt der SuS verankert sind. Dies kann methodisch genutzt werden, um eine gewisse Emotionalität zu entwickeln. Aufgabe 2 auf Arbeitsblatt 14 bietet sich für diskussionsfreudige Klassen an. Hier kann man verschiedene Methoden (Rollenspiel, Kugellager, Fishbowl …) für die Durchführung der Diskussion verwenden.
Zwar können die Arbeitsblätter unabhängig voneinander verwendet werden, jedoch zeigt die Erfahrung, dass die Arbeitsblätter 15 und 16 hintereinander bearbeitet werden sollten.

MEDIEN

In diesem Modul ist die Nutzung des Internets regelmäßiger Bestandteil bei der Bearbeitung der Aufgaben – vor allem für Recherchetätigkeiten. Sollte das Thema Strahlenbelastung thematisiert werden, muss die Lehrkraft die durch die SuS aufgerufenen Seiten im Blick behalten: Hier kann man schnell in unwissenschaftliche Bereiche des Internets abdriften.

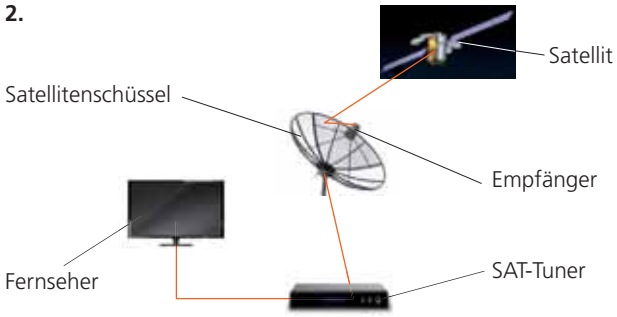
Für Aufgabe 1b) des AB 14 bietet sich ggf. die Verwendung einer Mindmapping- oder Flowchart-Software an, um die Verknüpfungen grafisch darzustellen. Es geht auch mithilfe eines Office-Programmes.

13 Mediennutzung zu Hause und unterwegs

1.

Fernsehempfang mittels …	notwendige Geräte	Signalweiterleitung
Internet	Computer, Router	Kabel oder W-LAN
Telefon	Smartdevice oder Computer	Funkwellen
Kabel	DVB-C-Tuner (Receiver)	Kabel
Satelliten	Satellitenschüssel, SAT-Tuner (DVB-S-Tuner)	Funkwellen

2.



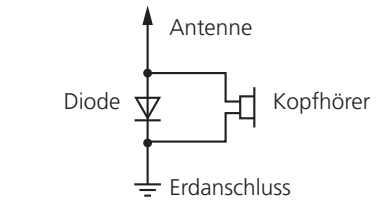
3. a) DVB-T2: DVB bedeutet Digital Video Broadcasting; das T steht für terrestrisch. Bei der DVB-T2-Technik kommen die Signale aus der Luft. Ein Sender strahlt sie ab, sie werden von Heim- oder kleinen mobilen Stabantennen eingefangen und über einen Empfänger meist in hoher Qualität (HD) auf den Bildschirm gebracht.
DVB-C: C steht für Cable oder Kabel. Bei der DVB-C-Technik wird das Signal über ein Kabel empfangen, welches in der Regel beim Bau eines Hauses verlegt wurde. Eine nachträgliche Installation ist möglich, aber teuer. Nachteilig ist das begrenzte Angebot an HD-Sendern. Vorteil ist, dass sich der Anschluss auch für High-Speed-Internet und Telefon nutzen lässt.
DVB-S: S steht für Satellit. Auch bei der DVB-S-Technik bewegen sich die Signale durch die Luft. Sie werden über einen Satelliten übertragen und durch eine Satellitenschüssel empfangen.
b) DAB = Digital Audio Broadcasting

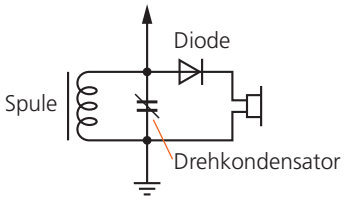
4. *Musterlösung:*
– Zur Montage der Antenne eignen sich das Dach, die Hauswand, der Balkon oder der Boden.
– Die Ausrichtung kann abhängig vom Ort im Internet recherchiert werden; in der Regel liegt sie südlich bzw. süd-östlich.
– Uneingeschränkte Sicht von der Schüssel in den Himmel und ohne Hindernisse wie Häuser oder Bäume ist notwendig. Hindernisse dürfen nur halb so hoch sein, wie sie entfernt sind.
– Die Befestigungen müssen stabil sein und regelmäßig kontrolliert werden; im Winter muss die Schüssel von Schnee befreit werden. Schrauben erst lose fixieren, dann Schüssel ausrichten, den Empfang testen und dann erst die Schrauben fixieren.
– Bei der Dach- oder Wandmontage evtl. einen Blitzableiter installieren lassen.
– Der Elevationswinkel bestimmt die vertikale Ausrichtung nach oben oder unten. Der Azimutwinkel bestimmt die horizontale Ausrichtung nach links oder rechts.
– Der LNB (Low Noise Block; low noise = rauscharm) ist vor der Schüssel am sog. Feedarm montiert. Der LNB ist der Empfänger, der das Satellitensignal über ein Koaxialkabel an den Frequenzumsetzer weiterleitet.
– Das Gerät hilft beim Justieren der Schüssel und wird zwischen Receiver und LNB angeschlossen. Er zeigt mittels LEDs die Qualität und die Stärke des Sat-Signals an. Bei Vollausschlag kann die Schüssel fixiert werden.

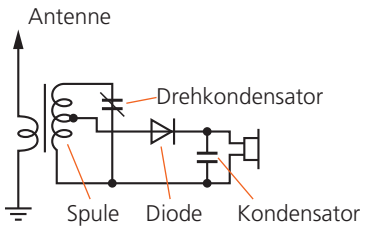
5. 7 – 2 – 8 – 6 – 3 – 4 – 1 – 5

6. Antenne – Spule – Kondensator – Drehkondensator – Diode – Lautsprecher – Radiosignal – Kopfhörer – Schallwellen

7.







14 Smartes Leben

1. a) Schülerindividuelle Lösungen. *Beispiele:* Lampen, Heizungsthermostat, Smartphones, Steckdosen, Rollläden, Fahrbahnassistent, Rauchmelder, Backofen, Kühlschrank, Smart Watch, Wassersensor für Pflanzen, Bewegungsmelder, Staubsauger, Überwachungskameras, Alarmanlage, Türöffner, Geld/EC-Karte, Lautsprecher, Spielzeug, Solarzellen/Energiemanagement, Zahnbürsten …
b) Schülerindividuelle Lösungen.

2. Schülerindividuelle Lösungen.

3. a)

Technik	Frequenz	Reichweite	Datenrate
2G–5G	300–1800 MHz	viele Kilometer	bis 500 MBit/s
WLAN	2400–5700 MHz	bis 100 Meter	ab 150 MBit/s
NFC	13,56 MHz	wenige Zentimeter	400 kBit/s
RFID	von 30 kHz bis 5 GHz	wenige Meter	bis zu 800 kBit/s
Bluetooth	2,4 GHz	bis 10 Meter	400 kBit/s

b) Der Hauptunterschied zwischen WLAN und Bluetooth ist, dass Bluetooth für die Peer-to-Peer-Kommunikation zwischen zwei Geräten entwickelt wurde und nicht für Netzwerkstrukturen.
c) Thermostat – WLAN, Kreditkarte – NFC, Smartphone – 2G bis 5G, Lautsprecher – Bluetooth, Haustür – RFID
d) RFID/NFC: wenig Daten, geringe Reichweite, höhere Sicherheit
WLAN: ausreichende Reichweite im Haus, Netzwerkstruktur möglich
2G bis 5G: große Reichweite, hohe Datenrate
Bluetooth: geringe Energie notwendig, wenige Daten, wenige Meter Reichweite, kostengünstig

4. Schülerindividuelle Lösungen.

15 Kein Empfang mit dem Smartphone?

1. a) 1 – 5 –4 – 3 – 2 – 6 – 7
b) Zusammenführung von Hörmuschel und Mikrofon, früher Kurbel für Vermittlung vom Amt, von einer Drehscheibe zum Tastenfeld, Wegfall des Kabels, Einführung von Displays, Wegfall der Tasten; Miniaturisierung von Mikro und Lautsprecher, vom Impuls- zum Mehrfrequenzwahlverfahren, Digitalisierung mit Bildschirm, Touchscreen statt Tasten.
c) Miniaturisierung, Antennenverkleinerung (heute innenliegend), vom Anzeige-Display zum Touchscreen, Multimediadarstellung (Handys werden wieder größer).

2. a)

	Name	Ziel	Datenrate
2G	EDGE	Verbesserung des Telefonierens	53 kBit/s
3G	UMTS	Einführung von Internet über Telefon	384 kBit/s
4G	LTE	Erhöhung der Datenrate	300 MBit/s
5G		weitere Erhöhung der Datenrate und damit der gleichzeitigen Verbindungen	20 GBit/s

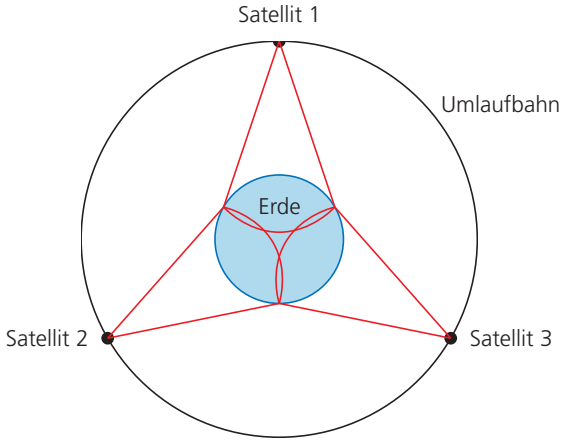
b) Es müssen wesentlich mehr Antennen aufgebaut werden.
c) Durch Satelliten kann man lokale 5G-Internet-Hotspots aufbauen, und zwar weltweit.
d) und e) Schülerindividuelle Lösungen.

16 Wie funktioniert die moderne Internetversorgung?

1. 1945: die erste Idee: **Hypertext**; 1957: Gründung der **ARPA**; 1969: **ARPAnet:** Vernetzung von 4 Computern; 1971: Die erste **E-Mail**; 1977: **Geburtsstunde des Internet:** TCP/IP Protokoll wird entwickelt; 1989: Tim Berners-Lee prägt den Begriff **WorldWide Web**; 1990: Entwicklung von **Mosaic**, dem ersten grafischen Webbrowser; 1994/95: **eCommerce entsteht:** Gründung von Amazon, ebay und Yahoo!; 1998: Gründung von **google**; 2001: **wikipedia** entsteht; 2005: **web 2.0** und **Social Media**; 2007: **mobile Ära** beginnt mit dem iPhone; 2015: **Internet der Dinge**; Heute: Internet überall

2. a) Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten (Hügel, Berge, hohe Gebäude und andere Hindernisse) reichen zwei Satelliten zur Netzversorgung nicht aus. (Außerdem ist die Erde keine Kugel, sondern eher eine Kartoffel.)

b)



c) Als Ausleuchtung werden die Gebiete bezeichnet, in denen der Empfang des Satelliten möglich ist.

3. Verschiedene Unternehmen versuchen in den nächsten Jahren bis zu 18000 Satelliten in den Orbit zu bringen und diese gemeinsam zu betreiben oder zu vernetzen. Das wäre mehr als das Zehnfache der Anzahl der Satelliten, die derzeit in Betrieb sind. Durch die Schaffung eines globalen Internets sollen mehr als 3 Milliarden Menschen vernetzt werden, die noch keinen Zugang zum Internet haben.

4. a) – Jeweils 60 Satelliten werden mit einer Falcon-9-Rakete in eine Umlaufbahn gebracht.
– Sie werden auf einer Umlaufbahn in 1125 km Höhe platziert.
– Auf der einen Seite hat er ein Solarpanel zur Stromversorgung, auf der anderen vier Kommunikationsantennen.
– Das Ku-Band sind die Frequenzen, die derzeit für Satellitenfernsehen verwendet werden (10–12 GHz). Zukünftig wird das Ka-Band (20–30 GHz) verwendet, da dort mit kleinen Antennen von 20 cm–40 cm Durchmesser gesendet werden kann.
– Die Satelliten tauschen die Daten mit sehr hoher Bandbreite per Laser aus.
– Die Einbindung ins Internet wird über Bodenstationen erfolgen.
b) Weltraummüll: Ein einzelner zerstörter Satellit ergibt sehr viele kleine Weltraummüll-Teilchen. Dies birgt Gefahren für die verbleibenden Satelliten bis hin zum Ausfall des ganzen Systems durch Kettenreaktionen.
Lichtverschmutzung: Die auf der Erde gut sichtbaren leuchtenden Punkte können Zugvögel oder andere Tiere beeinflussen, die sich an den „Sternen" orientieren.
Radioverunreinigung: Tausende von Satelliten kommunizieren kontinuierlich mit einer noch größeren Anzahl von Bodenantennen. Die entstehende Strahlung kann schädliche Auswirkungen auf das Leben auf der Erde haben.

5. Am Ende ihres Lebens müssen die Satelliten in weniger als 25 Jahren ihren Orbit verlassen und in der Atmosphäre verglühen. Dazu muss ein Treibstoffrest verwendet werden, um ihn zurück in die Atmosphäre zu steuern.

Modul 5 Konstruktion und Bau von Sendern und Empfängern

Einführung in das Thema

Das Praxismodul befasst sich mit Planung, Entwicklung und Bau von einfachen Anlagen zur Datenübermittlung. Die Schülerinnen und Schüler (SuS) besitzen in der Regel Grunderfahrungen im Themenbereich der Informationstechnik. Auf diesen Erfahrungen soll aufgebaut werden, daher werden Themen wie der einfache Stromkreis, Bauteilkunde oder die Verflechtung von Informationstechnik und Gesellschaft vorausgesetzt.

Der Aufbau des Moduls folgt den Bildungsplänen und bricht diese herunter auf ein Beispiel, das vielen SuS – wie vielen Generationen vor ihnen – Freude bereitet und Erstaunen hervorruft: wie relativ einfach es ist, elektromagnetische Wellen aus der Luft – dem „Äther" – aufzufangen und damit einen Radioempfänger zu bauen.

So geht es also als Conclusio zur Kommunikation mit und über Satelliten um die Basics von Datenübertragungen, die von den SuS einfach nachzuvollziehen sind.

Infos zu den Arbeitsblättern

Arbeitsblatt 17 behandelt die Vorgehensweise bei der Planung, Konstruktion und Fertigung eines Produkts. Um inhaltlich anschließen zu können an das Thema Datenübertragung, wurde – neben der grundsätzlichen Behandlung des Themas – als Beispiel ein Radiogehäuse aus Holz gewählt.

In Arbeitsblatt 18 geht es um das Empfangen von Daten. Dafür fertigen die SuS einen einfachen Radiodetektor, der mit einem handelsüblichen Kopfhörer betrieben werden kann. Behandelt werden sowohl das Funktionsprinzip der Schaltung als auch die Fertigung des Radios. Die notwendigen Komponenten können im Internet bezogen werden. Alle notwendigen Informationen auch für die Lehrkräfte erschließen sich aus den Darstellungen im Arbeitsblatt.

Arbeitsblatt 19 befasst sich mit dem Bau eines einfachen Prüfsenders. Hier geht es also als Ergänzung zu Arbeitsblatt 18 um das Senden von Daten per Funk.
Hinweis: Funksender unterliegen in Deutschland dem Telekommunikationsgesetz (TKG). Seit 2006 ist in Deutschland der Betrieb von Sendern (sog. FM-Transmitter) im UKW-Band (Band II) mit kurzer Reichweite von einigen Metern für private Zwecke erlaubt.
Nach Belieben können die Schaltungen auf Breadboards, Lochrasterplatinen oder eine fliegende Verdrahtung angepasst werden.

Arbeitsblatt 20 umfasst das Thema senden und empfangen von Daten mittels Licht. Sowohl die theoretischen Funktionsprinzipien der notwendigen Schaltungen als auch die praktische Umsetzung werden bearbeitet. Vertiefende Aufgaben ermöglichen die Optimierung des Systems. Auch hier – wie in jedem Arbeitsblatt dieser Reihe – werden den Lehrkräften ausreichende Informationen für eine gelungene Umsetzung zur Verfügung gestellt.

Methodische Vorgehensweise

Die Arbeitsblätter des Praxismoduls behandeln Themen, die im Zeitalter der allgegenwärtigen Übertragung von Informationen stark in der Erfahrungswelt der SuS verankert sind. Dies kann methodisch genutzt werden, um eine gewisse Emotionalität und Motivation durch Spannung und Erwartung auf die eigene Leistung zu entwickeln. Es empfiehlt sich, bei den praktischen Arbeiten Teams zu bilden.

Die Arbeitsblätter mit praktischen Inhalten können unabhängig voneinander bzw. in beliebiger Reihenfolge verwendet werden. In jedem Fall sollten vor der Praxisphase entsprechende theoretische Grundlagen ausgebildet werden, wie sie dieses Arbeitsheft mit den Modulen 1 bis 4 zur Verfügung stellt.

MEDIEN

In diesem Modul liegt der Schwerpunkt auf der Fertigung von elektrischen Schaltungen. Neben den Werkzeugen zur Herstellung dieser Schaltungen eignet sich der Einsatz von Messgeräten, Netzteilen und ggf. auch eines Oszilloskops zur Visualisierung von elektromagnetischen Wellen.

Ein Laserpointer ermöglicht interessante Experimente in Arbeitsblatt 20. Auf entsprechende Sicherheitsbestimmungen ist zu achten.

17 Kreatives Planen und Konstruieren

1. a) Planung – Realisierung (Fertigung) – Nutzung – Entsorgung
b) Schülerindividuelle Lösungen.

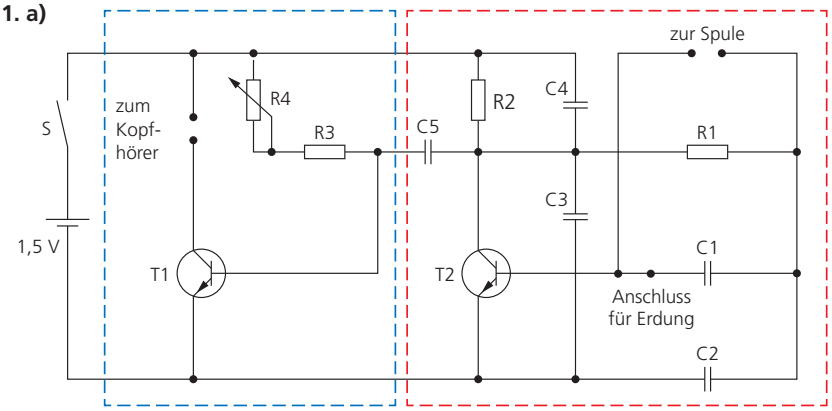
2. a) Form, maximales Gewicht, Werkstoffe, Ergonomie und Bedienbarkeit, Art der Beanspruchung, Montage-/Demontagemöglichkeit, Sicherheit und Schutzmaßnahmen, Transportmöglichkeit, Möglichkeit zum Recycling, Kosten, Termine …
b) Grundkörper, verwendete Einzelbauteile, Maßangaben mit Toleranzen, Verbindungsarten, Schnittdarstellungen, Detailausschnitte, Oberflächenbeschaffenheit und -behandlungen
c) Schülerindividuelle Lösungen.
d) Benennung des Projekts, laufende Nummerierung (Position), Teilenummern, Anzahl und Benennung der Bauteile, Werkstoff, Maße, Preis einer Einheit, Gesamtpreis der Einzelteile

3. a) – Der Arbeitsplatz ist nach jedem Arbeitsschritt aufzuräumen.
– Änderungen sind in Zeichnung, Stückliste und Arbeitsplan nachzutragen.
– Nach jedem Arbeitsschritt muss eine Qualitätskontrolle mithilfe der Anforderungsliste durchgeführt werden.
– Da die Arbeitssicherheit zu jeder Zeit gewährleistet sein muss, müssen Defekte oder Verletzungsgefahren schnellstmöglich beseitigt werden.
b) Schülerindividuelle Lösungen.

4. a) Schülerindividuelle Lösungen; *Musterlösung:*
Reinigung und Pflege: Lack abwaschen, Verschmutzungen ablösen, Stoff imprägnieren; Wartung und Erneuerung: Rost lösen, Gelenke schmieren, Bremsbeläge wechseln
b) Die Oberfläche des Gehäuses aus Holz sollte in regelmäßigen Abständen geölt werden.

18 Nachrichten empfangen mit Funktechnik

1. a)



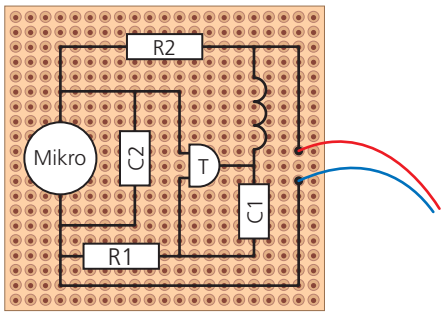
b) Durch das Verschieben des Ferritkerns in der Spule.
c) Das Poti stellt den Arbeitspunkt des Verstärkers ein.
d) Er schützt die Basis des Verstärkers, wenn das Poti auf null eingestellt ist und ein starkes Signal vom HF-Teil kommt.

19 Nachrichten senden mit Funktechnik

Info wg. Telekommunikationsgesetz: „Allgemeinzuteilung der Frequenzbereiche 87,5–108 MHz, 863–865 MHz und 1795–1800 MHz für drahtlose Audio-Funkanwendungen“ unter www.space2school.de/funktechnik

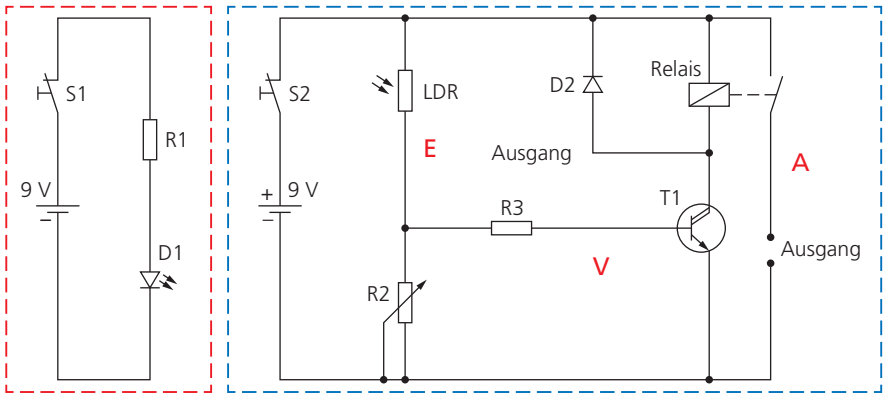
3. Info: Es wurden Übertragungswege bis zu mehreren hundert Metern erzielt.

