



So hot!

Lernziele

Die SchülerInnen

- wiederholen die **Funktionsweise des Ohrs**.
- setzen sich mit **wissenschaftlichen Versuchsreihen** und Erkenntnissen rund um die elektromagnetische Strahlung von Handys und deren Auswirkung auf die Temperatur des Ohrs auseinander.
- erfahren mehr über den **SAR-Wert**.
- wiederholen bzw. festigen Grundwissen rund um **Wärme, Wärmeleitung und Wärmestrahlung**.

Materialien

Die Unterrichtsmaterialien wurden schwerpunktmäßig für den Einsatz von der **6. bis zur 8. Schulstufe** erstellt.

Um PädagogInnen die Abstimmung ihres Unterrichts sowohl auf den Wissensstand ihrer SchülerInnen als auch auf aktuelle Ereignisse bzw. Medienberichte zu ermöglichen,

- liefert das Materialienpaket Anregungen für verschiedene **Einstiegs- und Abschlussvarianten** der Unterrichtseinheit sowie unterstützende Materialien.
- wurden die Arbeitsmaterialien **methodisch vielfältig** aufbereitet. Sie können sowohl im Frontalunterricht als auch im Rahmen von Gruppenarbeiten oder bei offenem Lernen eingesetzt werden.

Die auf den Materialien angeführten Weblinks wurden zuletzt am 24. Mai 2013 überprüft.



Einstieg

Aufbau der Unterrichtseinheit	Materialien
<p>Je nach Gruppe kann aus folgenden Einstiegsvarianten gewählt bzw. können diese kombiniert werden:</p> <p>Variante 1 – Funktionsweise des Ohrs</p> <p>Zu Beginn der Unterrichtseinheit kann – je nach Vorwissen der SchülerInnen – die Overheadfolie 1 genutzt werden, um die verschiedenen Bestandteile des Ohrs sowie deren spezifische Aufgabe und Funktionsweise beim Hörvorgang zu wiederholen. Anschließend werden Faktenwissen und Verständnis der SchülerInnen mit Hilfe der Aufgaben auf Arbeitsblatt 1 überprüft.</p> <p>Variante 2 – Selbstversuch</p> <p>Die SchülerInnen werden in Fünfergruppen aufgeteilt. Innerhalb dieser Gruppen werden Selbstversuche zur Erwärmung der Ohren durchgeführt werden.</p> <p>Mögliche Versuche:</p> <ul style="list-style-type: none">● Die Handfläche ans Ohr halten.● Einen Schal oder Pulli ans Ohr halten.● Eine Mütze oder Ohrenschützer aufsetzen.● Den Kopf auf den Tisch legen, sodass ein Ohr auf der Tischplatte aufliegt.● Ein Buch ans Ohr halten.● Ein Glas ans Ohr halten.● Ein ausgeschaltetes Handy ans Ohr halten.● Ein eingeschaltetes Handy ans Ohr halten. <p>Vor Beginn der Versuchsreihe werden gemeinsam die Versuchsparameter festgelegt: Welche Versuche werden durchgeführt? Wie lange sollen die Versuche dauern? Gibt es pro Gruppe einen Versuch, der von allen Gruppenmitgliedern durchgeführt wird, oder erhält jede Gruppe denselben Versuchskatalog, sodass jedes Gruppenmitglied einen anderen Versuch ausführt?</p> <p>Nachdem der Ablauf der Versuchsreihe gemeinsam festgelegt wurde, starten die Gruppen und halten die Ergebnisse mit Hilfe von Arbeitsblatt 2 fest. Die Gruppenergebnisse werden ausgewertet und anschließend mit den Ergebnissen der anderen Gruppen verglichen.</p> <p>Zusätzlich zum subjektiven Empfinden kann auch versucht werden, die tatsächliche Temperatur der Ohrmuschel mit Thermometern zu messen. In diesem Fall sollte die Funktionstüchtigkeit des Gerätes im Vorfeld überprüft werden. Auch sollte darauf geachtet werden, dass die Messung pro Proband immer an derselben Stelle erfolgt.</p>	<p>Das Ohr</p> <p>Overheadfolie 1, Seite 8-9</p> <p>Alles verstanden?</p> <p>Arbeitsblatt 1, Seite 10-11 Overheadfolie 2, Seite 12</p> <p>Warm geworden?</p> <p>Arbeitsblatt 2, Seite 13</p>



Arbeitsblatt 1: Alles verstanden?

Lösung

- **Frage 1:**
Die Ohrmuschel. Sie fängt Schallwellen ein, bündelt diese und leitet sie durch den Gehörgang zum Trommelfell.
- **Frage 2:**
Treffen Schallwellen auf das Trommelfell, wird dieses wie das Fell einer Trommel beim Schlag mit der Hand, einem Schlegel oder Stock in Schwingung versetzt.
- **Frage 3:**
Der spiralähnlichen Form.

Zusatzinformation

- Die Talgdrüsen am Eingang des Gehörgangs sondern **Ohrenschmalz** (Zerumen) ab. Dieses fungiert als Transportmittel für Verunreinigungen – es wird von der rasch wachsenden Haut des Gehörgangs wie auf einem Laufband nach draußen befördert und bindet auf diesem Weg dank seiner öligen Substanz Verunreinigungen im Gehörgang.
Ohrenschmalz hat also eine wichtige Funktion und sollte nicht entfernt werden. Wird zu viel Ohrenschmalz produziert, kann es allerdings zu Verstopfungen im Gehörgang kommen, die dazu führen, dass die Schallwellen nicht mehr zum Trommelfell übertragen werden. In diesem Fall sollte eine HNO-Ärztin aufgesucht werden, die eine professionelle Reinigung des Gehörgangs durchführen kann.
- Im **Mittelohr** befinden sich neben den drei Gehörknöchelchen auch zwei kleine Muskeln: der Stapediusmuskel und der Tensor Tympani. Diese ziehen sich bei hohem Schalldruck reflexartig zusammen, sodass die Gehörknöchelchenkette steif wird. So werden die Schallschwingungen auf ihrem Weg gebremst, und das Innenohr wird vor zu lautem Schall geschützt.
- Die **Eustachische Röhre** verbindet die Paukenhöhle mit dem hinteren Rachenraum. Sie ist für das Anpassen des Luftdrucks im Mittelohr auf die Umgebung verantwortlich. Schlucken oder gähnen wir, so öffnet sich die Eustachische Röhre, und ein Luftdruckausgleich findet statt.
- Das Innenohr besteht aus der Hörschnecke (Cochlea) und dem **Gleichgewichtsorgan** (Vestibularorgan). Dieses umfasst drei Bogengänge und zwei Säcke, den Sacculus und den Utriculus.
 - Die Bogengänge erfassen die Drehbeschleunigungen des Kopfes – sie sind unser Drehsinnorgan. Sie enthalten eine zähe Flüssigkeit, die sich träge bewegt, wenn wir den Kopf drehen. Die Cupula, eine Art Zunge am unteren Ende der Bogengänge ist mit feinen Haarzellen versehen, die sich bei Veränderungen der Flüssigkeit verbiegen. Dabei wird ein elektrischer Impuls ausgelöst, der ans Großhirn weitergeleitet wird.
 - Sacculus und Utriculus erfassen die lineare Beschleunigung des Körpers. Das funktioniert mit Hilfe kleiner Steine, die in einer gallertartigen Masse in den Säcken liegen. Kleine Haarzellen, die in diese Masse ragen, leiten Lageveränderungen der Steine über den Gleichgewichtssinn als elektrischen Impuls ans Gehirn weiter.



