

Alternative Technologien zur Mobilkommunikation

Gibt es Lösungsansätze?

Dr.-Ing. Martin H. Virnich

1. Einleitung

Die Abstimmung findet im Alltag statt. Und was den Mobilfunk betrifft, so ist sie längst gelaufen. In nahezu 60 Millionen abgeschlossenen Handy-Verträgen hat die Zweidrittel-Mehrheit aller Deutschen (gerechnet inklusive Rentner und Säuglinge) mit „Ja“ zum Mobilfunk gestimmt. Hatten die Netzbetreiber ursprünglich mit insgesamt etwa vier bis fünf Millionen Teilnehmern im D- und E-Netz gerechnet, so wurden sie selbst von der mittlerweile mehr als zehnfach höheren Nachfrage überrascht – und haben natürlich alles getan, um diese Nachfrage zu befriedigen. Ein Effekt dieser Maßnahmen ist die sprichwörtliche „Verspargelung“ der Landschaft mit Mobilfunk-Basisstationen bzw. deren Masten und Antennen. Denn eine explodierende Benutzerzahl bedeutet natürlich auch eine massive Zunahme der Basisstationen, über die die Mobilteile (Handys) per Funkkontakt die Telefonate abwickeln.

Bei manchem melden sich allerdings Zweifel an der gesundheitlichen Unbedenklichkeit des Mobilfunks spätestens dann, wenn eine Mobilfunk-Basisstation in der unmittelbaren Nachbarschaft seiner Wohnung errichtet wird oder wenn sich bei Familienmitgliedern gesundheitliche Symptome bemerkbar machen, die mit der erhöhten Exposition gegenüber den Mobilfunkwellen korrelieren.

Muss Mobiltelefonieren denn wirklich in diesem Umfang sein? „Nein, ich benutze das Handy nur im Ausnahmefall und als Sicherheit für den Notfall!“ Die Umsätze der Netzbetreiber sprechen eine andere Sprache. Und wer mit offenen Augen durch die heutige Alltagswelt geht, der sieht, welche Rolle das „ubiquitäre“ Handy (um einmal diesen geläufigen Ausdruck aus der Welt der chemischen Umweltgifte zu gebrauchen) mittlerweile spielt. Und den Mobilfunk in der Hauptsache als Instrument für mobile Telefonate zu sehen, hieße seine heutige und vor allem seine zukünftige Bedeutung völlig zu verkennen.

Der Mobilfunk muss als ein neues Massen-**Medium** betrachtet werden, ein noch relativ junges Mitglied in der Familie der modernen, allgegenwärtigen und vom „fortschrittlichen“ Menschen als unverzichtbar gewählten Unterhaltungs-, Ablenkungs- und Informationsversorgungswerkzeuge, so wie das Fernsehen und das Internet. Der Mobilfunk ist gerade mit der Internet-Kompatibilität der GSM-Nachfolgesysteme HSCSD, GPRS und UMTS dabei, sich zum Informationsträger für alle nur erdenklichen Multimediadienste zu entwickeln; mit einem ähnlichen Image von modernster Technik, von „Dazugehören“ und „In (bzw. „Drin“)-Sein“, von – angeblicher – „Freiheit“, wie z.B. das Autofahren.

Der Mobilfunk ist zudem ein bedeutender Wirtschaftsfaktor, der von der Politik entsprechend gefördert wird – insbesondere in Zeiten allgemeiner wirtschaftlicher Schwierigkeiten. Das Medium Mobilfunk ist eine Plattform für viele Dienste,

die sich heute nur ansatzweise erahnen lassen. Wer hätte vor zehn Jahren mit einem solchen Erfolg der SMS auch nur ansatzweise gerechnet? Die jüngste Handy-Generation mit eingebauter Kamera zeigt den Trend: „Das Handy der Zukunft ist das Schweizermesser der Telekommunikation“, wurde der UMTS-Entwicklung mit auf den Weg gegeben. „Wir brauchen UMTS als logischen nächsten Schritt hin zur Informationsgesellschaft von morgen. UMTS bietet die technische Voraussetzung für viele neue, spannende Geschäftsideen.“ (R. Wagner, Niederlassungsleiter Technik, T-Mobile München, [1]).

