

Was wussten Planck und Einstein vom Handy?

Mobilfunkstrahlung aus Sicht der Physik

Rudolf Klepper, Biophysiker und Medizophysiker
Belegabteilung für Strahlentherapie in Konstanz

Handout zum „Frühstück mit Strahlen“ 13.1.2010 in Konstanz

Was sind Mobilfunkstrahlen?

Mobilfunkstrahlen gehören zur Familie der „elektromagnetischen Strahlen“ (EM-Strahlen) (Abb. 1.)

Wellenlänge ca. 10-15 cm, Frequenz 1-2 GHz (UHF-Bereich). EM-Strahlen haben keine Masse und keine Ladung aber elektrische und magnetische Energie, sie sind immer mit Lichtgeschwindigkeit unterwegs.

Bis 1899 wurden die EM-Strahlen als reines „Wellenphänomen“ angesehen. Danach zwangen Experimente zum Umdenken. Hier die zwei bedeutendsten davon:

1. Das „Kirchoff'sche Experiment“ zum *Planck'schen Strahlungsgesetz* (Abb. 2). Vereinfachte Beschreibung: Ein 730°C heißes Stück Eisen strahlt Wärme im Nah- und Fern-Infrarot aus. Bei 1230° C ist die Wärmeabstrahlung stärker, besonders im Nah-Infrarot, im sichtbaren Spektralbereich erscheint rot (Rotglut). Bei 1730°C ist die Wärmeabstrahlung nochmal stärker, im Sichtbaren erscheinen alle Farben (Weißglut). Eine Deutung im Wellenbild allein oder im Teilchenbild allein gelingt nicht.

Plancks Lösung: Energieaustausch zwischen Strahlungsfeld und Materie ist nur mit ganzzahligen Vielfachen eines Grundenergiequantums möglich. Geburtsstunde der Quantentheorie.

2. Der „Photoelektrische Effekt“ von Heinrich Hertz, 1880-er Jahre, Karlsruhe (Abb.3) mit *Einsteins Deutung*. Vereinfachte Beschreibung: In einer Vakuum-Box befindet sich eine Kathode aus metallischem Kalium und eine normale Metallelektrode als Anode. Spannung 1000 Volt. Es fließt kein Strom, da keine Ladungsträger im Vakuum existieren. Erst bei Lichteinfall auf die Kalium-Kathode fließt Strom, da Licht die Austrittsarbeit für die Ladungsträger (Elektronen in der Kaliumplatte) aufbringt. Bei Verwendung von monochromatischem Licht geschieht Folgendes: Ist die Austrittsarbeit der Elektronen aus der Kalium-Elektrode z.B. 1.7 Volt, so schafft dunkelrotes Licht es nicht, Elektronen aus dem Metall freizusetzen, egal wie hoch die Intensität des „Dunkelrot“ ist. Mit „Hellrot“ dagegen ist der Elektronenstrom proportional der Strahlintensität. Genauso bei „grün“ und 2.25 Volt und „blau“ bei 3.1 Volt.

Einsteins Deutung: Licht besteht aus Teilchen, die je nach Farbe eine bestimmte Energie besitzen, ihre Quantenenergie. Die Intensität der Strahlung entspricht der Anzahl der Teilchen. Eine wichtige Eigenschaft: Die Lichtteilchen sind asozial, d.h. sie helfen sich gegenseitig nicht.

Definition einer Energieskala: Ein Lichtteilchen hat die Energie 1 Elektronenvolt (1 eV), wenn es ein Elektron über eine Hürde von 1 Volt heben kann. Mobilfunkstrahlen haben eine Quantenenergie von ca. 10µeV, sichtbares Licht ca. 1-5 eV und Röntgenquanten 30-130 keV.

Wie sieht ein EM-Teilchen im Inneren aus?

Es besteht aus elektrischer Energie, die sich bei ihrem Zerfall in magnetische Energie umwandelt, wenn diese seinerseits zerfällt entsteht wieder elektrische Energie u.s.w.. Dieses Wechselspiel ist nur stabil, wenn es sich mit Lichtgeschwindigkeit fortsetzt (Maxwell-Theorie). Dieses Spiel der E- und M-Energie kann die „Wellenlänge“ und die „Frequenz“ eines Teilchens erklären.

Verständnisproblem: Ist ein Teilchen mit einer Wellenlänge von Zentimetern bis Metern überhaupt ein richtiges Teilchen? - Ja! Es hat „Einheits“-Eigenschaften: Man kann einem Teilchen nichts wegschneiden. Es wirkt entweder ganz (es wird vernichtet) oder gar nicht.

Außerdem wirkt es unabhängig von seiner Größe immer punktuell, z.B. auf das magnetische Moment eines bestimmten Atomkerns. Die Bilder der Kernspintomographie (Auflösung bis ca. 1mm) entstehen durch Auslesen der magnetischen Momente mittels Radio-Strahlteilchen von ca. 2 m Wellenlänge!

Wie wirken Mobilfunkstrahlen auf Materie?

Hochenergetische Strahlen wie UV-, Röntgen- und Gammastrahlen haben eine höhere Energie als die Bindungsenergie der Moleküle, d.h. Moleküle können ionisiert und zerteilt werden. Großes Schadenspotential!