Hauptteil

Aufbau der Unterrichtseinheit	Materialien
<p>Analyse von Fachtexten</p> <p>Die beiden Texte „Heiße Ohren beim Telefonieren“ (Webtext zur WDR-Sendung „Quarks“) und „Wie kommt es zur Erwärmung der Haut durch Handys“ (Beitrag des Wissenschaftlichen Beirats Funk des BMVIT) werden gelesen und analysiert. Anschließend werden die Ergebnisse, zu denen die Beiträge kommen, miteinander verglichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Gibt es Unterschiede in der jeweilig beschriebenen Versuchsreihe? ● Gibt es Unterschiede in der Erklärung des Phänomens der heißen Ohren beim Telefonieren? ● Im Quarks-Artikel wird empfohlen, Handys mit möglichst geringem SAR-Wert zu kaufen. Diskutieren Sie mit Ihren SchülerInnen die Frage, inwieweit das angesichts der Tatsache, dass alle Handys den SAR-Grenzwert unterschreiten müssen, Sinn macht. <p>Falls Sie mit Ihren SchülerInnen im Vorfeld den Selbstversuch durchgeführt haben, können die Ergebnisse des Selbstversuchs mit jenen aus den Beiträgen verglichen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Stützen die Ergebnisse der wissenschaftlichen Versuche das subjektive Ergebnis der SchülerInnen? ● Gibt es Unterschiede und falls ja – sind diese erklärbar? <p>Auseinandersetzung mit Wärme & Co</p> <p>Anschließend an die Analyse und den Vergleich der Fachtexte setzen sich die SchülerInnen anhand des Arbeitsblattes 5 mit der Definition von Wärme, Wärmeleitung, Wärmestrahlung, Verlustwärme und Wärmestau auseinander. Je nach Möglichkeit können die SchülerInnen auch in fünf Gruppen geteilt werden, die die Aufgabe erhalten, zu jeweils einem der Begriffe die wesentlichen Informationen zu recherchieren, zusammenzustellen und in Form eines kurzen Referats ihren MitschülerInnen zu präsentieren. Das Arbeitsblatt dient in diesem Fall zur Überprüfung des Rechercheergebnisses und sowie zur Wissens- und Verständniskontrolle der SchülerInnen.</p>	<p>Heiße Ohren beim Telefonieren</p> <p>Arbeitsblatt 3, Seite 14-17</p> <p>Wie kommt es ...</p> <p>Arbeitsblatt 4, Seite 18-19</p> <p>Wärme</p> <p>Arbeitsblatt 5, Seite 20-25</p>

Arbeitsblatt 3 & 4

Thermischer Effekt – SAR-Wert

Elektromagnetische Wellen geben ihre Energie anders als Licht oder Infrarotstrahlung nicht nur an unsere Hautoberfläche ab. Sie fließen durch unseren Körper und werden zu einem Teil auch vom Gewebe aufgenommen (absorbiert): Moleküle geraten stärker in Bewegung, die Bewegung verursacht Reibung, und diese Reibung erzeugt Wärme. Diesen Vorgang, bei dem es in unserem Körper durch Strahlenenergie zu einer Erwärmung kommt, bezeichnet man als „thermischen Effekt“.

Die „spezifische Absorptionsrate“, SAR abgekürzt, ist das Maß für die Energieaufnahme menschlichen Gewebes in einer gewissen Zeit.

Gemessen wird der SAR-Wert in Watt pro Kilogramm Körpermasse. Der SAR-Grenzwert für Mobiltelefone liegt in Österreich, wie von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und dem Rat der Europäischen Union empfohlen, bei 2 Watt/kg.



Ist jemand trotzdem besorgt, kann er durch verschiedene Maßnahmen die eigenen Immissionen reduzieren:

- Freisprecheinrichtung benutzen.
- Nicht bei schlechtem Empfang telefonieren. In diesem Fall gehen die Sendeleistung des Handys und der Mobilfunkanlage automatisch nach oben.
- Beim GSM-Handy das Handy erst ans Ohr nehmen, wenn die Verbindung aufgebaut ist. Denn beim Verbindungsaufbau ist die Sendeleistung am höchsten. Bei UMTS-Handys ist das nicht der Fall.

Nähere Informationen zur Wirkungsweise elektromagnetischer Strahlung auf den menschlichen Körper sowie zum SAR-Wert finden Sie im Kapitel „Strahlemann“.

Arbeitsblatt 5: Alles klar?

Wärme

Thematisieren Sie mit Ihren SchülerInnen den Unterschied zwischen Temperatur und Wärme: Temperatur beschreibt den Zustand einer Substanz, während Wärme eine Energieform ist, die zwischen zwei Substanzen transportiert wird.

Wärmeleitung

- Zusatzinfo zur Wärmeleitfähigkeit
Die Wärmeleitfähigkeit (λ) beschreibt, wie viel Wärme durch einen Stoff hindurchgeht, wie viel Wärme dieser leitet. Je kleiner der Wert, umso weniger Wärme kann durch den Stoff gelangen.
Tabellen zur spezifischen Wärmeleitfähigkeit verschiedener Stoffe/Materialien finden sich u.a. unter diesen Links:
www.ifea.tugraz.at/hp_old/heizlast/wlf.htm
www.wissenschaft-technik-ethik.de/wasser_eigenschaften.html#kap05
- Zusatzinfo zur Grafik „Topf“
Beim Einschalten der elektrischen Herdplatte werden deren Moleküle zum Schwingen angeregt. Diese Schwingungen werden auf den Topf übertragen, sodass auch die Moleküle auf der Unterseite des Topfes stärker zu schwingen beginnen – die darin befindliche Flüssigkeit wird warm.
Bei einer Gasflamme schwingen die Moleküle der Verbrennungsprodukte heftiger als bei einer elektrischen Herdplatte, dadurch wird auch der Topfinhalt schneller warm.
Damit bei der Wärmeübertragung zwischen Platte bzw. Flamme und Topf nicht allzu viel Wärme verloren geht, sollte der Abstand zwischen der Platte und dem Topf gut passen. Die Töpfe sollten außerdem auch trocken sein, denn Wasser ist kein guter Wärmeleiter.
- Zusatzinfo zur Thermosflasche
Im Gehäuse einer Thermosflasche befindet sich ein doppelwandiges Glasgefäß. Im Raum zwischen den Glaswänden ist ein Vakuum, das die Wärmeleitung verringert. Zusätzlich dazu ist das Glasgefäß in Richtung des Inhalts auch beschichtet oder verspiegelt – so wird der Wärmeverlust durch Reflexion weiter verringert.

