

E-Smog und Elektromagnetische Wellen

**Beiträge aus der Homepage der BIKE-Vogt e.V.
Druckversion**

Autoren:

Mike Scholz

www.mikes-media.com www.bike-vogt.de

Wolfgang Welzel

Inhaltsverzeichnis

Was ist Elektrosmog?.....	4
Wer oder was erzeugt diese Felder?.....	4
Welche Arten von Feldern gibt es?.....	4
Elektrische Felder.....	4
Magnetfelder.....	4
Wechselfelder	5
Elektromagnetische Felder.....	5
EMF-Quellen oder "Was strahlt denn da so alles?".....	6
Elektromagnetische Wellen.....	6
Transversalwellen, Longitudinalwellen und ihre Eigenschaften.....	6
Die Querwellen oder Transversalwellen.....	7
.....	7
Modulation.....	8
Die Wellenlänge.....	10
Die Stoßwellen oder Longitudinalwellen.....	11
Die Resonanz.....	13
.....	13
Die Interferenz und Resonanzkatastrophe.....	14
Destruktive Interferenz.....	14
Konstruktive Interferenz.....	14
Das Echo einer Welle.....	14
Transversalwellen erzeugen Longitudinalwellen.....	15
.....	15
Die Darstellung und Messung von Longitudinalwellen.....	16
Induktion und Abschirmung.....	16
Der Faradaysche Käfig.....	17
.....	18
Zusammenfassung der Wellen-Eigenschaften.....	19
Was sind Mikrowellen?.....	20
Was sind gepulste Mikrowellen?.....	20
Wie wirken HF-Felder auf den Menschen und andere Lebewesen?.....	20
Die Wärmewirkung.....	20
Was also bewirkt die Restenergie?.....	21
Welchen Mikrowellen und anderen E-Smog-Erzeugern sind wir permanent ausgesetzt?.....	23

Vorbemerkungen

Wenn man über die Gesundheitsrisiken von Elektrosmog diskutiert, so muss man sich zunächst einmal klar machen von was eigentlich die Rede ist. Leider geht das nicht ganz ohne physikalisches Grundwissen. Der eine oder andere Leser vermag sich vielleicht noch an die Experimente aus seinem Physik-Unterricht erinnern.

Auf den folgenden Seiten versuchen wir Ihnen die technisch-physikalischen Zusammenhänge mit verständlichen Beispielen aus dem Haushalt oder dem Alltag darzulegen. (Blau gefärbt)

Die Messgrößen und die Formeln sind dabei zunächst einmal nicht so wichtig. Sie stehen der Vollständigkeit halber im Text. Wir haben uns bemüht, den Text so einfach und verständlich wie möglich zu halten. Er ist für Laien geschrieben, nicht für Fachleute. Uns geht es darum, dass man Ihnen nicht so schnell ein X für ein U vormachen kann. Sie sollten nicht ganz hilflos in den Diskussionen oder Info-Veranstaltungen da stehen und zumindest wissen, wovon gesprochen wird.

In den folgenden Beiträgen erklären wir die wesentlichsten physikalischen Grundlagen der Wellenphysik und die notwendigen Fachbegriffe mit Hilfe von Beispielen aus Ihrem Alltag. Diese Grundlagen sollten Ihnen helfen in Diskussionen zu bestehen.

Das Ausrechnen und die Berechnung mathematischer Gleichungen können wir als Laien nicht leisten. Das überlassen wir gerne den Fachleuten. Es spielt in den Diskussionen auch nicht die tragende Rolle. Wichtig ist die Kenntnis der Wirkungen und Auswirkungen und nicht die gerechneten Größen in irgend einem Beispiel.

Nutzungshinweis:

Der Text darf unter Angabe der Quelle und der Namensnennung der Autoren frei verwendet werden.

Was ist Elektrosmog?

Das Wort Smog ist eine Zusammensetzung der beiden englischen Worte *smoke* = Rauch und *fog* = Nebel. Es steht für die gesundheitsbelastende Mischung aus Feinstaub und Giftgasen in der Atmosphäre über großen Industriestädten.

Das Wort **Elektro-Smog** bezeichnet die gewollte oder auch ungewollte Abstrahlung und Überlagerung von elektromagnetischen Feldern (EMF) die unsere Umwelt zunehmend anreichern.

Wer oder was erzeugt diese Felder?

Ein physikalisches Grundgesetz ist:

Jeder stromdurchflossene Leiter erzeugt ein elektrisches und ein magnetische Feld.

Dabei ist die Richtung des Stromflusses entscheidend. Wechselt die Fließrichtung des Stromes, so wechselt die Richtung des Feldes ebenso.

Welche Arten von Feldern gibt es?

Elektrische Felder

Ein elektrisches Feld entsteht zwischen Leitern unterschiedlicher elektrischer Ladung, also zwischen jedem spannungsführenden Leiter und dessen Bezugspotential.

Beispiel: Ein 230V-Kabel und der Erde.

Das elektrische Feld wird in seiner Richtung und Stärke mittels Feldlinien beschrieben. Deren Dichte ist ein Maß für die elektrische Feldstärke (E), welche die Einheit Volt/Meter (V/m) besitzt und in wachsendem Abstand vom Leiter in Richtung Bezugspotential abnimmt.

Beispiel:

Sie steigen bei besonderen Wetterlagen nach einer Autofahrt aus Ihrem Auto aus. Dabei tragen sie Schuhe mit Gummisohlen (el. Isolator). Beim Griff nach der Türe bekommen Sie einen elektrischen Schlag. Sie hören dabei ein Knistern. Sie und Ihr Auto hatten eine unterschiedliche elektrische Ladung, die sich über Ihre Hand mit einem "Minniblitze" und einem "Minnidonner" wieder ausglich.

Magnetfelder

Fließt in einem Leiter ein elektrischer Strom, so entsteht ein Magnetfeld.

Auch beim Magnetfeld ist die Feldliniendichte ein Maß für die Magnetfeldstärke (H), welche in Ampere/Meter (A/m) ausgedrückt wird und ebenso in wachsendem Abstand zum Leiter abnimmt. Meist wird jedoch statt der Magnetfeldstärke die Flussdichte (B) angegeben,

welche noch die Durchlässigkeit (Permeabilität) des umgebenden Materials mit berücksichtigt und in der Einheit Tesla (T) dargestellt wird.

Eine technische Anwendung wäre beispielsweise ein Elektromagnet in einem Türöffner oder in einer Türglocke. Sie drücken auf den Knopf, ein Strom fließt durch den Elektromagneten und zieht den Riegel zurück oder bewegt den Hammer auf die Türglocke.

