



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).



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.

20 °C



60 °C



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?

10 °C



+

60 °C



=



25 °C



+

80 °C



=





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.

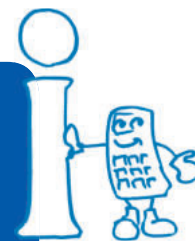


© womue - Fotolia.com

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



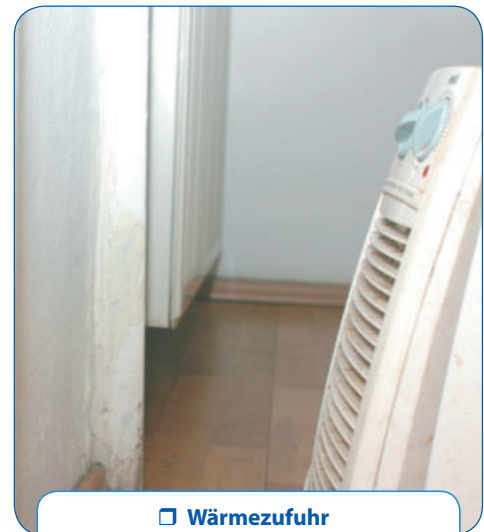
- ☐ Wärmezufuhr
- ☐ Wärmeabfuhr



- ☐ Wärmezufuhr
- ☐ Wärmeabfuhr



- ☐ Wärmezufuhr
- ☐ Wärmeabfuhr



- ☐ Wärmezufuhr
- ☐ Wärmeabfuhr