Wärmestrahlung

Trifft Wärmestrahlung auf einen Körper, so sind drei Effekte möglich:

- Transmission: Die Strahlung wird teilweise durchgelassen.
- Reflexion: Die Strahlung wird teilweise reflektiert.
- Absorption: Die Strahlung wird teilweise absorbiert, sie wird vom Körper aufgenommen und in Wärme umgewandelt.



Wärmestrahlung ist zwar unsichtbar, kann aber im Rahmen einer einfach umsetzbaren Versuchsreihe, bei der die Hand als Strahlungsempfänger fungiert, gespürt werden.

Mögliche Strahlungsquellen:

- Tischplatte
- Zweite Handfläche
- Eingeschalteter Heizkörper
- Ausgeschalteter Heizkörper
- Eingeschalteter Bildschirm
- Ausgeschalteter Bildschirm
- Fensterscheibe

Webtipp zum Thema:

www.planet-schule.de/sf/04_mul_detail_07.php?projekt=waermestrahlung

Verlustwärme

- Bei der Glühbirne wird elektrische Energie in Lichtenergie umgewandelt. Die verlorene Energie wird als Wärmestrom freigesetzt.
- PC-Netzteile gehören zu den größten Produzenten von Verlustwärme. Bis zu 30% der zugeführten Energie gehen bei der Umwandlung verloren. Um diese Verlustwärme abzuführen und Geräteschäden zu verhindern, müssen Lüfter eingebaut werden.

Weitere Informationen zur Verlustwärme von PC-Netzteilen:

www.computerwoche.de/hardware/notebook-pc/1931956/

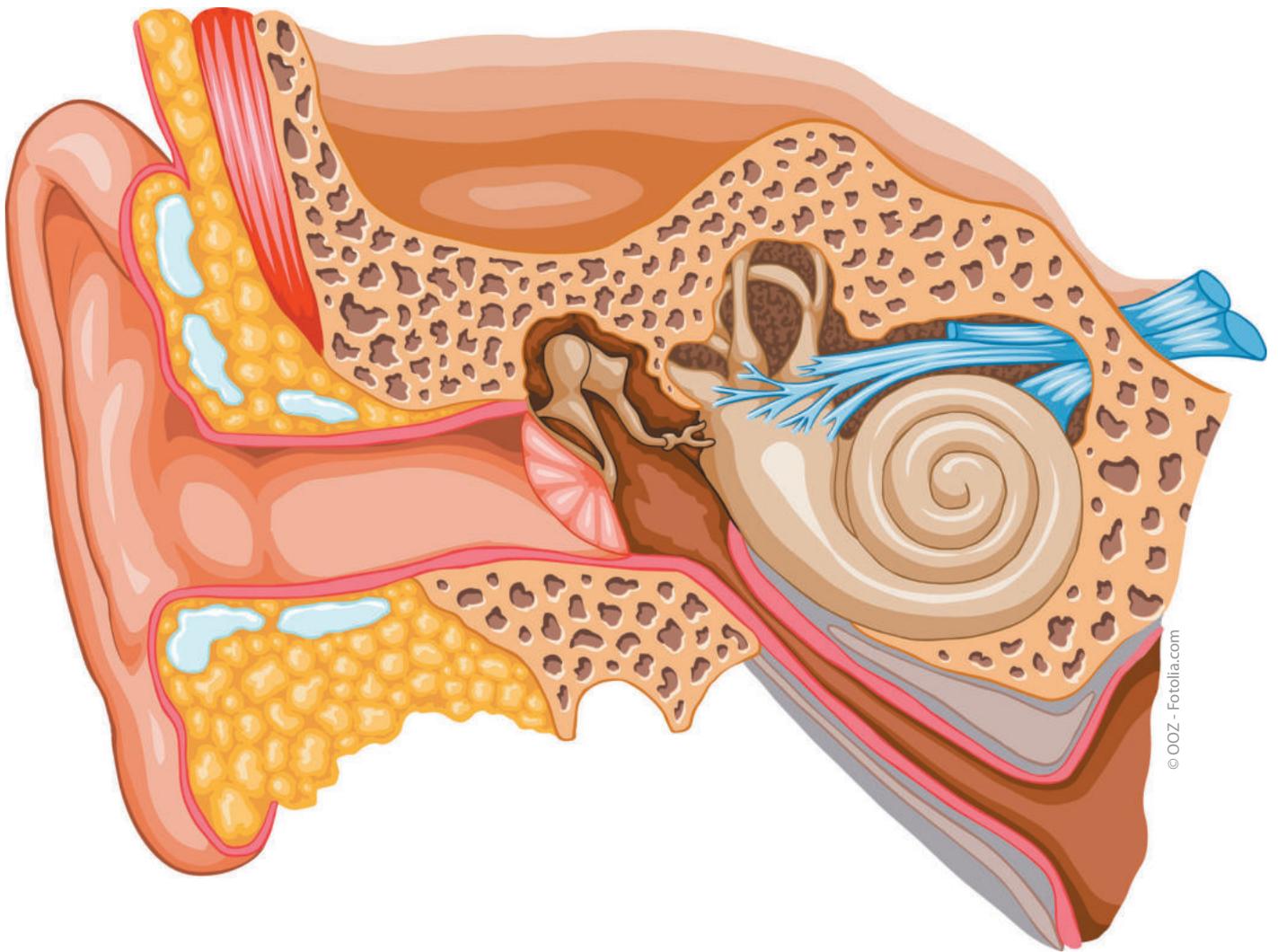


Abschluss

Aufbau der Unterrichtseinheit	Materialien
<p>Variante 1 – Erstellung eines Infoblattes</p> <p>Basierend auf dem neu erworbenen Wissen sollen die SchülerInnen zwei Infoblätter im Format A4 erstellen, in denen sie das Phänomen der Erwärmung des Ohrs beim Telefonieren mit dem Handy erklären. Eines der Infoblätter soll für die Zielgruppe der Eltern aufbereitet werden, eines für die Zielgruppe Gleichaltriger.</p> <p>Erfolgt die Arbeit in Gruppen, so können die Gruppenergebnisse anschließend gemeinsam diskutiert und das beste Infoblatt für jede Zielgruppe gekürt werden.</p> <p>Kriterien bei dieser Wahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Korrektheit der fachlichen Erklärungen? ● Verständlichkeit der fachlichen Erklärungen? ● Zielgruppenadäquate Aufbereitung der Inhalte? <p>Variante 2 – Fachwissen gegen Fehlmeinung</p> <p>Ein fiktiver Forumsbeitrag soll von den SchülerInnen (entweder in Einzel- oder in Gruppenarbeit) beantwortet werden. Eine Antwort soll fachlich korrekt sein, eine Antwort soll fachlich inkorrekt sein. Ob diese die Fehlmeinung des fiktiven Autors des Forumsbeitrages entkräftet oder bestätigt, entscheiden die SchülerInnen.</p> <p>Die Antworten werden anschließend gemeinsam diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Wem ist es besonders gut gelungen, die Fehlmeinungen des Forumsautors zu korrigieren? ● Wem ist es besonders gut gelungen, fachlich inkorrekte Informationen als korrekte Informationen zu „verkaufen“? <p>Variante 3 – Kreuzworträtsel</p> <p>Wesentliche Informationen zum Thema werden in Form eines Kreuzworträtsels nochmals abgefragt.</p> <p>Variante 4 – Quiz</p> <p>Das Quiz ermöglicht eine lebendige Wiederholung der Sachinformationen zum Thema. Erklärende Antworten auf der Rückseite der Quizkarten gewährleisten bei Nicht-Wissen verstehendes Lernen und geben gleichzeitig die Möglichkeit, noch weitere Informationen zum Thema zu erhalten.</p> <p>Die Quizkarten können von den SchülerInnen nach Belieben ergänzt werden.</p> <p>Das Quiz steht auch online auf www.lehrer.at/handy zur Verfügung.</p>	<p>Was sagst du dazu? Arbeitsblatt 6, Seite 26</p> <p>Heiße Ohren? Arbeitsblatt 7, Seite 27-28 Overheadfolie 3, Seite 29</p> <p>Quiz Quizkarten</p>