2.



20 Nachrichten senden und empfangen mit Licht

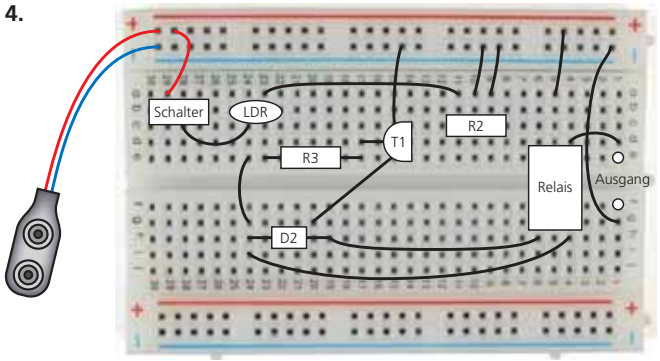
1.



2. a) Wenn ein Eingabesignal erfasst wird, wird auch ein Ausgabesignal geschaltet.
b) Man müsste einen sogenannten Stromstoßschalter einbauen. Das ist ein Relais, welches bei jedem Impuls zwischen „ein“ und „aus“ umschaltet.
c) Die Negation der Schaltung ist möglich, wenn der LDR und R1 getauscht werden oder wenn ein Relais verwendet wird, das ein Signal umschalten kann.

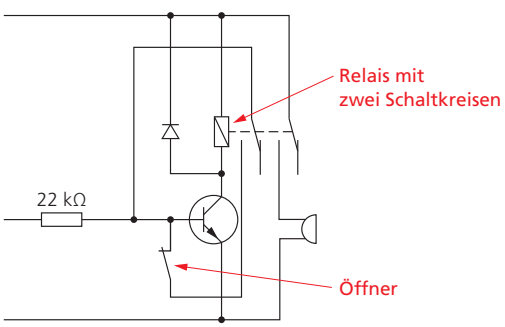
3. Praktische Arbeit, keine Lösungsvorgabe möglich.

4.



5. a) Der Empfänger reagiert tagsüber je nach Fremdlicht bis auf etwa zwei Meter. Nachts kann bis etwa 8 Meter geschaltet werden.
b) Lichteinfall von fremden Lichtquellen, zu dunkles Licht des Senders, zu wenig fokussiertes Licht des Senders.
c) Das Licht der LED des Senders könnte mit einem undurchsichtigen Röhrchen gebündelt werden. Der LDR des Empfängers könnte ebenfalls mit einem Röhrchen vor unerwünschtem Streulicht geschützt werden.
d) Schülerindividuelle Lösungen.

6. a)



Stückliste Erweiterung: R2: Relais 2x um, 9 V;
S3: Öffner 1x ein; SU: Summer 9 V
b) Schülerindividuelle Lösungen.
c) Man könnte ein sogenanntes RC-Glied in die Schaltung einbauen, d. h. einen Kondensator, der sich über einen Widerstand entlädt und je nach Dimensionierung der Bauteile mehr oder weniger Zeit für das Entladen und damit für den Reset der Schaltung benötigt.

ARBEITSBLÄTTER

Modul 1:
Ein Tag ohne Satelliten 26

Modul 2:
Daten aufbereiten und übertragen 29

Modul 3:
Das Leben eines Satelliten 42

Modul 4:
Daten nutzen 60

Modul 5:
Konstruktion und Bau von Sendern und Empfängern 70

Bitte beachten Sie die Bedeutung folgender Symbole neben den Aufgabennummern:

Diese Aufgabe ist nicht direkt auf dem Arbeitsblatt zu lösen.

* Sternchenaufgaben sind zusätzliche, etwas umfangreichere oder schwierigere Aufgaben. Sie eignen sich gut zur Differenzierung.

1 Daten und Informationen in unserem Leben

Was wäre bei uns auf der Erde los, wenn alle Satelliten ausfallen würden?

Die Situation: Alarmstufe rot. Eine Sonneneruption steht bevor, dabei werden eine Menge elektrisch geladener, sehr schneller Teilchen von der Sonne ins All geschleudert. Wenn die Sonnenstürme auf Satelliten treffen, können sie schwere Schäden verursachen. Es droht der Ausfall vieler Satelliten rund um die Erde.

Die Aufgabe: Die Regierung hat einen Krisenstab ins Leben gerufen, der zusammenfassen soll, was der Ausfall von Satelliten für unseren Alltag bedeutet.

Bildet fünf Gruppen für unterschiedliche Bereiche. Jede Gruppe untersucht ein Thema, wie Satelliten unseren Alltag beeinflussen und uns aus dem Weltall helfen – oftmals, ohne dass wir es bemerken. Recherchiert dabei mithilfe echter Experten des DLR, die euch mit Podcasts einen Einblick und Überblick über euer Thema geben. Die Links dazu findet ihr auf eurer Gruppenkarte.

GÖTTER, WÜNSCHE, HOFFNUNGSTRÄUME

Bevor Satelliten ins All geschossen werden, bekommen sie Namen. Die Rolle der Eltern übernehmen dabei die Länder, unter deren Flagge die High-Tech-Geräte reisen. Die Namenwahl lässt oft tief blicken. Hieß der erste Satellit noch „Sputnik“, was auf russisch schlicht „Begleiter“ heißt, wurden die Namen zunehmend bedeutender. Götter, Engel, Könige oder Wissenschaftler, politische Statements oder Kunstworte mit dem Ländernamen sind beliebt. So hieß der erste norwegische Satellit „Thor“ nach dem berühmten Forschungsreisenden Thor Heyerdahl. Großbritannien schickte den Engel „Ariel“ und China startete mit „Dong Fang Hong“ das Weltraumzeitalter, was soviel heißt wie „Der Osten ist rot“. Deutschland arbeitet aktuell an einem geostationären Kommunikationssatelliten mit dem Namen Heinrich Hertz, benannt nach dem Entdecker der elektromagnetischen Wellen.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

Gruppenkarte Kommunikation

Welche Rolle spielen Satelliten eigentlich in der Kommunikation zwischen Menschen auf der Erde? Was würde ein Ausfall für Fernsehen, Internet und Telefongespräche bedeuten? Das sollt ihr herausfinden und nach 20 Minuten ein Statement dazu abgeben.

Um einen guten Überblick zu erhalten, solltet ihr folgende Fragen beantworten:

- Warum werden Satelliten bei der Übertragung von Rundfunksignalen eingesetzt?
- Wie viele aktive Satelliten zur Rundfunkübertragung gibt es derzeit?
- Warum und wie werden Satelliten auch bei der Übertragung von Telefongesprächen eingesetzt?
- Wie kommt man über Satelliten ins Internet?

Dr. Siegfried Voigt
DLR Raumfahrtmanagement
Abteilung Satellitenkommunikation
www.space2school.de/kommunikation

Gruppenkarte Hilfe im Krisenfall

Wozu braucht man Satelliten bei und nach Naturkatastrophen? Das sollt ihr herausfinden und nach 20 Minuten ein Statement dazu abgeben, was der Ausfall bedeuten würde.

Um einen guten Überblick zu erhalten, solltet ihr folgende Fragen beantworten:

- Wo kommen die Daten von Erdbeobachtungssatelliten überall zum Einsatz?
- Wie helfen Satelliten bei der Aufklärung nach Naturkatastrophen?
- Wie funktionieren Erdbeobachtungssatelliten wie TerraSAR-X und TanDEM-X? Was unterscheidet sie von Satelliten wie beispielsweise Sentinel-2?

Dr. Ralf Ewald
DLR Raumfahrtmanagement
Abteilung Satellitenkommunikation
www.space2school.de/erstehilfe

Gruppenkarte Wetter

Welche Rolle spielen Satelliten bei der Wettervorhersage? Das sollt ihr herausfinden und nach 20 Minuten ein Statement dazu abgeben, was der Ausfall der Satelliten für die Wettervorhersage bedeuten würde.

Um einen guten Überblick zu erhalten, solltet ihr folgende Fragen beantworten:

- Wie viele aktive europäische Wettersatelliten sind derzeit im All?
- Was messen Wettersatelliten eigentlich aus dem Weltall?
- Wie entsteht ein „Satellitenbild“ des Wettergeschehens? Und wie entsteht daraus eine Prognose?
- Wozu benötigt man Wettervorhersagen in unserem Alltag?

Dr. Helmut Staudenrausch
DLR Raumfahrtmanagement
Abteilung Erdbeobachtung
www.space2school.de/wetter

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

Gruppenkarte Navigation

Warum benötigen wir dringend Satelliten, um uns auf der Erde zu orientieren? In welchen Situationen verlassen sich Milliarden von Menschen auf das Navigieren durch Satelliten? Und was würde geschehen, wenn wir es nicht mehr könnten? Das sollt ihr herausfinden und nach 20 Minuten ein Statement dazu abgeben.

Um einen guten Überblick zu erhalten, solltet ihr folgende Fragen beantworten:

- Welche weit verbreiteten Systeme gibt es derzeit für die satellitengestützte Navigation?
- Welche technischen Geräte gibt es auf der Erde, die auf Navigationssignale von Satelliten angewiesen sind?
- Was wäre auf den Autobahnen, auf dem Meer und im Luftverkehr los, wenn die Navigations-Satelliten ausfallen würden?

Dr. Anett Ward
DLR Raumfahrtmanagement
Abteilung Navigation
www.space2school.de/navigationssatelliten

Gruppenkarte Forschung

Welche Rolle spielen Satelliten in der Forschung? Würde es uns im Alltag überhaupt etwas ausmachen, wenn sie ausfielen? Das sollt ihr herausfinden und nach 20 Minuten ein Statement dazu abgeben.

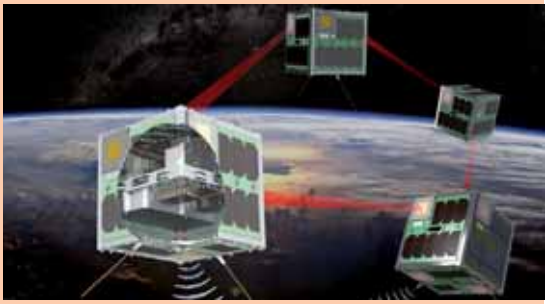
Um einen guten Überblick zu erhalten, solltet ihr folgende Fragen beantworten:

- Welche berühmten Forschungssatelliten umkreisen derzeit die Erde?
- Was waren wichtige Entdeckungen und Erfindungen, bei denen Satelliten geholfen haben?
- Wie helfen uns Satelliten bei der Suche nach einer neuen Erde?
- Warum ist die Internationale Raumstation *ISS* eigentlich auch ein Satellit? Was würde ihr Ausfall bedeuten?

Dr. Anke Pagels-Kerp
DLR Raumfahrtmanagement
Abteilung Extraterrestrik
www.space2school.de/forschung

DEN DURCHBLICK GIBT'S IM INTERNET

Für Laien und Einsteiger ist es ziemlich unüberschaubar, was sich da oben tummelt. Am 4. Oktober 1957 begann mit dem Start von „Sputnik", dem ersten Satelliten überhaupt, das Zeitalter der Raumfahrt. Ihm sind inzwischen etwa 8000 Satelliten gefolgt. Beim Überblick hilft das Internet: Das „United Nations Office for Outer Space Affairs" führt für die Vereinten Nationen (UNO) Buch über die Aktivitäten der Menschheit im Weltraum. Im Archiv darf jeder stöbern. Dort steht alles – auch, dass Raumfahrt gerade einen Boom erlebt. Fast ein Drittel aller Satelliten wurde in den letzten zwanzig Jahren gestartet. Jedes Jahr kommen derzeit mindestens 200 neue Satelliten dazu.



©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

2 Bits & Bytes und Kommunikation

Lebewesen können Informationen in direkter und indirekter Weise austauschen. Bei Menschen spricht man von verbaler oder nonverbaler Kommunikation.

Maschinen und Computer hingegen nützen zur Kommunikation künstliche Sprachen, bei denen Stromimpulse durch Leitungen gesendet werden. Grundsätzlich bezeichnet man alle Arten des Austauschs von Informationen als *Kommunikation*.

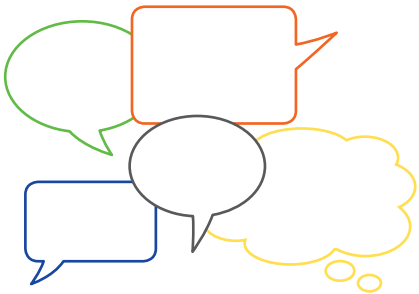
1. Zum Austauschen von Informationen werden mindestens zwei Partner, ein entsprechender Kommunikationsinhalt und eine gemeinsame „Sprache" benötigt. Ergänze bei den folgenden Beispielen die offenen Felder.

Kommunikationspartner 1	Kommunikationspartner 2	Kommunikationsinhalt	mögliche Sprache
Mutter	Vater		
	Polizist	Stopp, anhalten	
GPS-fähiges Smartphone			Binärcode
	Netzwerk-Drucker		

* **2.** Jede Kommunikation wird vom Sender codiert, also in eine „Sprache" umgewandelt und vom Empfänger decodiert, also wieder „zurückgewandelt" bzw. interpretiert.

a) Bildet Partnergruppen und stellt die Kommunikation von zwei Partnern in einem Modell auf einem DIN-A3-Blatt dar. Verwendet dazu folgende Stichworte:

Sender | Empfänger | Codierung | Decodierung | Information | Nachricht (2x) | Übertragungsweg | Zeichenvorrat (2x)



b) Beschreibt Störungen, die bei der Kommunikation auftreten können, eventuelle Konsequenzen daraus und mögliche Optimierungsmöglichkeiten gegen Störungen.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

3. Zwischen Maschinen und Computern werden die zu übertragenden Informationen in digitale Signale gewandelt. Die einfachste Informationsdarstellung erfolgt im Binärcode mit den Elementen 0 und 1. Diese Darstellung wird als „Bit“ (aus englisch „binary digit“) bezeichnet.

a) Beschreibe, wie diese Zustände in technischen Zusammenhängen auch genannt werden können.

b) Schreibe die Zahlen von 1 bis 15 im Binärcode auf.

c) In der elektronischen Datenverarbeitung werden immer 8 Bits zu einem Byte zusammengefasst. Wieviele Möglichkeiten (Zustände) ergeben sich durch 1 Byte?

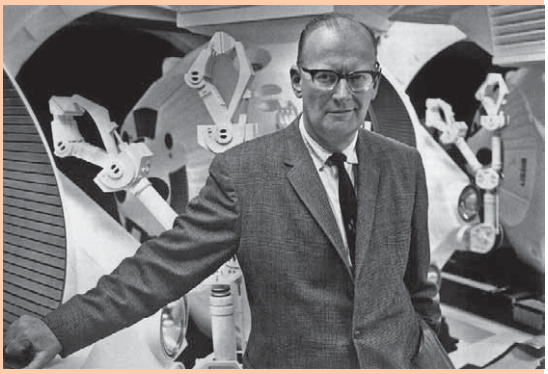
d) Ergänze die Tabelle und schreibe die Zahl in der dritten Tabellenspalte aus.

Einheit	Abkürzung	Anzahl der Bytes
Kilobyte		1000
Megabyte		
Gigabyte		
Terabyte		
Petabyte		

4. Auf einer Festplatte für Computer lassen sich sehr viele Bytes abspeichern. Recherchiere, wieviel Speicherkapazität eine aktuelle Festplatte haben kann.

ARTHUR CLARKE – EIN SCHRIFTSTELLER WIRD WELTALL-VISIONÄR

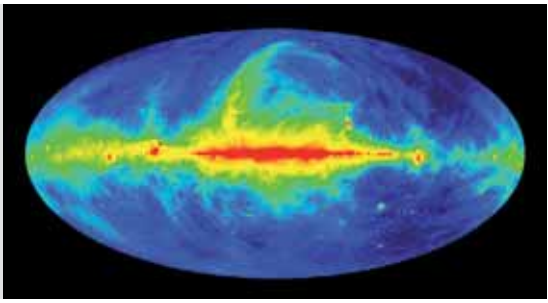
Einer der wichtigsten Köpfe in der Geschichte der Satelliten war kein Forscher, sondern ein englischer Schriftsteller. Mit Science-Fiction-Romanen verdiente der gelernte Bilanzprüfer Arthur Clarke sein Geld; er schrieb beispielweise mit am Drehbuch zu „2001 – Odyssee im Weltraum“. In den 1930er Jahren begann er – begeistert vom Weltall und der Rundfunktechnik – zu rechnen. Im Jahr 1945 veröffentlichte er seine Idee, dass Satelliten ortsfest über der Erde kreisen und Radiosender für die ganze Erde sein könnten. 20 Jahre später erlebte er, wie seine Idee Wirklichkeit wurde und wie die Bahn, auf der diese Satelliten um die Erde laufen, als „Clarke-Orbit“ nach ihm benannt wurde. Zu diesem Zeitpunkt war Clarke dann doch Forscher geworden: Er hatte in der Zwischenzeit Physik studiert.



©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

3 Das Spektrum elektromagnetischer Wellen

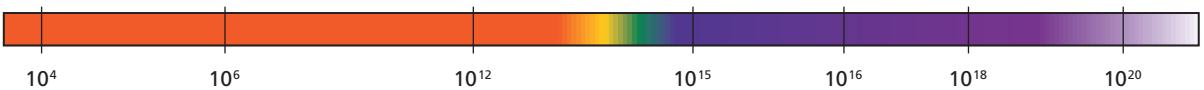
Basis für die moderne Datenübertragung sind elektromagnetische Felder, die sich im Raum ausbreiten und von denen wir überall umgeben sind. Die verschiedenen elektromagnetischen Wellen können ganz unterschiedliche Frequenzen und unterschiedliche Wellenlängen haben. Und sie haben dementsprechend sehr verschiedene Anwendungsbereiche.



1. Nenne Alltagsbeispiele, bei denen elektromagnetische Wellen genutzt werden.

2. Erkläre den Zusammenhang zwischen Frequenz und Wellenlänge sowie die beiden Begriffe. Dabei kann dir folgendes Video helfen:
www.space2school.de/fwu

3. Das Spektrum wird in verschiedene Bereiche unterteilt. Geordnet nach zunehmender Frequenz und somit abnehmender Wellenlänge befinden sich am Anfang des Spektrums die langen Wellen, deren Wellenlängen viele Kilometer betragen können. Am anderen Ende stehen die kurzen Wellen, deren Wellenlänge bis in die atomare Größenordnung reicht.
Finde für jeden der angegebenen Bereiche ein typisches Beispiel und trage die Begriffe in die Tabelle ein.

Wellenform							
Wellenlängenbereiche in m	10^{3} m	10^{-2} m	10^{-5} m	10^{-7} m	10^{-8} m	10^{-10} m	10^{-14} m
Beispiel							
Frequenz in Hertz							

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

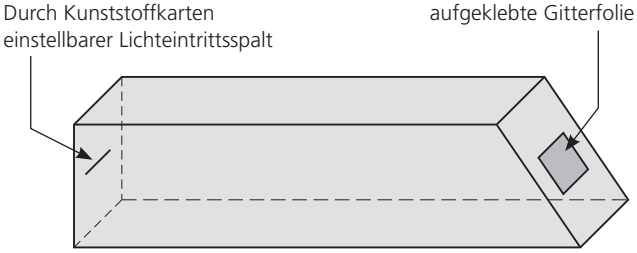
4. Der Bereich des Lichts mit den für uns sichtbaren Farben liegt zwischen $4 \cdot 10^{-7}$ m und $7{,}5 \cdot 10^{-7}$ m. Mit einigen wenigen Materialien lässt sich ein Gerät für das Smartphone bauen, mit dem sich das Licht in die einzelnen Bereiche zerlegen lässt – ein sogenanntes Spektrometer. Besorge dir die Bauteile der Stückliste und baue das Spektrometer mithilfe der folgenden Vorlage.

Stückliste:

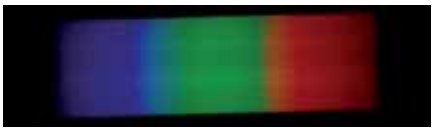
- Kopiervorlage des Gehäuses (nächste Seite) zum Ausschneiden aus dunklem Papier
- 20 mm x 25 mm Beugungsgitterfolie mit 1000 Linien/mm
- Schere, Lineal, Klebstoff
- Kunststoffkarte, z. B. alte EC- oder Telefonkarte

Bauanleitung:

- Schneide die Teile auf der Kopiervorlage mit einer Schere aus. Arbeite genau.
- Falte die Vorlage an den gestrichelten Stellen und klebe das Gehäuse zusammen. Befestige es auf dem Abblendschutz. Es darf später nirgends Restlicht eindringen.
- Schneide die Kunststoffkarte so zurecht, dass ein Teil in das dafür vorgesehene Feld 1 geklebt werden kann und dass der andere Teil unter die beiden auf den Klebefeldern 3 aufgeklebten Laschen geschoben werden kann. Justiere den entstehenden Spalt: er darf höchstens so schmal wie ein dickes Blatt Papier sein.
- Klebe nun die Beugungsgitterfolie mit zwei Klebestreifen fest. Sie muss so auf der Aussparung befestigt werden, dass die Gitterlinien parallel zum Eintrittsspalt laufen.
- Schalte den Blitz deines Smartphones aus und setze das Spektrometer vor die Kamera. Achtung: es darf kein Streulicht zwischen das Spektrometer und die Kamera gelangen. Richte es auf eine Lichtquelle.
- Als Beugungsbild solltest du nun auf dem Display deines Smartphones einzelne, verschiedenfarbige und zueinander parallele Linien erkennen, die auf gleicher Höhe liegen. Eventuell musst du das Bild durch Drehen des Spektrometers nachjustieren. Wenn die Justierung passt, kannst du die ersten Fotos schießen.



Die verschiedenen Farben auf dem Display des Handys entsprechen den unterschiedlichen spektralen Anteilen bzw. unterschiedlichen Wellenlängen. Je nach Intensität der untersuchten Lichtquelle kann der Abstand zum Eintrittsspalt vergrößert oder verringert werden. Such dir mindestens drei unterschiedliche Lichtquellen aus und fotografiere die entstehenden Farbspektren. Beschreibe deine Ergebnisse.



