

Physik in der Medizin (Teil I): Bildgebende diagnostische Verfahren

Axel Donges, Isny im Allgäu

Oft erlaubt erst ein Blick ins Innere des Körpers dem Arzt eine fundierte und sichere Diagnose. Dank bildgebender Diagnoseverfahren muss dazu nur in seltenen Fällen der Körper chirurgisch geöffnet werden. **Radiografie, Computer-Tomografie, Magnetresonanztomografie** und **Sonografie** erlauben einen „zerstörungsfreien“ Blick ins Körperinnere.

Die große Bedeutung dieser Verfahren belegt die folgende Zahl: Jährlich werden in Deutschland weit mehr als 100 Millionen bildgebende Untersuchungen durchgeführt.



Abb. 1: Patientin bei der Computer-Tomografie

© Hemera/Thinkstock

II/D

**Bildgebende Verfahren
sind in der modernen Medizin
nicht mehr wegzudenken!**

Der Beitrag im Überblick	
<p>Klasse: 11-12</p> <p>Dauer: 8 Stunden</p> <p>Ihr Plus: aktuelles Thema</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ fächerübergreifend (Physik – Biologie – Medizin) ✓ Videos zu den bildgebenden Verfahren (→ Mediathek) 	<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Radiografie • Gefahren der Röntgenstrahlung • Computer-Tomografie • Magnetresonanztomografie • Sonografie und Doppler-Sonografie • Positronen-Emissions-Tomografie

Materialübersicht

⌚ V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt

⌚ D = Durchführungszeit LEK = Lernerfolgskontrolle Fo = Farbfolie

M 1	Ab, SV	Wilhelm Conrad Röntgen – der Entdecker der X-Strahlen
	⌚ V: 5 min ⌚ D: 5 min	<input type="checkbox"/> UV-Lampe <input type="checkbox"/> z. B. weißes Hemd <input type="checkbox"/> z. B. weißes Fotokopierpapier
M 2	Ab	Eigenschaften und Erzeugung von Röntgenstrahlen
M 3	Ab	Der gläserne Mensch – Röntgenstrahlen machen's möglich
M 4	Ab, Fo	Computer-Tomografie – der Mensch in Schichten
M 5	Ab	Röntgenstrahlung und ihre Gefährlichkeit
M 6	Ab	MRT – Schnittbilder ohne Röntgenstrahlung
M 7	Ab, SV	Sonografie – Sehen mit Ultraschallwellen
	⌚ V: 5 min ⌚ D: 5 min	<input type="checkbox"/> Lautsprecher mit Anschluss <input type="checkbox"/> Frequenzgenerator
M 8	Ab	Positronen-Emissions-Tomografie in der Nuklearmedizin
M 9	LEK	Sind Sie fit? – Testen Sie Ihr Wissen!

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 19.

Minimalplan

Wenn nur wenig Zeit zur Verfügung steht, behandeln Sie nur die Materialien **M 1–M 3** (Prinzip der Röntgenstrahlung und Radiografie, eventuell ergänzt um Material **M 5** (Gefahren der Röntgenstrahlung)).

M 1 Wilhelm Conrad Röntgen – Fortsetzung

Röntgen bemerkte, dass zufällig in der Nähe der Kathodenstrahlröhre befindliches fluoreszierendes¹ Material zu leuchten begann, sobald die Röhre in Betrieb gesetzt wurde². Röntgen wurde neugierig. Zu seiner Überraschung leuchtete das Material auch dann, wenn er die Kathodenstrahlröhre mit dunkler Pappe abdeckte. Offensichtlich wurde etwas von der Röhre abgestrahlt, das die schwarze Pappe durchdrang und das fluoreszierende Material zum Leuchten anregte. Er bezeichnete diese Strahlung als **X-Strahlen**, wie sie auch heute noch genannt werden. Im deutschsprachigen Raum hat sich jedoch der Name **Röntgen-Strahlen**

durchgesetzt. Im Dezember 1895 veröffentlichte er seinen Artikel „Über eine neue Art von Strahlen“ mit der ersten gedruckten Röntgenaufnahme der Welt (Abb. 6).