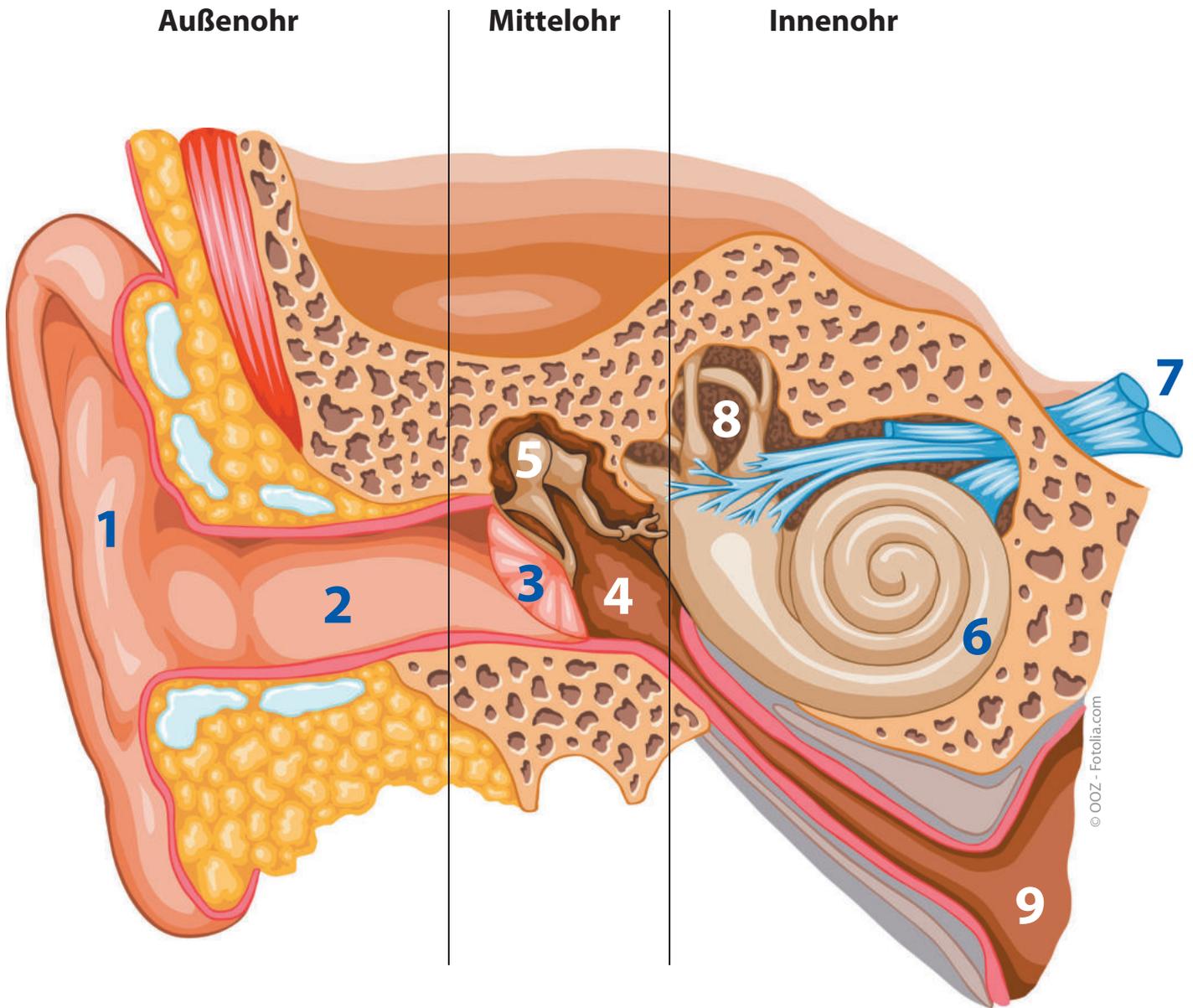
Das Ohr



© 00Z - Fotolia.com



Das Ohr



1 Ohrmuschel

2 Gehörgang

3 Trommelfell

4 Paukenhöhle

5 Gehörknöchelchen

6 Hörschnecke

7 Hörnerv

8 Gleichgewichtsorgan

9 Eustachische Röhre



Alles verstanden?

Bis wir ein Geräusch tatsächlich als Geräusch wahrnehmen, haben unser Ohr und unser Gehirn einiges an Arbeit zu leisten!

Schaffst du es, diese Arbeitsschritte in die richtige Reihenfolge bringen?

- Spezielle Haarzellen in der Hörschnecke wandeln diese Wellen in elektrische Signale, die durch den Hörnerv ans Gehirn weitergeleitet werden.
- Hammer, Amboss und Steigbügel, die kleinsten Knochen im menschlichen Körper, verbinden das Außenohr mit dem Innenohr. Sie leiten die Schwingungen zur Hörschnecke, einer Art Spirale im Innenohr weiter.
- Im Mittelohr hinter dem Trommelfell befindet sich die luftgefüllte Paukenhöhle, in der drei winzige Gehörknöchelchen sitzen.
- Aus den Schallwellen, die von der Ohrmuschel eingefangen wurden, werden nun die Geräusche, die wir hören. Und das im Bruchteil einer Sekunde.
- Die Hörrinde im Gehirn verarbeitet die elektrischen Signale, sie trennt Bekanntes von Unbekanntem, ordnet Bekanntem die richtige Bedeutung zu und interpretiert das Unbekannte.
- Das Trommelfell wird durch die Schallwellen zum Schwingen gebracht.
- Die Ohrmuschel fängt Schallwellen ein, bündelt sie und leitet sie über den äußeren Gehörgang zum Trommelfell weiter.
- Die Hörschnecke ist mit einer Flüssigkeit gefüllt. Diese Flüssigkeit überträgt die Schwingungen in Form von Wellen.



Wirklich alles verstanden?

Wenn ja, dann solltest du die Fragen und Aufgaben lösen können.