Eine drastische Änderung des Konsumverhaltens mit massenhaftem Verzicht auf die Nutzung des Mediums Mobilfunk wäre der einfachste Weg zur Reduzierung der durch den Mobilfunk verursachten Hochfrequenz-Belastungen, hat doch erst die alle Erwartungen übersteigende Nachfrage zu dem enormen Ausbau vierfacher Netzkapazitäten geführt.

Bewertung (Bewertungskriterien vgl. Kapitel 2):

Wirkung auf Immissionen durch:		
1. Basisstation	Organisationskanal	+
	Lastabhängige Verkehrskanäle	+
2. Mobilteil		+
3. Periodische Pulsung		0

Insbesondere Kinder und Jugendliche sollten aufgrund ihres noch nicht voll entwickelten zentralen Nervensystems und der vergleichsweise dünnen Schädeldecke möglichst geringen Mobilfunk-Immissionen ausgesetzt sein. Dabei ist gerade diese Gruppe eine Hauptzielgruppe der Mobilfunk-Netzbetreiber und -Diensteanbieter für vielfältige Unterhaltungs- und „Fun“-Produkte. Das Verbot der Werbung für diese Zielgruppe wäre äußerst wünschenswert.

2. Bewertungskriterien für alternative Mobilfunk-Technologien

Ein allgemeiner, massenhafter Verzicht auf den Mobilfunk oder ein Verbot ist allerdings gesellschaftlich bzw. politisch nicht ernsthaft zu erwarten. Im Folgenden werden daher verschiedene alternative Technologien zur Mobilkommunikation vorgestellt und diskutiert, wobei der Begriff „alternativ“ sich auf eine möglichst effektive Reduzierung der biologischen bzw. gesundheitlichen Risiken bezieht, die von den hochfrequenten elektromagnetischen Wellen der Mobilfunksysteme ausgehen.

Kriterien zur Bewertung der Effektivität der Alternativen:

1. **Geringe Immissionen durch die Basisstationen** für die allgemeine Bevölkerung, insbesondere für die unmittelbare Anwohnerschaft der Basisstationen. Betrachtet wird sowohl die Stärke als auch die Dauer dieser unfreiwilligen Exposition. Als positiv zu werten sind demnach Maßnahmen, die die Feldstärke bzw. Leistungsflussdichte (= Strahlungsdichte) und/oder die Dauer der Immissionen reduzieren, insbesondere zur Nachtzeit während der besonders sensiblen Schlaf- und Erholungsphase. Hier werden der dauernd mit seiner vollen Leistung sendende **Organisationskanal** und die je nach Kapazitätsbedarf nur zeitweise zugeschalteten sowie meist leistungsgeregelten **lastabhängigen Verkehrskanäle** getrennt betrachtet.
2. **Geringe Immissionen durch die Mobilteile** für die Mobilfunk-Nutzer. Hiervon profitieren in erster Linie die Benutzer der Mobilteile während des Telefonates, die sich dieser Exposition – die meist in unmittelbarer Kopfnähe erfolgt – freiwillig aussetzen und die selbst die Kontrolle über die zeitliche Dauer der Exposition haben. Entlastet werden auch die sich in der Nähe der Mobilfunk-Nutzer aufhaltenden und vom Mobilteil ebenfalls bestrahlten „Passivtelefonierer“.
3. **Keine periodische Pulsung** des abgestrahlten Signals, da diese in verschiedenen Studien als biologisch besonders riskant beurteilt wird.

Zum Abschluss einer jeden Betrachtung werden die vorgestellten Alternativen nach einem einheitlichen Schema wie folgt bewertet:

Bewertung:

Wirkung auf Immissionen durch:		
1. Basisstation	Organisationskanal	+ / - / o
	Lastabhängige Verkehrskanäle	+ / - / o
2. Mobilteil		+ / - / o
3. Periodische Pulsung		+ / - / o

- + Positive Wirkung, Verbesserung (niedrigere Immissionen (1., 2.), Verkürzung der Immissionsdauer (1., 2.), kein gepulstes Signal (3.))
- Negative Wirkung, Verschlechterung (höhere Immissionen (1., 2.), Verlängerung der Immissionsdauer (1., 2.), gepulstes Signal (3.))
- o Neutral, ohne Wirkung
- ? Wirkung z.B. aufgrund theoretischer Überlegungen vermutet, aber noch nicht verifiziert

3. Modifikation der bestehenden GSM-Systeme

Durch technische Modifikationen der bestehenden GSM-Systeme bzw. Alternative Handhabung ihres technischen Betriebes ließen sich bereits deutliche Effekte zur Expositionsverringering erzielen.