Halogenglühlampe

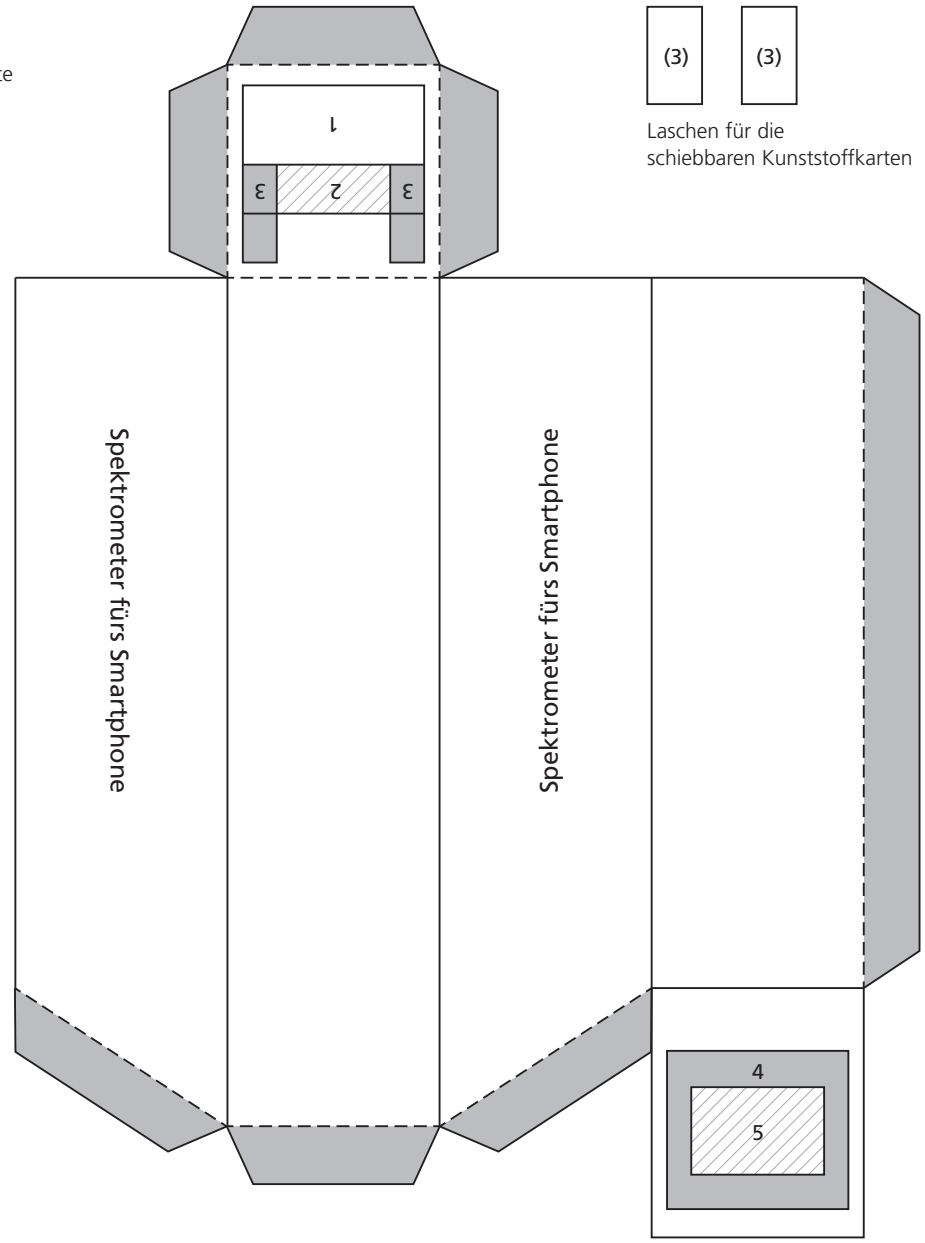
rote LED

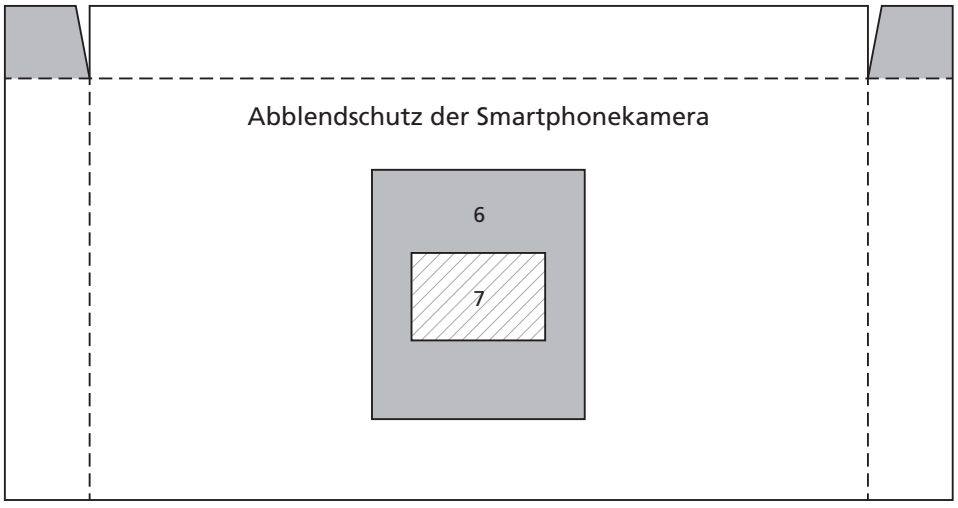
WETTERFRÖSCHE IM WELTALL

Was bei uns als Wettervorhersage aufs Handydisplay kommt, hat seinen Ursprung im All. Ohne die Unterstützung von Satellitentechnik wäre eine sinnvolle Wettervorhersage undenkbar. Aus 36 000 km Höhe überwachen vier Satelliten das europäische Wettergeschehen und senden alle paar Minuten aktuelle Bilder. „Meteosat 8, 9, 10 und 11“ heißen die Späher über unseren Köpfen, für andere Kontinente sind andere Satelliten mit zuständig. Weil die galaktischen Wetterfrösche Bilder in verschiedenen Spektralbereichen aufnehmen, können die Meteorologen sehen, wo es regnet, blitzt oder die Sonne strahlt und – gemeinsam mit den Messungen vom Boden aus – eine möglichst genaue Vorhersage machen.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

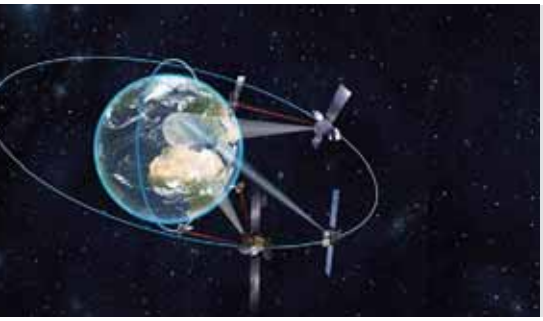
1 Klebefläche für die Kunststoffkarte
2 Aussparung für den Lichteintrittsspalt
3 Klebefelder für die schiebbare Kunststoffkarte
4 Klebefeld für die Gitterfolie
5 Aussparung für die Gitterfolie
6 Klebefeld für das Spektrometer
7 Aussparung für die Kameralinse





©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

4 Wie werden Daten übertragen?



Datenübertragung bezeichnet alle Möglichkeiten, wie Informationen von einem Sender zu einem Empfänger übermittelt werden. Früher wurden Nachrichten und Informationen z. B. durch Geschichten, Boten oder Briefe übermittelt. Moderne Datenübertragung funktioniert über die Variation physikalischer Größen, z. B. unterschiedliche Spannungen oder Frequenzen.

1. Nenne verschiedene Möglichkeiten, wie Informationen übertragen werden können.

2. Ordne die folgenden Übertragungsmedien und ihre Erklärungen, indem du die Buchstaben A bis C in jedes passende Feld einfügst. Zur besseren Übersicht kannst du die zueinander passenden Felder auch in unterschiedlichen Farben markieren.

kabelgebunden A	Funk ○	Das Informationssignal wird als elektromagnetische Welle im Frequenzbereich des sichtbaren Lichts übertragen. ○	Innerhalb eines lichtleitenden Materials (Luft, Glas, Quarz, Kunststoff) können optische Signale große Entfernungen mit hoher Bandbreite überbrücken. ○
drahtlos B	Licht ○	Das Informationssignal wird als hochfrequente elektromagnetische Welle übertragen. ○	Das Übertragungsmedium ist ein Metalldraht. Die Leitung ist meist durch Kunststoff isoliert und manchmal zusätzlich abgeschirmt. ○
Lichtwellenleiter C	Draht ○	Das Informationssignal wird als elektrischer Wechselstrom übertragen. ○	Über Antennen an der Sende- und Empfangsstation werden die Signale durch die Luft übertragen. Durch Hindernisse werden die Funksignale gedämpft und abgelenkt. ○

3. Daten lassen sich prinzipiell auf zwei verschiedene Arten übertragen: analog oder digital. Recherchiere, was das bedeutet und finde jeweils zwei Beispiele.

analoge Daten

Beispiele

digitale Daten

Beispiele

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

4. Beim Übertragen von digitalen Daten gibt es zwei grundsätzliche Unterschiede: Die Daten können parallel oder seriell übertragen werden. Erstelle jeweils eine kurze Skizze, wie man sich die Übertragung von Daten zwischen einem Sender (S) und einem Empfänger (E) vorstellen kann. Verwende für ein Bit folgendes Zeichen ⎍⎍ und beschreibe deine Skizze kurz.

parallel	seriell

5. Die Übertragungsgeschwindigkeit ist ein entscheidendes Kriterium bei der Datenübertragung. Die Datenrate bezeichnet die Datenmenge (in Bit), die innerhalb einer bestimmten Zeiteinheit (meist eine Sekunde) übertragen wird. Das ergibt die Einheit Bit pro Sekunde (Bit/s). Oft werden Vielfache dieser Einheit verwendet, z. B. 1 kBit/s für 1000 Bit/s, 1 MBit/s für 1 000 000 Bit/s.

10 GBit/s | 1411 kBit/s | 1,5 GBit/s | 480 MBit/s | 732,2 kBit/s | 10 MBit/s bis 400 GBit/s | 424 kBit/s | 1 Bit/s

Recherchiere die genannten Übertragungsraten und ordne zu:

ATA-Festplatte	USB 2	Netzwerk	Audio-CD	Funkuhr-Signal	Bluetooth 1	NFC-Chip	Kabel-TV

KEINE SCHNÄPPCHEN IM HIMMEL

Aus der Portokasse zahlt wohl niemand einen Satelliten. Weil die Technik vom Feinsten sein muss und die Planungszeit mit mehreren Jahren enorm lang dauert, liegt der Preis für einen kommerziellen Kommunikationssatelliten mit Start bei ca. 300–500 Millionen Euro. Geld verdienen lässt sich mit Satelliten aber auch. Wer einen sogenannten „Transponder" mieten möchte, mit dem sich maximal zwölf Fernsehprogramme über Satelliten auf die Erde übertragen lassen, muss pro Jahr mehr als 7 Millionen Euro Miete zahlen. 30 bis 50 Transponder hat ein Satellit üblicherweise. Der Satellitenbetreiber erzielt über eine Betriebszeit von 15 Jahren mehr als 1 Milliarde Euro an Einnahmen. Platz für gute Geschäfte bietet der Weltraum also.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

5 Warum werden Daten verschlüsselt?

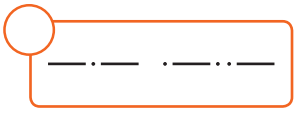
Kommunikation zwischen Lebewesen oder Maschinen ist immer ein Austausch von Informationen. Diese werden von einem Sender (Lebewesen oder Maschine) nach einem bestimmten Code erzeugt und von einem Empfänger nach demselben Code interpretiert. Ein Code lässt sich also im weitesten Sinne als Sprache bezeichnen. Oftmals werden Informationen beim Codieren so umgewandelt, dass die Zeichen oder Signale mit einem zuvor festgelegten Schlüssel verschlüsselt werden. Das Entschlüsseln, also das Decodieren der Informationen, kann nur durch Empfänger erfolgen, die den Schlüssel besitzen.

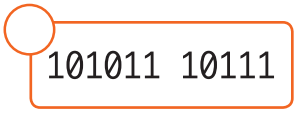
1. Nenne mögliche Gründe für eine Codierung von Informationen sowie jeweils ein technisches Umsetzungsbeispiel.

möglicher Grund für eine Codierung	technische Umsetzung

2. Ordne den Abbildungen unterschiedlicher Codes die richtigen Namen zu (Ziffern von 1 bis 8 in die Kreise einfügen).

(1) Hexadezimalcode – (2) Strichcode der Post – (3) Morsecode – (4) QR-Code – (5) Binärcode – (6) Barcode – (7) Postleitzahl – (8) Reifencode





* **3.** Stelle deinen Namen mithilfe einer ASCII-Tabelle (im Internet recherchieren) im Binärcode dar.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

4. Weit verbreitet ist der sogenannte QR-Code (Quick Response), der in Japan entwickelt wurde. Das Funktionsprinzip des QR-Codes ist einfach: Jedes einzelne quadratische Kästchen im Code-Feld kann entweder schwarz oder weiß sein; das entspricht entweder dem Wert 1 (schwarz) oder dem Wert 0 (weiß). So entsteht eine lange Zahl, die aus Einsen und Nullen besteht.

Beantworte in Partnerarbeit folgende Fragen, z. B. unter Zuhilfenahme des Videos:
www.space2school.de/qrcode

- Seit wann werden QR-Codes eingesetzt?
- Was kann in einem QR-Code stehen?
- Wie groß ist der maximale Speicherplatz in einem QR-Code?
- Welche Arten von QR-Codes gibt es?
- Welche Bedeutung haben die Ecken des QR-Codes?
- Wofür wird eine „Maske“ verwendet?
- Was versteht man unter einem binären System?
- In welcher Richtung wird der QR-Code gelesen?
- Wozu dient eine ASCII-Tabelle?
- Wie lässt sich ein QR-Code entschlüsseln?

5. Um Dateien sicher zu verschlüsseln, gibt es verschiedene Verschlüsselungsprogramme und -verfahren. Dabei wird zwischen zwei grundsätzlichen Vorgehensweisen unterschieden:
- symmetrische und
- asymmetrische Verschlüsselung.

Scanne die abgebildeten QR-Codes mit einem QR-Code-Reader. Beschreibe mit eigenen Worten die Besonderheiten von symmetrischer bzw. asymmetrischer Verschlüsselung. Nenne jeweils geeignete Einsatzmöglichkeiten.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

6. Der Schutz von persönlichen Daten wird immer wichtiger. Eine wichtige Hilfe hierzu bietet eine Firewall. Diese Sicherungssysteme schützen einzelne Computer und Netzwerke vor unerwünschten Netzwerkzugriffen.

a) Informiere dich im Internet, wie eine Firewall funktioniert.

b) Beschreibe Vorteile, Nachteile und Grenzen einer Desktop-Firewall.

Vorteile	
Nachteile	
Grenzen	

* **7.** Fertigt in Gruppenarbeit eine Präsentation zu einem der folgenden Themen an:

- **„Kurze Geschichte der Kryptografie".** Darin sollte die Bedeutung und Herkunft des Wortes „Kryptografie" erklärt sowie ein einzelnes, besonders bedeutsames Ereignis dargestellt werden. Sprecht euch ab, damit möglichst unterschiedliche geschichtliche Ereignisse ausgewählt werden.
- **„Der spektakulärste Hackerangriff der letzten Jahre".** Recherchiert dazu z.B. im Internet und stellt dar, welche Ziele die Hacker verfolgten, wer besonders betroffen war von der Attacke, welcher Schaden entstanden war, welche Schutzmaßnahmen vereinbart wurden …

VÖLLIG KEIMFREI IN DEN ORBIT

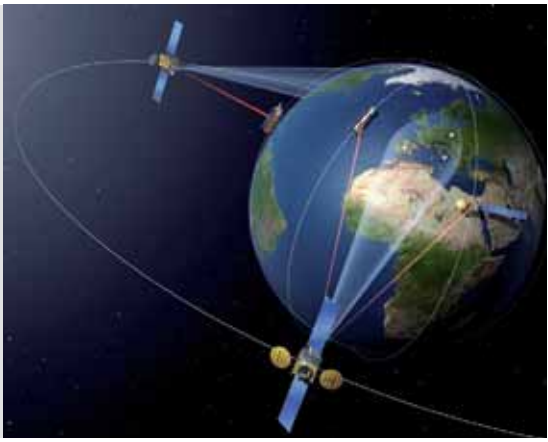
Auch in punkto Sauberkeit sind Satelliten meisterhaft: sie sind mehr als blitzeblank – alle Satelliten werden in Reinräumen gefertigt, in denen es sauberer ist als in einem Operationssaal. Kein Staubkorn und keine Bakterie sollen sich dorthin verirren, deshalb filtern große Anlagen die Luft, die Monteure tragen spezielle Schutzkleidung samt Atemmasken und klebrige Fußmatten vor dem Eingang sorgen dafür, dass der Schmutz von Schuhen draußen bleibt. Warum so ein Aufwand? Ein irdisches Staubkorn in einem Schaltkreis im Weltall könnte während des Betriebs zum Ausfall führen oder auf einer Linse oder einem Objektiv Bildfehler hervorrufen. Nach Zusammenbau und Test im Reinraum werden die Satelliten deshalb auch für den Transport staubfrei verpackt, damit wirklich nichts anderes mitfliegt als geplant.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

6 Möglichkeiten der Datenübertragung

Die Übertragung von Informationen zwischen Lebewesen oder Maschinen wurde im Laufe der Zeit durch verschiedene technische Erfindungen optimiert. Inzwischen ist es möglich, von nahezu allen Orten der Welt beliebige Informationen zu senden oder zu empfangen.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen analogen und digitalen Konzepten zur Übermittlung von Informationen, wobei die digitalen Datenübertragungsmöglichkeiten durch technische Innovationen immer mehr zunehmen.



1. a) Nenne mindestens vier analoge Möglichkeiten zur Übertragung und Weitergabe von Daten/Informationen und zähle deren Vor- und Nachteile auf.

Art der Datenübertragung	Vorteil	Nachteil

b) Welche digitalen Übertragungsmöglichkeiten von Daten kennst du? Benenne auch deren Vor- und Nachteile.

Art der Datenübertragung	Vorteil	Nachteil

* **2.** QR-Codes stellen eine einfache und schnelle Möglichkeit der digitalen Kommunikation dar. Ein persönlicher Code kann auf einfache Weise über einen QR-Code-Generator im Internet produziert und mit einer üblichen QR-Code-Reader-App ausgelesen werden.

Erstelle deine persönliche QR-Code-Visitenkarte. Lade dazu die Daten, welche deine Visitenkarte enthalten soll, in einen geeigneten QR-Code-Generator im Internet. Wenn du das Ergebnis ausdruckst, kannst du deine Visitenkarte „analog“ mitnehmen. Oder du stellst den Code bei Bedarf auf deinem Smartphone zum Abfotografieren „digital“ zur Verfügung.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

3. Mit der NFC-Technik (near field communication) lassen sich Daten über kurze Entfernungen übertragen. Viele Smartphones sind inzwischen NFC-fähig. Sehr kostengünstige sogenannte NFC-Tags (englisch für Etikett, Label) werden in Form von kleinen, flachen Stickern zunehmend zum Auszeichnen im Einzelhandel verwendet.

a) Welche Möglichkeiten bieten NFC-fähige Smartphones und NFC-Tags im Einzelhandel?

*(*) **b)** Installiere auf deinem mobilen Endgerät ein NFC-Programm (recherchiere dazu im App-Store) und besorge dir einen NFC-Tag. Schreibe eine Funktion auf, die dein Smartphone ausführen soll, wenn es in die Nähe des Tags kommt. Programmiere den Tag und teste dein Ergebnis. Beschreibe eventuelle Nachteile.

4. a) Ähnlich wie NFC funktioniert auch die RFID-Technik (radio frequency identification). Informiere dich z.B. mithilfe des nebenstehenden QR-Codes über die RFID-Technik und beschreibe das Verfahren mit eigenen Worten.

b) Beschreibe den hauptsächlichen Unterschied zwischen NFC und RFID in der Anwendung.

KLARE SICHT VON OBEN

Es war das Landwirtschaftsministerium in den USA, das den Startschuss für den großen Durchblick gab. Im Jahr 1972 veröffentlichte es ein gestochen scharfes Foto der USA von oben – zusammengesetzt aus 595 Bildern des Satelliten *ERTS1*, die dieser beim Überfliegen des Landes geknipst hatte. Keine Wolke war zu sehen, dafür die Berge, Täler, Flüsse und Städte der USA in bislang nie gekannter Schärfe. Seither werden die Bilder immer genauer – kein Winkel auf der Erde, der nicht von oben fotografiert wird. Die Erdbeobachtung ist längst zu einem großen Geschäft und zu einer unersetzbaren Hilfe geworden: Damit lässt sich das Wachstum auf Feldern kontrollieren, Umweltverschmutzung dokumentieren und erste Hilfe nach Naturkatastrophen leisten.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

* **5.** NFC und RFID sind als kabellose Datenübertragungstechniken aus industriellen Anwendungen und dem Handel nicht mehr wegzudenken.

Bildet Gruppen und bearbeitet arbeitsteilig in jeder Gruppe eines der folgenden Themen. Das Ergebnis kann entweder ein Poster im Format DIN A3 sein oder eine Folienpräsentation – das ist vorher mit der Lehrkraft abzusprechen.

a) Wie funktioniert das Bezahlen mit dem Smartphone? Welche Lösungen gibt es dazu bereits? Welche Chancen und Risiken bestehen? Worauf muss man als Nutzer besonders achten?

b) Welche Auswirkungen kann die Verwendung von RFID-Tags auf den Produkten im Einzelhandel haben? Wie sähe ein Einkauf aus Sicht des Kunden aus? Und wie aus Sicht der Angestellten im Einzelhandel? Welche Chancen und Risiken bestehen?

c) Welche Möglichkeiten bieten kabellose Datenübertragungstechniken in der industriellen Produktion? Schildert einen Produktionsablauf anhand eines Produktes, z. B. Waschmaschine oder Kühlschrank, Automobil, Möbel …

6. Spezielle UHF-RFID-Tags sind in der Lage, ihre Standorte per GPS-Satellit exakt zu bestimmen. Durch eine Reichweite von einem halben Kilometer kann der Tag auch aus einiger Entfernung mittels eines Readers aktiviert werden. Zur Ortung spürt sich der Tag per GPS unter Zuhilfenahme von Satelliten und RFID selbst auf und protokolliert auf gleiche Weise seine Bewegungen. Beschreibe, wofür diese Lösungen eingesetzt werden können.

* **7.** Informiere dich auf der Seite www.dlr-innospace.de/innospaceexpo/ über die Möglichkeiten satellitengestützter Kommunikation. Entscheide dich für eine Anwendung, die du in eigenen Worten erläutern sollst. Ziel ist ein ca. 2-minütiger Vortrag vor der Klasse.

8. Bei der Kommunikation mit Satelliten muss die sogenannte Latenz berücksichtigt werden. Die Auswirkungen der Latenz hast du vielleicht selbst schon erlebt, wenn z. B. bei einem Fußballturnier die Zuschauer im Nachbarhaus TOR! schreien und du erst kurze Zeit später siehst, wer das Tor geschossen hat. Erkläre den Begriff Latenz im Zusammenhang mit Satellitenkommunikation.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

7 Bestandteile eines Satellitenkommunikationssystems

Seit 1957 mit dem Sputnik der erste Satellit in eine Erdumlaufbahn geschossen wurde, hat sich die Grundstruktur der nötigen Komponenten kaum verändert. Auch wenn heute vieles kleiner und mobiler ist, benötigt man immer noch einen Sender auf der Erde (Bodenstation) und einen Empfänger im All (Satellit) oder umgekehrt. Beide Stationen benötigen eine Antenne, da die Daten drahtlos übertragen werden.