Am 23. Januar 1896 hielt Röntgen einen Vortrag vor der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg, bei dem er auch zahlreiche Versuche vorführte. Er sprach zunächst über die physikalischen Grundlagen und trug dann seine Untersuchung über Kathodenstrahlen vor. Schließlich erläuterte er seine Entdeckung der X-Strahlen und deren Erforschung. Am Ende seines Vortrags fertigte Röntgen eine X-Strahlen-Aufnahme von der Hand des anwesenden berühmten Anatomen **A. von Kölliker** (1817–1905) an. Als die fertige Aufnahme gezeigt wurde, war allen Anwesenden die zukünftige weittragende Bedeutung der Forschung Röntgens klar. Kölliker schlug vor, die X-Strahlen zur Ehren Röntgens „Röntgenstrahlen“ zu nennen. 1901 erhielt Röntgen den erstmals vergebenen Nobelpreis in Physik.

Trotz seiner Berühmtheit blieb Röntgen ein bescheidener, zurückgezogener lebender Mann. 1900 nahm er eine Professur in München an, dort verbrachte er den Rest seines Lebens und starb am 10. Februar 1923.

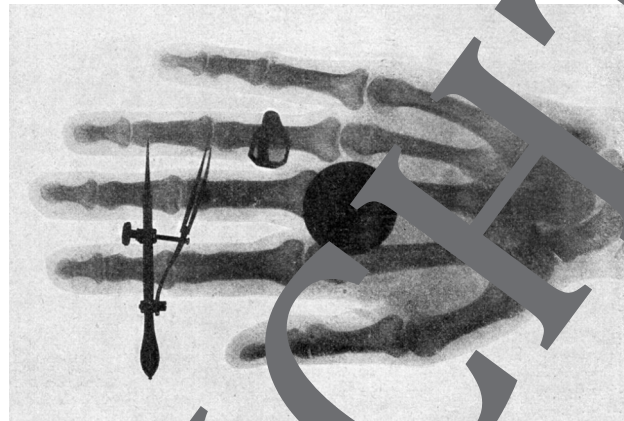


Abb. 6: Die erste von W. C. Röntgen publizierte Röntgenaufnahme zeigt die Hand seiner Frau.

© akg-images / Science Photo Library / Corbis Archive

Schülerversuch ⌚ Vorbereitung: 5 min Durchführung: 5 min

Materialien

- z. B. weißes Hemd
- z. B. weißes Kopierpapier
- UV-Lampe

Aufgabe

Beleuchten Sie (in einem nicht zu hellen) Raum z. B. ein weißes Hemd oder ein weißes Blatt Papier mit einer UV-Lampe.

Was beobachten Sie?

¹ Fällt kurzwellige, unsichtbare Strahlung (z. B. UV-Strahlung) auf ein fluoreszierendes Material, so leuchtet es, d. h., es strahlt sichtbares Licht ab.

² Dies wurde zwar auch schon von anderen Physikern beobachtet, aber nicht weiter beachtet.

M 7 Sonografie – Sehen mit Ultraschallwellen

Prinzip: Eine weitere Möglichkeit, Schnittbilder des Körperinneren ohne Röntgenstrahlung herzustellen, bietet die **Sonografie**. Hierbei werden **Ultraschallwellen**⁵ zum Informationstransport genutzt.