Wechselfelder

Wenn diese Felder zeitlich unveränderlich sind, spricht man von statischen Feldern, andernfalls von Wechselfeldern. Die Feldstärken dieser Wechselfelder haben keinen konstanten Wert mehr, sondern ändern sich im Rhythmus der sie verursachenden Spannungen und Ströme. Die Änderungen lassen sich als regelmäßige oder auch unregelmäßige Wellen darstellen.

Daher wurde für sie eine weitere Kenngröße eingeführt, die Frequenz. Das ist die Anzahl ihrer Schwingungen pro Sekunde. Diese wird in der Einheit Hertz (Hz, Schwingungen pro Sekunde) angegeben.

So wechselt beispielsweise eine Stromleitung mit 50 Hz die Stromflussrichtung 50 mal in der Sekunde und entsprechend dazu kehrt sich das umgebende Feld um.

Ein weiteres Beispiel wäre ein Lautsprecher.

Durch die Wicklungen des Elektromagneten - das Kernstück eines Lautsprechers - fließt der Strom im Rhythmus von Sprache oder Musik. Im selben Rhythmus wird die Membran des Lautsprechers durch einen Elektromagneten hin und her bewegt. Die Bewegung der Membran - sie können die Bewegung auch mit der Hand fühlen - produziert Schallwellen in der Luft. Sie hören Sprache, Geräusche oder Musik.

Elektromagnetische Felder

Die Anzahl der Schwingungen - die Frequenz also - ist physikalisch entscheidend. Können bei Wechselfeldern mit einer niedrigen Frequenz die magnetischen und elektrischen Felder noch getrennt dargestellt werden, so ändert sich das mit zunehmender Frequenz. Bei Frequenzen über 20 - 30 Kiloherz (1 KHz = 1000 Schwingungen/Sekunde) bedingen sich elektrische und magnetische Felder gegenseitig und werden zusammen als elektromagnetisches Feld (EMF) bezeichnet.

EMF-Quellen oder "Was strahlt denn da so alles?"

Elektrische, magnetische oder elektromagnetische Felder werden durch elektrisch betriebene Geräte aller Art verursacht:

- Abstrahlung elektrotechnischer oder elektronischer Anlagen (strombetriebene Geräte und Maschinen)
- Starkstromanlagen und Hochspannungsleitungen
- Funkwellensender wie z.B.: Radio, TV, Sprechfunk
- Kommunikations-Sender, wie z.B.: Mobiltelefone, Mobilfunk-Basistationen, WLAN, Bluetooth und DECT-Telefone
- Radaranlagen
- Mikrowellenherde erzeugen in ihrem Garraum elektromagnetische Felder
- Induktionskochfelder erzeugen Magnetfelder

Elektromagnetische Felder sind nicht mehr an einen Leiter gebunden, sondern können sich von diesem ablösen (z. B. bei Antennen) und sich als elektromagnetische Wellen frei im Raum ausbreiten.

Diese sich frei fortpflanzenden elektromagnetischen Wellen transportieren Energie durch den Raum und wenn man das will auch Informationen.

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit hängt von den dielektrischen und magnetischen Eigenschaften des Mediums ab und ist im Vakuum am höchsten. Dort breiten sich diese Wellen mit der Lichtgeschwindigkeit von etwa 300.000 km/s aus.

Auf der freien Wellenausbreitung beruht die gesamte Technik der Funkkommunikation.

Elektromagnetische Wellen

Transversalwellen, Longitudinalwellen und ihre Eigenschaften

Wenn wir die Eigenschaften von elektromagnetischen Wellen etwas genauer kennen lernen wollen, so betrachten wir am besten zunächst einmal die Eigenschaften von mechanischen Wellen. Deren Eigenschaften sind auf weite Strecken mit denen der EMW identisch, jedoch lassen sich die Begriffe wesentlich anschaulicher erklären.

Mechanische Wellen können nur in Feststoffen, Flüssigkeiten und Gasen erzeugt werden. Sie benötigen also ein Medium zur Ausbreitung. Die speziellen Eigenschaften des Mediums bestimmen die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wellen

Betrachten wir mechanische Wellen, so können wir zwei Wellentypen unterscheiden:

Die Querwellen oder Transversalwellen und die Stoßwellen oder Longitudinalwellen.

Beide Wellenformen kennen Sie aus Alltagsbeobachtungen.

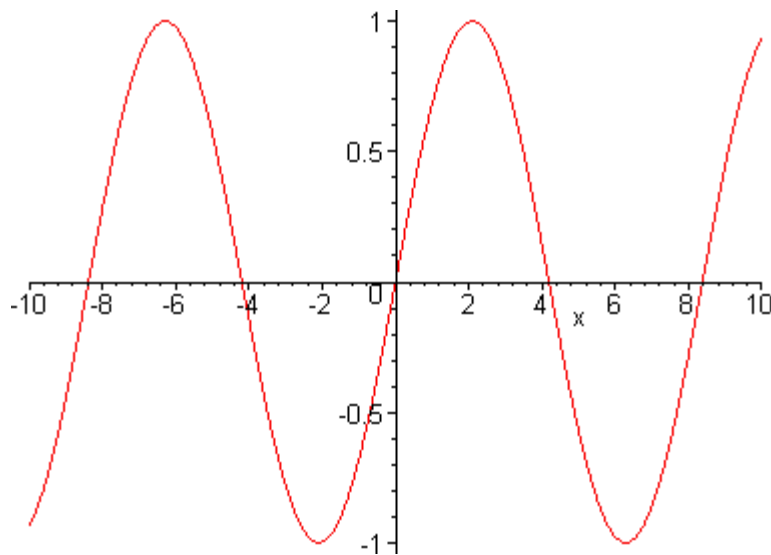
Die Querwellen oder Transversalwellen

Querwellen schwingen quer zur Fortbewegungsrichtung.

Beispiel:

Spannen Sie eine Wäscheleine, so dass diese etwas durchhängt.. Danach bewegen Sie die Leine seitlich hin und her oder klopfen darauf. Dabei erregen Sie eine Wellenbewegung - eine Schwingung - welche sich in der Wäscheleine längs fortbewegt und vom anderen Ende wieder zurück läuft. Wenn Sie die Schwingung regelmäßig erregen können, dann erzeugen Sie eine hübsch anzusehende SINUS-Welle in der Leine.