1. Im einfachsten Fall kann man sich die Satellitenkommunikation wie einen Spiegel vorstellen: Eine elektromagnetische Welle mit Informationen wird am Boden abgestrahlt, am Satelliten verstärkt und reflektiert und am Boden wieder empfangen.

a) Sprecht zu zweit über die Analogie „Spiegel ↔ Satellitenkommunikation" und ergänzt die Tabelle. Findet ihr neben den vorgegebenen Analogien noch weitere?

	Spiegel	**Satellit**
Signal	Licht	Elektromagnetische Welle (z. B. Funk)
Sender		
Funktion		
Empfänger		

b) Der Friseur verwendet zum Präsentieren der fertigen Frisur einen zweiten Spiegel. Wofür wird dieser zweite Spiegel benötigt?

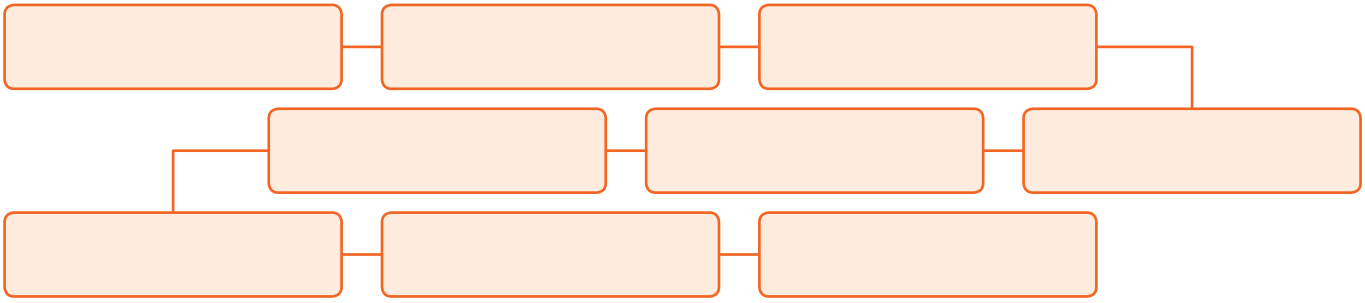
Überlege dir ausgehend von deiner Antwort, wie man in Europa eine Fernsehübertragung aus Australien sehen kann.

Skizziere dein Ergebnis, indem du die drei Hauptkomponenten Sender (Bodenstation), Satelliten und Empfänger (Bodenstation) verwendest.

2. Die grundlegenden Bestandteile einer Satellitenkommunikation am Beispiel einer TV-Übertragung sind:

Antenne, Antenne, Downlink, Empfänger, Ereignis, Fernsehzuschauer, Satellit, Sender, Uplink

Bringe die Begriffe in die richtige Reihenfolge von Anfang bis zum Ende.



©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

3. a) Für das Senden und Empfangen von Signalen werden unterschiedliche Frequenzbänder verwendet. Überlege, welche Vor- und Nachteile dies mit sich bringt.

b) In den ersten Jahren der Satellitentechnik gab es vor allem eine Kommunikation zwischen Bodenstation und Satellit. Inzwischen ist auch eine Kommunikation zwischen den Satelliten üblich. Dies ist technisch jedoch wesentlich komplexer. Finde Erklärungen für die vier vorgegebenen Gründe der Intersatellitenkommunikation (Satellit zu Satellit):

Günstiger, da _____

Schneller, da _____

Sicherer, da _____

Flexibler, da _____

c) Ein Satellit für Telekommunikation steht scheinbar in ca. 35 800 km Höhe immer an der gleichen Stelle über der Erde (geostationär). Du möchtest von Berlin aus nach New York telefonieren. Der Satellit steht auf halbem Wege nach New York am Horizont.

Wie lange musst du etwa nach einem von dir gesprochenen Wort auf die Antwort warten? Skizziere und berechne deine Lösung.

4. Finde mithilfe der Stichworte Kosten, Mobilität, Bitrate, Verwendung heraus, welche Unterschiede bei den gezeigten Anlagen bestehen.

Klassische Antenne für Satellitenkommunikation

Mobile VSAT-Anlage (VSAT: Very Small Aperture Terminal)

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

5. Nachdem ein Satellit im All ist, übernimmt die Bodenstation die Kontrolle über ihn.

a) Neben der reinen Datenübertragung hat eine Kontrollstation vor allem die Aufgabe, die Funktion und Leistungsfähigkeit des Satelliten zu erhalten. Wie komplex das ist, zeigt u. a. dieses Video: www.space2school.de/galileoanimation

Überlege, welche Einflüsse die Lage des Satelliten verändern könnten, sodass eine tägliche genaue Bestimmung notwendig wird.

b) Je nach Art und Umlaufbahn eines Satelliten werden eine oder mehrere Bodenstationen zur Kommunikation und Kontrolle benötigt. Die *ISS* (Internationale Raumstation) z. B. fliegt in ca. 90 Minuten um die Erde und ist ca. 5 Minuten lang von einem Standort aus zu sehen.

Wie viele Bodenstationen würde man theoretisch benötigen, um immer Kontakt zur *ISS* zu haben?

c) In Wirklichkeit gibt es aber nur eine Handvoll Bodenstationen für die *ISS*. Warum benötigt man nur wenige Bodenstationen? (Denke an die Lösungen der Aufgaben 1 und 2!)

6. Die bekannteste Bodenstation in Deutschland ist der DLR-Standort in Weilheim.

a) Auf dem Foto erkennt man unterschiedliche Antennen. Manche kommen aber auch mehrfach vor. Finde eine Erklärung, warum nicht nur eine Antenne ausreicht. Bei der Beantwortung hilft der Artikel unter: www.space2school.de/DLR-Weilheim

* **b)** Bildet Kleingruppen (bis zu 4 Personen) und informiert euch über die weiteren Aufgaben der Bodenstation Weilheim. Schreibt jeweils ein Kurzreferat zu einer Aufgabe bzw. einem Projekt. Sprecht euch ab, damit es keine Doppelungen gibt.

DAS DICKSTE DING WAR ENVISAT

Kein europäischer Satellit war größer und schwerer: Mehr als 8 Tonnen brachte „Envisat" (das heißt „Environmental Satellite") auf die Waage, als er im Jahr 2002 mithilfe einer Ariane-5-Rakete ins Weltall startete. Damit war der Weltraum-Koloss der bislang größte und schwerste Erdbeobachtungssatellit im All. Erfolgreich war er obendrein: Seine geplante Dienstzeit von fünf Jahren hatte er weit übertroffen, als 2012 plötzlich der Kontakt zu ihm abbrach. Den Titel „Riesensatellit" wird er wohl für immer tragen dürfen. Bei den neuen Generationen werden die vielen für die Erdbeobachtung nötigen Systeme auf mehrere kleine Satelliten verteilt.

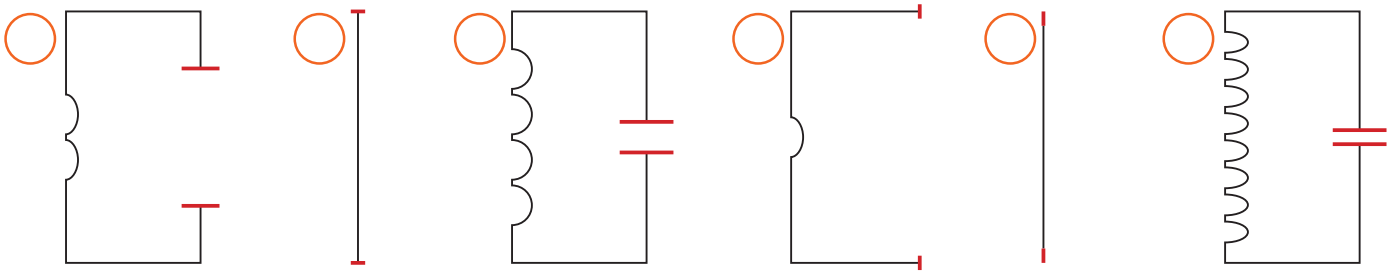
©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

8 Antennen, Empfangssysteme und Relaissatelliten

Das wichtigste Element für jede Art der Kommunikation zwischen Bodenstation und Satellit ist die Antenne. Es gibt sie in jeder Größe und Form und sie kann sowohl senden als auch empfangen. Je nach Anforderung an die Datenübertragung wird die entsprechende Antenne ausgewählt. Auch die Kommunikation zwischen den Satelliten läuft über entsprechende Antennen.

1. Antennen senden und empfangen elektromagnetische Wellen. Sie erzeugen diese nach dem Prinzip eines Hertzschen Dipols.

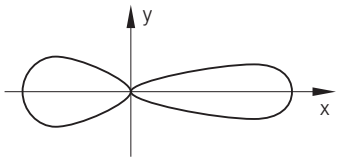
a) Erkläre in drei einfachen Sätzen, wie man von einem elektromagnetischen Schwingkreis zu einem Dipol kommt. Bringe dazu die Grafiken in die richtige Reihenfolge, indem du Buchstaben von A bis F in die Kreise schreibst.



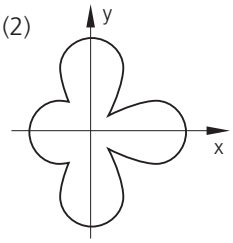
b) Ein Dipol, und somit auch jede Antenne, strahlt die elektromagnetische Welle nicht in jede Richtung gleichermaßen. Betrachte dazu die Animation auf
www.space2school.de/leifi

Welche der folgenden Skizzen stellt die Richtung der Strahlung (in 2D) am besten dar? Begründe deine Antwort.

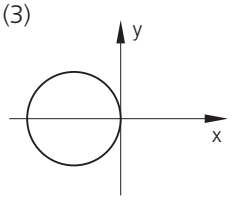
(1)



(2)



(3)



c) Mit der gleichen Antenne, mit der man eine elektromagnetische Welle gesendet hat, kann man eine elektromagnetische Welle auch empfangen. Dabei muss man die Antenne für einen optimalen Empfang ausrichten.

In den drei folgenden Grafiken sendet die schwarze Stabantenne ein Signal. Zeichne jeweils eine Stabantenne ein, die (1) optimalen, (2) mittelmäßigen und (3) gar keinen Empfang hat.

(1)

(2)

(3)

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

2. Die Abbildungen zeigen unterschiedliche Antennen.

1

2

3

4

5

6

a) Beschreibe, welche Unterschiede diese Antennen aufweisen.

b) Einer der Hauptgründe für die unterschiedlichen Antennenformen ist die Frequenz, mit der sie betrieben werden. Überlege aufgrund deiner Alltagserfahrungen, welche Antennenform für welche Anwendungs- und Frequenzbereiche passend sein könnte.

c) Neben der Länge einer Antenne ist auch die Form wichtig. Führe mit einem Mitschüler oder einer Mitschülerin folgendes Experiment durch:
Ihr stellt euch in einem Abstand von 5 m zueinander auf. Der/die eine sagt einen Satz (relativ leise), der andere versucht ihn zu verstehen. Dann wird der Satz wiederholt, aber dieses Mal hält der/die andere die Hände trichterförmig hinter das Ohr. Wann ist der Satz besser zu verstehen?

d) Mit der Erfahrung aus c) kannst du nun folgenden Satz vervollständigen:

Es gibt unterschiedlich große Antennen-„Schüsseln“, weil

ZÄHLEN IST SCHWIERIG IM ALL

Es sind die Vereinten Nationen, die mit Ihrem „UNOOSA-Katalog“ Buch führen, was im All und auf den Umlaufbahnen um die Erde vor sich geht. Daneben pflegen auch die US-Weltraumbehörde NASA mit dem NSSDCA-Katalog und die europäische Weltraumbehörde ESA mit dem „eO-Portal“ Register der Satelliten. Eine unabhängige Organisation ist die „Union of concerned Scientists“, die ebenfalls versucht, den Überblick zu behalten. Dummerweise passen die Zahlen nicht immer zusammen. Manche Satelliten werden von Staaten geheim gestartet, andere gehen kaputt und bleiben dann als Weltraumschrott zurück. Wie viele aktive Satelliten es gibt, weiß daher niemand ganz genau. Mehr als 2000 sind es sicher, einige sprechen sogar von 20000 Satelliten. Und jedes Jahr werden es mehr.

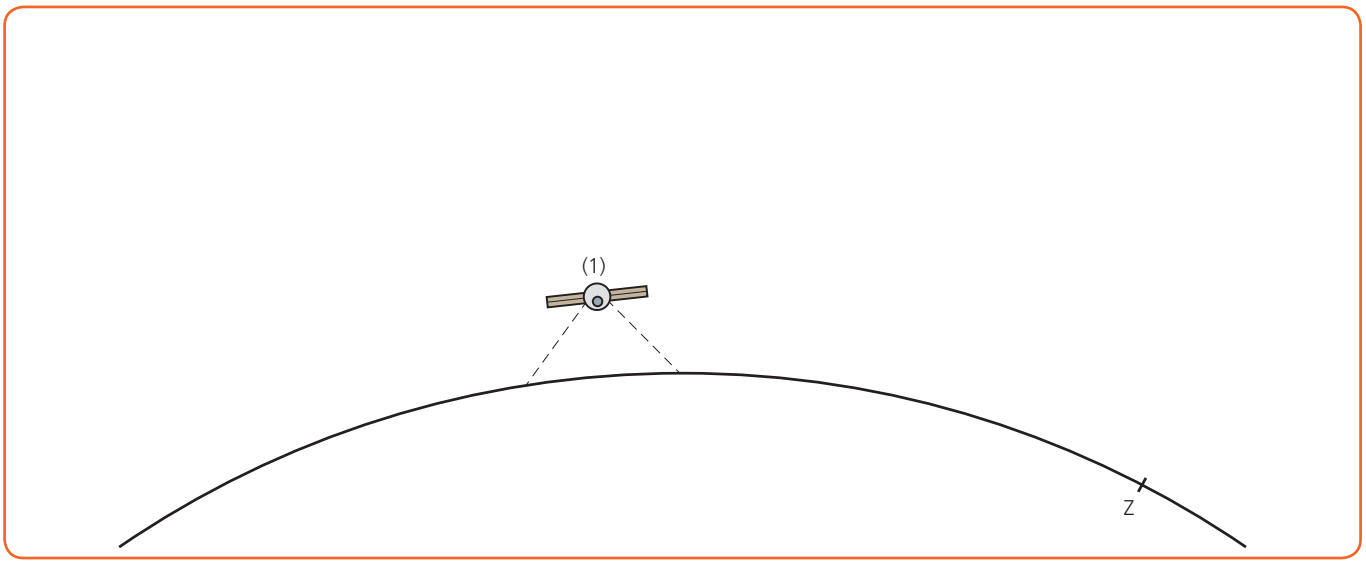
©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

3. Antennen für Funk funktionieren am besten, wenn es einen direkten Sichtkontakt zwischen Sender- und Empfängerantenne gibt. Ähnliches gilt auch für ein WLAN-Netz. An deiner Schule gibt es sicherlich nicht nur eine WLAN-Sendestation.

a) Nenne Gründe, warum dies so ist.
Wie kann man die Reichweite eines WLAN am einfachsten vergrößern?

b) Auch Satelliten haben oft keinen direkten Sichtkontakt zu einer Bodenstation. Müssen die Daten dennoch sofort zur Bodenstation gelangen, verwendet man Relaissatelliten. Sie empfangen Signale, verstärken diese und senden sie weiter.

Ergänze die Grafik in unterschiedlichen Farben um alle Möglichkeiten, wie die Daten von Satellit 1 zur Zielstation Z kommen können.
Überlege dir in einem zweiten Schritt, welche Lösung die kostengünstigste ist.



c) Führe eine kurze Internet-Recherche zum Relaissatellitensystem „EDRS“ durch. Beantworte dann folgende Fragen:

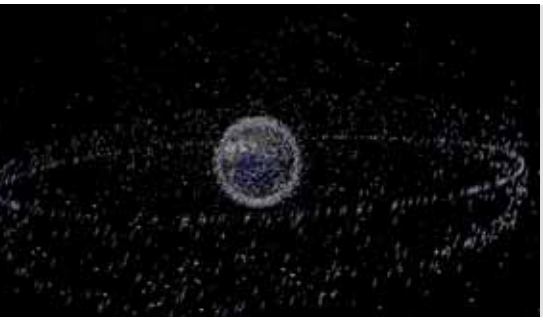
– Warum sind vier Satelliten geplant?

– Welche Innovation steckt in diesem System gegenüber anderen Relaissatelliten?

*) **d)** Dreht in Kleingruppen mit einem Smartphone ein kurzes Erklärvideo (nicht mehr als 90 Sekunden) über Relaissatelliten am Beispiel von *EDRS*. Versucht dabei möglichst ohne sichtbare Personen auszukommen.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

9 Satellitenorbits und Bodenspur



Tausende Satelliten umkreisen aktuell die Erde: Jeder Punkt auf der Abbildung stellt einen Satelliten dar. Man erkennt, dass die Aufenthaltsorte nicht willkürlich sein können und es Bereiche gibt, in denen viele Satelliten kreisen und Bereiche, in denen kaum Satelliten vorkommen. Neben physikalischen Gründen bestimmt vor allem die Aufgabe eines Satelliten seine Bahn um die Erde.

1. a) Geostationäre Satelliten befinden sich immer genau über einem bestimmten Ort des Äquators. Sie fliegen also so weit von der Erde entfernt, dass ihre Umlaufdauer genauso groß ist wie die Dauer einer Erddrehung.

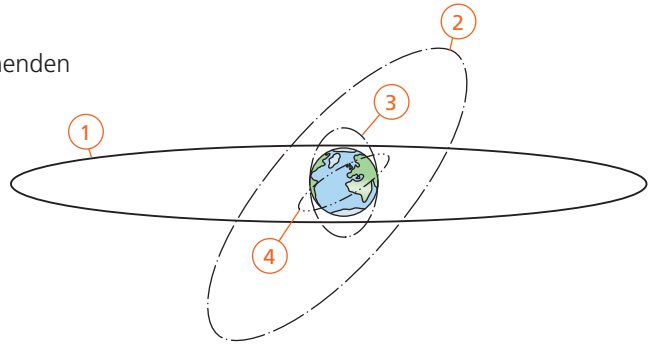
Begründe, wie sich die Umlaufdauer von Satelliten ändert, die näher oder weiter entfernt fliegen.

b) Theoretisch könnte ein TV-Satellit auch recht nah an der Erde fliegen. Finde eine logische Erklärung, warum dies in der Praxis nicht durchgeführt wird.

* **c)** Berechne den Abstand der Erde zu einem geostationären Satelliten.
Tipp: Setze die Gravitationskraft mit der Zentripetalkraft gleich.

2. Die Abbildung zeigt vier Standardflugbahnen von Satelliten.

Ordne die folgenden Satelliten mit ihren Aufgaben dem entsprechenden Orbit zu, indem du die passende Zahl in den Kreis schreibst. Überlege dir vorher, mit welcher Flugbahn die Aufgabe am besten zu bewältigen ist. Begründe deine Lösung!



Satellit A: TV- und Wetter-Satellit ◯

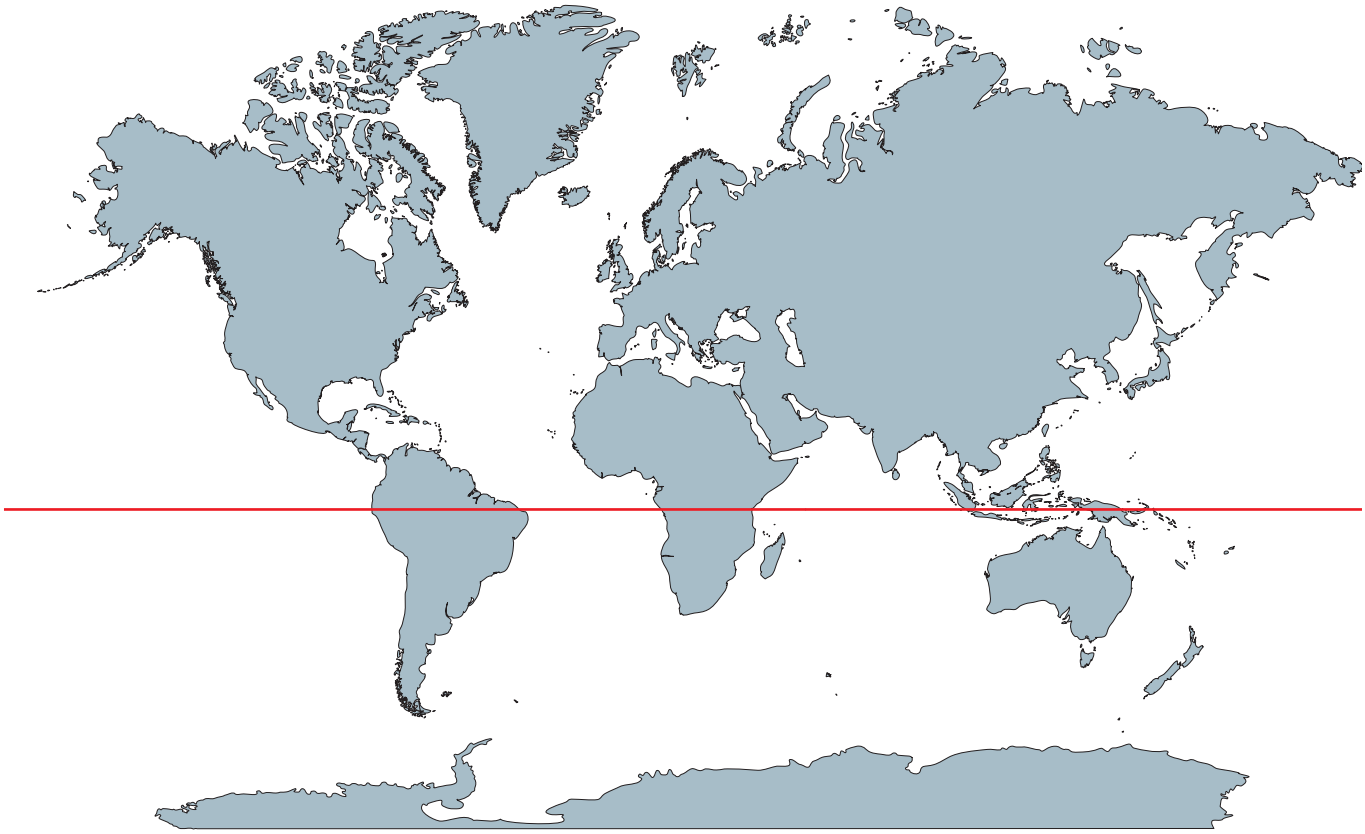
Satellit B: Spionage-Satellit ◯

Satellit C: Navigations-Satellit ◯

Satellit D: Erdbeobachtungs-Satellit, der die ganze Erde fotografiert ◯

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

* **3** Welche Gebiete ein Satellit überfliegt, kann man am besten mit der sogenannten Bodenspur nachvollziehen. Dabei werden auf einer Erdkarte die vom Satelliten überflogenen Orte nachgezeichnet. Diese Linie ist die Bodenspur. Eingezeichnet ist die Bodenspur eines Satelliten, der über dem Äquator fliegt.



a) Recherchiere und zeichne in die obige Karte die Bodenspur folgender Satelliten ein:
– (1) Navigations-Satellit (MEO)
– (2) Erdbeobachtungs-Satellit (LEO)
– (3) Kommunikations- und/oder Wetter-Satellit (GEO)

b) Besuche www.space2school.de/satellitetrack
Überprüfe mit der dortigen Simulation deine Ergebnisse aus Teilaufgabe a).

c) Verfasse einen kurzen Wiki-Eintrag, wie sich die Bodenspur eines Satelliten ändert, abhängig von seiner Entfernung zur Erde und seiner Inklination. Erkläre dabei auch den Begriff „Inklination".

d) Suche nach einer praktikablen Lösung, wie man Satellitenfernsehen für Nordgrönland umsetzen könnte.