Dieses Prinzip nutzen auch **Fledermäuse** (Abb. 22). Fledermäuse senden Ultraschallgeräusche mit Frequenzen zwischen 15 kHz bis 100 kHz aus. Die von der Umgebung reflektierten Ultraschallwellen dienen den Tieren zur Orientierung. Fledermäuse können so eine Motte in über fünf Metern Entfernung wahrnehmen⁶. Dieses Prinzip wird auch in der Schifffahrt zur Messung der Wassertiefe verwendet (**Echolot**). Dazu wird unter Wasser ein Schallimpuls ausgesendet und das reflektierte Signal wieder empfangen (Abb. 23). Aus der Laufzeit des Schalls kann auf die Wassertiefe geschlossen werden.

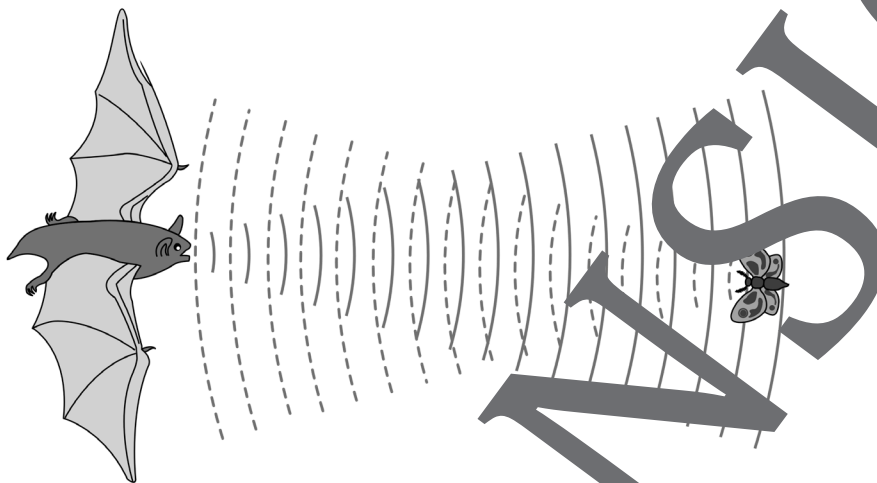


Abb. 22: Eine Fledermaus ortet einen Schmetterling mit Ultraschallwellen.

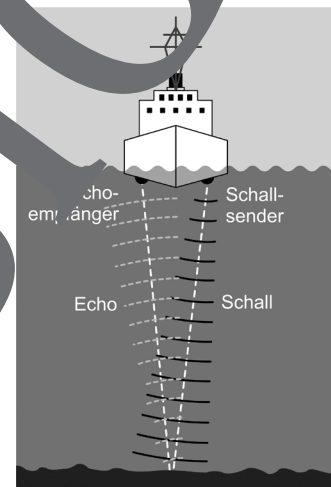


Abb. 23: Funktionsprinzip des Echolots

Schülerversuch ⌚ Vorbereitung: 5 min Durchführung: 5 min

Materialien

- Lautsprecher mit Anschlusskabel Frequenzgenerator

Aufgabe

Schließen Sie einen Frequenzgenerator an einen Lautsprecher an. Variieren Sie die Schallfrequenz. Ab welcher Frequenz können Sie nichts mehr hören?