Die Schwingung der Welle wird dabei quer = transversal zur Fortbewegungsrichtung erzeugt. Der Fachmann nennt diese Wellenform Transversalwellen.



Sinusschwingung: Y-Achse = Amplitude, X-Achse = Zeit

Ausbreitungsrichtung = entlang der X-Achse

Modulation

Oben wurde gesagt, dass alle Wellen Energie tragen und - falls gewollt - auch Information.

Die mechanische Energie einer mechanischen Wasserwelle spüren Sie zweifelsfrei beim Bad im Meer. Die Energie einer Erdbebenwelle ist ebenso sinnfällig.

Die Energie einer elektromagnetischen Welle spüren Sie als angenehme Wärme von Wärmestrahlung der Sonne oder eines Lagerfeuers auf der Haut, spätestens jedoch als heftigen Sonnenbrand durch UV-Licht (Auch eine elektromagnetische Wellenform. Doch dazu später).

Um eine Welle mit Informationen zu befrachten braucht es die sogenannte Modulation.

Modulation bezeichnet die Art und Weise, wie Wellen geformt werden.

Formen oder modulieren können wir Wellen, indem wir entweder

- die Wellenhöhe ändern Wellenhöhe = Amplitude - Amplitudenmodulation
- die Frequenz und damit die Wellenlänge = Frequenzmodulation
- die Dauer von Wellenfolgen

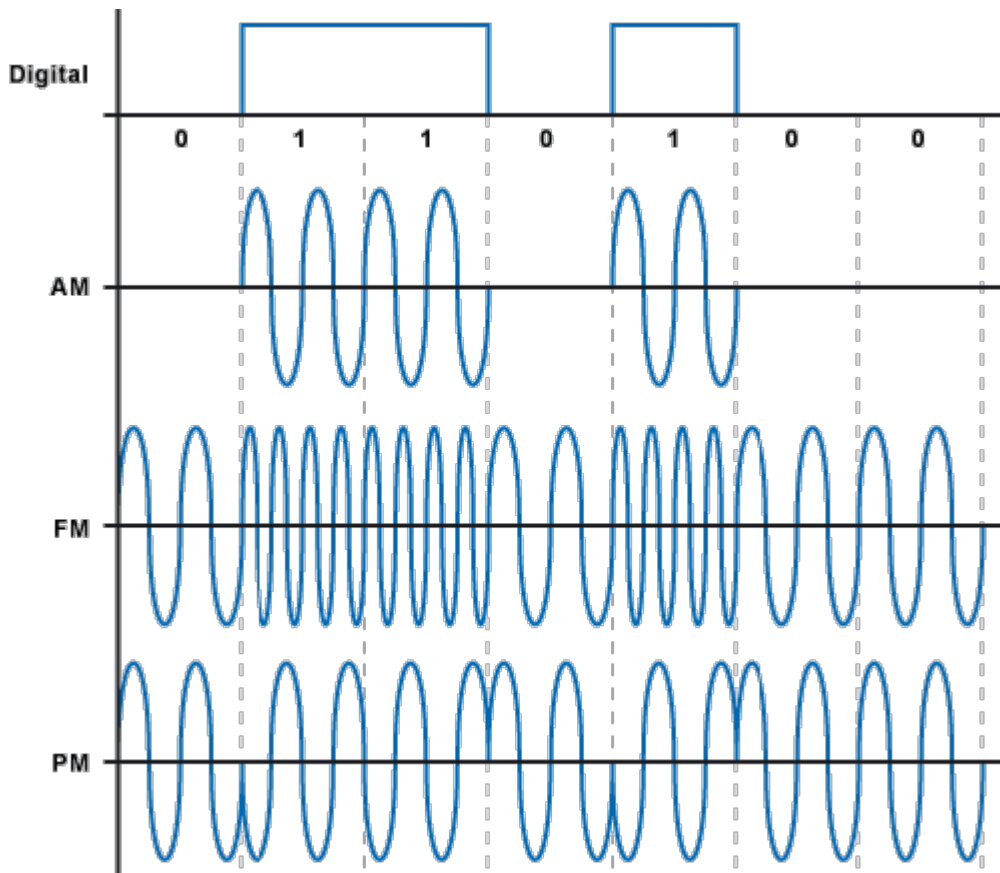
ändern oder alle Modulationsarten kombinieren.

Damit lässt sich schon eine Fülle von Informationen übertragen. Eine der simpelsten Möglichkeiten ist wohl der binäre Morsecode. Der braucht nur zwei Zeichen: ein kurzes Signal und ein langes Signal. Das kennen Sie sicher: *** - - - *** oder auch 000 111 000 = SOS, das Notrufzeichen.

Technisch ist das eine Abfolge von kurzen und langen Wellenfolgen. Das können sie pfeifen, schreien, mit Licht oder auch als Folge von elektromagnetischen Radio-Wellen über große Strecken senden.

Hier die beiden Signale Lang und Kurz in den verschiedenen Modulationsarten dargestellt.

Die Signaldauer lesen Sie auf der waagerechten Achse (x-Achse)



AM - Die Amplitudenmodulation lässt sich bei Schallwellen am besten als Folge von Lautstärkeänderungen begreifen. Der Musiker nennt das dann Tremolo. Bei Licht sehen wir das als Helligkeitsunterschiede.

FM - Die Frequenzänderung ist bei Schallwellen nichts anderes als die Tonhöhenänderung. Kommt diese Tonhöhenänderung regelmäßig, so spricht der Musiker von Vibrato. Bei Licht erkennen Sie das am Farbwechsel.

Wenn wir sprechen, so modulieren wir mit unseren Sprechorganen die erzeugten Schallwellen sowohl in der Frequenz (Tonhöhe) als auch in der Lautstärke. Die einzelnen Worte und Sätze werden mit Pausen gegliedert. Wir verwenden also alle oben genannten Modulationsarten. Sehr ausgeprägt und gehörfällig modulieren wir beim Singen. (ebenso beim Musizieren mit Instrumenten)

Mit den entsprechenden technischen Sendegeräten können wir die Elektromagnetischen Wellen sowohl in der Frequenz, als auch in der Amplitude modulieren und mit geeigneten Empfangsgeräten das aufmodulierte Signal - die Information - demodulieren und decodieren.

