



Kommunikation per Welle

Am 19. März 1955 wurde in Neuseeland eine Flaschenpost angespült, die 52 Jahre zuvor von einer deutschen Südpol-Expedition bei Tasmanien ins Meer geworfen worden war. Eine Übertragungsdauer von 52 Jahren für nur eine einzige Nachricht! Das ruft bei uns ungläubiges Staunen und vielleicht auch ein Schmunzeln hervor ...

Heute können mittels moderner, drahtloser Übertragungstechniken per elektromagnetischer Welle in kürzester Zeit riesige Datenmengen über große Entfernungen gesendet werden. So auch von einem Satelliten zum anderen oder direkt zur Erde. In der Bodenstation des DLR in Neustrelitz werden auf dieser Grundlage Fernerkundungsdaten von verschiedenen Erdbeobachtungssatelliten rund um die Uhr empfangen und aufgezeichnet. Und das trotz der relativ kurzen Kontaktdauer von nur 10-15 min zum jeweiligen Satelliten während seines Überfluges.

Auch in unserem Alltag ist die Informationsübertragung mittels elektromagnetischer Wellen selbstverständlich – ob für eine Verabredung per SMS, während der Kommunikation zwischen Computern per WLAN oder im Fernsehen beim Live-Bericht über ein wichtiges Ereignis – egal von welchem „Ende“ der Erde.

Kommunikation per Welle



Moderne Empfangsantennen im DLR-Standort Neustrelitz

Historisches und Anwendungen

Die Wurzeln des heutigen DLR-Standorts Neustrelitz liegen in einer vor ca. 100 Jahren vom damaligen Telegrafenversuchsamts Berlin eingerichteten Versuchsfunkstelle. Hier wurden die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen an der Erdoberfläche erforscht, atmosphärische Störungen untersucht und verschiedene Antennenformen und Gegensprecheinrichtungen entwickelt und getestet. Heute kaum vorstellbar: Als Antennen waren dazu Drähte von über 1 km Länge in verschiedenen Anordnungen und Ausrichtungen auf dem Gelände gespannt! An die heutigen hochmodernen „Satellitenschüsseln“ war damals noch nicht zu denken.

Mit der Entdeckung der elektromagnetischen Wellen durch Heinrich Hertz in den Jahren zwischen 1885 und 1889 begann das Zeitalter der drahtlosen Übertragung von Informationen – auch über große Distanzen. Bereits 1903 gelang Guglielmo Marconi die erste öffentliche transatlantische Kommunikation per Funk. Seither wird diese Technik, Signale per „Huckepack“ auf einer elektromagnetischen Welle hoher Frequenz zu übermitteln, genutzt.



Heinrich-Hertz-Büste auf dem Gelände des Karlsruher Instituts für Technologie

Sowohl im privaten als auch im professionellen Bereich findet das Verfahren alltäglich Anwendung:

Satelliten

Das „Nationale Bodensegment“ im Deutschen Fernerkundungs-Datenzentrum des DLR in Neustrelitz ist maßgeblich am Empfang verschiedener nationaler und internationaler Satellitenmissionen beteiligt. Die Satellitendaten, die mittels elektromagnetischer Wellen übertragen werden, durchqueren nahezu ungestört die Atmosphäre und werden bei einer Vielzahl von Anwendungen genutzt. Dazu zählen das Navigieren von Fahrzeugen, die Bereitstellung von Wetterdaten, die Überwachung von Schifffahrtsrouten oder die Übertragung aktueller Satellitenbilder zur Unterstützung von Hilfskräften in Katastrophengebieten.

Mobilfunktelefon

Beim Telefonieren ohne Festnetzanschluss – mit dem Handy heute eine Selbstverständlichkeit – wird die drahtlose Ausbreitung elektromagnetischer Wellen im Raum genutzt.

Essenzubereitung

Mikrowellen – eine bestimmte Art elektromagnetischer Wellen – ermöglichen es uns, in der Mittagspause im Mikrowellenherd ein Essen schnell zuzubereiten.

Kommunikation mit U-Booten

Wie kann mit der Besatzung von U-Booten kommuniziert werden? Das Mobiltelefon funktioniert nicht mehr, da die Eindringtiefe der „Handy-Welle“ in das Wasser zu gering ist. Für die Unterwasserkommunikation gibt es Anlagen mit sehr hoher Sendeleistung, die sog. Längstwellen aussenden. Diese dringen tief ins Wasser ein und übertragen so Nachrichten an U-Boote, ohne dass diese auftauchen müssen.

