

# Mobilfunk : eine Gefahr?

Autor(en): **Bischoff, Nutal**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bündner Schulblatt = Bollettino scolastico grigione = Fegl  
scolastic grischun**

Band (Jahr): **61 (2001-2002)**

Heft 5: **Mobilfunk: eine Gefahr?**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-357440>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Mobilfunk: Eine Gefahr?

«Trotz Einhaltung der Emissions-Limiten wird Verlegung verlangt». So lautet der Titel eines Berichtes über eine Orientierungsversammlung zur Sendeanlage Ruschein in der Südostschweiz vom 2. März 2001. Darin wird ausgeführt: «Die Zweifel über die Erkenntnisse bezüglich des Elektroschmogs sind gross. Entsprechend zahlreich waren dann auch die Fragen und Feststellungen. So wollte man wissen, ob es noch vergleichbare Orte mit Ruschein gebe. Weshalb gibt es in der Nähe der Sendeanlage von Ruschein fünf Fälle der Parkinson'schen Krankheit? Weshalb ist im Quartier Crusch eine überdurchschnittliche Anzahl an Krankheitsfällen zu verzeichnen? Besteht ein Zusammenhang zwischen der Zunahme an Nattels und der Strahlungsintensität? Dies ist nur ein kleiner Strauss aus den zahlreichen, teilweise auch recht emotional vorgetragenen Interventionen.»

Um was geht es da? Einwohner von Ruschein, wo die Swisscom eine Antennenanlage betreibt, glauben, dass die von dieser Antenne ausgehende Strahlung ihre Gesundheit und ihr Wohlbefinden beeinträchtigt. Vertreter der Telecom und der Behörden beteuern, dass die gesetzlichen Grenzwerte eingehalten seien und dass keine Gefahr bestehe. – Nach diesem Muster verlaufen überall in der Schweiz und anderswo

Versammlungen über Mobilfunksendeanlagen. Es werden Beschwerden und Einsprachen gegen solche Bauten eingereicht und alle werden mit der Begründung abgewiesen, dass die gesetzlich festgelegten Grenzwerte eingehalten seien. Was stimmt jetzt, wer hat recht? Geht von der Mobilfunkstrahlung wirklich eine Gefahr für die Gesundheit aus? Reichen die gesetzlichen Grenzwerte, um uns vor einer allfälligen Gefahr zu schützen? Was ist der gegenwärtige Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse über diese Fragen?

## Wie funktioniert der Mobilfunk?

Die mobile Telekommunikation ist auf einem Netz von Zellen aufgebaut, die über das Land ausgebreitet sind. Zu jeder Zelle gehört eine sogenannte Basisstation, die mit Funk die Verbindung mit den Mobiltelefonen in ihrer Umgebung, der Zelle, herstellt. Die Basisstation besteht aus einem Antennenmast mit mehreren Sende- bzw. Empfangsantennen und einer Steuerungseinheit. Die Basisstationen sind mit Telefonleitungen oder Richtfunk mit der Zentrale

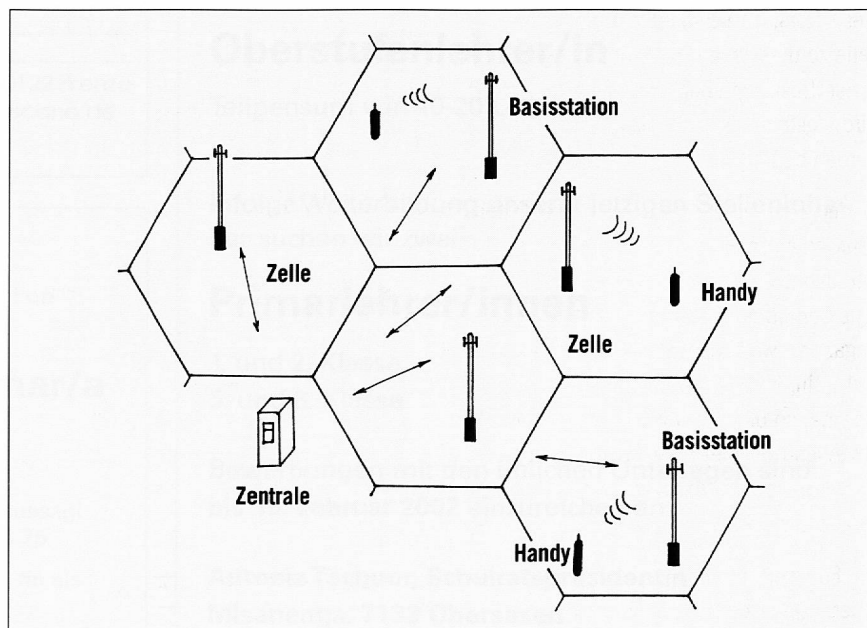
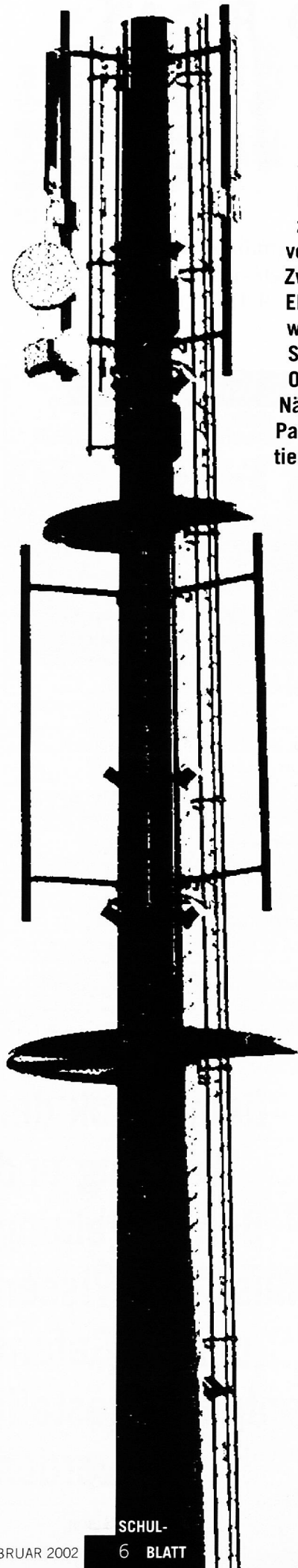


Abb. 1: Mobilfunknetz



le verbunden. Dorthin übermitteln sie die Gespräche, die von den Mobiltelefonen in ihrer Zelle geführt werden und von dort empfangen sie die Gespräche, die sie an die Mobiltelefone in ihrer Zelle weiterleiten müssen (Abb. 1). Wenn ein Mobiltelefon eine Zelle verlässt,

wird die Verbindung an die nächste Basisstation weitergeleitet.