Als Beispiel die Sendebereiche der Rundfunksender. Die können sie auf jedem besseren Radio ablesen:

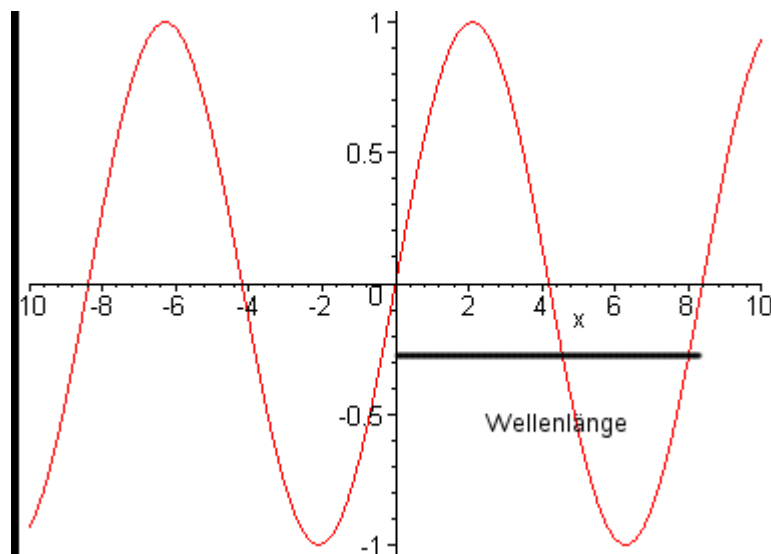
Bereich AM = Amplituden Moduliertes Radiosignal (Langwelle, Mittelwelle, Kurzwelle)

Bereich FM = Frequenz Moduliertes Radiosignal (UKW - Ultra Kurz Welle)

Nun möchte ich noch eine weiteren wichtige Messgröße einführen, die sich an Querwellen gut erkennen lässt.

Die Wellenlänge

Jede Welle hat eine gewisse Länge. Die Länge einer Welle wird vom Anfang eines Wellenberges bis zum Ende des folgenden Wellentales in Meter gemessen und mit dem griechischen Buchstaben Lambda λ benannt. Es ist der Abstand vom ersten 0-Durchgang bis zum übernächsten 0-Durchgang der Welle durch die X-Achse (in der Grafik etwa 8,8 Längeneinheiten)



Frequenz, Zeit und Wellenlänge stehen in unmittelbarem Verhältnis zueinander.

Hier die Formel: Ausbreitungsgeschwindigkeit c = Wellenlänge λ · Frequenz f

$$c = \lambda \cdot f$$

$$c = \lambda \cdot f$$

Maßeinheitengleichung zu oben stehender Formel:

$$[c] = \lambda \cdot [f]$$

$$\text{m/s} = \text{m} \cdot 1/\text{s}$$

Durch Umformen der Gleichung lässt sich jeweils eine fehlende Größe berechnen.

Beispiel: Wie lange ist die Wellenlänge des Kammertones a?

Der Kammerton a schwingt mit 440 Hz. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Schall ist ca. 330 m/s. Ich teile 330 m/s durch 440 Hz und erhalte 0,75 m. Die Wellenlänge des Kammertones a ist 75 cm.

Bei Verdoppelung der Frequenz wird sofort ersichtlich:

Je höher die Frequenz, desto kürzer müssen die Wellenlängen sein und umgekehrt.

Die Stoßwellen oder Longitudinalwellen

Stoßwellen oder Longitudinalwellen schwingen längs zur Fortbewegungsrichtung.

In Gasen und Flüssigkeiten können nur Longitudinalwellen entstehen, keine Transversalwellen.

Auch diese Wellenform kennen Sie aus dem Alltag. Am sinnfälligsten sind die Phänomene der Schallwellen. Schallwellen sind Longitudinalwellen. Die Welle pflanzt sich als Folge von Luftverdichtungen und Entspannungen - als Folge von Druckwellen - in Ausbreitungsrichtung fort.

Wenn Sie ein Blech-Blasmusikinstrument spielen begreifen sie das sofort: Die flatternden Lippen und die ausgesblasene Luft erzeugen periodische Luft-Druckwellen im Rohr des Instrumentes. Die Wellen pflanzen sich im Medium Luft mit etwa 330 m/s fort. Im Wasser ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit wesentlich schneller. Stellen Sie sich in der Disko vor eine voll aufgedrehte Bassbox, da müssen Sie nicht einmal mehr hören, denn sie spüren die Schall-Druckwellen mit dem ganzen Körper.

Hier noch Beispiele mit Feststoffen:

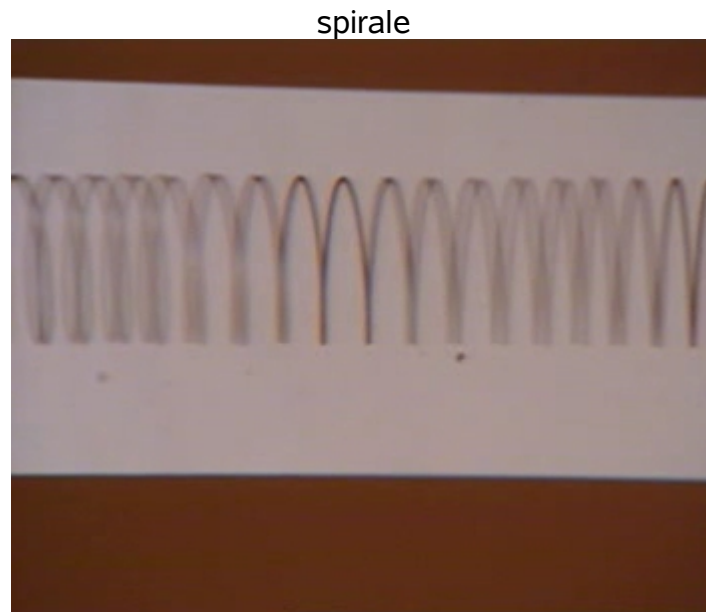
Klopfen sie mit einem Hammer auf das Ende einer Metallstange, so wie mie man auf einen Nagel schlägt. Auch Feststoffe sind elastisch. Der Hammeraufschlag verdichtet das Metall kurzfristig, die Verdichtungswelle läuft mit rasender Geschwindigkeit durch das elastische Metall. Sie kennen sicher das Bild vom Eisenbahnräuber im Western, der sein Ohr auf die Schiene hält um zu hören, ob das Eisenross nicht bald kommt.



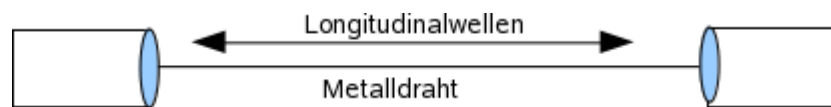
Longitudinalwellen in einer Eisenstange.