Weitere alltägliche Anwendungen sind beispielsweise das Satellitenfernsehen, die Übertragung des Zeitsignals für Funkuhren oder das Surfen im Internet mittels WLAN.

Grundlagen

Das elektromagnetische Spektrum

Um beim Hörfunk den ausgewählten Sender empfangen zu können, muss seine Übertragungsfrequenz am Radiogerät eingestellt werden. Die Frequenz f (angegeben in Hertz) ist neben der Wellenlänge λ (angegeben in Meter) ein charakteristischer Parameter einer elektromagnetischen Welle.

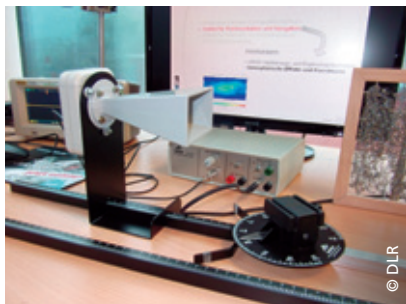
Bei den meisten heutigen Anwendungen der drahtlosen Informationsübertragung liegen die Frequenzen im Bereich von wenigen Kilohertz (10^3 Hz) bis zu einigen Gigahertz (10^9 Hz). Aber auch durch Licht können inzwischen Daten übermittelt werden. Der – auch für das menschliche Auge sichtbare – Bereich des Spektrums liegt zwischen 385 und 789 Terahertz (10^{12} Hz). Unter Verwendung der Grundgleichung der Wellenlehre

$$c = f \cdot \lambda$$

können den Frequenzwerten die entsprechenden Wellenlängen zugeordnet werden. Die Lichtgeschwindigkeit c (in Luft ca. $3 \cdot 10^8$ m/s) bestimmt, wie schnell sich die Welle im Raum ausbreitet und die entsprechende Information übertragen wird.

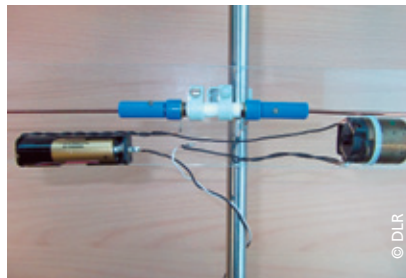
Die Experimente

Anhand der im DLR_School_Lab aufgebauten Experimente können die Eigenschaften der elektromagnetischen Wellen und ihr Ausbreitungsverhalten erforscht werden.



Experimentieraufbau zur Untersuchung von elektromagnetischen Wellen

Zu Beginn geht es aber in die Vergangenheit – und nur so viel sei verraten:



Funkensender im DLR_School_Lab Neustrelitz

Der Funke wird überspringen ...

Lange bevor die ersten Satelliten die Erde umkreisten, war es bereits möglich, Telegramme über große Distanzen zu übertragen und das ganz ohne elektrische Leitungen. Wie das geht, kann selbst an einer Funkstrecke im Schülerlabor erprobt werden. Wieder in der Gegenwart zurück können die während eines Handygesprächs gesendeten Datenpakete live mittels Oszilloskop aufgezeichnet und verschiedene Aspekte der Datenübertragung untersucht werden.

Nach diesen Einführungsexperimenten geht es an einem komplexen Versuchsaufbau darum, wie sich die elektromagnetischen Wellen während ihrer Ausbreitung im Raum verhalten. Können sie z. B. Wasser durchdringen? Nur bedingt, das Handy funktioniert ja z. B. im U-Boot nicht. Auch das Versagen von Navigationsgeräten in längeren Tunneln hat im dabei fehlenden bzw. sehr schlechten Durchdringungsvermögen der angewendeten elektromagnetischen Welle – hier durch die darüberliegenden Gesteinsschichten – seine Ursache. An der Versuchsanlage können die Einflüsse verschiedener Materialien auf die Wellenausbreitung getestet und die Signalübertragung zwischen Satellit und Erde simuliert werden.