TOT OHNE GRABSTEIN

Das Problem wird immer größer: Wohin mit den Satelliten, die ausgedient haben? In niedriger Höhe regelt sich das Problem von selbst: Die Erdanziehung sorgt dafür, dass der Weltraumschrott über kurz oder lang auf die Erde zurückfällt und in der Atmosphäre verglüht. Feuerbestattung also. Für Satelliten weiter oben geht das nicht, sie bleiben wo sie sind. Vor allem im gefragten „geostationären Orbit" in 36 000 km Höhe soll aber kein Schrott fliegen, weil er aktive Satelliten gefährden könnte. Also wird mit dem letzten Treibstoff ein alter Satellit kurz vor dem Ende seiner Betriebszeit in größerer Höhe „geparkt". Im „Friedhofsorbit" dreht er dann seine Runden um die Erde weiter – mehr als eine Million Jahre, also fast für immer und ewig.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

4. Empfängt man das Fernsehen über einen Satelliten, so muss man die Empfangsantenne entsprechend ausrichten.

a) Die Antennen auf der Abbildung zeigen z. T. in verschiedene Richtungen.
Finde eine Erklärung dafür. Welche kann nicht für den TV-Empfang gedacht sein?

b) In welche grobe Richtung müssen alle TV-Satelliten-Antennen in Deutschland zeigen?

c) Es gibt größere und kleinere Antennen. Welchen Grund könnte das haben?

d) Gehe auf die Seite www.space2school.de/footprints.
Wähle dort zunächst den Satelliten 19°E aus (Astra).
Beschreibe die farbig markierten Gebiete. Wofür stehen die dunklen Linien?

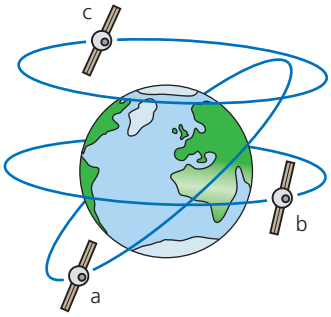
e) Der sogenannte Footprint (oder Ausleuchtzone) bezeichnet die Projektion der Signalstärke auf die Erde. Vergleiche den Footprint von 40°W (Intelsat 11) und 42°E (Turksat 3). Sind beide Satelliten in Deutschland zu empfangen? Und wenn ja, benötigt man eher größere oder eher kleinere Sat-Schüsseln? Begründe deine Antwort!

f) Betrachte mehrere Footprints von Satelliten, deren Zentrum in Mittel- und Nordeuropa liegt (z.B. 1°W, 10°E, 19°E). Anschließend betrachte Footprints, deren Signalschwerpunkt im Äquatorgebiet liegt (z. B. 3°E, 5°E, 39°E).
Suche Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Finde eine Begründung, warum die Footprints nicht gleichmäßig (kreisförmig) aussehen.

* **5.** Die physikalischen Grundlagen jeder Satellitenbahn bilden die Gesetze von Kepler und Newton.

Stelle in einer Kurzpräsentation die drei Keplerschen Gesetze und das Gravitationsgesetz von Newton vor. Beziehe die Gesetze auf die Satellitenbahnen.

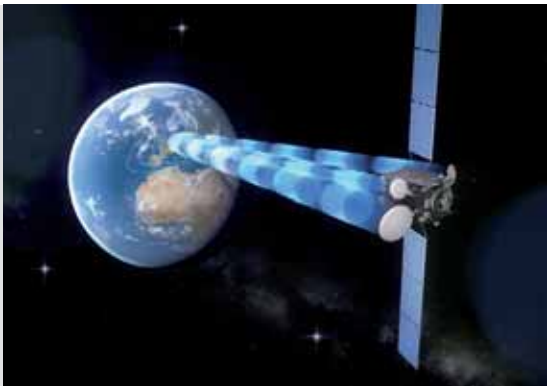
Erläutere, welche der abgebildeten Satellitenbahnen aus physikalischer Sicht möglich und welche nicht möglich sind. Begründe kurz.



©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

10 Satelliten in einem rauen Umfeld

Satelliten sind wirklich sehr speziell gebaut. Sie müssen den extremen Umweltanforderungen standhalten können, denen sie im Laufe ihres Arbeitslebens ausgesetzt sind. Beim Start vibriert der Satellit stark, im All herrscht ein Vakuum, Reparaturen sind dort nicht möglich – dies sind nur einige der vielen Herausforderungen. Moderne Technik und wegweisende Erfindungen waren und sind nötig, um einen Satelliten lange betreiben zu können.



1. Die Geschichte der Satelliten begann am 4.10.1957.

a) Recherchiere, in welchem Zusammenhang dieses Datum mit Satelliten steht.

b) Ein Satellit unterscheidet sich von einem Raumschiff. Ordne die folgenden Begriffe einem Satelliten und/oder einem Raumschiff zu, indem du sie in unterschiedlichen Farben markierst. Etliche können beiden zugeordnet werden.

feste Umlaufbahn	unbemannt	flexible Flugbahn	eigener Antrieb
bemannt	kein eigener Antrieb	Sonnenkollektoren	

c) Das Thema Raumfahrt verbindet man vor allem mit der Sowjetunion (heute Russland) und den USA, dabei haben sehr viele Nationen seit 1957 Satelliten ins All geschossen. Recherchiere die ungefähre Anzahl der Nationen. Wann war der erste Satellit Deutschlands im All?

2. Zu zweit sollt ihr das Arbeitsleben eines Satelliten nachvollziehen. Listet möglichst alle Besonderheiten auf, die ein Satellit gegenüber einem technischen Gerät auf der Erde hat.

ENERGIE – ABER WIE?

Für ihre Aufgaben im Weltall brauchen die Satelliten Energie. Doch woher nehmen? Die Satelliten erzeugen mit Solarzellen elektrischen Strom, indem sie Sonnenlicht in Strom umwandeln und damit die Batterien aufladen. Wenn die Batterien leer sind, kann der Satellit nicht mehr betrieben werden. Einige Exoten hatten daher auch schon echte Kernkraftwerke an Bord. Russland und die USA haben mit den „SNAP“ und „Rosat“-Missionen schon Reaktoren ins Weltall geschickt. Treibstoffmangel hatten diese Satelliten damit nie. Das Problem: Von der Umlaufbahn aus strahlt das giftige Material einige 100 Jahre bis ca. 4000 Jahre vor sich hin und fällt dann eines Tages wieder zurück auf die Erde.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

3. Der Start eines Satelliten erfolgt immer mithilfe einer Rakete. Dabei kostet jede Tonne Startgewicht mehrere Millionen Euro (Faustformel: 1 kg Material kostet 10 000 – 20 000 Euro)!

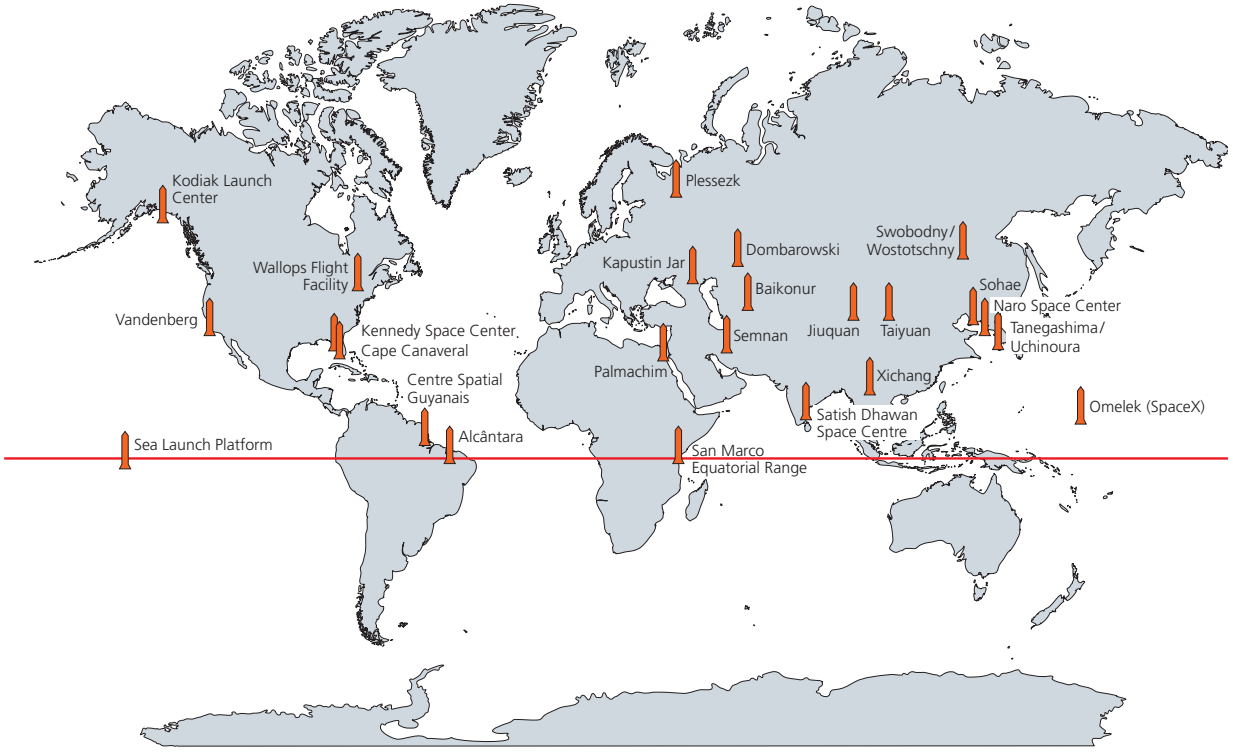
a) Worin liegt der grundsätzliche Unterschied des Antriebssystems einer Rakete im Vergleich zu dem eines Autos?

b) Die Abbildung zeigt eine Ariane-5-Rakete. Schaue dir einen Start dieser Rakete an, z. B. unter www.space2school.de/ariane5
Überlege, welche Belastungen ein Satellit beim Start aushalten muss.

c) Eine Ariane 5 beschleunigt etwa mit 4 g. Dies entspricht der Beschleunigung, die man in modernen Achterbahnen erfahren kann. Überlege, welche Diskrepanz zwischen Startgewicht und Anforderung an den Satelliten besteht.

d) Die Abbildung zeigt die wichtigsten aktuellen Raketenstartplätze weltweit. Finde eine Gemeinsamkeit der Startplätze und die Begründung für die Standortwahl.

e) Welchen speziellen Vorteil haben Sea-Launch-Plattformen?



©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

4. Jeder Satellit muss sich in der Schwerelosigkeit richtig positionieren können. Es muss z. B. immer die Sendeantenne in die Richtung der Empfangsantenne auf der Erde gerichtet sein. Gegenstände im All verhalten sich aber nicht sonderlich stabil, was ihre Lage angeht (das erklärt z. B. Alexander Gerst unter www.space2school.de/astro_alex).

a) Nenne Möglichkeiten, wie ein Gegenstand sich im All positionieren könnte.

b) Ein Satellit hat nur beschränkten Platz für Treibstoff, deswegen nutzt man den Treibstoff nur für die Positionierung des Satelliten. Für die Ausrichtung hingegen nutzt man Drallräder (Reaktionsschwungräder), die nach dem Prinzip des Drehimpulserhaltungssatzes funktionieren.

Dazu könnt ihr zu zweit folgendes Experiment durchführen:
Eine Person setzt sich auf einen Drehstuhl, eine zweite gibt ihr einen sich drehenden (Fahrrad-)Reifen.

– Was passiert, wenn die sitzende Person den Reifen nach links kippt? Was, wenn sie ihn nach rechts kippt?

– Ändert die Drehrichtung des Reifens und führt das gleiche Experiment durch. Wie fallen die Ergebnisse jetzt aus?

– Variiert die Drehfrequenz des Reifens und erklärt das Ergebnis.

c) Beschreibe aufgrund der Ergebnisse aus Teilaufgabe b) ein Positionierungssystem für einen Satelliten.

5. Sobald der Satellit die Atmosphäre verlässt, befindet er sich in einem Vakuum.

a) Informiere dich, welche Auswirkungen ein Vakuum auf technische Geräte haben kann.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

b) Auf dem Foto sieht man den TET-1-Satelliten mit Sonnenkollektoren. Der restliche Satellit ist in goldene Folie eingepackt.
Welchen Zweck hat diese Folie?

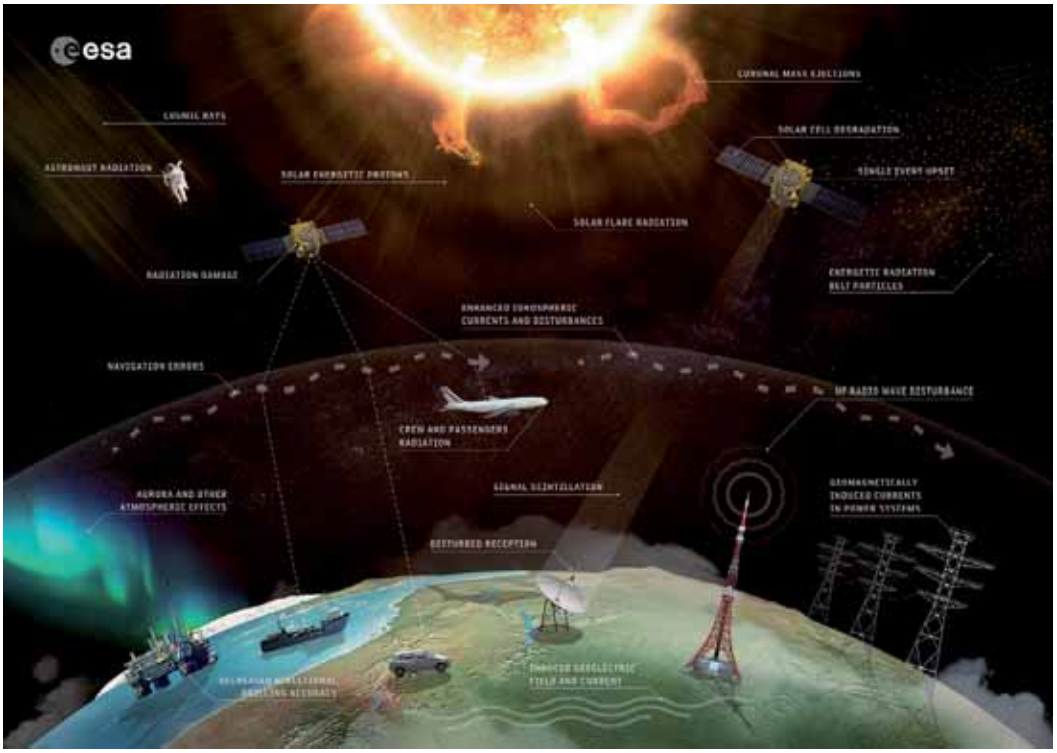
c) Überlege, wie ein Beamer oder ein PC auf der Erde gekühlt werden und folgere daraus, was für den Satellitenbau zu beachten ist.

d) Ein bodennaher Satellit wechselt ca. alle 45 Minuten von der Sonnen- zur Schattenseite der Erde. Dieser Wechsel stellt die größte Temperaturbelastung für einen Satelliten dar. Welche Temperaturschwankungen muss ein Satellit aushalten und was ist dabei das Problem? Denke ggf. an den Sinn von Dehnungsfugen beim Haus- oder Straßenbau.

* **6.** Erstelle eine ca. 3-minütige Präsentation zur Fragestellung „Wie beeinträchtigt die Strahlung der Sonne einen Satelliten?" Lies dir dazu die beiden Artikel hinter den Links durch. Gehe in der Präsentation vor allem auf die Maßnahmen zum Schutz des Satelliten ein.

www.space2school.de/sonnenstuerme

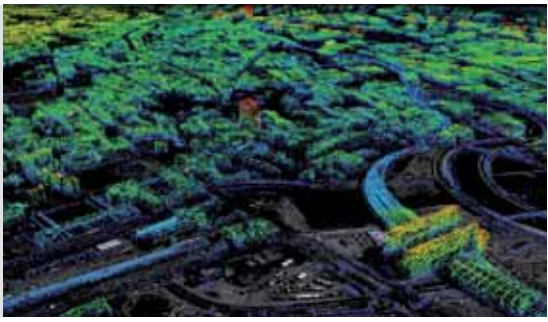
www.space2school.de/weltraumwetter



©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

11 Welche „Daten“ übertragen Satelliten?

Die meisten Menschen verbinden mit Satellitendaten Fernsehen, Wetterinformationen oder Navigationssysteme. Satelliten können aber noch viel mehr Daten sammeln und übertragen. Sie spielen inzwischen in fast allen Lebensbereichen eine wichtige Rolle, seien es Klima-, Katastrophen- oder Monitoringdaten. Satellitenkommunikation ist der anwendungsnahste Zweig der Raumfahrt. Sie bietet eine Schlüsselinfrastruktur für alle Raumfahrtanwendungen. Ohne Kommunikationstechnik gäbe es keine Wissenschaftssatelliten.



1. Das Satellitenprojekt TanDEM-X besteht aus zwei Satelliten, die die Topographie der Erde auf 1 m genau vermessen.

a) Für die Vermessung werden Radarwellen verwendet. Informiere dich, welche Vorteile Radarwellen gegenüber anderen elektromagnetischen Wellen (z. B. Lichtwellen) haben.

b) Das Ziel der Mission ist eine komplette 3D-Vermessung der Erde. Überlege, warum man dazu zwei Satelliten benötigt, die nah beieinander sind.
Tipp: Denke daran, wie du räumliches Sehen wahrnimmst.

c) Für eine komplette Kartierung benötigen die beiden Satelliten etwa ein Jahr. Nach einem Jahr wurde die Mission aber nicht beendet, die beiden Satelliten erstellen weiterhin eine Karte der Erde. Nenne Gründe für diese Maßnahme.

* **d)** Der Berliner Hauptbahnhof (die Abbildung ganz oben) dehnt sich im Laufe eines Jahres um bis zu 35 mm aus – dies wurde von TanDEM-X gemessen. Welchen physikalischen Trick verwendet man für so genaue Messungen?

DAS GROSSE RAUSCHEN

Dass ein Satellit sogar zum Nobelpreis führen kann, hat der amerikanische Physiker John C. Mather erlebt. Er betreute einen Satelliten, der jahrelang im Weltall Daten gesammelt hatte. Das Ziel von „COBE“: Mikrowellen zu messen, die aus den Weiten des Weltalls kamen. Als sogenannte kosmische Hintergrundstrahlung geben sie noch heute ein Abbild davon, wie das Universum kurz nach dem Urknall aussah. In welchen Bereichen gab es viel und in welchen Bereichen wenig Masse? An welchen Stellen konnten sich also Galaxien und Planeten bilden? Am Schluss der Suche stand ein „Foto“, wie unser Himmel vor mehr als 13 Milliarden Jahren aussah – und für John Mather der wichtigste Forschungspreis der Welt.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

2. Die Keplerschen Gesetze verbieten ein dauerhaftes Nebeneinander zweier Satelliten auf einer Kreisbahn um die Erde. Recherchiere, wie die Bahn der beiden Satelliten wirklich ist.

3. In unserer globalisierten Welt werden nahtlose Übergänge entlang der Lieferkette eines Produktes immer wichtiger. Lebensmittel oder Medikamente vertragen oft nur eine begrenzte Zeit beim Be- und Entladen von einem Transportmittel auf das nächste. Auch hier können Satelliten helfen.

a) Bildet zwei Gruppen. Jede Gruppe recherchiert im Internet eines der Projekte „RTICM“ und „Mermaid“. Tauscht euch anschließend aus.

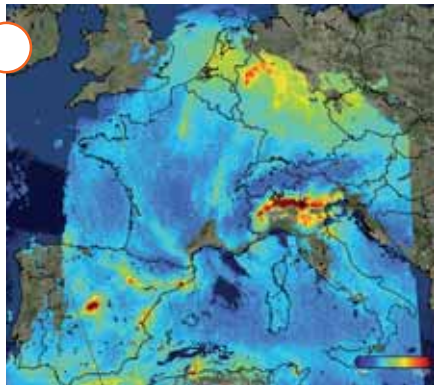
b) Erstellt gemeinsam eine Präsentation, wie die Lieferketten der Zukunft aussehen könnten.

4. Das Erdklima ändert sich. Dieses Wissen haben wir nicht zuletzt aufgrund vieler Satellitendaten der letzten Jahre gewonnen. Einen wichtigen Baustein stellen dabei die *Sentinel*-Satelliten dar.

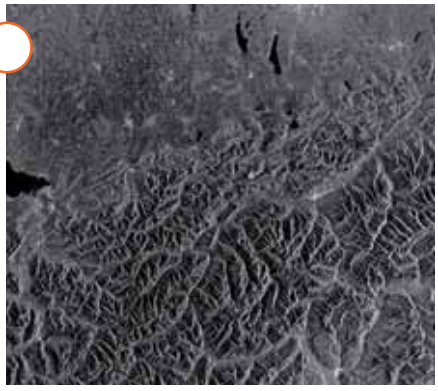
a) Recherchiere die Hauptaufgaben der sechs Sentinel-Satelliten und ergänze:

Sentinel 1	Radarbilder der Erde
Sentinel 2	
Sentinel 3	
Sentinel 4 u. 5	
Sentinel 6	

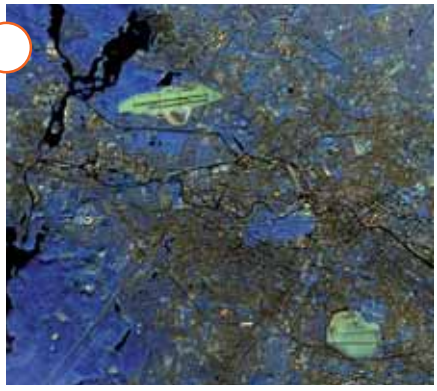
b) Ordne die folgenden Bilder den jeweiligen Satelliten zu. Schreibe dazu die Sentinel-Nummer in den Kreis.