Die unterschiedlich dichte Schraffur symbolisiert die Verdichtungs- und Streckungszonen.

Ein weiteres sinnfälliges Beispiel sind Longitudinalwellen in gespannte Spiralfedern.



Vielleicht hat der eine oder andere von Ihnen schon mal ein Schnurtelefon aus 2 Konservendosen und einer Schnur gebaut und ausprobiert? Hier noch ein Tipp: Schnur ist zu elastisch und dämpft die Schwingungen zu stark. Ein Draht leitet die Längswellen wesentlich besser (und schneller).



Der Metalldraht wird durch Löcher im Dosenboden geführt und mit einer aufgebogenen Öse gesichert. Danach muss der Draht mit den Dosen auf Spannung gehalten werden.

Funktion:

Der rechte Partner spricht in die offene Dose. Die Schallwellen werden vom Dosenboden aufgenommen (Resonanz), in Querwellen umgewandelt und in Form von Längswellen an den Draht weitergegeben. Im Draht laufen die Longitudinalwellen zum gegenüberliegenden Dosenboden. Der Empfänger-Dosenboden wird wiederum quer ausgelenkt und produziert auf der Innenseite Schallwellen, wie das Fell einer angeschlagenen Trommel. Der Partner kann die Nachricht hören. Sowohl die mechanische Energie, als auch die aufmodulierte Information wurde mechanisch übertragen.

Dies funktioniert wegen eines wichtigen physikalischen Phänomens - der Resonanz.

Die Resonanz

Resonanz bezeichnet die Fähigkeit von Wellen in Feststoffen, Flüssigkeiten und Gasen wiederum Wellen zu erregen. Dabei können sie von einem Medium ins andere übertreten.

In anderen Worten:

Wellen - auch elektromagnetische Wellen - regen zu neuen Wellen an.

Ohne diese Fähigkeit könnten wir nicht hören, denn die longitudinalen Schallwellen erregen das Trommelfell in unserem Ohr zu Transversalwellen mit der gleichen Frequenz.

Halten Sie einen aufgeblasenen Luftballon etwa 30 cm vor Ihren Mund und singen sie einen Ton. Sie spüren mit den Fingern die Resonanz im Luftballon. Ein leerer Joghurtbecher tut es auch.

Die Transversalwellen einer angeschlagene Gitarrensaite pflanzen sich über den Steg und den Hals auf die Gitarrendecke fort und werden dadurch sogar noch verstärkt.

Stimmt man eine zweite Saite auf den gleichen Ton der ersten Saite - auf deren Eigenfrequenz - und zupft danach die erste Saite, so wird zweite Saite ebenfalls zum Schwingen angeregt. Der gehörte Ton wird lauter.

Das funktioniert optimal, wenn man zwei gleichartig Saiten, mit der gleichen Stärke und Länge aufeinander abstimmt.

Und nicht nur das, sondern es werden zusätzlich auch noch eine ganze Reihe von harmonischen Obertönen angeregt. Das sind Schwingungen mit höherer Frequenz, deren Wellenlängen in ganzzahligen Bruchverhältnissen zur Erregerschwingung stehen. Die Summe der Obertöne hören wir als "Klangfarbe" eines gespielten Tones. Ohne dieses Resonanzverhalten von Wellen könnten wir keine Informationen mittels elektromagnetischer Wellen versenden oder empfangen. Anstatt Saiten werden dafür Antennen benutzt.

Die Übertragung funktioniert optimal, wenn man zwei gleichartig elektrisch leitfähige Antennen, mit der gleichen Stärke, gleichen Materialen und gleicher Länge aufeinander abstimmt.

Das Resonanzverhalten elektrisch leitfähiger Materialien spielt also eine wichtige Rolle.

Die Resonanz wird bei der Diskussion über Gesundheitsrisiken von Elektromagnetischen Wellen zu einem gewichtigen Argument werden. denn unsere Körper sind - wie jeder weiß - elektrisch leitfähig. Außerdem laufen die Steuer-Impulse in unseren Nervenbahnen bioelektrisch mit sehr schwachen Strömen und elektrischen Spannungen ab.

Die Interferenz und Resonanzkatastrophe

Sie kennen vielleicht die Geschichten von Sängern oder Sängerinnen, die ein Weinglas mit einem gesungenen Ton zerspringen lassen können. Vielleicht haben sie schon mal selbst ein Weinglas zum Klingen (Schwingen) gebracht, indem sie mit der angefeuchteten Fingerspitze über den Rand streichen. Vorsicht, dabei kann es zerspringen! Falls Sie das schon fertiggebracht haben, stellt sich jetzt die Frage: Wie konnte denn das geschehen?

Hier die Erklärung:

- Bestimmt durch die Länge (= Wellenlänge oder einem ganzzahligen Bruchteil davon),
- die materialtypische Elastizität und Wellenleitfähigkeit
- gedämpft durch die Massenträgheit oder auch innere Widerstände des Mediums

besitzt jeder Gegenstand eine ihm eigene, optimale Resonanzfähigkeit gegenüber einer Erregerwelle. Diese bestimmte Frequenz nennt der Physiker die Eigenfrequenz.

Destruktive Interferenz

Kehren wir wieder zu den Querwellen in einem gespannten Wäscheseil oder einem gespannten Draht zurück. Die erregten Wellen laufen im Draht hin und her. Dabei überlagern sie sich. Diese Überlagerung nennt der Physiker Interferenz. Trifft ein Wellenberg auf ein Wellental gleicher Tiefe so addiert sich die Höhe zu 0.

Konstruktive Interferenz

Wenn jedoch Wellenberge aufeinandertreffen, so addieren sich die Einzelhöhen zu einem doppelt hohen Wellenberg. Schön kann man das auch an sich überlagernden Wasserwellen in einer Schüssel sehen. Im Ozean können durch Überlagerung sogenannte "Monsterwellen" entstehen.

Außerdem erkennen wir noch etwas an den hin und her laufenden Wellen im Draht:

Das Echo einer Welle.

Sowohl Longitudinal- als auch Transversalwellen Wellen können an Flächen reflektiert werden. Das gilt für EM-Wellen ebenfalls.