3.1 Netzübergreifendes Roaming

Bisher baut jeder Netzbetreiber sein eigenes Mobilfunknetz mit von ihm gewählten Standorten der Basisstationen auf und optimiert es nach seinen eigenen Gesichtspunkten. Eine Abstimmung mit den übrigen Netzbetreibern findet i.d.R. nicht statt. Dies führt insbesondere in weniger dicht besiedelten Gebieten teilweise zu unnötiger Mehrfachversorgung und ungenutzten Überkapazitäten. Durch uneingeschränktes Roaming zwischen den Netzbetreibern entfielen die überflüssige Mehrfachversorgung; die Gesamtkapazität der bestehenden Netze würde gemeinsam besser genutzt, und der zusätzliche Aufbau weiterer Basisstationen könnte teilweise entfallen. Die Schaffung der Möglichkeit zum netzübergreifenden Roaming, oder gar die Verpflichtung dazu, ist in erster Linie eine politisch/juristische Maßnahme.

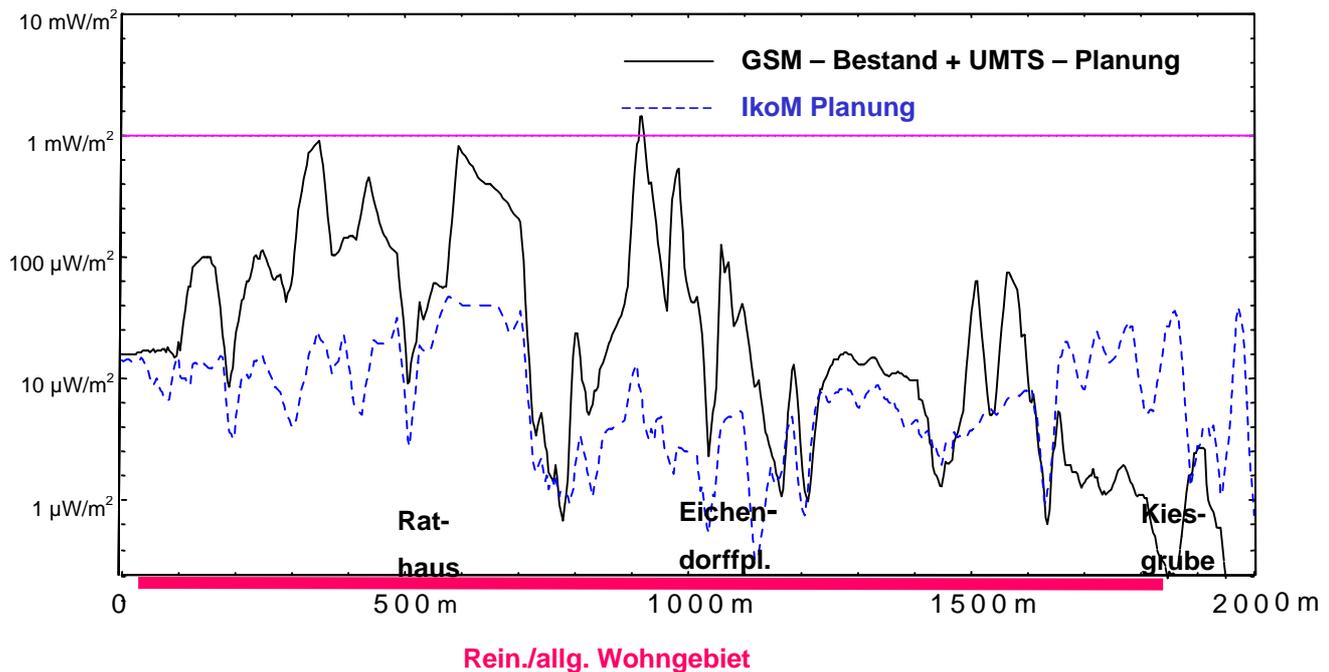
Bewertung:

Wirkung auf Immissionen durch:		
1. Basisstation	Organisationskanal	+
	Lastabhängige Verkehrskanäle	+
2. Mobilteil		+
3. Periodische Pulsung		0

3.2 Immissions-minimierte Netzplanung

Die Netzbetreiber optimieren ihre Mobilfunk-Netzplanung nach technischen Kriterien für eine möglichst lückenlose Abdeckung der zu versorgenden Gebiete; d.h. überall Einhaltung bzw. Überschreitung eines Mindestpegels. Eine Immissions-minimierte Netzplanung achtet dagegen darauf, dass der mittlere Hochfrequenz-Pegel im zu versorgenden Gebiet möglichst niedrig liegt, so dass eine flächendeckende Versorgung zwar gegeben ist, aber keine unnötig hohen Pegel auftreten – vor allem nicht in Gebieten mit „sensibler Nutzung“, also in Wohngebieten und in der Nähe von Kindergärten, Schulen und Krankenhäusern. Des weiteren sollen die Immissionen räumlich möglichst gleichmäßig verteilt sein, ohne größere lokale Spitzen.

Ausführliche Details mit der praktischen Anwendung in einer Kommune sind in [2] und [3] dargestellt. Die folgende Abbildung zeigt die hier erzielte Reduzierung der Mobilfunk-Immissionen.



IkoM Querschnittsbetrachtung:
 Leistungsflussdichten für den Pfad Nordwest-Südost, (Quelle: [3])

Ein Vergleich der beiden Kurven zeigt für die Immissions-optimierten Standorte der Basisstationen (IkoM-Planung):

1. eine Absenkung der Maximalwerte (Reduzierung des Peakwertes von 1,88 mW/m² auf 0,08 mW/m²; d.h. Reduktion um den Faktor 23,5 entsprechend 13,7 Dezibel)
2. eine niedrigere durchschnittliche Leistungsflussdichte in den Wohngebieten; dafür wird eine Erhöhung im Bereich der Kiesgrube in Kauf genommen.

Bewertung:

Wirkung auf Immissionen durch:		
1. Basisstation	Organisationskanal	+
	Lastabhängige Verkehrskanäle	+
2. Mobilteil		-
3. Periodische Pulsung		0

3.3 Adaptive Antennen (Smart Antennas)

Adaptive („Smarte“ = „schlaue“) Antennen können mit ihrer Antennencharakteristik wesentlich differenzierter als konventionelle Sektorantennen an die lokalen Gegebenheiten angepasst werden (z.B. Hauptstrahl auf Straße gerichtet, Minima in Richtung von Gebäuden mit so genannter sensibler Nutzung). Sie werden auch unter der Abkürzung SDMA (**S**pace **D**ivision **M**ultiple **A**ccess) gefasst.

Man unterscheidet drei Grundtypen von Adaptiven Antennen:

1. Statisch
2. Halb-Dynamisch
3. Dynamisch

Die Dynamische Adaptive Antenne verfügt über einen variablen Hauptstrahl und kann diesen auch sich zeitlich verändernden Verhältnissen – dynamisch eben – anpassen.

Beim Dynamischen und Halb-Dynamischen Typ gilt die „smarte“ Anpassung allerdings nur für die lastabhängigen Verkehrskanäle. Diese beiden Typen benötigen eine zusätzliche konventionelle Antenne für den permanent mit voller Leistung sendenden Organisationskanal.

Adaptive Antennen werden bisher in GSM-Systemen noch nicht kommerziell eingesetzt.