Anwendung in der Medizin

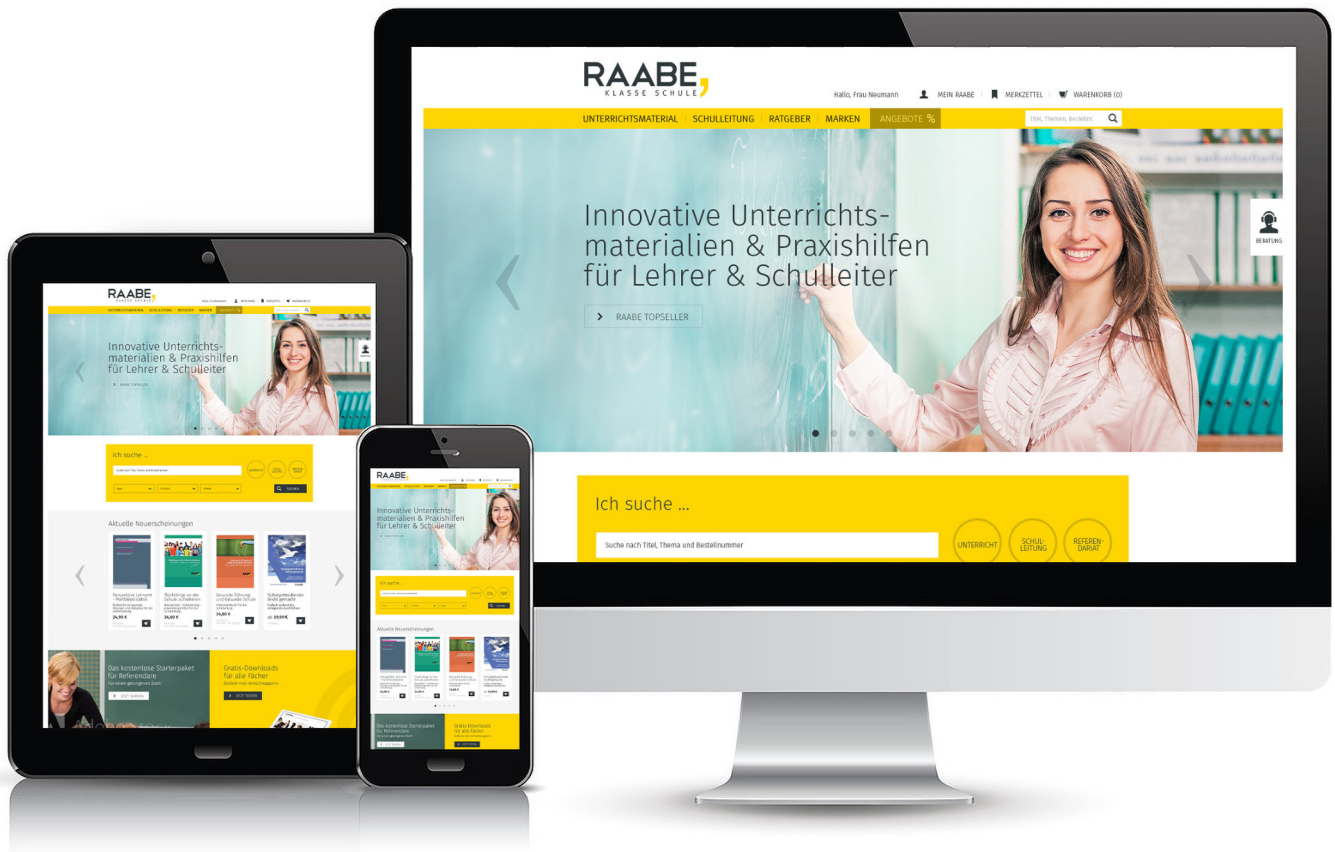
Bei einer Ultraschalluntersuchung erzeugt ein sog. **Schallkopf** Ultraschallwellen bei typischerweise bis 40 MHz (Abb. 24). Diese Schallwellen liegen oberhalb der Hörschwelle des menschlichen Ohrs⁷. Im Schallkopf sind eine Vielzahl sog. **Piezokristalle** angeordnet. An diesen wird jeweils eine hochfrequente Wechselspannung gelegt. Dadurch beginnen die Kristalle mit der Frequenz der Wechselspannung zu schwingen und emittieren nun wiederum Ultraschallwellen der gleichen Frequenz.

⁵ Ultraschallwellen sind Schallwellen mit Frequenzen zwischen etwa 20 kHz und 1 GHz. Sie sind für Menschen nicht hörbar.

⁶ <http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/nwt/unterrichtseinheiten/bausteine/ultraschall/fledermaeuse.html>

⁷ <http://www.digitalefolien.de/biologie/mensch/sinne/schall.html>

Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch
SSL-Verschlüsselung

Mehr unter: www.raabe.de