Stickstoffdioxide über Europa



Die Alpen zwischen München und Bozen



Berlin

*c) Lies den Artikel hinter dem Link und überlege, von welchem Sentinel-Satelliten die Forscher Daten verwendet haben.
www.space2school.de/algenblueten

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

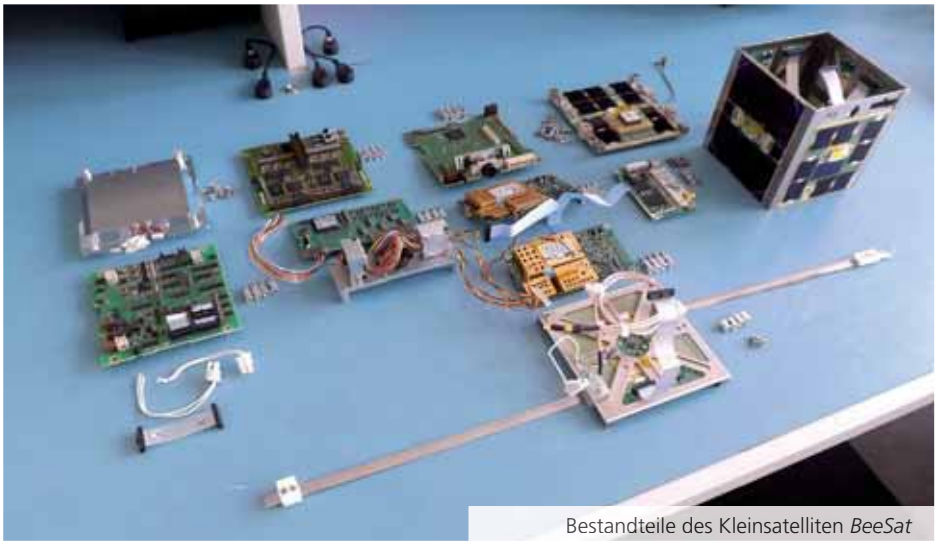
12 Lebenszyklus eines Satelliten

Die typische Lebensdauer eines Satelliten beträgt heute je nach Aufgabengebiet 5 bis 15 Jahre. Dabei hängt die Lebensdauer von mehreren Aspekten ab.

Forscher und Ingenieure beschäftigen sich aber wesentlich länger mit einem Satelliten! Planung und Umsetzung dauern z. T. Jahre, und wenn der Satellit nicht mehr benötigt wird, darf man ihn dennoch nicht sofort aus den Augen verlieren.

1. Bildet kleinere Gruppen und entwerft (auf dem Papier oder evtl. am PC mit einer CAD-Software) einen kleinen Satelliten, der den Plastikmüll in den Weltmeeren beobachten soll.

Überlegt euch, welche Aufgaben und Herausforderungen der Satellit zu bewältigen hat, welche Komponenten er für die Erfüllung seiner Aufgaben benötigt und welche Komponenten er generell als Satellit benötigt. Achtet weniger auf das Design, sondern mehr auf das Innenleben des Satelliten.
Stellt euch eure Pläne gegenseitig vor.



Bestandteile des Kleinsatelliten *BeeSat*

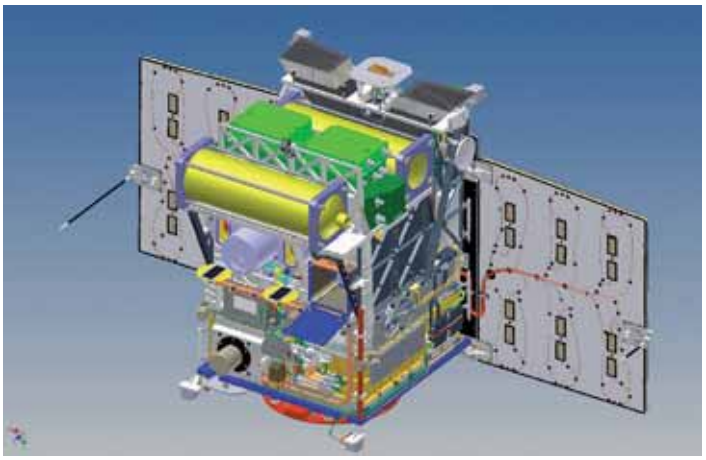
Tipp: Weitere Informationen erhältst du in der folgenden Dokumentation (auf Englisch):
www.space2school.de/satellitenbau

DIE ZUKUNFT GEHÖRT DEM CUBE

Gerade mal 10 cm Kantenlänge hat der kleine Würfel, der bei den Satelliten derzeit große Karriere macht. Weil die Missionen ins All immer so teuer sind, hatten sich US-Forscher vor zwanzig Jahren einen Standard überlegt: Wer seine Technik als „Cube" würfelförmig verpackt, kann über spezielle Startvorrichtungen in Raketen quasi huckepack mit großen Satelliten mitfliegen. Das macht die Starts so günstig, dass immer mehr Satelliten im praktischen Format gebaut werden. Etwa 1000 Satelliten sind derzeit aktiv, bald sollen sie sogar zum Mond fliegen und als High-Tech-Winzlinge um ihn kreisen.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

2. Es gibt hauptsächlich fünf Bereiche, die gegen eine ewige Betriebsdauer eines Satelliten sprechen:



Mechanik

Energie

Umgebung

Treibstoff

Elektronik

a) Begründe für jeden Bereich, warum dieser die Lebensdauer eines Satelliten beschränkt. Trage die Begründungen in die Tabelle ein.

Ranking

Mechanik	
Elektronik	
Treibstoff	
Energie	
Umgebung	

b) Führt eine Diskussion in Partnerarbeit durch: Welche Bereiche stellen ein kleineres bzw. größeres Problem für die Lebensdauer eines Satelliten dar und warum? Erstellt ein Ranking und schreibt die Ziffern von 1 bis 5 in die Kreise links in der Tabelle.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

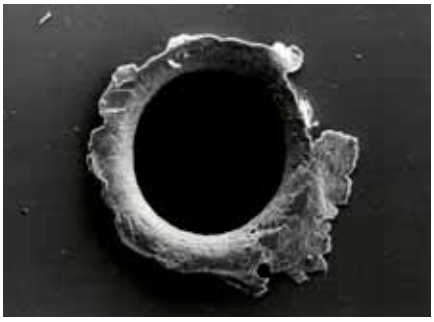
3. Jeder Satellit beendet irgendwann seine Aufgabe und wird nicht mehr benötigt.

a) Recherchiere im Internet, welche Möglichkeiten es gibt, alte Satelliten zu entsorgen. Eine Suchhilfe sind die Begriffe „Verglühen“ und „Friedhofsorbit“.

b) Für welche Art von Satelliten kommen welche Möglichkeiten infrage?

c) Das Verglühen eines Satelliten zeigt www.space2school.de/atv1
Welche Objekte erzeugen ein vergleichbares Phänomen? Beschreibe, wie es dazu kommt.

4. Im Weltall ist der Raum nicht immer so leer, wie man sich das vorstellt – zumindest nicht in der Nähe der Erde.
Weltraummüll stellt heutzutage ein großes Problem dar. Die Abbildung zeigt das Resultat eines Einschlags eines mikrometergroßen Objektes; das Loch selber ist 0,5 mm groß.



a) Ein Satellit fliegt mit 7 km/s durch den Raum und trifft auf ein 2 g schweres Objekt (z. B. ein Gummibärchen).
Berechne, welcher Masse das Gummibärchen entsprechen würde, wenn es bei gleicher Energie mit 100 km/h aufprallen würde.

* **b)** „Wenn zwei Satelliten zusammenstoßen, wäre das der GAU im Bezug auf Weltraummüll“. Inwiefern ist diese Aussage berechtigt? Erläutere das „Kessler-Syndrom“ in diesen Zusammenhang.

c) Entwickelt in Partnerarbeit Ideen, wie man die Internationale Raumstation *ISS* vor Weltraummüll schützen könnte.

* **d)** Neben Schutzblechen versucht man das Problem heute anders zu lösen. Aktuelle Projekte sind z. B. *Clean Space One, iBoss, Remove Debris* oder der Roboterarm an der *EPFL*.

Bildet Gruppen und informiert euch über jeweils eines der genannten Projekte. Jede Gruppe präsentiert anschließend ihre Ergebnisse.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

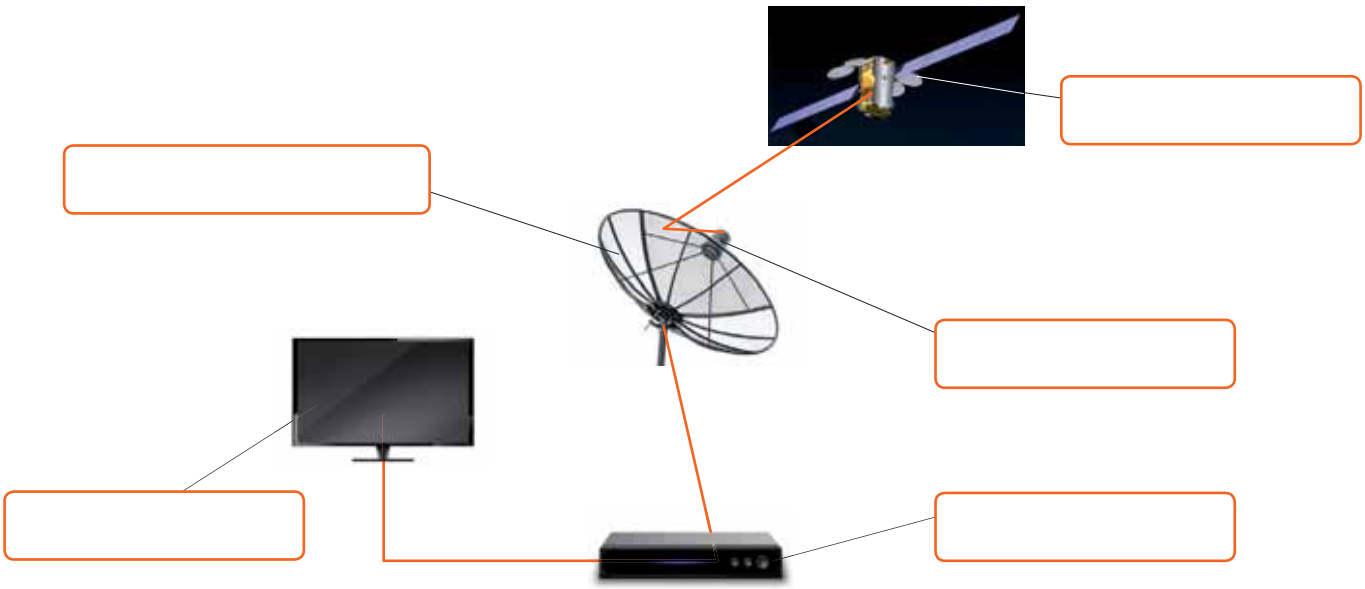
13 Mediennutzung zu Hause und unterwegs

Jeder Mensch nutzt ganz selbstverständlich moderne Medien zur Informationsbeschaffung und Unterhaltung. Die notwendigen Daten für Radio oder Fernsehen werden dabei in der Regel über Kabel- oder Sendeanlagen zur Verfügung gestellt. Etwa die Hälfte der fast 35 Millionen Haushalte in Deutschland nutzt eine Antennenanlage für den Satellitenempfang, die andere Hälfte Kabelanschlüsse oder Telefonverbindungen.

1. Nenne verschiedene Möglichkeiten, wie man in der heutigen Zeit Fernsehen empfangen kann. Ergänze die Tabelle: welche Geräte sind dazu notwendig und wie werden die Signale weitergeleitet?

Fernsehempfang mittels …	notwendige Geräte	Signalweiterleitung

2. Benenne die einzelnen Komponenten einer Satellitenanlage, die am Fernsehempfang beteiligt sind.



3. a) Digitales Fernsehen ist heute der Standard, jedoch gibt es dafür verschiedene Techniken. Recherchiere und beschreibe, was sich im Kontext des digitalen Fernsehens hinter den Begriffen DVB-T2, DVB-C, DVB-S verbirgt.

b) Wie lautet die Abkürzung für digitales Radio und was bedeuten die Buchstaben?

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

4. Wie geht man bei der Aufstellung einer Satellitenschüssel vor? Stellt in Partnerarbeit mithilfe der folgenden Fragen eine kleine Anleitung zusammen.
Nutzt bei Bedarf eine Videoanleitung aus dem Web, z. B. www.space2school.de/satschuessel

- Welche Orte eignen sich für die Aufstellung einer Satellitenschüssel?
- Welche Ausrichtung ist in Deutschland nötig?
- Welche Regel ist bei der Ausrichtung zu beachten?
- Was ist wichtig bei der Montage der Halterungen?
- Was sind Elevations- und Azimutwinkel und welche Rolle spielen sie bei der Ausrichtung der Satellitenschüssel?
- Was bedeutet LNB?
- Wozu kann ein Sat-Finder verwendet werden?

5. Radios gehören zu den wichtigsten Medien überhaupt. Nach wie vor werden sie für die Versorgung mit Nachrichten, Musik, Unterhaltung und Informationen genutzt. Ordne die folgenden Aussagen zum Funktionsprinzip der Übertragung von Radiowellen und bringe sie mittels Ziffern von 1 bis 8 in die richtige Reihenfolge.

( ) Der Lautsprecher des Radios sendet Schallwellen aus.

( ) Die Schallwellen werden in Radiowellen umgewandelt.

( ) Wir hören eine Radiosendung.

( ) Die elektrischen Signale werden im Radio in Schallwellen umgewandelt.

( ) Der Sendemast des Funkhauses sendet die Radiowellen aus.

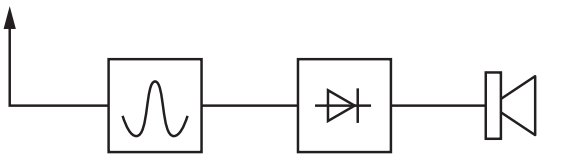
( ) Mit der Antenne eines Radiogeräts lassen sich die Radiowellen empfangen.

( ) In einem Funkhaus werden Schallwellen, die beim Sprechen oder durch Musik entstehen, aufgenommen.

( ) Die Radiowellen werden im Radio in elektrische Signale umgewandelt.

6. Ein Radioempfänger hat drei wesentliche Aufgaben zu erfüllen:

- die Trennung des gewünschten Senders von anderen (**Selektion**),
- die Trennung des Radiosignals von der Funkwelle (**Demodulation**),
- die Wiedergabe als hörbares Audiosignal (**Signalausgabe**).



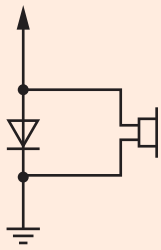
Schreibe diese Begriffe in der korrekten Reihenfolge auf die Linien:

Antenne – Diode – Drehkondensator – Kondensator – Kopfhörer – Lautsprecher – Radiosignal – Schallwellen – Spule

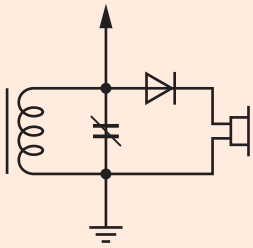
Die _____ fängt die Hochfrequenzenergie auf. Mit einer _____ und einem _____ wird diese in einen Schwingkreis eingebracht. Mit einem _____ kann die Empfangsfrequenz abgestimmt werden (Selektion). Eine _____ lässt nur die positiven (oder negativen) Halbwellen zum angeschlossenen _____ durch und trennt dadurch das _____ vom Trägersignal (Demodulation). Mit einem Kondensator wird der hochfrequente Anteil dieses Signals beseitigt. Mit dem Lautsprecher oder _____ wird das Radiosignal in hörbare _____ umgewandelt.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

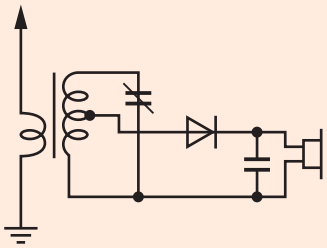
* **7.** Ein Radio ist relativ einfach konstruiert; deswegen lässt sich das Funktionsprinzip der Geräte gut erklären. Im Folgenden wird in drei Stufen dargestellt, wie ein Radio aufgebaut ist und wie der Empfang optimiert wird. Ergänze die drei Abbildungen mit Begriffen aus den Texten.



Der einfachste **Empfänger** besteht aus einer langen Antenne, einem Erdungsanschluss, einer Germanium-Diode und einem Kopfhörer. Die Stromversorgung erfolgt durch die Antenne. Als ausgespannter Draht von ca. 10 Metern muss sie relativ lang sein. Vor allem abends hört man starke Sender mit unterschiedlicher Lautstärke gleichzeitig.



Die Trennung der vielen empfangenen Radiosignale erreicht man durch einen sogenannten **Schwingkreis**, der aus einer Spule und einem Drehkondensator besteht. Diese Schaltung ermöglicht eine grobe Trennung der einzelnen Empfangsfrequenzen von verschiedenen Sendern.



Eine feinere **Signaltrennung** wird durch eine Verbindung mit der Spule und dem Anschluss der Antenne an eine eigene Wicklung erreicht. Im Schwingkreis kann nun eine größere Leistung schwingen, als von der Antenne zugeführt und über die Diode entnommen wird. Mit einem Kondensator wird der hochfrequente Anteil des Signals beseitigt.

DAS WELTALL AUF SENDUNG

Der erste Satellit, mit dessen Hilfe sich Telefongespräche und Fernsehen weltweit übertragen ließen, trug einen Stern im Namen: Als „Telstar“ 1962 in Dienst ging, musste man aber noch sehr schnell sein. Eine Verbindung zwischen zwei Punkten auf der Erde war nur für 20 Minuten möglich, danach umrundete der Satellit die Erde und war erst zwei Stunden später wieder für 20 Minuten erreichbar. Sehr leistungsstark war Telstar nicht: Wenn ein Fernsehprogramm lief, konnten nur noch 60 Menschen gleichzeitig telefonieren. Heute sorgen mehr als 500 Kommunikationssatelliten dafür, dass die Verbindungen zwischen den Kontinenten nicht mehr abbrechen. Jeder einzelne von ihnen kann mehrere hundert Fernsehprogramme und viele tausend Telefongespräche übertragen.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

14 Smartes Leben

Als Marty McFly in „Zurück in die Zukunft II“ aus dem Jahr 1989 in sein Zukunfts-Haus im Jahr 2015 eintreten möchte, gibt es keine Türklinke. Stattdessen muss er mit einem Fingerabdrucksensor das Haus entriegeln. Was 1989 eine Zukunftsvision war, ist heute in der Realität verbreitet. Durch die Kombination vieler Sensoren mit Datenkommunikation ist smartes Leben ein aktuelles Thema, das immer mehr das Leben der Menschen verändert.

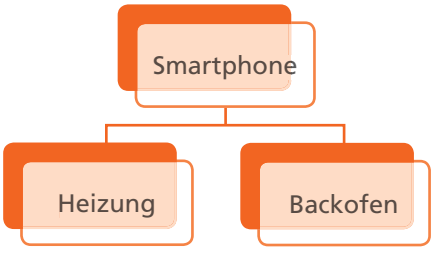
1. Fast täglich kommen neue smarte Geräte auf den Markt.

a) Finde mindestens 20 Beispiele für smarte Geräte.

Heizungsthermostat	Lampen	

b) Kombiniert man verschiedene Geräte, ergeben sich neue Möglichkeiten. Bildet Kleingruppen und entwickelt neue Anwendungen mit den vorhandenen smarten Geräten.

Ein Beispiel zeigt die Skizze: Wenn man nach Hause fährt, sendet das Smartphone 30 Minuten vor Ankunft ein Signal an das Haus, damit die Heizung hochregelt und der Backofen mit dem Auflauf sich einschaltet.
Oder es wird eine Warnung an das Smartphone gesendet, wenn das Bügeleisen noch angeschlossen ist, obwohl die Haustür abgeschlossen wurde.



©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

*2. Diskutiert in der Klasse, welche Chancen und Risiken ein solches smartes Leben mit sich bringen kann. Denkt dabei an Smart Watches und die Gesundheitsdaten, Gefahren von Hackern, Smartschlüssel und Einbrüche, kontaktloses Bezahlen und Banken u. v. m.

Fertigt eine Gegenüberstellung an, die sowohl Chancen als auch Gefahren der einzelnen Anwendungen darstellt.

3. Die Datenkommunikation der meisten smarten Geräte erfolgt drahtlos.

a) In der Tabelle sind die gängigsten Funktechniken von Smartgeräten aufgelistet. Recherchiere jeweils die technischen Unterschiede und ergänze die Tabelle entsprechend.

Funktechnik	Frequenz	Reichweite	Datenrate
2G–5G		viele Kilometer	
WLAN			ab 150 MBit/s
NFC	13,56 MHz		
RFID			bis zu 800 kBit/s
Bluetooth		bis 10 Meter	

b) Worin liegt der hauptsächliche Unterschied zwischen WLAN und Bluetooth?

EIN KLUGER SCHWARM

Wenn viele mithelfen, klappt's besser – nach diesem Motto operieren auch die vier Satelliten der „S-NET"-Mission, die in 585 km Höhe unsere Erde umkreisen. Ihr Ziel: Erkenntnisse über das Verhalten eines Kommunikationsnetzes im Weltraum sammeln und das Langzeitverhalten der Kommunikationsnutzlast im Orbit zu erforschen. Ein Weltraumnetzwerk aus Nanosatelliten kann durch den gezielten Austausch von Informationen untereinander eine höhere örtliche und zeitliche Abdeckung der Erdoberfläche erzielen als größere Einzelsatelliten. Zusätzlich kann der eventuelle Ausfall eines einzelnen Satelliten innerhalb eines autonomen Netzwerks besser kompensiert werden. Durch die neuen Satellitenkonstellationen wird dies in ein bis zwei Stunden möglich sein. Gerade bei Naturkatastrophen und bei der Notfallhilfe wäre ein Zeitgewinn durch Sofortverarbeitung im Orbit und die Kommunikation von Satellit zu Satellit bis zur nächsten Bodenstation ein großer Gewinn. So soll die Zukunft der Raumfahrt aussehen und in wichtigen Bereichen wie der Kommunikation und der Erdbeobachtung zum Einsatz kommen.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

c) Ordne die Geräte den entsprechenden Funktechniken zu, indem du Verbindungslinien einfügst.

Thermostat	Kreditkarte	Smartphone	Lautsprecher	Haustür

2G bis 5G	WLAN	NFC	RFID	Bluetooth

d) Warum verwendet man so viele verschiedene Kommunikationstechniken im smarten Leben? Nenne die jeweiligen Vorteile der verschiedenen Funktechniken.