Eine Basisstation kann maximal 64 Mobiltelefone gleichzeitig bedienen. Die erwartete Anzahl von Telefonbenutzern bestimmt damit die Grösse einer Zelle. Sie beträgt in schwach besiedelten Gebieten etwa ein bis vier km im Durchmesser und kann in Städten bis auf 300 bis 400 m

Durchmesser absinken. Das Funk-signal der Basisstation muss so stark sein, dass es alle Benutzer in der Zelle erreicht, aber es darf nicht so stark sein, dass es die Gespräche in anderen Zellen stört. Wird in einer Zelle soviel telefoniert, dass die Basisstation ausgelastet ist, so werden zusätzliche Anrufer abgewiesen. Geschieht dies öfters, so versucht der Betreiber, die Zelle zu unterteilen mit Einrichtung zusätzlicher Basisstationen. Je mehr telefoniert wird, desto mehr Zellen bzw. Basisstationen werden benötigt.

In der Zentrale befindet sich eine Datenbank aller Benutzer des betreffenden Mobilfunknetzes. Regelmässig erhält der zentrale Computer von allen Basisstationen die Angaben, welche Mobiltelefone sich zur Zeit in ihrer Zelle befinden und eingeschaltet sind, so dass ein Anruf von der Zentrale umgehend an diejenige Basisstation geleitet wird, wo sich der angerufene Benutzer gerade aufhält.

Die Funkverbindungen zwischen Mobiltelefonen und den Basisstationen werden durch elektromagnetische Wellen hergestellt. Diese sind Schwingungen elektrischer und magnetischer Felder, die sich wellenartig mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Sie werden auch als elektromagnetische Strahlung bezeichnet, zu der auch sichtbares Licht, UV-, Röntgen- und Wärmestrahlung gehören wie auch die Wellen von Radio- und Fernsehsendern, Mikrowellen und die elektrischen und magnetischen Felder von Eisenbahnfahrleitungen, Stromversorgungen und elektrischen Haushaltgeräten. Die verschiedenen elektromagnetischen Strahlungen unterscheiden sich durch die Frequenz der Schwingungen (Abb. 2).

Weil der Mensch heute einer von Jahr zu Jahr zunehmenden elektromagnetischen Strahlung verschiedenster Frequenz und Intensität ausgesetzt ist, wird diese Einwirkung unter Fachleuten auch als Elektrosmog bezeichnet. Damit will man andeuten, dass diese Strahlung eine Art von Umweltverschmutzung ist, die das Wohlbefinden und die Gesundheit der Menschen beeinträchtigen kann. Bei der mobilen Telekommunikation werden heute die Frequenzbereiche bei 900 MHz und 1800 MHz benützt. Sie liegen zwischen denjenigen von Fernsehse-dern und Mikrowellenöfen und gehören zur Hochfrequenzstrahlung.

Die Hochfrequenzstrahlung wird als Transportmittel, d.h. als Träger von Informationen benützt. Die zu übertragende Information, ein Gespräch, wird der Trägerwelle aufgeprägt; man bezeichnet dies als Modulation. Das Empfangsgerät ist in der Lage, das empfangene modulierte Hochfrequenzsignal in die ursprüngliche Form zurückzu-

verwandeln. In der Schweiz ist heute das Mobilfunksystem GSM<sup>1)</sup> in Gebrauch. Bei diesem System wird die Information digital übermittelt. Dazu wird das zu übertragende Gespräch digitalisiert, so dass es als Zahlenreihe von 0- und 1-Werten vorliegt, vergleichbar der Information auf einer Musik-CD. Diese Zahlenreihe wird dem Hochfrequenzsignal aufgeprägt. Beim Empfänger wird die Zahlenreihe wieder in ein analoges Signal umgewandelt. Das frühere Natel C benutzte ein analoges System der Informationsübertragung, bei dem die Frequenz der Trägerwelle im Rhythmus des Gesprächs leicht verändert (moduliert) wird.

Damit in einer Zelle mehrere Benutzer gleichzeitig telefonieren können, wird beim analogen System für jeden Benutzer ein

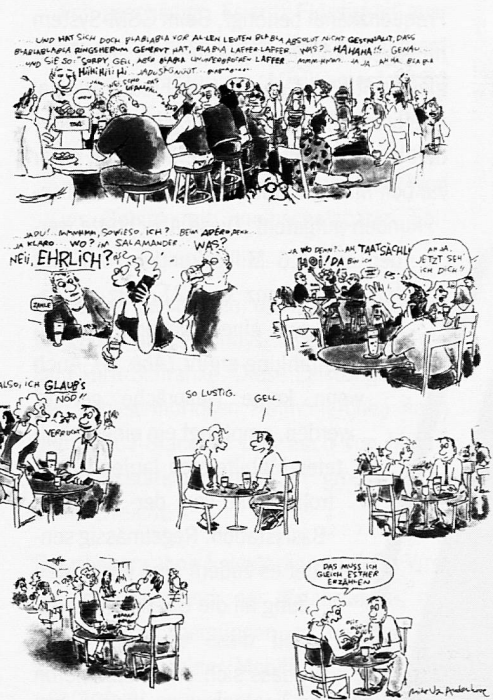
schwerer und magnetischer Felder, die sich wellenartig mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Sie werden auch als elektromagnetische Strahlung bezeichnet, zu der auch sichtbares Licht, UV-, Röntgen- und Wärmestrahlung gehören wie auch die Wellen von Radio- und Fernsehsendern, Mikrowellen und die elektrischen und magnetischen Felder von Eisenbahnfahrleitungen, Stromversorgungen und elektrischen Haushaltgeräten. Die verschiedenen elektromagnetischen Strahlungen unterscheiden sich durch die Frequenz der Schwingungen (Abb. 2).