1. *Welcher Teil des Ohrs funktioniert wie ein Trichter?*

.....

2. *Was macht die „Trommel“ im Trommelfell? Welche Eigenschaften haben der dünnen Haut zwischen Außen- und Mittelohr diesen Namenszusatz verschafft?*

.....

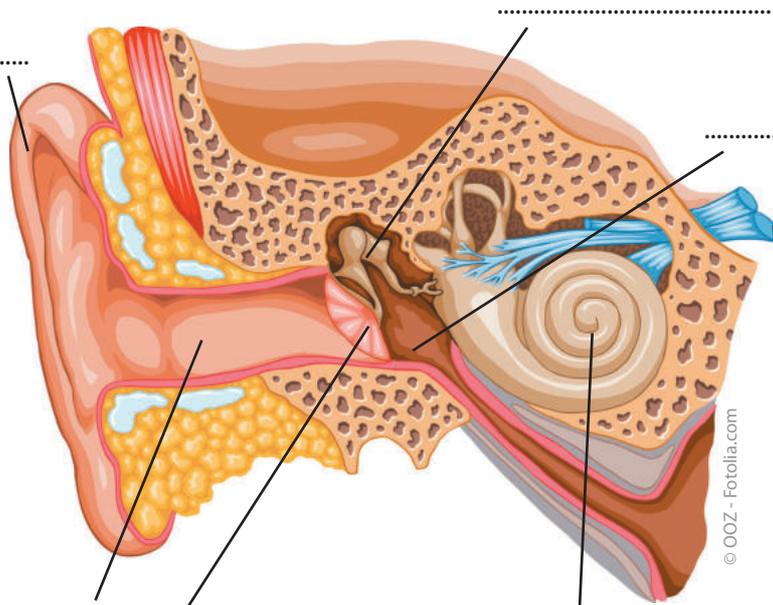
.....

3. *Welcher Eigenschaft verdankt die Hörschnecke ihren Namen?*

.....

4. *Ergänze die richtigen Beschriftungen!*

Gehörgang, Gehörknöchelchen, Hörnerv, Hörschnecke, Ohrmuschel, Paukenhöhle, Trommelfell



© 00Z - Fotolia.com

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



Alles verstanden?

- 1 Die Ohrmuschel fängt Schallwellen ein, bündelt sie und leitet sie über den äußeren Gehörgang zum Trommelfell weiter.
- 2 Das Trommelfell wird durch die Schallwellen zum Schwingen gebracht.
- 3 Im Mittelohr hinter dem Trommelfell befindet sich die luftgefüllte Paukenhöhle, in der drei winzige Gehörknöchelchen sitzen.
- 4 Hammer, Amboss und Steigbügel, die kleinsten Knochen im menschlichen Körper, verbinden das Außenohr mit dem Innenohr. Sie leiten die Schwingungen zur Hörschnecke, einer Art Spirale im Innenohr weiter.
- 5 Die Hörschnecke ist mit einer Flüssigkeit gefüllt. Diese Flüssigkeit überträgt die Schwingungen in Form von Wellen.
- 6 Spezielle Haarzellen in der Hörschnecke verwandeln diese Wellen in elektrische Signale, die durch den Hörnerv ans Gehirn weitergeleitet werden.
- 7 Die Hörrinde im Gehirn verarbeitet die elektrischen Signale, sie trennt Bekanntes von Unbekanntem, ordnet Bekanntem die richtige Bedeutung zu und interpretiert das Unbekannte.
- 8 Aus den Schallwellen, die von der Ohrmuschel eingefangen wurden, werden nun die Geräusche, die wir hören. Und das im Bruchteil einer Sekunde.



Warm geworden?

Wagt den Selbstversuch und haltet eure Ergebnisse in der Tabelle fest. Damit ihr diese anschließend auswerten und vergleichen könnt, solltet ihr einige allgemeine Regeln vereinbaren.

(Versuchsdauer; Pausenlänge zwischen Versuchen an einer Testperson; einheitliche Skala zur Bewertung des Erwärmungsgrad des Ohrs: z.B. 1 – gar nicht erwärmt, 2 – ein bisschen erwärmt, 3 – deutlich erwärmt, 4 – sehr stark erwärmt; ...)

Versuchsbeschreibung	Testperson	Erwärmung des Ohrs	Sonstige Beobachtungen



Heiße Ohren beim Telefonieren

Grenzwerte sollen Kopf und Gehirn schützen

Die Frequenzbereiche, die für den Mobilfunk genutzt werden, gehören zu den Mikrowellen. In einem Küchengerät leisten diese Strahlen gute Dienste, weil sie in der Lage sind, wasserhaltige Substanzen zu erwärmen. Auch menschliches Gewebe enthält Wasser, und Handystrahlen erwärmen daher beim Telefonieren den Kopf. Allerdings ist die Sendeleistung der Handys so gering, dass diese Erwärmung nur im Bereich von hundertstel bis zehntel Grad auftritt. Ab einer Erwärmung von etwa 4 Grad Celsius wäre der Einfluss aber schädlich. Deshalb gibt es einen Grenzwert, der von der von der Internationalen Strahlenschutzkommission ICNIRP festgelegt und europaweit festgeschrieben wurde: der SAR-Wert.

Hinter dem Kürzel SAR verbirgt sich der sperrige Begriff „Spezifische Absorptionsrate“: Diese ist die physikalische Größe dafür, wie viel Strahlungsenergie biologisches Gewebe aufnimmt. Man misst die SAR mit künstlichen Kopfmodellen, an denen ein mit voller Leistung sendendes Handy befestigt wird. Sensoren im Innern messen dann die Absorption der Handystrahlen. Aus der Absorption lässt sich wiederum die minimale Erwärmung des Kopfes errechnen. Diese ist so gering, dass sie sich nicht direkt mit Thermometern messen lässt. Die durch den Grenzwert zu verhindernde Temperaturerhöhung von einem Grad wird von zugelassenen Handys niemals erreicht.

Der offizielle Grenzwert für Mobiltelefone beträgt 2 Watt pro Kilogramm Körpergewicht. Dieser Wert muss für jedes Handy im Handel angegeben werden.

Handykunden: Achten selten auf die Werte

Beim Telefonieren hält man das Handy längere Zeit an den Kopf. Gerade hier könnten selbst kleine Gewebeschäden große Wirkung erzielen. Wer viel telefoniert, sollte sich besser ein Mobiltelefon zulegen, das einen möglichst geringen SAR-Wert besitzt. Es gibt durchaus Modelle, die erheblich unter dem Grenzwert bleiben. Ein SAR-Wert von unter 0,6 W/Kg gilt als günstiger Wert. Handys mit Werten über 1 W/Kg sollte man nicht auswählen, sie sind nicht zeitgemäß. Starke Strahlung in Richtung Kopf ist nicht nur potenziell schädlich, sondern verschwendet auch unnötig den knappen Akkustrom.