RFID/NFC: _____

WLAN: _____

2G bis 5G: _____

Bluetooth: _____

* **4.** Smarte Geräte im Haushalt sind nur der Anfang. Die Entwicklung zur „Smart City" hat bereits begonnen.

a) Entwickelt zu zweit Ideen, was in einer Smart City alles „smart" sein könnte.

b) Schaut euch das Video www.space2school.de/smartcity an und vergleicht eure Ideen mit denen des Videos.

c) Führt das Projekt „Smarte Schule" durch. Überlegt euch dazu, was an eurer Schule „smart" umgesetzt oder gestaltet werden könnte. Versucht mit bereits vorhandenen Geräten einzelne smarte Vorgänge umzusetzen.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

15 Kein Empfang mit dem Smartphone?

Telefongeräte gibt es seit mehr als 150 Jahren, aber vor allem seit der „Jahrtausendwende“ hat sich das Telefon sehr verändert. Von einem ursprünglich nur zum Telefonieren gedachten Gerät wurde es zu einem mit Internetanschluss versehenen Multimedia-Computer, mit dem man auch telefonieren kann. Der Hauptantrieb für diese Revolution war die Weiterentwicklung der Antennentechnik, mit der die Datenrate für mobile Geräte erhöht werden konnte. Ein Ausfall des Funknetzes ist inzwischen vergleichbar mit einem großen Stromausfall.

1. Telefone haben sich auch in ihrem Erscheinungsbild sehr verändert.

○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

a) Bringe die abgebildeten Telefone in eine zeitliche Reihenfolge (Ziffern von 1 bis 7 eintragen).

b) Beschreibe die Veränderungen der äußeren Form und schließe daraus, welche technischen Änderungen sich ergeben haben.

c) Betrachte die Entwicklung der mobilen Telefone und beschreibe auch hier die technischen Neuerungen.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

2. „Ich habe kein Netz“ hört man immer seltener. Früher gab es ganze Regionen ohne Mobilfunknetz, heute ist das nur noch an wenigen Orten in Deutschland so.

a) Das Mobilfunknetz wandelt sich stetig. Aktuell sind wir beim „5G-Standard“. Informiere dich auch über die älteren Standards und ergänze die Tabelle.

	Name	Ziel	Datenrate
2G			
3G			
4G			
5G			

b) 5G hat jedoch einen enormen Nachteil: Durch die höhere Sendefrequenz ist die Reichweite einer Antenne geringer als bei den bisherigen Mobilfunkstandards. Sie beträgt ca. 1 km.
Überlege, welche Konsequenz das vor allem für ländlichere Gebiete hat.

---

c) Wie können Satelliten den Nachteil aus Aufgabe 2b) beheben oder zumindest reduzieren? Schreibe deine Überlegungen auf und sieh dir dann das folgende Video an: www.space2school.de/5G. Vergleiche mit deinen Ideen.

---

*📄 **d)** Um weltweit von jedem Ort aus telefonieren zu können, sollten nach dem Willen des Iridium-Konsortiums bereits Anfang der 1990er Jahre 66 Satelliten ins All geschossen werden. Recherchiere, was aus diesem Projekt geworden ist.

*📄 **e)** Durch ihren speziellen Aufbau kann man heute noch sogenannte „Iridium-Flares“ beobachten. Siehe unter www.space2school.de/iridiumflare nach, wann an deinem Wohnort der nächste Iridium-Flare zu sehen ist.

HANDY AUS DEM ALL

Es ist Sendepause, wenn man im Funkloch sitzt oder das Telefon im Ausland das Handynetz nicht kennt. Weltweit verfügbar ist nur das Satellitentelefon. Iridium heißen die 66 Satelliten, die derart geschickt rund um den Globus fliegen, dass sie mit passenden Telefonen von jedem Ort der Erde aus zu jeder Zeit erreichbar sind. Einzige Voraussetzung: Die Sicht zum Himmel muss frei sein. Der Nachteil: Die Geräte und Gespräche sind recht teuer – in Gegenden ganz ohne Handynetz ist Iridium aber oft der einzige Weg, mit der restlichen Welt in Kontakt zu bleiben. In Zukunft soll sich das ändern. Große Konzerne wie Google und Amazon planen ein die Erde umspannendes Netz an Satelliten, die schnelles Internet überall hinbringen sollen. Dazu braucht man aber mehr als 66 Satelliten – geplant sind mehr als 10 000 in den nächsten zehn Jahren.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

16 Wie funktioniert die moderne Internetversorgung?

Der 29. Oktober 1969 gilt als Geburtstag des Internets. Ursprünglich als „Arpanet“ bezeichnet, sollte es zur Vernetzung der Großrechner von Universitäten und Forschungseinrichtungen erst in den USA, später weltweit genutzt werden. Die Verbreitung des Internets auch im öffentlichen und privaten Bereich hat innerhalb weniger Jahre zu umfassenden Umwälzungen in fast allen Lebensbereichen geführt.

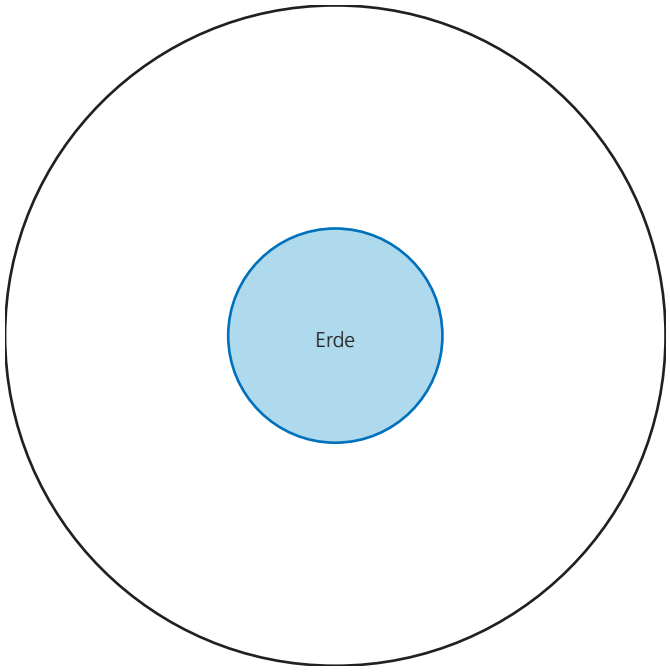
1. Recherchiere die Meilensteine, die in der Entwicklung des Internets eine Rolle spielen. Stelle deine Ergebnisse in einem Zahlenstrahl dar.

2. Um den ständig zunehmenden Transfer von Daten an möglichst allen Orten auf der Erde zu ermöglichen, werden Satelliten in verschiedenen geostationären Satellitenkonstellationen rund um die Erde angeordnet. Wenn die Erde eine perfekte und glatte Kugel wäre, würden für einen Internetanbieter theoretisch zwei Satelliten ausreichen, um über 80 % aller Orte auf der Erde abzudecken.

a) Beschreibe, warum dies praktisch jedoch nicht ausreicht.

b) Konstruiere in die nebenstehende Abbildung die Anordnung von drei Satelliten und deren Ausleuchtung auf der Erde.

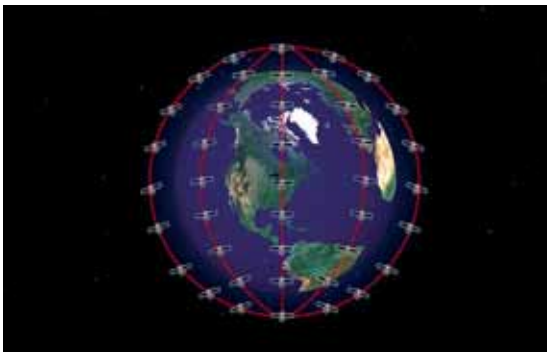
c) Erkläre den Begriff „Ausleuchtung eines Satelliten“.



©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

3. Die Ausleuchtung von einzelnen Satelliten sorgt nicht überall für einen ausreichenden Internetempfang. Um zukünftig einen schnellen, erdumfassenden Internetzugang zu gewährleisten, hat man begonnen, sogenannte Mega-Satellitenkonstellationen aufzubauen.

Recherchiere, was dies bedeutet und wie diese Projekte technisch umgesetzt werden.



*(D) **4.** Die Firma SpaceX baut derzeit mit ihrem Projekt Starlink eine Mega-Satellitenkonstellation auf. SpaceX erhofft sich mit dem Internetzugang „für alle" ein Milliardengeschäft und hat die Frequenzgenehmigungen für 42 000 Satelliten beantragt.

a) Recherchiere folgende Fragen:

- Wie werden die benötigten Satelliten ins All gebracht?
- Wo sollen die Satelliten im All positioniert werden?
- Wie ist ein Starlink-Satellit aufgebaut?
- Welche Bedeutung haben das Ku- und das Ka-Band?
- Wie sollen die Satelliten untereinander kommunizieren?
- Wie halten die Satelliten Verbindung mit dem herkömmlichen Internet?

b) Welche Gefahren können von Mega-Satellitenkonstellationen ausgehen? Beschreibe jeweils die Probleme, die sich aus folgenden Stichworten ergeben können: Weltraummüll, Lichtverschmutzung, Radioverunreinigung.

5. Im Zusammenhang mit Weltraummüll wurden internationale Standards erstellt. Recherchiere und beschreibe diese.

NUR BUNT IST NICHT GENUG

Einzelne Bilder von oben reichen längst nicht mehr. Um möglichst viele Informationen aus den Fotos von Satelliten zu gewinnen, machen die Kameras aus dem Weltall nicht nur normale Aufnahmen. Sie betrachten die Erde stets vielfarbig, indem sie dasselbe Bild mit verschiedenen Farbfiltern vor der Kamera fotografieren. Über den Vergleich der unterschiedlich bunten Bilder lassen sich Erkenntnisse gewinnen, die sonst nicht sichtbar wären – ein Gletscher unter einer Schneedecke etwa. „Multispektralaufnahmen" nennt man dieses ausgeklügelte Verfahren. Wenn die Satelliten noch zusätzlich im Infrarot- und Mikrowellenbereich fotografieren, lassen sich sogar Temperaturen und Windgeschwindigkeiten auf der Erde aufnehmen.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

17 Kreatives Planen und Konstruieren

Kreativität ist eines der tragenden Elemente in der Planung, Entwicklung und Fertigung von Produkten und Projekten. Kreativität geht auf das lateinische Wort „creare“ zurück, was so viel bedeutet wie etwas erschaffen, erfinden, erzeugen oder herstellen.

Im Planungs- und Entwicklungsprozess werden die anstehenden Aufgaben unter Einbeziehung kreativer Lösungsansätze bearbeitet. Dabei gibt es bei fast allen technischen Projekten vergleichbare Arbeitsabläufe.

1. Auf dem Arbeitsblatt 18 geht es um den Bau eines Radioempfängers. In einem schicken Gehäuse sieht der gleich viel besser aus! Deswegen wird hier exemplarisch die Projektplanung für die Fertigung eines Radiogehäuses mit allen Projektstufen besprochen.

a) Suche für die farbigen Felder in der abgebildeten Tabelle passende Überschriften für die einzelnen Projektstufen und trage diese in die entsprechenden Felder ein.

*(Dokument) **b)** Erstelle eine Projektplanung für das Gehäuse eines Radioempfängers mithilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms. Verwende die abgebildete Tabelle als Vorlage. Passe die einzelnen Schritte für dein Projekt an.

Projektplanung: Fertigung eines Radiogehäuses

		KW 20					KW 21					KW 22					XXX				
1																					
1.1	Ideen finden																				
1.2	Kriterienkatalog aufstellen																				
1.3	Lösungsvarianten entwickeln																				
1.4	Entscheidung treffen und kalkulieren																				
1.5	Lösung skizzieren																				
2																					
2.1	Technische Zeichnung erstellen																				
2.2	Stückliste anlegen																				
2.3	Arbeitsplan erstellen																				
2.4	Lösung umsetzen																				
2.5	Ergebnis kontrollieren und optimieren																				
3																					
3.1	Beurteilen und bewerten																				
3.2	Produkt nutzen																				
3.3	Produkt pflegen und reinigen																				
4																					
4.1	Wertstoffe trennen																				
4.2	Produkt entsorgen																				

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

2. Listen und Pläne als Arbeitsgrundlage. Innerhalb der Projektstufen gibt es unterschiedlich komplexe Arbeitsschritte, die immer dokumentiert werden müssen. Dabei spielen Listen eine große Rolle; im Folgenden sind einige ausführlich beschrieben.

Eine **Anforderungsliste** oder Lastenheft ist die Grundlage für die Planung jedes Projekts. In ihr werden alle relevanten Produktdaten erfasst. Alle Anforderungen werden möglichst präzise und lösungsneutral formuliert. Man unterscheidet zwischen zwingend zu erfüllenden Anforderungen (Mindestanforderungen) und Zielanforderungen sowie nach Möglichkeit zu berücksichtigenden Wünschen.

a) Nenne die Mindestanforderungen, die auf einer Anforderungsliste für ein Radiogehäuse stehen müssen. Der nebenstehende Ausschnitt zeigt nur einen kleinen Teil einer möglichen Anforderungsliste.

Werkstoffeigenschaften / Werkstoff	leicht	elastisch	hart	kratzfest	
Metalle:					
…					
Kunststoffe:					
…					
Holz:					
Schnittholz					
Spanplatte					
Sperrholz					
Hartfaserplatte					
…					

Eine **technische Zeichnung** ist die Grundlage für die Fertigung. Für Teile, die sehr genau hergestellt werden müssen, weil sonst ihre Funktion nicht gewährleistet ist, muss eine genaue Fertigungszeichnung erstellt werden. Elektrische oder elektronische Schaltungen werden in Schaltplänen dargestellt.
Üblicherweise werden heutzutage technische Zeichnungen auf dem Computer mithilfe von CAD-Programmen erstellt.

b) Welche Informationen muss eine technische Zeichnung enthalten?

*c) Erstelle eine technische Zeichnung für das geplante Radiogehäuse.

Stücklisten enthalten die Übersicht aller Einzelteile und deren Mengenangaben, die für die Produktion benötigt werden. Mit Stücklisten lassen sich die Projektkosten bestimmen und die benötigten Einzelkomponenten einkaufen, man behält den Überblick über das Projekt und kann den Produktionsprozess steuern.

d) Ergänze die skizzierte Stückliste um alle notwendigen Angaben für das Radiogehäuse.

Position	Teilenummer	Bezeichnung	Menge
1	100-1	Bodenplatte	1
2	200-2	Seitenwände	2
3			

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

3. Lösungen umsetzen und Produkte herstellen.

a) Beantworte folgende Fragen, die für den Fertigungsprozess relevant sind.

– Wann ist der Arbeitsplatz aufzuräumen?

– Was ist bei einer Änderung eines Maßes während der Fertigung zu beachten?

– Wie lässt sich die Qualität des Produktes im Fertigungsprozess sicherstellen?

– Wie ist vorzugehen, wenn man einen Defekt an einem Werkzeug feststellt?

---

* **b)** Erstelle eine stichwortartige Arbeitsplatzordnung auf einem DIN-A4-Blatt. Verwende die unter a) genannten Punkte und gestalte Grafiken. Diskutiere in Partnerarbeit, welche Aspekte fehlen und ergänze diese entsprechend. Drucke die Ordnung aus, foliere sie und hänge sie an deinen Arbeitsplatz.

4. Pflege des Produktes.

Um einen Gegenstand lange nutzen zu können, muss dieser regelmäßig gereinigt und gepflegt bzw. Verschleißteile gewartet und erneuert werden.

a) Nenne konkrete Beispiele aus deinem Alltag für die beiden genannten Bereiche.

Reinigung und Pflege	Wartung und Erneuerung

b) Beschreibe, wie das Gehäuse des Radios gepflegt werden könnte.

ZWIEGESPRÄCH IM ORBIT

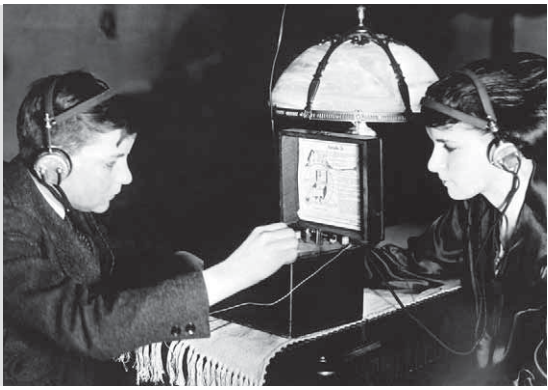
Was unter unseren Füßen auf der Erde passiert, weiß keiner so genau wie die Zwillinge „Tom“ und „Jerry“, die in 500 Kilometer Höhe über die Erde sausen. Das Ziel der beiden identischen Grace-Satelliten: Die Erdanziehung an jedem Punkt der Erde so genau wie möglich zu vermessen. Die Gravitation ändert sich nämlich, je nachdem wo man sich befindet und was unterirdisch gerade geschieht. Weil die Zwillingssatelliten direkt hintereinander fliegen, spüren sie immer alle Veränderungen kurz nacheinander. Aus dem Vergleich der Daten entsteht dann ein hochgenaues Bild der Erdanziehung. Und daraus lassen sich Schlüsse ziehen: So machen die Satelliten deutlich sichtbar, wie dramatisch das Eis an den Polen schmilzt, oder dass an der Ostküste der USA der Grundwasserspiegel sinkt.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

18 Nachrichten empfangen mit Funktechnik

Einmal ein eigenes Radio bauen! Diesen Wunsch dürften wohl einige Technikfans haben. Die einfachste Möglichkeit ein solches Gerät zu bauen findet man im Bereich der sogenannten Detektorempfänger. Wird ein entsprechendes Radio beispielsweise an einem Heizkörper mit einer langen Antenne geerdet, lassen sich schnell einige Sender empfangen.

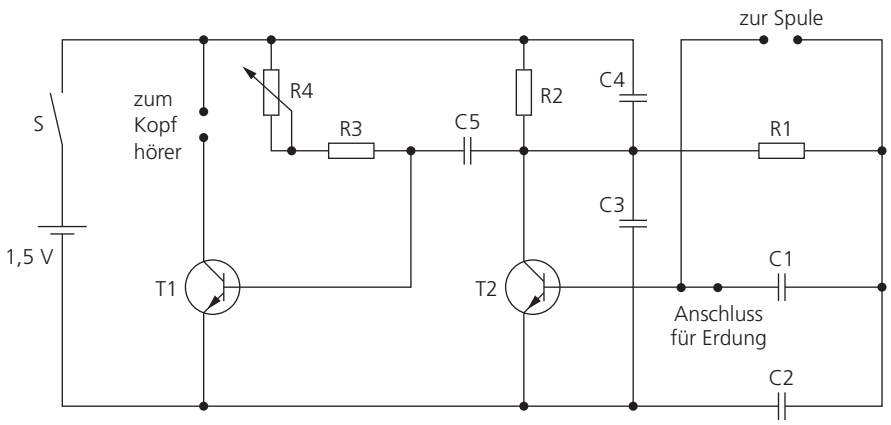
Dieses Arbeitsblatt beschreibt den Bau eines einfachen Detektorempfängers.

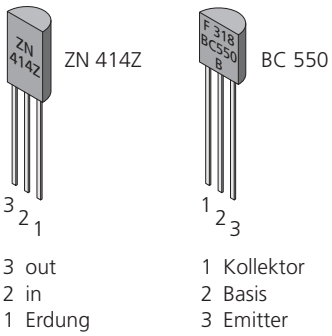


Beschreibung der Funktion eines Detektors

Durch die Radiowellen in der Luft wird eine äußerst kleine HF*-Spannung empfangen, die an einem Resonanzschwingkreis anliegt. Diese Spannung wird durch einen Verstärkerschaltkreis verstärkt. Nach der Demodulation wird durch einen einfachen Transistor-Verstärker (Abb.) die NF*-Leistung so angehoben, dass auch ein handelsüblicher Kopfhörer betrieben werden kann.

* HF = Hochfrequenz; NF = Niederfrequenz





1. Analysiere die abgebildete Radioschaltung und bearbeite folgende Punkte.

a) Markiere die Bereiche der Schaltung, die zum Empfangen (rot) bzw. zum Ausgeben (blau) der von einem Sender ausgestrahlten Signale dienen.

b) Wodurch und in welchem Bauteil wird das empfangene hochfrequente Signal demoduliert?

c) Wozu dient das Potenziometer (Poti) in der Schaltung?

d) Welche Funktion hat der Widerstand R3?

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

2. Fertigen der Platine

Besorge dir die aufgeführten Bauteile. Übertrage den auf der vorigen Seite abgebildeten Schaltplan mit einem Filzstift auf die lötaugenfreie Seite einer Lochrasterplatine. Plane genau, wo welches Bauteil positioniert wird (spiegelverkehrt!). Stecke dann die einzelnen Bauteile an die richtigen Positionen und befestige sie, indem du die einzelnen Beinchen umbiegst.
Löte nun die Bauteile auf der Platine fest. Verbinde im Anschluss daran die Leiterbahnen zwischen den Bauteilen mit Silberdraht und Lötzinn. Für den Anschluss des Kopfhörers können auch jeweils zwei Lötstifte verwendet werden, ebenso für den Anschluss der Batterie.

Stückliste

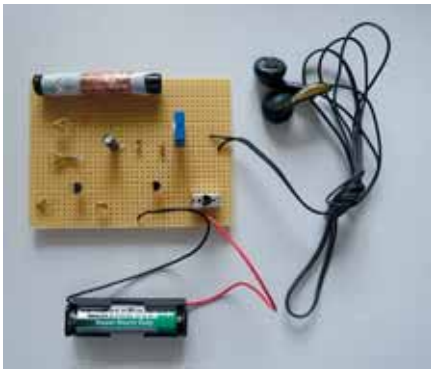
- Kondensator C1 330 pF
- Kondensator C2 1 nF
- Kondensator C3 100 nF
- Kondensator C4 100 nF
- Kondensator C5 220 nF
- Widerstand R1 100 kΩ
- Widerstand R2 470 Ω
- Widerstand R3 10 kΩ
- Widerstand R4 50 kΩ (Potenziometer)
- Schalter 1x ein
- Transistor T1 BC 550
- Transistor T2 ZN 414Z
- Batterie 1,5 V
- 4x Lötstifte
- 2 m Kupferlackdraht, Ø 0,5 mm
- 10 cm Drahtlitze
- 1x Ferritkern/Stahlstab Ø 8 mm
- 1x Kristall-Ohrhörer (32–600 Ω)
- 5 m Drahtlitze als Antenne

Herstellen der Spule

Schleife die beiden Enden des Kupferlackdrahts mit Schleifpapier ab (abisolieren). Zum Wickeln der 55 Windungen der Spule solltest du einen 8-mm-Stahlstab mit Ferritkern nutzen. Achte beim Wickeln darauf, dass der Stahlstab verschiebbar ist. Dadurch ist eine Grobabstimmung im Sendebereich möglich. Wickle zum Schutz gegen das Lösen des Drahts einen Streifen Klebeband um die fertige Spule. Verlöte nun die beiden Enden der Spule an den Anschlusspunkten auf der Platine.