Weil der Mensch heute einer von Jahr zu Jahr zunehmenden elektromagnetischen Strahlung verschiedenster Frequenz und Intensität ausgesetzt ist, wird diese Einwirkung unter Fachleuten auch als Elektrosmog bezeichnet. Damit will man andeuten, dass diese Strahlung eine Art von Umweltverschmutzung ist, die das Wohlbefinden und die Gesundheit der Menschen beeinträchtigen kann. Bei der mobilen Telekommunikation werden heute die Frequenzbereiche bei 900 MHz und 1800 MHz benützt. Sie liegen zwischen denjenigen von Fernsehse-dern und Mikrowellenöfen und gehören zur Hochfrequenzstrahlung.

Die Hochfrequenzstrahlung wird als Transportmittel, d.h. als Träger von Informationen benützt. Die zu übertragende Information, ein Gespräch, wird der Trägerwelle aufgeprägt; man bezeichnet dies als Modulation. Das Empfangsgerät ist in der Lage, das empfangene modulierte Hochfrequenzsignal in die ursprüngliche Form zurückzu-

verwandeln. In der Schweiz ist heute das Mobilfunksystem GSM<sup>1)</sup> in Gebrauch. Bei diesem System wird die Information digital übermittelt. Dazu wird das zu übertragende Gespräch digitalisiert, so dass es als Zahlenreihe von 0- und 1-Werten vorliegt, vergleichbar der Information auf einer Musik-CD. Diese Zahlenreihe wird dem Hochfrequenzsignal aufgeprägt. Beim Empfänger wird die Zahlenreihe wieder in ein analoges Signal umgewandelt. Das frühere Natel C benutzte ein analoges System der Informationsübertragung, bei dem die Frequenz der Trägerwelle im Rhythmus des Gesprächs leicht verändert (moduliert) wird.

Damit in einer Zelle mehrere Benutzer gleichzeitig telefonieren können, wird beim analogen System für jeden Benutzer ein



	Nicht ionisierende Strahlung (NIS)		Ionisierende Strahlung	
	Felder	Wellen	Strahlung	
	Niederfrequenz	Hochfrequenz	Lichtquelle	Radioaktive Quellen
Frequenz	1 HZ bis 100 kHz	100 kHz bis 300 GHz	grösser als 300 GHz	
Anwendung	16.66 Hz, 30 Hz, 50 Hz-150 Hz, 150-108 MHz, 174-890 MHz, 90-890 MHz, 2.45 GHz, 1-10 GHz			
Wellenlänge	unendlich bis 3 km	3 km bis 1 mm	1 mm bis 10 nm	kleiner als 10 nm
	Elektrosmog			

Abb. 2: Elektromagnetische Strahlung

<sup>1)</sup> GSM: Global System for Mobile Communications ist ein Standard für die mobile Telekommunikation. Er beinhaltet die Definition der Frequenzbänder (in Europa um 900 und 1800 Hz) und die Protokolle für die Signalübertragung.



Frequenzkanal benötigt. Beim GSM-System hingegen können bis zu acht Benutzer gleichzeitig auf demselben Frequenzkanal telefonieren. Damit dies möglich wird, werden die Gespräche in Abschnitte von einer halben Millisekunde Dauer alle 4.6 Millisekunden aufgeteilt. Diese Abschnitte werden alle 4.6 Millisekunden, d.h. mit einer Frequenz von 217 Hz ausgestrahlt, was eine sogenannte gepulste Strahlung ergibt (Abb. 3). Auch wenn keine Gespräche geführt werden, empfängt ein eingeschaltetes Mobiltelefon laufend Kontrollsignale von der nächsten Basisstation. Regelmässig sendet es zudem eine kurze Meldung an die Basisstation, damit diese erkennen kann, dass sich das Mobiltelefon noch in ihrer Zelle befindet.

Sowohl Mobiltelefone wie Basisstationen senden und empfangen die gleiche Hochfrequenzstrahlung. Die Stärke dieser Strahlung hängt vor allem von der Sendeleistung und dem Abstand zur Antenne ab. Basisstationen des GSM-Systems senden mit einer maximalen Leistung von 300 W pro Frequenzkanal. Die Antennen strahlen nicht in alle Richtungen gleich stark, ihre Strahlung ist gebündelt in der Waagerechten und seitlich in einem Sektor von etwa 120 bis 180 Grad.