Das SOFIE-Projekt

Euch hat der Tag im DLR_School_Lab Neustrelitz gefallen und ihr wollt selbst Teil eines wissenschaftlichen Projekts werden? Dann ist SOFIE genau das Richtige! SOFIE steht für **S**olar **F**lares detected by **I**onospheric **E**ffects. Dieses Projekt verfolgt das Ziel, Strahlungsausbrüche auf der Sonne (Solar Flares) in Richtung der Erde zu registrieren und darüber Vorhersagen zum sog. Weltraumwetter zu treffen. Dazu wird die Feldstärke des Trägersignals eines weit entfernten Längstwellensenders permanent gemessen und aufgezeichnet. Die hochenergetischen Strahlungsanteile

der Solar Flares (z. B. Röntgenstrahlung) verändern den Ionisationszustand der unteren Ionosphäre im Höhenbereich zwischen 70 und 150 km und beeinflussen dadurch die Ausbreitung der Längswellen. Dieser Effekt ist als signifikante Schwankung der Feldstärke der Welle am Messort direkt nachweisbar. Die mit dem Empfangsgerät aufgezeichneten Signalstärken bilden so den zeitlichen Verlauf von Solar Flares mit bemerkenswerter Deutlichkeit ab.

Die zur Feldstärkenmessung erforderliche Empfangsstation kann von interessierten Schülern selbst aufgebaut oder aber vom DLR_Project_Lab – einer Einrichtung des DLR_School_Lab in Neustrelitz – zur Verfügung gestellt werden. Nach der notwendigen Eichung beginnen die Messungen an der Schule. Die gewonnenen Daten können ausgewertet, die Ergebnisse mit denen anderer Messstationen verglichen bzw. für die wissenschaftliche Nutzung der Ionosphären-Arbeitsgruppe im DLR Neustrelitz übermittelt werden.



Rahmenantenne und SOFIE-Empfänger im DLR_Project_Lab Neustrelitz

Glossar

Längstwellen:

Als Längstwellen werden elektromagnetische Wellen im Frequenzbereich von 3 bis 30 kHz bezeichnet. Neben dem U-Boot-Funk werden sie für Funkstrecken in Bergwerken und zur Übermittlung von Zeitzeichen genutzt.

Funkensender:

Ein Funkensender ist ein einfaches Gerät zur Erzeugung einer elektromagnetischen Welle. Diese entsteht durch gesteuerte Funkenüberschläge (elektrische Entladungen ähnlich des Blitzes bei einem Gewitter) zwischen zwei Elektroden und wird über eine Antenne abgestrahlt.

Solar Flare:

Bei den Solar Flares handelt es sich um spontane, stark erhöhte Strahlungsausbrüche auf der Sonnenoberfläche. Erstmals registrierten Richard C. Carrington und Richard Hodgson unabhängig voneinander einen Solar Flare am 1. September 1859 als weiße Lichterscheinung während der Beobachtung eines Sonnenflecks.

Weltraumwetter:

Das Weltraumwetter charakterisiert den Zustand des interplanetaren Raums, insbesondere der Magnetosphäre, der Ionosphäre und der Thermosphäre der Erde als Folge des Einwirkens der Sonne und anderer kosmischer Strahlungsquellen. Es beeinflusst die ionisierte und neutrale Gashölle der Erde, technologische Systeme im Weltraum und auf der Erde sowie Leben und Gesundheit der Menschen.

Ionosphäre:

Die Ionosphäre ist eine Schicht der Atmosphäre, die sehr viele Ionen und frei bewegliche Elektronen enthält. Ihre untere Grenze liegt in einer Höhe von ungefähr 70 km. Das Ladungsmaximum wird bei etwa 300 km erreicht. Darüber geht sie in den interplanetaren Raum über. Die Ionosphäre wird ihrerseits in mehrere Schichten untergliedert. Diese unterliegen täglichen und jahreszeitlichen Veränderungen und haben einen wesentlichen Einfluss auf die Ausbreitung von elektromagnetischen Wellen.

Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 16 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 7.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris und Washington D.C.

Das DLR Neustrelitz

Der DLR-Standort Neustrelitz liegt etwa 100 Kilometer nördlich von Berlin im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern. Hier arbeiten über 70 Wissenschaftler, Ingenieure und Angestellte.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten am Standort sind den Themenbereichen satellitengestützte Erdbeobachtung, Navigation und Ionosphärenerkundung zugeordnet und gliedern sich in verschiedene Forschungsprogramme ein.



**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt**

DLR_School_Lab Neustrelitz
Kalkhorstweg 53
17235 Neustrelitz

Leitung: Dr. Albrecht Weidermann
Telefon: 03981 237 862
oder 03981 480 220
Telefax: 03981 237 783
E-Mail: schoollab-neustrelitz@dlr.de

www.DLR.de/dlrschoollab