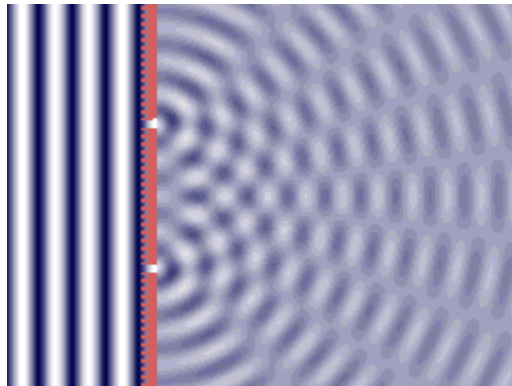
Da sieht man gleich auch noch ein zweites Phänomen: Die "Stehende Welle".

Gerade deshalb, weil die Wellen gleicher Frequenz gegenläufig sind entstehen die Superwellenberge immer an der gleichen Stelle. Die Wellen scheinen zu stehen. Das funktioniert nur bei gleichen Frequenzen.

Im angesungenen Weinglas wurden Interferenzen mit Superwellenbergen erzeugt, deren Amplitude (die Höhe) das Material überbeanspruchten und zerspringen ließen.

Interferenz und Beugung am Doppelspalt:

Von links läuft eine ebene Welle auf eine absorbierende Blende mit zwei kleinen Öffnungen (Spalten) zu. Man sieht, wie sich in den rechts auslaufenden Wellen konstruktive und destruktive Interferenz abwechseln.



Transversalwellen erzeugen Longitudinalwellen

Transversal- und Longitudinalwellen erzeugen sich in Feststoffen gegenseitig.

Betrachten wir wieder die Schwingungen einer Saite oder eines gespannten Drahtes. Schwingt sich die elastische Saite zu einer Querwelle auf, sobald man sie anschlägt oder zupft, so entsteht immer auch eine Longitudinalwelle im Inneren der Saite.

Die Saite bekommt seitlich schwingende Wellenberge. Das aber wiederum verlangt, dass sie sich ausdehnen muss, denn die Sinus-Form ist ja durch die Kurven eindeutig länger als eine Gerade. Daraus gefolgert: Im Innern entstehen Zonen von Material-Streckungen und Verdichtungen. Und das wiederum sind ja nichts anderes als Longitudinalwellen.

Die Darstellung und Messung von Longitudinalwellen.

In der Mechanik können wir uns das Vorhandensein von Longitudinalwellen gut vorstellen und auch logisch erklären. Wenn wir sie aber nachweisen, darstellen oder auch messen wollen, so können wir das mechanisch nur indirekt mit Querwellen tun.

Nehmen wir wieder die Metallstange als Beispiel. Wo und wie kann ich mechanisch ablesen oder darstellen, dass sich darin Längswellen bewegen? Das kann ich nur tun, indem ich vielleicht das Ende oder auch die Oberfläche mit einem Zeigergerät abtaste und über ein Getriebe die Zeigerbewegung vergrößere. Als offensichtliches Resultat erhalte ich eine seitliche Bewegung des Zeigers, und das ist halt in Gottes Namen eine Querwelle. Seismometer schreiben mit solchen Zeigern auf Papierrollen.

- Beim Schnurtelefon bewegt sich die Membran (der Dosenboden) ebenfalls in Querwellen.
- Schallwellen werden mit Resonanzen von Flächen dargestellt, ebenfalls Querwellen.
- Wasserwellen bewegen einen Schwimmzeiger oder ein Schiff auf und ab, also auch quer.

Das einzige was mir sonst noch einfällt: Man verbinde einen elektrischen Dehnungsmessstreifen mit der Stange oder baue ein Piezokristall in die Stange ein und messe die wechselnden elektrischen Widerstände oder Spannungen, die durch Verdichtung oder Dehnung entstehen. Aber das wäre eben nicht ganz mechanisch.

Wie wir später bei den EM-Wellen sehen werden gibt es noch kein Messgerät, mit dem man eventuell vorhandene Longitudinalwellen direkt nachweisen kann.

Induktion und Abschirmung

In allen Diskussionen um den Elektrosmog kommt man früher oder später auf das Thema **Abschirmung**. In der Technik spielt diese Thema ebenfalls eine große Rolle. Wegen der Resonanz und der Fähigkeit der EM-Wellen **in leitfähigen Materialien elektrische Ströme zu induzieren**, müssen die elektrischen Geräte abgeschirmt sein, damit diese sich nicht gegenseitig stören. Alle elektrischen Geräte müssen funk-entstört sein.

Vielleicht kennen sie das auch noch. Wir hatten früher ein altes Röhren-Radio. Jedesmal wenn sich mein Vater elektrisch rasierte konnte man das Brummen im Radio hören. Diese alten Geräte waren nicht richtig abgeschirmt oder nicht funk-entstört.

Ein ähnliches Problem habe ich heutzutage, wenn ich mit meiner elektrischen Gitarre auf einer Bühne stehe. Oft genug sind irgendwelche Dimmer für Scheinwerfer oder Trafos für Halogenlampen im Raum nicht richtig abgeschirmt. Oder an den Schleifern im Elektromotor eines Kühlschranks-Kompressors entstehen Abriss-Funken. Die von diesen Geräten ausgehenden EM-Wellen werden vom Tonabnehmer meiner Gitarre aufgenommen und im Verstärker als unangenehm lauter Brummtönen hörbar gemacht. Die EM-Wellen induzieren in der Drahtwicklung des Tonabnehmers meiner Gitarre ein unerwünschtes Stromsignal.

Im übrigen kann ich auf diese Weise mit meiner E-Gitarre feststellen, ob mein Fernsehgerät in Betrieb ist oder nicht.

Unter elektromagnetischer Induktion (kurz: Induktion) versteht man das Entstehen einer elektrischen Spannung entlang einer Leiterschleife durch die Änderung des magnetischen Flusses. Die elektromagnetische Induktion wurde 1831 von Michael Faraday entdeckt bei dem Bemühen, die Funktionsweise eines Elektromagneten („Strom erzeugt Magnetfeld“) umzukehren („Magnetfeld erzeugt Strom“). Die Induktionswirkung wird technisch vor allem bei elektrischen Maschinen wie Generatoren (Dynamo), Elektromotoren und Transformatoren genutzt.

Der Faradaysche Käfig

Die unerwünschten transversalen EM-Wellen können beispielsweise durch dichte Eisenblechgehäuse an der Ausbreitung gehindert werden. Eisen deshalb, weil es magnetisierbar und elektrisch leitfähig ist. Mit Kunststoff funktioniert das deshalb nicht.