Die Sendeleistungen der Mo-

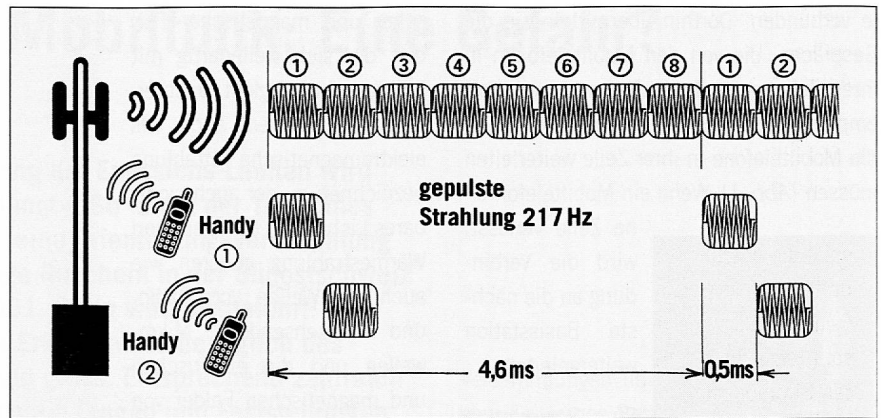


Abb. 3: Gepulste Strahlung (aus [1]),  $4,6 \text{ ms} = \frac{1}{217} \text{ Sec}$

biltelefone von max. 1 bzw. 2 W sind viel niedriger als diejenigen von Basisstationen. Weil die Telefone aber sehr nahe am Kopf gehalten werden, ist die Belastung des Menschen während des Gesprächs viel höher als diejenige, die von den ständig strahlenden Basisstationen ausgeht.

## Schnurlose Telefonanlagen

Viele der heute sich im Gebrauch befindlichen schnurlosen Telefonanlagen arbeiten nach dem sogenannten DECT-Standard (Digital Enhanced Cordless Telecommunications), der – gleich wie der GSM-Standard des Mobilfunks – mit niederfrequent gepulster Hochfrequenzstrahlung von 1800 MHz arbeitet. Die Pulsfrequenz liegt hier bei 100 Hz. Die Basisstationen der schnurlosen DECT-Telefonanlagen senden ihre gepulste Strahlung auch dann, wenn nicht telefoniert wird, also rund um die Uhr, 24 Stunden lang. Diese Strahlung ist in ihrer Intensität vergleichbar mit derjenigen, die in der näheren Umgebung von Mobilfunkmasten herrscht. Die Strahlungsleistung der zur DECT-Telefonanlage gehörenden

Handapparate ist kleiner als diejenige von Mobiltelefonen.

## Auswirkungen der elektromagnetischen Strahlung auf die Gesundheit

In der Schrift «Strahlung und Gesundheit, Mobile Telekommunikation» des Bundesamtes für Gesundheitswesen [1] wird zu den gesundheitlichen Wirkungen folgendes ausgeführt:

«Biologische und daraus resultierende gesundheitliche Einwirkungen elektromagnetischer Strahlung hängen vor allem von deren Intensität, Frequenz und Dauer ab.

Intensive Hochfrequenzstrahlung führt zu thermischen Wirkungen: Die Strahlungsenergie wird im Körper absorbiert und in Wärme umgewandelt. Der Körper erwärmt sich. Falls die absorbierte Strahlungsleistung so hoch ist, dass sich die Körpertemperatur um mehr als ein bis zwei Grad Celsius erhöht, treten die gleichen Wirkungen auf wie bei

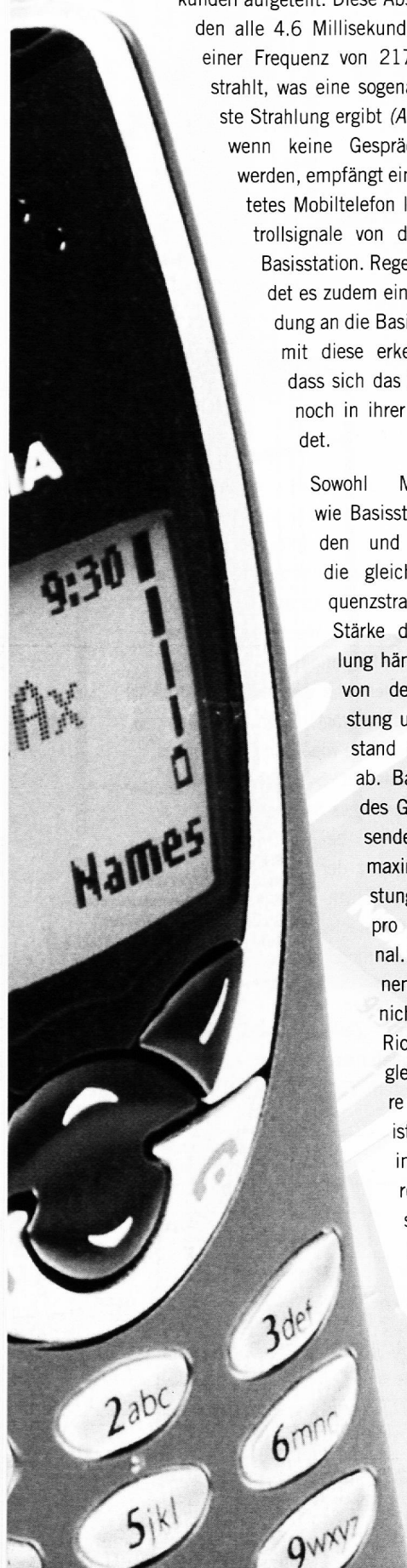
## Grenzwerte

In die von der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung ICNIRP ausgearbeiteten und von der WHO gutgeheissenen Grenzwert-Empfehlungen sind nur thermische Wirkungen eingeflossen. Eine Temperaturerhöhung des Körpergewebes um 0.5 K (z.B. von 37°C auf 37.5°C) bei einer Exposition über mindestens 6 Minuten wurde als tolerierbar angesehen.

In den Grenzwerten nicht berücksichtigt wurden die athermischen oder biologischen Effekte im Niedrigdosisbereich. Das sind Effekte bei minimalen Strahlungsleistungen, die keine merkliche Körpererwärmung bewirken. Auch die biologische Relevanz der niederfrequenten Pulsung der Mobilfunkstrahlung sowie der Strahlung, die von den schnurlosen DECT-Telefonapparaten rund um die Uhr ausgesendet wird, wurde ignoriert.