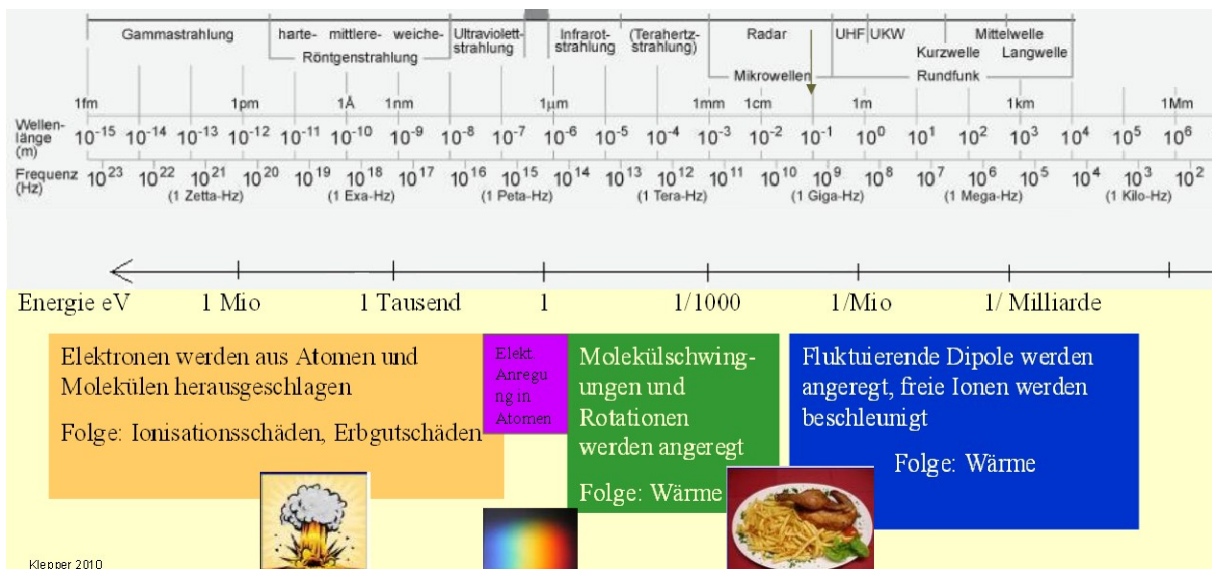
Sichtbares Licht kann nicht ionisieren, es kann aber Elektronen innerhalb von Atomen und Molekülen „anregen“, d.h. auf einen anderen Orbit bringen. Anschließend regen die Elektronen sich wieder ab und senden dasselbe Lichtquant, das sie zuvor absorbiert haben wieder aus. Alternativ kann die „Abregung“ auch kaskadenförmig über Zwischenzustände geschehen, dabei wird die gespeicherte Energie in Teilbeträgen als Wärme abgestrahlt.

Im Nah-Infrarotbereich (Energie ca. 0.1-1 eV) werden quantisierte Molekülschwingungen angeregt. Es entsteht Wärme.

Im Fern-Infrarotbereich (Energie 0.01-0.1 eV) werden quantisierte Molekülrotationen angeregt. Folge:Wärme

Mobilfunkbereich und Nachbarschaft: (Energie 1-1000 μeV). Hier schafft die immer vorhandene Brown'sche Molekularbewegung (Durchschnittsenergie ca. 25 meV) folgende Absorptionsmöglichkeiten:

- Die laufenden Kollisionen der Atome und Moleküle erzeugen temporäre Dipolmomente in den Stoßpartnern. Bei diesen Dipolmomenten entstehen Schwingungen zwischen der Elektronenhülle und dem Kern. Diese können ein energetisch passendes Mobilfunkquant absorbieren und ihre Schwingungen damit verstärken. Am Ende der Kollision gehen die Stoßpartner mit vermehrter kinetischer Energie auseinander. Vermehrte Geschwindigkeit bedeutet Wärmezunahme.
- Ein Mobilfunkquant kann seine Energie auch auf freie Ladungsträger übertragen (und sich dabei selbst vernichten). Freie Elektronen gibt es im Körpergewebe nicht, dafür aber relativ schwere H-Ionen. Deren mittlere Bewegungsenergie beträgt ca. 25 meV und wird bei einer Mobilfunkquantenabsorption auf 25,01 meV erhöht. Diese Geschwindigkeitssteigerung bedeutet eine Erwärmung des Körpers.



Die heutige Physik kann nur thermische Wirkungen von Mobilfunkquanten erklären. Die spekulativen „nicht-thermischen“ Wirkungen sind nicht erklärbar.

Grenzwerte werden als Wärmegrenzwerte definiert. Physiologische Wärmeenergiewerte sind: 1 W/kg Körpergewicht in Ruhe, 10 W/kg bei heftigem Sport. Ganzkörpergrenzwert: 0,08 W/kg Teilkörpergrenzwert über 10g Körper: 2 W/kg. In der Praxis sind in medizinischen Anwendungen sehr hohe Werte üblich, z.B. in der Kernspintomographie 2 W/kg, in hot-spots bis zu 10 W/kg. Diathermiegeräte tragen bis zu 200 W/kg ein!

Eine umfangreiche und aktuelle Literatursammlung finden Sie unter www.emf-portal.de.