Solch ein abschirmendes Eisen- oder Stahlgehäuse - es kann auch ein Käfig aus Maschendraht sein - nennt man nach dem englischen Physiker Michael Faraday - einen **Faradayschen Käfig**.

Jedes Auto hat die Eigenschaften eines solchen Käfigs. Deshalb ist man in einem Auto vor Blitzschlag geschützt. Aber wenn solch ein Käfig auf isolierten Beinen steht, dann kann er an der Außenseite elektrischen Ladung aufnehmen. (wie oben beschrieben erhalten Sie dann bei Berührung einen elektrischen Schlag)

Und natürlich lassen sich durch einen Faradayschen Käfig die unerwünschten transversalen EM-Wellen "einsperren". (Bedenken Sie die Handytelefonie **im** Auto !!!)

Die Funktion des Käfigs lässt sich mit mechanischen Wellen recht gut verdeutlichen.

Stellen sie sich vor, Sie spannen ihre Wäscheleine durch einen Zaun mit senkrechten Stäben und erzeugen durch Schwingen waagerechte Querwellen. Sobald die Querwellen den Zaun erreichen werden sie an Fortbewegung gehindert.

Wenn sie jedoch die Querwellen in der gleichen Richtung wie die Gitterstäbe erzeugen, dann "schlüpfen" diese durch den "Spalt" und laufen in der Leine weiter.

Praktisch haben wir damit eine Möglichkeit gefunden die Schwingungen von Transversalwellen in nur einer Schwingungsebene zu erlauben. Wir können sie also in senkrechte und waagerechte Wellen sortieren. Das klappt auch mit den EM-Transversalwellen. Jeder Fotograf kennt sogenannte Polfilter. Diese lassen die transversalen Lichtwellen nur einer Schwingungsebene durch. Damit kann man beim Fotografieren störende Reflektionen ausfiltern. Sonnenbrillen mit solch einem Glas werden beim Optiker angeboten. Damit können Sie beispielsweise im Gegenlicht durch die Wasseroberfläche eines Gewässers schauen.

Die Honigbienen und auch einige andere Insekten haben in ihren Augen einen Polfilter eingebaut. So könne sie bei trübem Wetter anhand des polarisierten Lichtes den Sonnenstand und die Himmelsrichtung feststellen.

Der Physiker nennt das die POLARISATION von Wellen

Im zweiten Versuch spannen Sie ihre Wäscheleine durch einen Maschendraht und versuchen Wellen zu erzeugen. Sie werden sehen, dass die Wellen am Zaun aufgehalten werden, egal in welcher Richtung Sie die Leine quer schwingen.

Wenn man nun einen Zaun mit sehr großer Maschenweite verwendet, so laufen Wellen mit höherer Frequenz - und kleinerer Wellenlängen - durch. Niederfrequente Wellen werden gestoppt.

Je kleiner die Maschenweite, desto höher muss die Frequenz sein, damit die Wellen durchschlagen.

Tatsächlich gilt:

Eine EM-Welle wird aus dem Faradayschen Käfig ausgesperrt, wenn die Maschenweite kleiner als deren Wellenlänge ist.

Wenn sie also für die Abschirmung vor transversalen EM-Wellen ein Maschendraht verwenden wollen, so muss die Maschenweite kleiner sein als die Wellenlänge.

Gilt das nun auch für Longitudinalwellen?

Wie man sofort erkennen kann, gilt das für mechanische Längswellen nicht. Sie "schlüpfen" durch, selbst wenn die Masche dicht um die Leine (eine gespannte Saite, eine Metallstange) läge.

Zusammenfassung der Wellen-Eigenschaften

- In Flüssigkeiten und Gasen können sich nur Longitudinalwellen (mechanische Längswellen) ausbreiten.
- Nur in Festkörpern können beide Wellentypen laufen.
- Transversalwellen schwingen quer zur Ausbreitungsrichtung.
- Longitudinalwellen schwingen parallel zur Ausbreitungsrichtung.
- In Feststoffen entstehen mechanische Longitudinal- und Transversalwellen gleichzeitig.
- Mechanische Longitudinalwellen laufen im selben Medium schneller als Transversalwellen.
- Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist abhängig vom Wellentyp und den Eigenschaften des Mediums.
- Wellen können das Medium wechseln.
- EM Wellen pflanzen sich auch im Vakuum fort, und zwar mit Lichtgeschwindigkeit.
- Alle Wellen transportieren Energie.
- Wellen können per Modulation Informationen transportieren.
- Alle Wellen haben eine messbare oder erchenbare Wellenlänge.
- Wellenlänge und Frequenz bedingen sich gegenseitig.
- Wellen regen zu Resonanzen an.
- Wellen können sich überlagern (interferieren), sich dabei gegenseitig aufheben oder summieren.
- Transversalwellen lassen sich polarisieren und blockieren (abschirmen, dämmen)
- Wellen können reflektiert (Echo), gebrochen, gebremst und gebeugt werden.

Was sind Mikrowellen?

Mikrowellen sind elektromagnetische Hochfrequenz-Wellen, deren Wellenlänge zwischen 1 m und 1 mm liegt. Das entspricht einem Frequenzbereich von etwa 300 Megahertz bis etwa 300 Gigahertz.

Von Hochfrequenz spricht man im Frequenzbereich zwischen ca. 100 Kilohertz (100.000 Hertz) und 300 Gigahertz (300 Milliarden Hertz). Je höher die Frequenz der HF-Felder ist, desto höher ist auch ihre Energie, und desto kürzer ist ihre Wellenlänge.

Was sind gepulste Mikrowellen?

Werden die HF-Felder nicht als gleichbleibendes Signal ausgesendet, sondern als rasche Folge von Signalen, so spricht man von gepulsten Mikrowellen. Das HF-Feld wird mehrere hundert male in der Sekunde unterbrochen und wieder eingeschaltet. Man kann sich das vorstellen, wie das Flackern eines Stroboskop-Lichtes.

Die gepulsten Mikrowellen sind energiereicher, sie dringen tiefer in die Stoffe ein, sind aufwändig abzuschirmen, durchdringen Hauswände und man kann wesentlich mehr Informationen auf diese Wellenform aufmodulieren.

Wie wirken HF-Felder auf den Menschen und andere Lebewesen?

Die Wärmewirkung

(Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz)

Die Energieaufnahme ist Grundlage für biologische Wirkungen.

Als Haupteffekt beim Auftreffen und Eindringen auf organische Körper entsteht dabei zunächst einmal Wärme.