In der Schweiz gibt es gemäss der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung NISV vom 1. 2. 2000 zwei Grenzwerte:

- Der Immissionsgrenzwert wurde von der ICNIRP übernommen. Er muss überall eingehalten sein, wo Menschen sich aufhalten können. In Abhängigkeit von der Frequenz beträgt er 41 V/m bei 900 MHz und 58 V/m bei 1800 MHz (V/m = Mass für die elektrische Feldstärke).
- Der Anlagegrenzwert gilt für die von einer Anlage allein erzeugte Strahlung. Er ist dort massgebend, wo Menschen sich regelmässig während längerer Zeit aufhalten und beträgt 4 V/m bei 900 MHz und 6 V/m bei 1800 MHz. Es ist aber zu berücksichtigen, dass für die Ermittlung der an einem Ort herrschenden gesamten Strahlenbelastung die Einflüsse allfälliger anderer Anlagen dazukommen.





Fieber oder bei Hitzeeinwirkung: Es kommt zur Verringerung der mentalen Aktivitäten, zu Abweichungen bei verschiedenen Körperfunktionen bis zu Fortpflanzungsstörungen. Organe mit schlechter Durchblutung und damit schlechter Wärmeabfuhr wie zum Beispiel die Augen erwärmen sich schneller und sind deswegen stärker gefährdet. Den thermischen Wirkungen ist gemeinsam, dass sie unterhalb einer bestimmten Strahlungsintensität nicht mehr auftreten.

Die Immissionsgrenzwerte (siehe Kästchen Grenzwerte) wurden so festgelegt, dass es nicht zu solchen thermischen Wirkungen kommen kann. Da diese Immissionsgrenzwerte an allen zugänglichen Orten bei Basisstationen sowie beim Telefonieren mit Mobiltelefonen eingehalten werden, sind thermische Wirkungen nicht zu befürchten.

Im Gegensatz zu den thermischen Einwirkungen intensiver Hochfrequenzstrahlung sind die biologischen Wirkungen von schwacher Hochfrequenzstrahlung erst in Ansätzen bekannt. Wurde die Existenz solcher nichtthermischer Wirkungen noch vor einigen Jahren bestritten, so steht heute fest, dass Hochfrequenzstrahlung nicht nur über die Erwärmung wirksam werden kann.

Beobachtet wurden beispielsweise physiologische Veränderungen in Zellkulturen und bei Tieren sowie eine Beeinflussung der elektrischen Aktivität im menschlichen Hirn. Wie solche Wirkungen zustande kommen, ist nicht bekannt.

In dieser Schrift wird dann weiter erklärt, dass Hochfrequenzstrahlung nicht als krebserregend gilt, dass sie aber das Wachstum von einmal gebildeten Tumoren fördern könnte. Im weiteren wird eine skandinavische Untersuchung erwähnt, die festgestellt hat, dass Personen, die viel mit Mobiltelefonen telefonieren, häufiger über Kopfschmerzen, Müdigkeit und Hautbrennen berichten als Wenigtelefonierer.

Mit diesen kurzen Hinweisen bestätigt das Bundesamt für Ge-

sundheitswesen, dass die Hochfrequenzstrahlung der Mobiltelefone auch unterhalb der behördlichen Grenzwerte gesundheitliche Beeinträchtigungen zur Folge hat. Allerdings erachtet es die Nachweise der Beeinträchtigungen nicht als ausreichend, um sie bei der Grenzwertsetzung zu berücksichtigen. Eine wachsende Zahl wissenschaftlicher Untersuchungen (siehe Kästchen «Nichtthermische Effekte und biologische Wirkungen») und von Erfahrungsberichten belegt jedoch, dass Menschen durch gepulste Hochfrequenz bei langzeitiger Exposition schon bei Feldstärken von 0.06 V/m (= Leistungsflussdichten von 1 nW/cm<sup>2</sup>) erkranken. Der Medizinalphysiker von der Universität Lübeck, Prof. L. von Klitzing, erkannte als einer der ersten, dass der Körper besonders empfindlich auf die niederfrequenten Pulsationen, die beim GSM-System auf den Hochfrequenzbereich aufmoduliert sind, reagiert. Die biologischen Signale, die wichtige Auslösefunktionen für den Stoffwechsel, das Hormonsystem, das Immunsystem, für den Schlaf-Wach-Rhythmus bedeuten, erfolgen in niederfrequenten, periodisch wiederkehrenden Frequenzmustern. Die niederfrequente Pulsung des Mobilfunks bewirkt dadurch vielfältige Entgleisungen der «Bio-rhythmik» der Stammhirnregionen [6]. Er führt dazu aus:

«Es beginnt im allgemeinen mit Schlafstörungen und Konzentrationsschwächen, führt dann mit individueller Charakteristik zu Herzrhythmusstörungen, Ohrensausen, allergischen Reaktionen bis hin zu einem veränderten Blutbild. Dieses letzte, insbesondere bei Kindern beobachtete Krankheitsbild der nicht ausgereiften Erythrozyten (roten Blutkörperchen) ist bei einer Entfernung aus dem Expositionsbereich z.B. durch Abschalten der Telefonanlage, innerhalb weniger Tage reversibel.»

Prof. Leif Salford, Neurochirurg der schwedischen Universität Lund (3):

«Unsere Forschungen zeigen, dass die Strahlung von mobilen Telefonen die Blut-Hirn-Schranke öffnet und es so vielen Giften leichter macht, in das Gehirn zu gelangen. Sezierte Rattenhirne weisen als Folge der Mobilfunkstrahlung gut sichtbare Spuren auf. Die Hirne sind übersät mit dunklen Flecken und deut-

lich geschädigt. Es tritt Flüssigkeit aus, verursacht eben durch diese elektromagnetische Strahlung. Medikamente und andere Schadstoffe, die sonst nicht durch diese Schranke kommen, finden jetzt den ungehinderten, direkten Weg ins Gehirn mit uneinschätzbaren Folgen.»