Listen mit den Werten der Geräte verschiedener Hersteller stehen inzwischen im Internet, zum Beispiel auf der Seite des Bundesamtes für Strahlenschutz. Die große Auswahl unter Modellen mit niedrigem SAR-Wert hat man allerdings nicht: Nur recht wenige solcher Handys kommen auf den Markt. Die Kunden fragen offenbar eher nach zusätzlicher technischer Ausstattung als nach niedrigen SAR-Werten.

Spürbar wärmer trotz Grenzwert

Trotz des SAR-Grenzwertes berichten Menschen nach einem langen Gespräch mit dem Handy oft, dass

sie am Ohr oder an der Wange eine Erwärmung spüren. Viele Studien haben schon gezeigt, dass das eigentlich nicht an der Strahlung selbst liegen kann – die ist dank Grenzwert wirklich zu schwach.

Quarks & Co hat diesen Effekt in einem Test daher untersucht: Was ist die Ursache dafür, dass Menschen nach einem langen Handytelefonat eine oft unangenehme Wärmeempfindung haben?

Beim ISTM, einem anerkannten Testinstitut für Mobilfunkstrahlen in Kamp-Lintfort, wurde der Versuch gemacht: Das Handy wurde durch einen speziellen Sender angeregt, mit definierter Sendeleistung zu senden. Eine Testperson hielt sich das Handy jeweils für 20 Minuten ans Ohr, und der auf Wärmebild-Diagnostik spezialisierte Mediziner Reinhold Berz übernahm die Temperaturmessungen. Er filmte den Bereich von Wange und Ohr mit einer Wärmebildkamera, die Temperaturunterschiede von einem Zehntel Grad unterscheiden konnte.

Erster Durchgang: Test mit ausgeschaltetem Handy

Zuerst haben wir getestet, ob die Erwärmung ganz einfach dadurch entsteht, dass das Handy Ohr und Wange isoliert, etwa wie Ohrenschützer im Winter. Im klimatisierten Labor hielt die Testperson für 20 Minuten ein ausgeschaltetes Handy ans Ohr, das zu Beginn exakt auf Raumtemperatur temperiert war. Mit der Wärmebildkamera konnten wir die genauen Temperaturen auf der Haut messen. Das Ergebnis war eindeutig: Bei der Auswertung zeig-

te sich, dass sich das Ohr um weniger als ein Grad erwärmte. Unsere Probandin spürte davon nichts.

Test mit voller Leistung

Im zweiten Durchgang wurde ein weit entfernter Sendemast simuliert. Dadurch sendete das Handy im Versuch mit voller Leistung. Ein normales Gespräch ließ sich im hermetisch abgeschirmten Labor natürlich nicht führen. Die Testperson hätte nur ihr eigenes Echo gehört, uns kam es aber nur auf die volle Sendeleistung an. Wieder hielt sich unsere Probandin für 20 Minuten das Handy ans Ohr – und schon nach kurzer Zeit spürte sie am Ohr eine deutliche Erwärmung. Auf der Wärmebildkamera zeichnete sich gleich zu Beginn des Experimentes der Akku im Inneren des Handys deutlich ab.

Der Akku macht den Unterschied

Die Messung nach dem Versuch belegte das subjektive Gefühl unserer Freiwilligen: Die Wange hatte sich um zwei Grad, das Ohr sogar fast um drei Grad erwärmt. Die Ursache hierfür ist der Akku. Dieser erwärmt sich, wenn er Leistung abgeben muss. In unserem Fall heizte er das Handy um neun Grad auf und erreichte damit ziemlich genau die Temperatur der Haut. Da der Kopf eine der am besten durchbluteten Regionen des Körpers ist, strahlt dieser auch sehr viel Wärme ab.

Beim ausgeschalteten Handy wurde diese Wärme vom relativ kühlen Handy abgeführt, das sich seinerseits etwas erwärmte. Je nach Material ist dieser Effekt

unterschiedlich. Leitet das Handy die Wärme gut ab, bleibt die Haut kühler, wie in unserem Experiment geschehen. Isoliert das Handy dagegen wie ein Ohrschützer, steigt die Hauttemperatur schnell an. Stärker isolierend wirkt das Handy, wenn es sich durch den warmen Akku auf Hauttemperatur aufheizt. Dann fehlt die Wärmedifferenz, die Körperwärme staut sich. Und das fühlen und messen wir als Wärme. Den gängigen Handymodellen und ihren SAR-Werten kann man getrost vertrauen: Sie erwärmen zwar die Haut, grillen aber keineswegs mit Mikrowellenstrahlen das Gehirn. Wer trotzdem Bedenken hat, sollte bei längeren Telefonaten zu einer Freisprechanlage greifen – oder einfach nicht so viel mit dem Handy telefonieren.

www.wdr.de/tv/quarks/sendungsbeitraege/2007/0619/005_handy.jsp, 19. Juni 2007



Fragenkatalog

1. Was haben ein Mikrowellenherd und dein Handy gemeinsam?

.....
.....
.....
.....

2. Um wie viele Grad erwärmen Handystrahlen deinen Kopf?

Um Grad Celsius.

3. Ab wann ist eine Erwärmung schädlich?

Ab Grad Celsius.

4. Der SAR-Grenzwert gibt an, wie viel Strahlungsenergie dein Körper aufnehmen darf, ohne dass es ihm schadet. In welcher Einheit wird der SAR-Wert angegeben?

In

Wie hoch liegt der SAR-Grenzwert für Mobiltelefone in deinem Fall?

Bei

5. Laut Quarks achten Handykäufer kaum auf den SAR-Wert der verschiedenen Modelle. Woran könnte das liegen?

.....
.....
.....

Wirst du beim nächsten Handykauf darauf achten? Begründe deine Entscheidung!

.....
.....
.....





6. Übertrage die Ergebnisse der Quarks-Versuchsreihe in die Tabelle!

	Persönliches Empfinden der Versuchsperson	Tatsächliche Erwärmung des Ohrs in °C
Versuch 1: ausgeschaltetes Handy 20min		
Versuch 2: Handy mit voller Sendeleistung 20min		

7. Der Akku deines Handys löst beim Telefonieren eine Reaktionskette aus. Notiere die drei wesentlichen Schritte in Stichworten!



8. Was kann man Menschen raten, die trotz aller wissenschaftlicher Erkenntnisse Angst haben, dass sich die Handystrahlung negativ auf ihre Gesundheit auswirken könnte? Formuliere drei einfach umsetzbare Tipps!

Tipp 1:

Tipp 2:

Tipp 3:



Wie kommt es zur Erwärmung der Haut durch Handys?