Befestigen des Kopfhörers

Trenne den Klinkenstecker direkt am Ende von der Leitung des Kopfhörers und isoliere die beiden Enden ab. Verlöte nun die beiden losen Enden an den vorgesehenen Anschlusspunkten auf der Platine.



Anschließen der Batterie

Um die Batterie anzuschließen, wird jeweils ein kurzes Stück Drahtlitze vorsichtig an den Plus- und den Minuspol der Batterie gelötet. Auch diese Litzenenden werden mit den vorgesehenen Anschlusspunkten auf der Platine verlötet. Alternativ kann natürlich ein fertiger Batteriehalter verwendet werden.

Inbetriebnahme und Einstellen eines Senders

Teste nun dein Radio. Achte darauf, dass du nicht in einem Gebäude mit Betonmauern bist, sondern z. B. auf dem Schulhof. Beim Einschalten des Radios hört man ein Knacksen im Kopfhörer. Passe die Lautstärke mit dem Potenziometer an. Verschiebe langsam den Ferritkern in der Spule, bis du einen Sender gefunden hast. Um den Empfang zu verbessern, kann das Radio mit einer ca. 5 m langen zusätzlichen Antenne mit Erdspieß oder an einem Heizungsrohr geerdet werden. Die Leitung wird am Minuspol auf der Platine befestigt. Viel Spaß mit deinem Radio!

Hinweis

Wenn du einen Radioempfänger in wesentlich besserer Tonqualität aufbauen möchtest, kommst du an einem UKW-Receiver nicht vorbei. Diese Empfänger sind jedoch deutlich aufwendiger aufzubauen, sie verwenden eine große Anzahl von Spulenfiltern. Mit diesen Empfängern könntest du auch den Sender von Arbeitsblatt 19 empfangen.

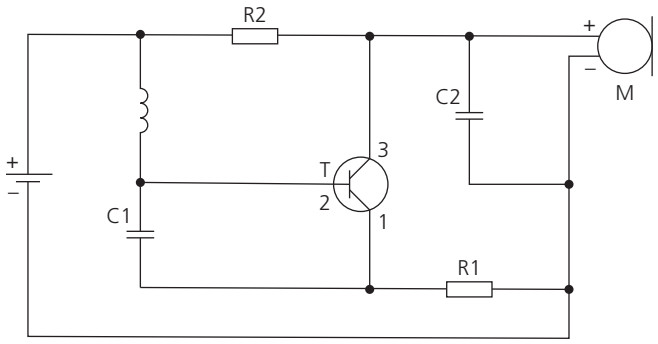
©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

19 Nachrichten senden mit Funktechnik

Mit wenigen Bauteilen lässt sich ein einfacher Prüfsender bauen, mit dem man Geräusche und Töne übertragen kann. Mit dem Sender sind Versuche zur Ortung eines Gegenstands oder zur einfachen Übertragung von Signalen möglich.
Der auf dieser Seite beschriebene Sender ist so schwach ausgelegt, dass er keinen anderen Verkehr im Äther stört.

Hinweis
Funksender unterliegen in Deutschland dem Telekommunikationsgesetz (TKG). Seit 2006 ist danach der Betrieb von Sendern (sog. FM-Transmitter) im UKW-Band (Band II) mit kurzer Reichweite von einigen Metern für private Zwecke erlaubt.

Im Folgenden wird ein einfacher Funksender zum Übertragen von Tönen und Geräuschen gebaut. Grundlage des Senders ist der Transistor C2655, der als Leistungsverstärker das Signal eines Mikrofons verstärkt und über eine Luftspule sendet.
Besorge dir die Bauteile der nebenstehenden Stückliste und bearbeite die Aufgaben.



Anschlüsse des 2S C2655

1 Emitter
2 Kollektor
3 Basis

Stückliste

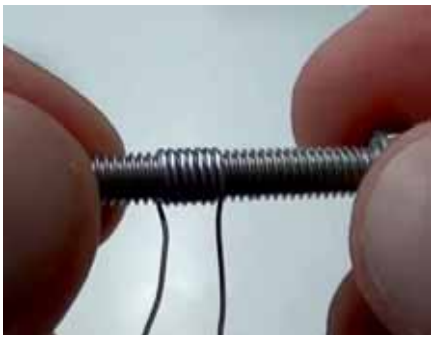
- Kondensator C1 4,7 pF
- Kondensator C2 104 pF
- Widerstand R1 100 Ω
- Widerstand R2 4,7 kΩ
- Transistor 2S C2655
- Spule Ø 5 mm, 5 Wicklungen
- M: Kondensatormikrofon
- 5 cm² Lochrasterplatine
- Batterie 4,5 V
- Drahtlitze
- Gewindeschraube M6

EIN STAR UNTER DEN SATELLITEN

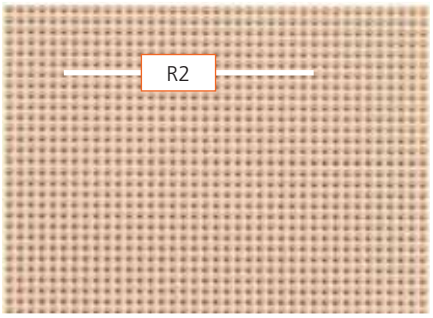
Dieser Satellit ist Dinosaurier, Star und Rekordhalter zugleich: Seit 1990 dreht das Hubble-Space-Teleskop in 550 Kilometern Höhe seine Runden und richtet seine Kameras in die Weiten des Alls. Kein Teleskop liefert bessere und schärfere Bilder von fernen Galaxien, tausende Wissenschaftler arbeiten an der Technik, 30 Astronauten sind schon vor Ort gewesen, um das Teleskop zu reparieren und zu verbessern und mehr als 15 000 wissenschaftliche Veröffentlichungen haben die Hubble-Daten bereits hervorgebracht. Kein Satellit hat mehr Fans als Hubble: Über „Google Sky“ lassen sich die Bilder des Teleskops weltweit abrufen.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

1. Vorbereitung: Zum Wickeln der Spule kannst du eine M6-Gewindeschraube nutzen, um welche der Draht gewickelt wird. Wenn du Kupferlackdraht verwendest, musst du die beiden Kupferenden mit Schleifpapier freilegen (abisolieren). Bei einer Drahtlitze muss der Schutzmantel an den Enden ebenfalls entfernt werden.

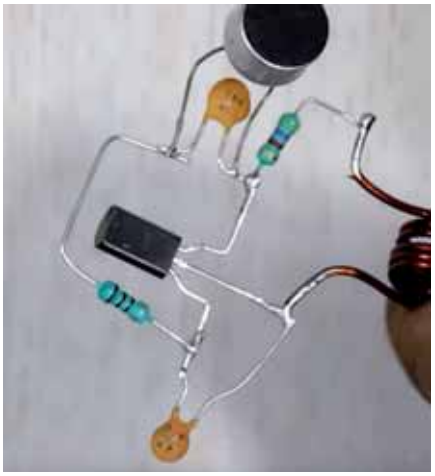


2. a) Übertrage den Schaltplan des Senders auf die abgebildete Lochrasterplatine. Plane genau, wo welches Bauteil positioniert wird (spiegelverkehrt!) und zeichne seine Umrisse ein. Verbinde mit einem farbigen Stift die Anschlüsse der Bauteile.



b) Bestücke nun deine Platine mit den Bauteilen. Achte darauf, dass diese auf der Rückseite (das ist die Seite ohne Lötpunkte) aufgesteckt werden. Damit die einzelnen Bauteile nicht wieder abfallen, kann man ihre Beinchen leicht umbiegen. Achte beim Bestücken der Platine auf die Polung von Mikrofon und Transistor!

c) Verlöte die Bauteile mit der Platine. Verwende für die Verbindung zwischen den einzelnen Anschlüssen Lötzinn oder ein Stückchen Drahtlitze. Um die Batterie anzuschließen, wird ein Stück Drahtlitze jeweils an den geplanten Batterieanschluss gelötet. Die Litzenenden werden zum Schluss um die Anschlusspole der Batterie gewickelt. Achtung, beachte auch hier die Polung!



3. Teste deinen Sender. Verwende hierzu den im Arbeitsblatt 18 gebauten Empfänger, ein klassisches Transistorradio oder dein Smartphone mit einer Radio-App.

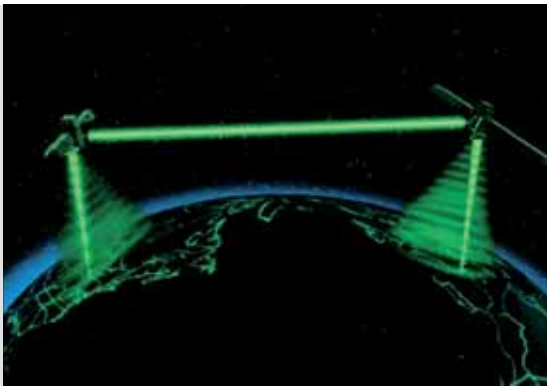
Lege deinen Sender neben den Empfänger. Suche im Frequenzband des Empfängers nach einem Geräusch. Klopfe dazu regelmäßig ganz leicht auf das Mikrofon deines Senders. Das Signal sollte etwa im Frequenzbereich bei 93,8 Mhz zu finden sein. Teste deinen Sender und nutze ihn für die Übertragung von Geräuschen. Miss auf dem Schulhof, wie weit das gesendete Signal übertragen werden kann.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

20 Nachrichten senden und empfangen mit Licht

Da heutzutage immer größere Datenmengen übertragen werden, nutzt man das Licht zur Datenübertragung. Auf der Erde benötigt man Lichtwellenleiter, die zu Glasfaserkabeln gebündelt werden. Im Weltraum benutzt man Laser für die Freiraumkommunikation.

Mit wenigen Bauteilen lässt sich ein Schaltgerät bauen, das mit einem Lichtstrahl ein anderes Gerät steuern kann. Auf diese Weise kann z. B. eine Lampe in einiger Entfernung drahtlos ein- und ausgeschaltet werden, alternativ kann aber auch beim Unterbrechen des Lichtkegels eine Alarmanlage eingeschaltet werden – ähnlich wie bei einer Lichtschranke.



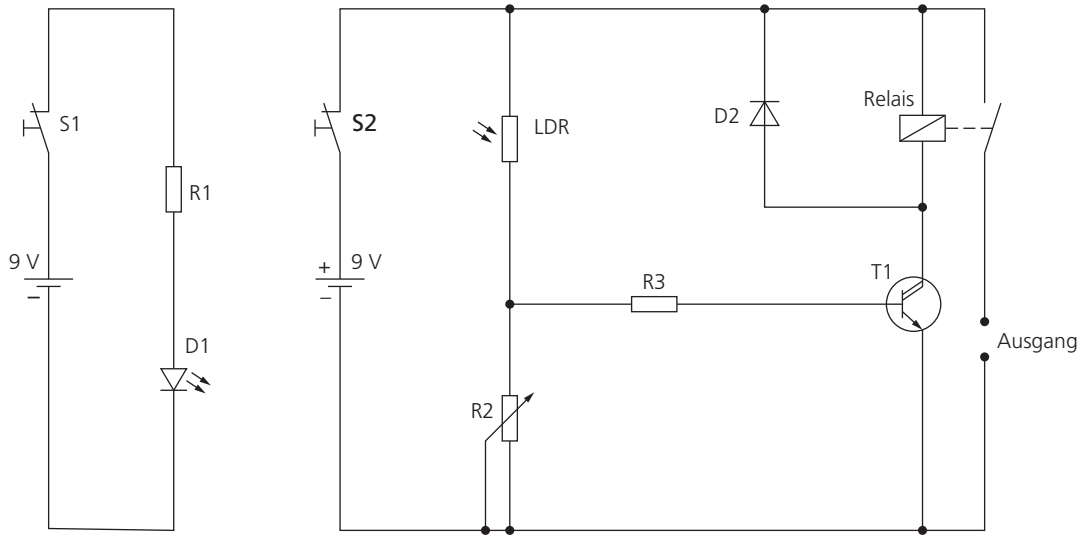
Im Folgenden wird ein einfacher Lichtsender zum Übertragen von Signalen gebaut. Durch einen fokussierbaren Lichtstrahl, z. B. eine superhelle LED oder ein Laserpointer, kann ein lichtempfindlicher Sensor (LDR = light dependent resistor) angepeilt werden. Ein spezieller Transistor verstärkt das empfangene Signal und schaltet aufgrund der Widerstandsänderung des LDR ein Relais durch. Über dieses lassen sich zahllose Anwendungen ein- oder ausschalten.

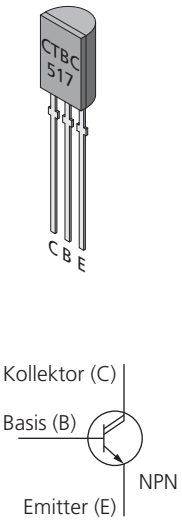
Besorge dir die Bauteile der nebenstehenden Stückliste und bearbeite die Aufgaben.

Stückliste

- S1: Taster 1x ein
- S2: Schalter 1x ein
- D1: LED, weiß, superhell
- D2: Diode 1N4003
- R1: 330 Ω
- R2: Potenziometer 500 Ω
- R3: 22 kΩ
- LDR: 20 kΩ
- T1: BC 517
- 2x Lötstifte
- R1: Relais 1x um, 9 V
- 2 Batterien 9 V
- 2 Anschlussclips für 9-V-Batterie
- 1 Breadboard 400 Pin
- 1 Summer

1. Analysiere die abgebildete Schaltung und umrande den Senderbereich rot und den Empfängerbereich der Schaltung blau.
Kennzeichne im Empfänger die Bereiche Eingabe (E), Verarbeitung (V) und Ausgabe (A).





©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

2. Die folgenden Aufgaben beziehen sich auf die Schaltung auf der vorhergehenden Seite.

a) Beschreibe den Zusammenhang zwischen dem Eingabesignal und dem Ausgabesignal.

b) Wie müsste die Schaltung umgebaut werden, damit bei einem Signal am Eingang der Ausgang permanent eingeschaltet bleibt und bei einem weiteren Eingangssignal der Ausgang wieder abgeschaltet wird?

c) Beschreibe, wie die Negation der Schaltung erzeugt werden könnte. Die Schaltung muss so umgebaut werden, dass das Ausgabesignal permanent geschaltet wird und erst bei einem erfassten Eingabesignal der Ausgang abschaltet.

3. Fertigung des Senders

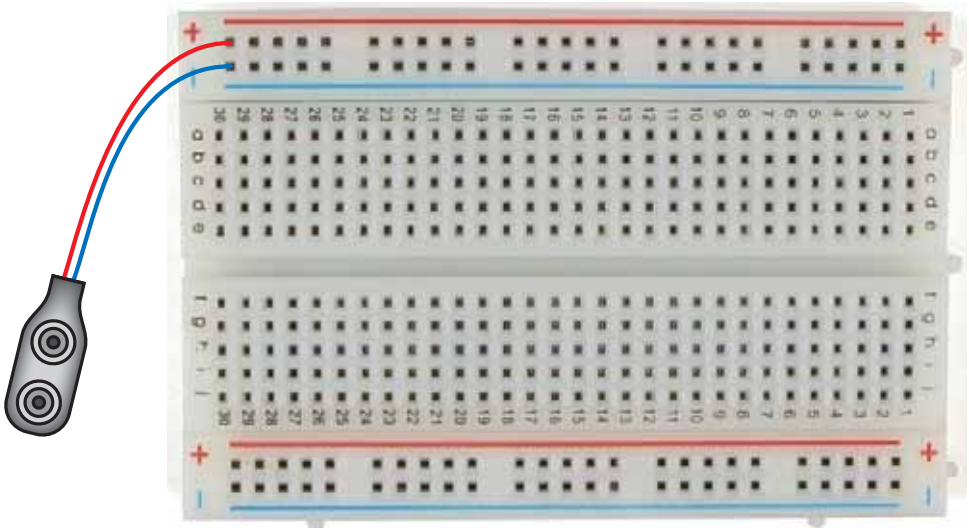
Löte den Pluspol der LED an den entsprechenden Ausgang einer 9-V-Blockbatterie. Löte an den anderen Pol der LED den Vorwiderstand. Verbinde diesen mit einem Eingang des Tasters. Löte nun den anderen Eingang des Tasters mit einer kurzen Drahtbrücke an den Pluspol der Batterie. Befestige die Bauteile mit Heißklebstoff auf der Batterie, sodass du eine richtige Fernbedienung erhältst.

Teste die Fernbedienung: beim Druck auf den Taster muss die LED leuchten.

4. Planung und Fertigung des Empfängers

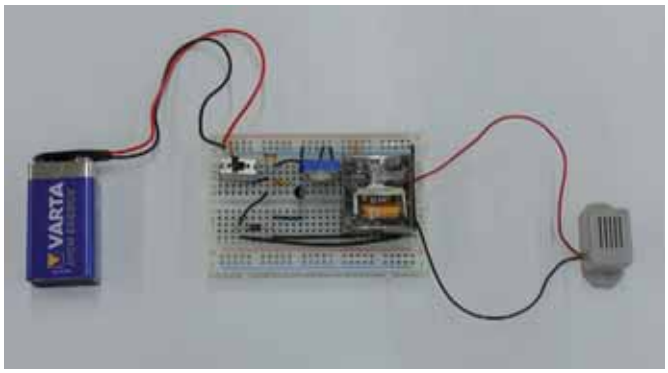
Übertrage den oben abgebildeten Schaltplan mit einem Filzstift auf das Raster des Breadboards.

Hinweis: Jeweils die roten und blauen Lochstreifen sind verbunden, ebenso die senkrechten Streifen jeweils von a bis e bzw. f bis j. Der Bereich in der Mitte teilt die obere und die untere Seite voneinander.
Überprüft euch in Partnerarbeit gegenseitig, ob ihr richtig gezeichnet habt.



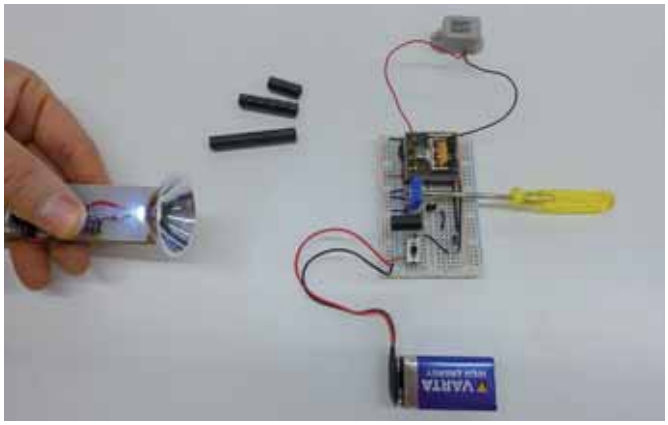
©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

Stecke nun die Bauteile auf die eingezeichneten Stellen des Breadboards. Achte beim Transistor auf die Polung. Verwende zur späteren Überprüfung des Ausgangs z. B. einen Summer mit 9 V Spannungsaufnahme.



5. Inbetriebnahme und Optimierung der Schaltung

Schließe die Batterie an den Anschlussclip am Empfänger an. Leuchte nun mit dem Sender auf den LDR. Finde durch Verstellen des Potenziometers den richtigen Schaltpunkt der Anlage.



a) Teste und beschreibe, bis zu welcher Entfernung sich dein Empfänger schalten lässt. Optimiere den größtmöglichen Empfang mit der Justierung des Potenziometers.

b) Nenne Störungen, die die Funktion der Anlage beeinträchtigen können.

c) Wie lässt sich die Funktion deiner Anlage verbessern?

d) Optimiere deine Empfangsanlage mit den aufgezählten Möglichkeiten. Überprüfe nun erneut die Reichweite und die Störgrößen und beschreibe sie.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

* 6. Schaltung weiterentwickeln: dauerhaft Ein- und Ausschalten

Ersetze das Relais 1x um durch ein doppelpoliges (2x um). Dieses kann zwei Schaltkreise gleichzeitig schalten. Binde einen Schaltkreis des Relais (wie in der bisherigen Schaltung beschrieben) in deinen Empfänger ein. Der zweite Schaltkreis kann nun so angeschlossen werden, dass sich das Relais nach dem Einschaltimpuls selber hält. Bedenke dabei, wie sich die ausgelöste Schaltung wieder deaktivieren lässt!

a) Zeichne eine Lösung, beschrifte die Erweiterungen und erweitere hier die Stückliste. Baue deine Schaltung bei Bedarf um.

Stückliste Erweiterung

– _____

– _____

– _____

– _____

– _____

– _____

b) Optimiere deine Anlage erneut und verwende zum Auslösen des Empfängers möglichst einen Laserpointer.

Hinweis: Achte auf die Sicherheitsbestimmungen beim Umgang mit dem Laserpointer! Niemand darf in das direkte Laserlicht schauen!

c) Überlege und recherchiere, wie man die Schaltung umbauen müsste, damit sie nach dem Einschalten nach einer gewissen Zeit von alleine wieder ausgeht. Beschreibe eine mögliche Lösung und setze diese ggf. um.

MANN AN BORD

Der einzige Satellit, auf dem Menschen leben, braust in 400 Kilometern Höhe über unsere Köpfe. Die Internationale Raumstation *ISS* ist aber auch sonst ein einziger Superlativ: Sie ist der größte, schwerste und teuerste Satellit, der die Erde umkreist. Sechs Menschen leben kontinuierlich auf der Raumstation, jedes halbe Jahr wird die Crew ausgetauscht. Das erklärte Ziel: Forschung und Entwicklung zum Wohle der Menschheit. Den ganzen Tag lang führen die Astronauten auf der *ISS* Experimente durch und sie sind echte Allrounder: Ob Biologie, Materialforschung, Medikamentenentwicklung oder Verhaltensforschung an Tieren. Die *ISS* ist der einzige Satellit, auf dem immer etwas Neues los ist.

©Als Kopiervorlage freigegeben. DLR, 2020

Das DLR im Überblick

Das DLR ist das Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Wir betreiben Forschung und Entwicklung in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie und Verkehr, Sicherheit und Digitalisierung. Das DLR Raumfahrtmanagement ist im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zwei DLR Projektträger betreuen Förderprogramme und unterstützen den Wissenstransfer.

Global wandeln sich Klima, Mobilität und Technologie. Das DLR nutzt das Know-how seiner 47 Institute und Einrichtungen, um Lösungen für diese Herausforderungen zu entwickeln. Unsere mehr als 9.000 Mitarbeitenden haben eine gemeinsame Mission: Wir erforschen Erde und Weltall und entwickeln Technologien für eine nachhaltige Zukunft. So tragen wir dazu bei, den Wissens- und Wirtschaftsstandort Deutschland zu stärken.