(Quelle: [4], S. 113-114)

Bewertung:

Wirkung auf Immissionen durch:		
1. Basisstation	Organisationskanal	0 ^{*1)} bis + ^{*2)}
	Lastabhängige Verkehrskanäle	+
2. Mobilteil		0 bis +
3. Periodische Pulsung		0

*1) Für den Halb-Dynamischen und den Dynamischen Typ

*2) Für den statischen Typ

3.4 Verzicht auf Indoor-Versorgung bzw. Indoor-Versorgung mit Außenantennen

Das GSM-Mobilteil („Handy“) kann im D-Netz mit einer maximalen Leistung von 2 Watt, im E-Netz mit maximal 1 Watt senden. Die tatsächliche aktuelle Sendeleistung wird von der Qualität bzw. Dämpfung der Verbindung zur Basisstation bestimmt, bei der das Mobilteil eingebucht ist. Die Basisstation teilt dem Mobilteil während des Telefonats ständig mit, wie stark es senden muss, um von der Basisstation noch gut empfangen zu werden.

Wird die Dämpfung auf der Strecke zwischen Mobilteil und Basisstation erhöht – indem man z.B. vom Freien in ein Gebäude geht oder in ein Fahrzeug ohne Außenantenne steigt – so muss das Mobilteil die nun erhöhte Dämpfung des Signals durch eine entsprechende Erhöhung der Sendeleistung ausgleichen. Auf die Benutzung von Mobiltelefonen innerhalb von Gebäuden sollte daher möglichst verzichtet werden. Dies gilt insbesondere, wenn im Gebäude ein Festnetz-Anschluss zur Verfügung steht. Dämpfungsfaktoren von Gebäuden liegen üblicherweise zwischen 10 dB und 20 dB; in tief gestaffelten Bauten, in Kellern und Tiefgaragen können bis zu 30 dB erreicht werden.

10 dB entsprechen bezüglich der Strahlungsdichte dem Faktor zehn, 20 dB dem Faktor hundert und 30 dB dem Faktor tausend. Die Netzbetreiber rechnen bei ihrer Netzplanung typischerweise mit einer Gebäudedämpfung von 20 - 30 dB.

Bei Verzicht auf die Indoor-Versorgung könnten dementsprechend die Sendeleistungen von Basisstationen und Mobilteilen um den Faktor 100 bis 1.000 verringert werden.

Alternativ ist der Anschluss des Mobilteils bei Betrieb innerhalb von Gebäuden an eine Außenantenne möglich. Das gleiche gilt für die Handy-Benutzung in Fahrzeugen. In Gebäuden ist dann allerdings die Mobilität eingeschränkt.

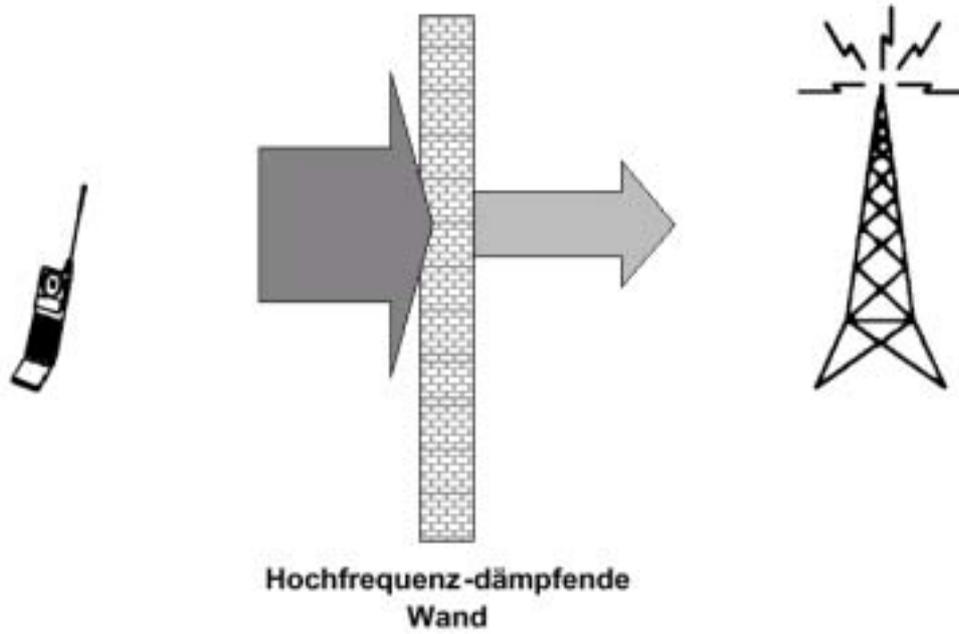
Um diese herzustellen, könnte die Gebäudedämpfung durch eine – möglichst passive – Kombination von Außen- und Innen-Antenne überwunden werden. Entsprechende Entwicklungen existieren erst ansatzweise.