Manche Handynutzer haben das Gefühl, dass beim Mobiltelefonieren ihre Ohren „heiß“ werden. Einige klagen über Hautbrennen und führen das auf die Erwärmung des menschlichen Gewebes durch die im Mobilfunk verwendeten elektromagnetischen Felder zurück. Eine norwegisch-schwedische Studie hat sich jetzt mit der Klärung dieses Phänomens befasst und befragte dazu erst 12.000 Handynutzer und untersuchte dann die Erwärmung des Ohrbereiches für folgende drei Fälle:

1. Handy ausgeschaltet — Handy wirkt nur als Wärmeisolator,
2. Handy in Betrieb, jedoch ohne Aussendung von elektromagnetischen Wellen und
3. Handy in Normal-Betrieb d.h. mit Aussendung von elektromagnetischen Wellen (normaler Funkbetrieb)

Die Studie kommt zu folgendem Ergebnis:

- ⇒ Das Ohr, an dem das Handy aufliegt, erwärmt sich bei einem halbstündigen reinen An-das-Ohr-Halten (Gerät aus) um ca. 1,5 Grad Celsius.
- ⇒ Ist das Gerät in Betrieb, dann erzeugt es über den Verstärker und die Schaltungs-Komponenten eine zusätzliche Verlustwärme (jedoch ohne Aussendung elektromagnetischer Wellen); diese bewirkt einschließlich des Isolationseffektes eine Erwärmung um ca. 2,2 Grad Celsius.
- ⇒ Ist das Handy im normalen Funk-Betrieb, d.h. unter Aussendung elektromagnetischer Wellen, dann ergibt sich eine Temperaturerhöhung insgesamt um ca. 2,3 Grad Celsius.

Ausschlaggebend für die Erwärmung des Ohres ist somit primär die Isolationswirkung des Handys am Ohr. Das Anpressen des Handys bewirkt den gefühlten Wärmestau. Dieser Effekt tritt auch bei konventionellen, leitungsgebundenen Telefonen auf. Die Verlustwärme des Sendebetriebs, die über die Oberfläche des Handys ebenfalls an das Ohr abgegeben wird, bewirkt noch eine zusätzliche, wenn auch geringe Temperaturerhöhung. Eine kaum messbare Rolle bei der gefühlten Temperaturerhöhung bewirken hingegen die im Mobilfunk verwendeten elektromagnetischen Felder.

www.wbf.or.at/mobilfunk/technik/gsm/

Ein Beitrag des Wissenschaftlichen Beirats Funk (WBF) des BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie).



So hot!



Fragenkatalog

1. Übertrage die Ergebnisse der Studie in die Tabelle!

	Tatsächliche Erwärmung des Ohrs in °C
Versuch 1: ausgeschaltetes Handy 30min	
Versuch 2: Handy in Betrieb aber ohne Sendeleistung 30min	
Versuch 3: Handy mit voller Sendeleistung 30min	

2. Nenne die beiden Hauptursachen, die für die Erwärmung des Ohrs beim Telefonieren verantwortlich sind und beschreibe deren Wirkung in Stichworten.

Grund 1:

.....

.....

Grund 2:

.....

.....

3. Wie hoch ist die Temperaturerhöhung, die durch elektromagnetische Strahlen zustande kommt?

..... °C, das sind % des Gesamttemperaturanstiegs bei Versuch 3.

Durch welche Änderung der Ausgangsvoraussetzungen bei Versuch 3 könnte dieser Anteil noch weiter verringert werden?

.....

.....

.....



Wärme

Als Wärme bezeichnet man die **Energie**, die von einem wärmeren auf einen kälteren Körper überfließt, z.B. die Übertragung der Energie von der Herdplatte auf den Kochtopf oder vom Kochtopf auf das Nudelwasser.

Jeder Körper besteht aus **Teilchen**. Diese Teilchen bewegen sich je nach Temperatur unterschiedlich schnell. Je wärmer ein Körper ist, umso bewegter sind die Teilchen. Sie bewegen sich schneller, stoßen immer öfter und heftiger aneinander und tauschen dabei Bewegungsenergie aus.



Die Energie wird immer vom **heißeren zum kälteren Körper** übertragen. Das heißt, der heißere Körper kühlt sich ab und erwärmt den kälteren Körper so lange, bis beide die selbe Temperatur erreicht haben. Dieses Prinzip nennt man das **Grundgesetz des Wärmeaustausches**.

Entspricht die Temperatur eines Körpers jener seiner Umgebung, so erfolgen Abgabe und Aufnahme von Wärme mit gleicher Geschwindigkeit. Das heißt, dass sich die Temperatur des Körpers nicht verändert. Man spricht in diesem Fall von einem **thermischen Gleichgewicht**.

Welche Mischungstemperatur erhältst du, wenn du die beiden Gläser zusammenleerst?





Wärmeleitung

Die Wärmeleitung ist eine Form der Wärmeübertragung, bei der die **Bewegungsenergie direkt von einem Teilchen ans nächste** weitergegeben wird: Bewegte Teilchen stoßen an weniger bewegte Teilchen an und versetzen diese in Bewegung.

Verschiedene Körper, Flüssigkeiten und Gase haben unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit.



© womue - Fotolia.com

Luft ist der schlechteste Wärmeleiter. Das liegt daran, dass zwischen den einzelnen Teilchen ein großer Abstand besteht. Bauteile, die zur Wärmedämmung gedacht sind, enthalten daher oft Luftkammern. Diese mit Luft gefüllten Hohlräume bremsen die Wärmeübertragung.

Vakuum ist leerer Raum, in dem sich kaum Luft und damit auch keine Teilchen befinden. Wärmestrahlung kann sich auch im Vakuum fortpflanzen, weil sie nicht durch Teilchen übertragen wird. Wärmeleitung ist allerdings nicht möglich.

Metalle gehören zu den besten Wärmeleitern – Silber leitet rund 20.000 mal besser als Luft.



Entscheide, ob es sich um einen guten oder einen schlechten Wärmeleiter handelt!



gut schlecht



gut schlecht



gut schlecht



gut schlecht



gut schlecht



gut schlecht



gut schlecht



gut schlecht



gut schlecht



gut schlecht



So hot!

Abhängig von ihrer Leitfähigkeit setzen wir Materialien in unterschiedlichen Bereichen ein.

Auf dem Foto sind einige Gegenstände markiert. Notiere, aus welchem Material diese bestehen und ob dieses ein guter Wärmeleiter ist.



© Günter Menzl - Fotolia.com

	Gegenstand	Material	guter Leiter	schlechter Leiter
1				
2				
3				
4				
5				

Schon einmal darüber nachgedacht, warum der Tee in der Thermosflasche so lange heiß bleibt? Schau genau hin – die Grafik könnte dir bei der Erklärung dieses Phänomens helfen!

.....

.....

.....

.....





Wärmestrahlung

Die Wärmestrahlung ist eine Möglichkeit, um Wärme weiterzugeben.

Jeder Körper, egal ob warm oder kalt, gibt **Wärmestrahlung** (thermische Strahlung) an seine Umgebung ab. Diese Wärmestrahlung ist **elektromagnetische Strahlung** und breitet sich daher auch im luftleeren Raum aus. Anders als bei der Wärmeleitung wird die Wärme nicht direkt von einem Teilchen aufs nächste übertragen. Trifft die Strahlung auf einen Körper, bringt sie dessen Teilchen zum Schwingen und erhöht deren Bewegungsenergie.

Weißt du, welche Eigenschaften Wärmestrahlung hat?

Wärmestrahlung breitet sich

- geradlinig aus.
- kurvig aus.



Wärmestrahlung wird

- von Spiegeln aufgenommen (absorbiert).
- von Spiegeln zurückgeworfen (reflektiert).