Im menschlichen Körper treten elektrische Ladungen auf. Besonders in Wassermolekülen und anderen polaren Molekülen an den Zellwänden und auch als Ionen. (Ionen sind geladene Atome oder Moleküle.) Ladungen verschieben sich unter dem Einfluss elektromagnetischer Felder. Polare Moleküle (chemische Bausteine) richten sich im ständig wechselnden Feld stets neu aus. Sie schwingen im Takt der angelegten Frequenz. Ionen werden hin und her bewegt. Die Energie dieser HF-Felder wird Körper komplett aufgenommen = absorbiert. Die umgesetzten Energiebeträge sind von der Frequenz abhängig.

Im Tierexperiment wurden z.B. gesundheitliche Wirkungen nachgewiesen, wenn sich die Körpertemperatur über einen längeren Zeitraum um deutlich mehr als 1 °C erhöht hatte:

Stoffwechselforgänge wurden gestört, es traten spezielle Verhaltensänderungen ein und Störungen der Embryonalentwicklung wurden beobachtet. Derzeitige Messgröße für die vom Körper aufgenommene - "absorbierte" - Strahlungsleistung ist die Spezifische Absorptions Rate = SAR.

HF-Felder, die zu mittleren SAR-Werten von 4 W/kg (Watt pro Kg) führen, bewirken beim Menschen im Allgemeinen Temperaturerhöhungen von weniger als 1 °C.

Das ist vernachlässigbar gering und spielt wahrscheinlich keine tragende Rolle.

Von der Erwärmung durch HF-Felder geht wahrscheinlich keine entscheidende Gesundheitsgefahr aus, denn dafür reichen die Energiebeträge beim nötigen Abstand zum Sender und bei den derzeitigen Grenzwerten nicht aus.

Jedoch wird die eindringende Energie nicht zu 100%, nicht vollständig in Wärme umgesetzt.

Was also bewirkt die Restenergie?

Sie muss etwas bewirken, denn Energie verschwindet nicht einfach. Das widerspricht dem Energieerhaltungssatz.

Wenn sie aber nicht in Wärme umgewandelt wird - **in was dann?**

Man muss nun wahrlich kein Wissenschaftler sein, um auf sehr beunruhigende Ideen zu kommen.

Unser Körper wird unter anderem von Nervenzellen und Nervenbahnen mit sehr kleinen bioelektrischen Strömen und Spannungen gesteuert. Die Abläufe sind hochkomplex und extrem stör anfällig. Dafür reichen schon sehr geringe Ströme und Spannungen. Vor allem dann, wenn diese über längere Zeit andauern. Wir sprechen hier nicht über wenige Stunden oder Tage sondern über **Monate und Jahre**.

Leider verfügt unser Körper nicht über eine wirksame Abschirmung, keine wirksame Funk-Entstörung. Das CE-Zeichen bekämen wir für unsere Körper nicht.

Nun erinnern wir uns an die **Resonanz, die Induktion und die Interferenz** von EM-Wellen aus den vorherigen Kapiteln.

Alle leitfähigen Materialien - und dazu gehört auch der menschliche Körper - resonieren bei der richtigen Wellenlänge und Frequenz der Erregerwelle. Wir sind natürliche Resonatoren. Hochfrequenz hat eine Wellenlänge im Mikrometerbereich.

Beachtet man nun die Größe und die Länge von Nervenbahnen und Nervenzellen, die ebenfalls in diesen Längenbereichen liegen, so scheint es absolut nicht abwegig zu sein, eine Wirkung der Mikrowellen in unserem Körper und in den Körpern anderer Lebewesen anzunehmen, auch bei "geringer" Leistung.

Viel hirnrissiger ist es doch anzunehmen, dass ausgerechnet der menschliche Körper den physikalischen Gesetzen widerspräche und keinerlei Reaktionen auf die vielfältigen HF-Dauereinstrahlungen zeigt.

Sind wir göttliche, unverletzliche Wesen, über jedes physikalische Gesetz erhaben?

Wieso sollten physikalische Gesetze, die für den Rest des Universums zutreffen für uns nicht gelten? Weil uns das die Mobilfunkbetreiber und die Politiker ständig versichern?

Mit Sicherheit nicht!

Es ist selbstverständlich davon auszugehen, dass gepulste HF-Felder störende, ungesunde, biologische Wirkungen in unseren elektrisch leitfähigen Körpern entfalten, ja geradezu entfalten müssen.

Es bleibt nur noch die Frage in welchen Größenordnungen und mit welchen gesundheitlichen Langzeitfolgen sich diese Wirkungen entfalten. Es braucht dazu sicherlich mehr als eine Legislaturperiode.

Solange dieses Argument nicht zweifelsfrei mit den richtigen Messgrößen und den richtigen Experimenten widerlegt wird, muss die Sorgfaltspflicht gelten, ist Vorsicht im Umgang mit dieser Technik geboten.

Es kann nun nicht die Aufgabe von uns Konsumenten sein, diese Wirkungen in den viel verlangten Wirkmodellen bis ins Genaueste zu beschreiben. Das ist die Aufgabe der Wissenschaft im Auftrag und zu Lasten der Geräte-Hersteller und der Regierung.

Es ist eh schon eine dreiste und unmoralische Perversion und eine beispiellose Verantwortungslosigkeit unserer gewählten "Firmenvertreter" in der Regierung, dass die Gerätehersteller **nie** in die sonst übliche **Beweispflicht zur gesundheitlichen Unbedenklichkeit ihrer Produkte genommen** wurden. Aber was will man auch schon von einer Regierung verlangen, die an diesem Geschäft nicht unerheblich beteiligt war und ist.

Welchen Mikrowellen und anderen E-Smog-Erzeugern sind wir permanent ausgesetzt?

im Haushalt, geschlossenen Räumen und in Wohnbereichen

- Handys
- DECT-Telefone
- W-LAN
- Bluetooth
- Access-Points
- elektronische Diebstahlsicherungen
- Energiesparlampen
- Leuchtstoffröhren
- Unterhaltungselektronik
- Mikrowellenherde

Im Freien

Alle Arten von Kommunikationssendern in der Nähe

- Radio-, Fernseh-, Sprechfunksender
- Mobilfunk-Basisstationen
- Radarstationen
-

In Zukunft werden noch mehr solche Anwendungen in unserer "schönen neuen bequemen Informations-Welt" bedenkenlos installiert werden, mit absehbaren Folgen für unser aller Gesundheit. Doch dann darf man sich nicht beklagen und sich damit entschuldigen, man habe ja nichts gewusst.