Selbst bei Leistungen, die 20000-fach unter denen eines Handys liegen, versagt die Blut-Hirn-Schranke. Diese Leistungen werden von schnurlosen Heimtelefonen nach dem DECT-Standard und auch von Mobilfunkbasisstationen noch in grossem Abstand erreicht.

Die obenerwähnte Feldstärke von 0.06 V/m, bei der aufgrund der Erfahrungen mit Krankheitserscheinungen zu rechnen ist, wird z.B. von einer Mobilfunksendeanlage mit 700 W äquivalenter Strahlungsleistung ERP im Hauptstrahl bei Sichtverbindung noch in etwa 3 km Entfernung erreicht. Wohnüberbauungen dämpfen die Strahlung ab. Man weiss aber, dass diese 0.06 V/m in Wohnungen in mehreren hundert Metern Umkreis vom Sender erreicht oder auch



deutlich überschritten werden. Wenn zwischen Sender und Wohnung keine weiteren Gebäude stehen, werden in Räumen bis über 0.6 V/m gemessen.



Diese Angaben und Aussagen führender Forscher belegen, dass die gepulste, hochfrequente, elektromagnetische Strahlung des Mobilfunks sich auch bei schwacher Intensität auf die menschliche Gesundheit auswirkt. Aus einer umfassenden Literaturstudie, die das deutsche Ecolog-Institut durchgeführt hat, kommen die Verfasser zu folgenden Schlussfolgerungen (8):

«In experimentellen Untersuchungen an Tieren, einzelnen Organen und Gewebeproben sowie an Zellkulturen und in einzelnen Fällen auch am Menschen wurden Effekte hochfrequenter Felder auf biologische Systeme festgestellt, für die aufgrund der ge-

ringen Intensitäten eine thermische Wirkung ausgeschlossen werden kann:

- direkte Schädigungen der Erbsubstanz;
- Beeinträchtigungen der interzellulären Kommunikation;
- Störungen der Aktivität bestimmter Enzyme;
- Einflüsse auf die Wirksamkeit bestimmter Neurotransmitter;
- Veränderungen der Gehirn-Potentiale;
- Erhöhung der Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke;
- Beeinträchtigungen kognitiver Funktionen und Beeinflussung des Verhaltens;
- Störungen des Immunsystems;
- Reaktionen des Hormonsystems, die auf Stress-Reaktionen hindeuten;
- Beeinträchtigungen zentraler Steuerfunktionen des Hormonsystems (Melatonin);
- krebsfördernde Wirkung (beim Tier).

In ersten epidemiologischen Untersuchungen zum Krebs-Risiko in Verbindung mit Expositionen durch Felder des Mobilfunks wurde ein Einfluss auf die Ausbildung von Gehirntumoren festgestellt. Weitere Hinweise auf eine krebsfördernde Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder fanden sich in Untersuchungen von Personen, die am Arbeitsplatz oder als AnwohnerInnen emittierende Anlagen solchen Feldern ausgesetzt waren.»

Auch wenn die Wirkungsmechanismen der gesundheitlichen Einwirkungen noch nicht genügend geklärt sind und wenn auch die Forschungsergebnisse noch nicht wissenschaftlich ausreichend abgesichert sind, kann an den biologischen Wirkungen der schwachen gepulsten Hochfrequenzstrahlung heute nicht mehr gezweifelt werden. Nicht alle Menschen reagieren aber gleich empfindlich auf die elektromagnetische Strahlung. In der Fachliteratur liest man, dass etwa 2 bis 10 Prozent der Bevölkerung unter den Einwirkungen des Elektromogs leidet. Als besonders empfindlich gelten ungeborene Kinder, Schwangere, Kranke und alte Menschen sowie Kinder. Eine vom englischen Umweltministerium beauftragte, unabhängige Expertengruppe zum Risiko Mobilfunk hat deshalb empfohlen, dass Kinder unter 16 Jahren keine Mobiltelefone

### Nichtthermische Effekte und biologische Wirkung

- Veränderung der Gehirnstromaktivität bei Menschen durch Mobilfunkstrahlung; v. Klitzing (1995), Reiser (1995), Mann (1996)
- Veränderung des Ionen transports durch Zellmembranen; Adey (1982)
- Beeinflussung des Schlafes; Mann (1996), Pasche (1996), Abelin (1995), Haider (1993)
- Förderung des Krebswachstum durch Mobilfunkstrahlung (Tierversuche); Repacholi (1997)
- Einzelstrang-DNS-Brüche in Gehirnzellen von Ratten; Lai (1995)
- Wirkung von Mobilfunkwellen auf Blutdruck, Puls und Kapillardurchblutung; Braune (1998)
- Verkürzung der Einschlafzeit und Veränderung des Schlaf-EEG bei Menschen (900 MHz, pulsmoduliert mit den im Mobilfunk üblichen Frequenzen), Belastung unter  $200 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ; A. A. Borbély, Zürich (1999)
- Mikrowellen (2450 MHz) weit unterhalb der Grenzwerte können Strukturveränderungen an der DNS beschleunigen; H. Bohr (2000)
- Deutlich geringere Lernleistung bei Ratten, die einer mit 500Hz gepulsten schwachen Mikrowellenstrahlung (2450 MHz) ausgesetzt waren; B. Wang und H. Lai (2000)
- Bei Personen, die kontinuierlich gepulster Mikrowellenstrahlung (915 MHz) ausgesetzt waren, wurde eine Verkürzung der Reaktionszeit beobachtet; A. Preece (1999)
- Bei Personen, denen am Kopf ein sendendes Handy (D-Netz) befestigt wurde, konnte ein Einfluss auf bestimmte Hirnpotentiale beobachtet werden; G. Freude, Berlin (1998)
- Mikrowellen (1.8 GHz) erhöhen unterhalb der Grenzwerte an einem Zellmodell der Blut-Hirn-Schranke die Durchlässigkeit für Sukrose; A. Schirmmayer, F. Stögbauer, Münster (1999)
- Durch elektromagnetische Strahlung von Mobilfunktelefonen (900 MHz) wird das menschliche EEG im Schlaf- und Wachzustand verändert; N. Kuster, A.A. Borbély und andere, Zürich (2000)