- Körper mit heller Oberfläche geben mehr Wärmestrahlung ab.
- Körper mit dunkler Oberfläche geben mehr Wärmestrahlung ab.



Helle Körper reflektieren mehr Wärmestrahlung und erwärmen sich daher weniger als dunkle Körper.

- Richtig
- Falsch



Glatte Körper nehmen mehr Wärmestrahlung auf und erwärmen sich daher mehr als raue Körper.

- Richtig
- Falsch





Verlustwärme

Immer wenn Energie übertragen oder umgewandelt wird, geht dabei auch ein Teil der Energie verloren. Hauptsächlich passiert das in Form von Wärme, der so genannten Verlustwärme. Kann die Verlustwärme nicht entweichen, so kann das zu Geräteschäden und auch zur Entwicklung von Brandherden führen.

Beispiel: Glühbirne

Welche Energieumwandlung bringt die Glühbirne zum Leuchten?

.....
.....

Woran kann man auch ohne technische Hilfsmittel erkennen, dass bei dieser Umwandlung Energie verloren geht?

.....
.....
.....
.....

Was passiert, wenn du ein Tuch über eine leuchtende Glühbirne legst?

.....
.....
.....

Nenne fünf Geräte bzw. Gegenstände aus deinem Alltag, bei denen du die Verlustwärme bereits gespürt hast.

.....
.....
.....





Wärmestau

Ein Wärmestau ist eine Überwärmung. Ein Vorgang, bei dem mehr Wärme produziert wird als abgeführt werden kann.

Dazu kommt es,

- wenn die Wärmezufuhr zu hoch ist.
- wenn die Möglichkeiten der Wärmeabfuhr eingeschränkt oder überhaupt blockiert sind.

Warum staut sich's hier?



- Wärmezufuhr
- Wärmeabfuhr



- Wärmezufuhr
- Wärmeabfuhr



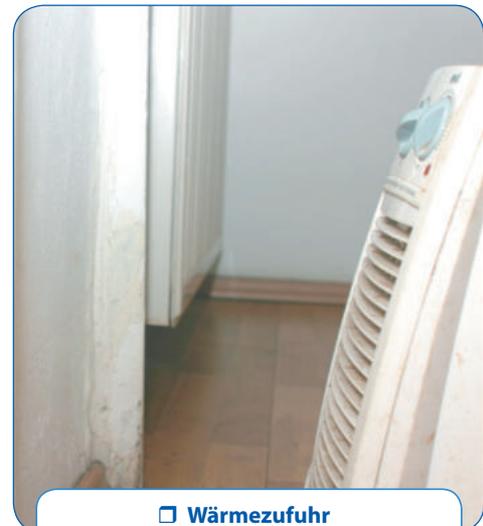
- Wärmezufuhr
- Wärmeabfuhr



- Wärmezufuhr
- Wärmeabfuhr



- Wärmezufuhr
- Wärmeabfuhr



- Wärmezufuhr
- Wärmeabfuhr



Was sagst du dazu?

Tim, 14 Jahre

Tiimmiii



Members
Männlich
17 Posts

Hejo!

Ich hab seit kurzer Zeit ein supermodernes Smartphone mit allen Apps, die's nur gibt. Coole Sache eigentlich, wenn mir nur nicht schon nach kurzen Telefonaten mein Ohr glühen würde.

Meine Freundin meint, dass das Normalste der Welt ist und dass ich mich nicht so anstellen soll. Nachdem das neue Handy mehr kann als mein altes, strahlt es halt auch mehr als mein altes. Es muss ja auch mehr leisten. Und wenn die Strahlen in meinen Kopf eindringen, dann wird's halt wärmer.

Aber Leute, hej – das kann doch nicht „normal“ sein, oder?!?

Hab grad zuerst ein paar Berichte im Internet gecheckt – und ehrlich: Da vergeht's dir! Wenn ich das richtig verstehe, dann kann ich meinen Kopf ja gleich in eine Mikrowelle stecken!

Mittlerweile bin ich schon so weit, dass ich echt überlege, ob ich nicht einfach wieder mein altes Handy nehme. Oder vielleicht überhaupt gar kein Handy mehr?

Bringt ja nix, mir meine kleinen grauen Zellen grillen zu lassen ...





Heiße Ohren?

Crossword puzzle grid with the following starting clues:

- 1 s**: 1 letter vertical word starting at row 1, column 1.
- 2 s**: 2 letter vertical word starting at row 1, column 11.
- 3 s**: 3 letter vertical word starting at row 1, column 16.
- 1 w**: 1 letter horizontal word starting at row 2, column 1.
- 2 w**: 2 letter horizontal word starting at row 4, column 1.
- 3 w**: 3 letter horizontal word starting at row 5, column 6.
- 4 w**: 4 letter horizontal word starting at row 6, column 1.
- 5 w**: 5 letter horizontal word starting at row 6, column 5.
- 6 w**: 6 letter horizontal word starting at row 7, column 1.
- 7 w**: 7 letter horizontal word starting at row 7, column 1.
- 4 s**: 4 letter vertical word starting at row 3, column 3.
- 5 s**: 5 letter vertical word starting at row 3, column 5.
- 6 s**: 6 letter vertical word starting at row 4, column 11.
- 8 s**: 8 letter vertical word starting at row 2, column 17.



Heiße Ohren?

senkrecht:

- 1 s:** Sie fängt die Schallwellen ein, bündelt sie und leitet sie über den äußeren Gehörgang ins Mittelohr.
- 2 s:** Dieser Wert gibt an, wie viel Strahlungsenergie dein Körper aufnimmt.
- 3 s:** Sie ist der schlechteste Wärmeleiter.
- 4 s:** Hier wird Bewegungsenergie direkt von einem Teilchen ans nächste weitergegeben.
- 5 s:** So bezeichnet man die Energie, die von einem Körper auf einen anderen überfließt.
- 6 s:** Diese Strahlung wird auch Wärmestrahlung genannt.
- 7 s:** Dort ist Wärmeleitung nicht möglich, Wärmestrahlung allerdings schon.
- 8 s:** Mit ihr kann man die Wärmestrahlung sichtbar machen.

waagrecht:

- 1 w:** Wer sie benutzt, bekommt beim Telefonieren keine heißen Ohren.
- 2 w:** Sie verarbeitet die elektrischen Signale, die über den Hörnerv ins Gehirn weitergeleitet werden.
- 3 w:** Das sind die besten Wärmeleiter.
- 4 w:** Das ist der Fachausdruck für die Aufnahme von Strahlungsenergie ins Gewebe.
- 5 w:** Wenn das nicht zu schwingen beginnt, haben die drei Gehörknöchelchen Hammer, Amboss und Steigbügel nichts, das sie ins Innenohr weiterleiten können.
- 6 w:** Weil sich Wärmestrahlung so ausbreitet, ist es unter einem Sonnenschirm kühler als in der prallen Sonne.
- 7 w:** Sie nennt man einen großen Teil der Energie, die bei Energieübertragung oder umwandlung verloren geht.