benutzen sollen (Stewart-Report [11]). Auch das deutsche Bundesamt für Strahlenschutz hat kürzlich vor möglichen Gesundheitsgefahren des Handy-Telefonierens gewarnt (Stuttgarter Nachrichten vom 1. August 2001): Der Amtschef Wolfram König sagte, obwohl es keine wissenschaftlichen Beweise für Gesundheitsgefahren gebe, sei Vorsorge angeraten. «Eltern sollten ihre Kinder möglichst von dieser Technologie fern halten.» Autofahrer, deren Wagen über keine Aussenantenne verfügen sollten im Fahrzeug aufs Telefonieren verzichten. Telefonate mit dem Handy sollten generell möglichst kurz gehalten werden. König meinte, die Frage müsse dringend beantwortet werden, ob Handy-Telefonieren



zu Augen-, Lymphdrüsen- oder Blutkrebs oder zu anderen Erkrankungen führen können. Kindergärten, Schulen und Krankenhäuser sollten als Standorte von Mobilfunkantennen tabu sein.

## Schlussfolgerungen

Die Ausführungen zeigen, dass einerseits von der elektromagnetischen Strahlung des Mobilfunks eine Gefahr für die menschliche Gesundheit ausgeht und dass andererseits die behördlich festgelegten Grenzwerte die Bevölkerung unzureichend vor diesen Gefahren schützen. Der Immissionsgrenzwert der Verordnung über den Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung (NISV) schützt nur vor Hitzestress. Er wird in der Regel in zwei bis fünf Metern Abstand von einer Antenne im Hauptstrahl bereits eingehalten. Der Anlagegrenzwert der NISV ist zwar rund 10-mal kleiner und wird deshalb offiziell als «Vorsorgewert» bezeichnet. Doch auch er bietet «...beim heutigen Wissensstand keine Garantie dafür, dass bei Belastungen unterhalb dieser Anlagegrenzwerte keine Gesundheitsprobleme entstehen» (Dr. Jürg Baumann vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, BUWAL). Und das Bundesgericht formulierte in seinem Entscheid vom 30.8.2000: «Der Bundesrat hat die Anlagegrenzwerte im Unterschied zu den Immissionsgrenzwerten nicht nach medizinischen Kriterien, sondern auf Grund der technischen und betrieblichen Möglichkeiten und im Blick auf die wirtschaftliche

Tragbarkeit für die Mobilfunkbetreiber festgesetzt.» – Es ist offensichtlich, dass die heutigen Grenzwerte keine Vorsorgewerte sind und – ausser vor einer Übererwärmung des Körpers – keinen genügenden Schutz für den Menschen bieten.

Zahllose Menschen haben von der niederfrequent gepulsten Hochfrequenzstrahlung des Mobilfunks schon akute Krankheitssymptome oder sind zumindest in ihrem Wohlbefinden beeinträchtigt. Der Widerstand gegen die Sendeantennen existiert nicht etwa bloss aus einer «diffusen Angst» heraus, sondern weil Menschen unter der Mobilfunkstrahlung leiden, stärker oder weniger stark.

## Was gilt es in dieser Situation zu tun?

Zum einen gilt es, auf die Handy-Benutzung wenn möglich zu verzichten oder zumindest den Gebrauch zu minimieren. Einerseits wird damit die Strahlung tief gehalten und andererseits nimmt damit das Bedürfnis, die Netze auszubauen, nicht mehr zu. Zum andern ist es nötig, die Grenzwerte so weit zu senken, dass die gesundheitlichen Auswirkungen minimalisiert werden. Nach heutigem Wissensstand heisst das, dass in Wohn- und Daueraufenthaltsbereichen die Feldstärke 0.06 V/m deutlich unterschreiten muss. Aus technischer Sicht ist es durchaus möglich, die Immissionen um mehrere Grössenordnungen zu senken, wenn der Handy-Nutzer nicht unbedingt aus dem Keller oder der Tiefgarage telefonieren können muss.

Heute ist der Mobilfunk schon sehr stark verbreitet, besonders unter Jugendlichen. Sie geniessen die Möglichkeit, jederzeit und an jedem Ort miteinander zu kommunizieren, mündlich oder mittels SMS, der Kurzmitteilung. Doch gerade sie gehören zu den Risikogruppen, bei denen die gesundheitlichen Auswirkungen besonders ausgeprägt sind. Aus diesen Gründen sollte der Mobilfunk in der Schule thematisiert werden, vor allem in der Oberstufe (siehe Kästchen: Anregungen zur Behandlung des Themas Mobilfunk in der Schule). Es geht dabei darum, das Bewusstsein der jungen Menschen für diese Gefahr zu wecken und sie dafür zu sensibilisieren. Dem Druck der Werbung und der Umgebung muss ein Wissen um die Gefahr entgegengestellt werden. Dies ist eine wichtige Aufgabe der Schule.

## Literatur

- 1) Bundesamt für Gesundheit**  
Strahlung und Gesundheit, Mobile Telekommunikation; Bundesamt für Gesundheit, Bern
- 2) BUWAL**  
Begrenzung der Immissionen von nichtionisierender Strahlung, Frequenzbereich 0 Hz bis 300 GHz; BUWAL, Schriftreihe Umwelt Nr. 302, 1998
- 3) Bürgerwelle e.V.**  
Risiko Mobilfunk, Vorbeugen statt Leiden; Info-Paket der Bürgerwelle e.V., Dachverband der Bürger und Initiativen zum Schutz vor Elektromog, D-95643 Tirschenreuth
- 4) Wolfgang Hingst**  
Handy-Fieber; von Wolfgang Hingst, Pro-media Druck- und Verlags m.b.H., Wien 1999 (mit einem umfangreichen Literaturverzeichnis)
- 5) Wolfgang Maes**  
Stress durch Strom und Strahlung, Elektromog, Radioaktivität, Raumklima, Wohngifte, Pilze; Wolfgang Maes, Institut für Baubiologie + Oekologie, Neubeuren
- 6) Dr. med. Hans-Christoph Scheiner**  
Sind Handys gefährlich – Was heute jeder wissen sollte; Dr. med. Hans-Christoph Scheiner, München
- 7) Hennies/Neitzke/Voigt**  
Mobilfunk und Gesundheit: Bewertung des wissenschaftlichen Erkenntnisstandes und dem Gesichtspunkt des vorbeugenden Gesundheitsschutzes; K. Hennies, H.P. Neitzke und H. Voigt, Homepage: [www.ecolog-institut.de](http://www.ecolog-institut.de)
- 8) ECOLOG-Institut**  
Gesundheitliche Auswirkungen der elektromagnetischen Felder des Mobilfunks; ECOLOG-Institut, Mobilfunk 5/200 (mit umfassender Zusammenstellung von Forschungsarbeiten)
- 9) Bundesverband gegen Elektromog**  
Risiken des Mobilfunks; Bundesverband gegen Elektromog e.V., Wuppertal
- 10) Dr. Lebrecht von Klitzing**  
Machen Felder krank? – eine Einschätzung; Dr. Lebrecht von Klitzing, Medizinische Universität zu Lübeck, Tagungsband des Bürgerforums Elektromog vom Bundesministerium für Umwelt, Natur und Reaktorsicherheit
- 11) Independent Exp. Group on Mobile Phone**  
Mobile Phone and Health, Mai 2000; Independent Expert Group on Mobile Phone
- 12) Dr. med. Karl-Heinz Braun-von Gladiss**  
Die Bedeutung biologischer Effekte athermischer elektromagnetischer Signale für Medizin und Technik; Dr. med. Karl-Heinz Braun-von Gladiss, Paracelsus-Klinik, Lustmühle/St. Gallen





**Empfehlungen für die Behandlung des Themas Mobilfunk in der Schule**

Wir können heute dem Handy nicht mehr ausweichen. Auch für viele Jugendliche ist das Handy zum alltäglichen Gebrauchsgegenstand geworden. Der SMS-Spieltrieb boomt, das Versenden von «messages» per Handy gehört zum guten Ton und gilt als «cool».

Dass das Handy aber auch gesundheitliche und soziale Seiten hat, kümmert die Jugendlichen wenig. Deshalb sollte die mobile Telekommunikation in der Schule und besonders auf der Oberstufe unbedingt thematisiert werden. Wir wollen den Schülern die Gefahren aufzeigen, die die rasante Entwicklung dieser Technologie gesellschaftspolitisch und gesundheitlich mit sich bringt. Mit einem Projekt «Handy» könnte eine längere Unterrichtssequenz gestaltet werden. Indem den Schülern genügend Informationsmaterial bereitgestellt und Arbeitsvorschläge unterbreitet werden, können sie sich selbständig oder in Gruppen in das ganze Gebiet einarbeiten. Der Lehrer wird den Schülern viel Freiraum lassen, damit sie motiviert und interessiert arbeiten können. Er steht als Experte für Fachfragen und als Projektleiter jederzeit zur Verfügung.

Einstieg ins Projekt:	Sammelprozess Brainstorming Zieldefinition
Planung:	Erstellen von Arbeitspaketen Aufgabenverteilung
Ausführung:	Arbeitsgruppen zu den einzelnen Themenkreisen Arbeitsmaterial bereitlegen Erstellen einer Dokumentation zu den einzelnen Themenkreisen
Präsentation	in Form von Referaten innerhalb der Klasse
Auswertung	ev. für weitere Klassen Schülerzeitung Artikel schreiben für die Tageszeitung

**Mögliche Themenkreise**

Physik:	Was sind elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder? Messen der Feldstärke an verschiedenen Orten Übertragung von Nachrichten mittels elektromagnetischer Strahlen, Wellen
Technik:	Wie funktionieren Radio, Fernsehen, Telefon, Mobilfunk (Netz, Basisstation etc., Übertragungssysteme GSM und USTM) Mikrowellen, Mikrowellenherd (warum wird's warm?) Gepulste Strahlen Was heisst digital – analog?
Gesundheit:	Unterscheiden: Thermische-Nichtthermische Auswirkungen Literatur sammeln über Forschungsergebnisse zu den Auswirkungen elektrosensible Menschen befragen Problem Grenzwerte Was sind sie in der Schweiz, in den Nachbarländern?
Gesellschaftliche Auswirkungen: (der «Handy-Kultur»)	Abhängigkeit («Wer nichts zu sagen hat, telefoniert», siehe Zurich by Mike) Kommunikation vom Telefon zum Handy Sinnfrage: Was bringt mir mein Handy?
Wirtschaftliche Aspekte:	Bedeutung des Mobilfunkes für die Wirtschaft im Allgemeinen und für die Telekommunikationsindustrie im speziellen Wer profitiert vom Mobilfunk?
Bürgerrechte:	Wie kann sich der Bürger gegen den Bau einer Antenne wehren? Geschäftsinteressen der Anbieter zählen mehr als Wohlbefinden der Bürger
Natur:	Antennen und Ortsbild, Landschaftsbild Auswirkungen auf Tierwelt? Pflanzen?
Werbung:	Wie wird sie betrieben? Welche Bedürfnisse werden angesprochen? An welche Seiten im Menschen wendet man sich? Warum werden Handys fast gratis abgegeben?

**Informationsmaterial zum Thema Mobilfunk kann angefordert werden bei:**

Initiative «Gefahr Mobilfunk»  
Peter Schlegel, Dipl. Ing. ETH  
Güeterstalstrasse 19, 8133 Esslingen  
Tel. 01 984 00 39 / Fax 01 984 19 36