Aktiv sendende Repeater stellen gleichsam die Basisstation einer Picozelle dar und bergen gegenüber der rein passiven Lösung die Gefahr erhöhter Immissionen im Innenraum, ähnlich wie bei den DECT-Schnurlostelefonen.

Bewertung:

Wirkung auf Immissionen durch:		
1. Basisstation	Organisationskanal	+
	Lastabhängige Verkehrskanäle	+
2. Mobilteil		+
3. Periodische Pulsung		0

Leistungsregelung von Mobilteilen



3.5 „Strahlungsarme“ Handys

So genannte „strahlungsarme“ Handys mit einem niedrigen SAR-Wert (**SAR: Spezifische AbsorptionsRate** für Körpergewebe) strahlen weniger stark in Richtung des Kopfes und stärker vom Kopf weg. Dies wird durch den Einsatz einer entsprechenden Richtantenne im Mobilteil erreicht, deren Hauptstrahlrichtung i.d.R. etwa auf der Handy-Rückseite liegt. Zu einer Reduzierung der Emissionen in den Kopf kommt es dabei allerdings nur, wenn die Basisstation, mit der das Mobilteil in Kontakt steht, etwa in der Hauptstrahlrichtung der Handy-Antenne lokalisiert ist, wenn also die Rückseite des Handys in Richtung Basisstation weist – dann liegt der Kopf nicht innerhalb der Übertragungsstrecke Handy / Basisstation. Befindet sich die Basisstation dagegen auf der abgewandten Seite (also in Richtung Vorderseite des Handys), so dass sich der Kopf in der Übertragungsstrecke zwischen Mobilteil und Basisstation befindet, dann wird die Sendeleistung des Handys so stark hoch geregelt, dass sich auch unter diesen Bedingungen eine stabile Verbindung ergibt (falls dies nicht möglich ist, reißt die Verbindung ab oder geht auf eine andere Basisstation über). Dabei strahlt dann das Mobilteil auf seiner Rückseite, ggf. in Richtung benachbarter Personen, aufgrund seiner Richtwirkung noch wesentlich stärker.

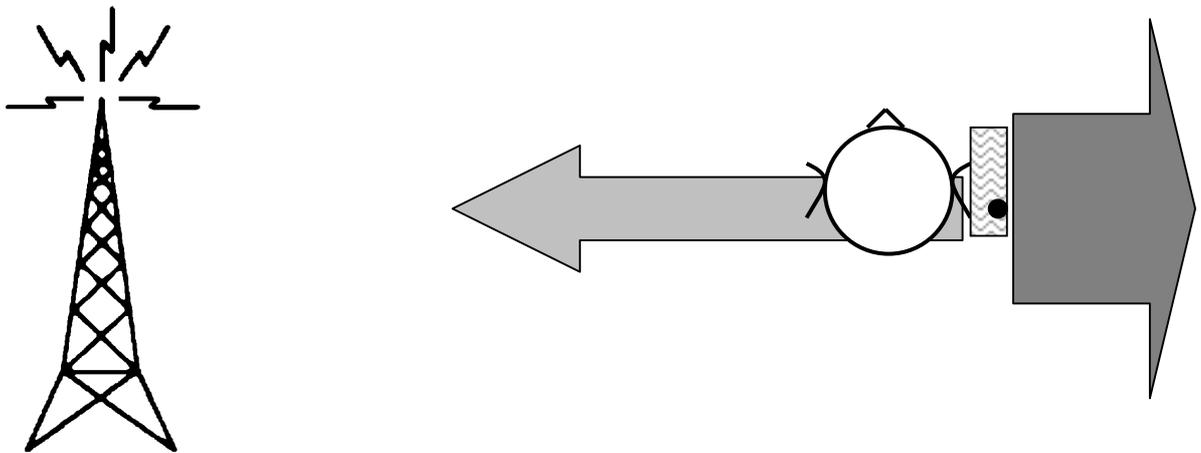
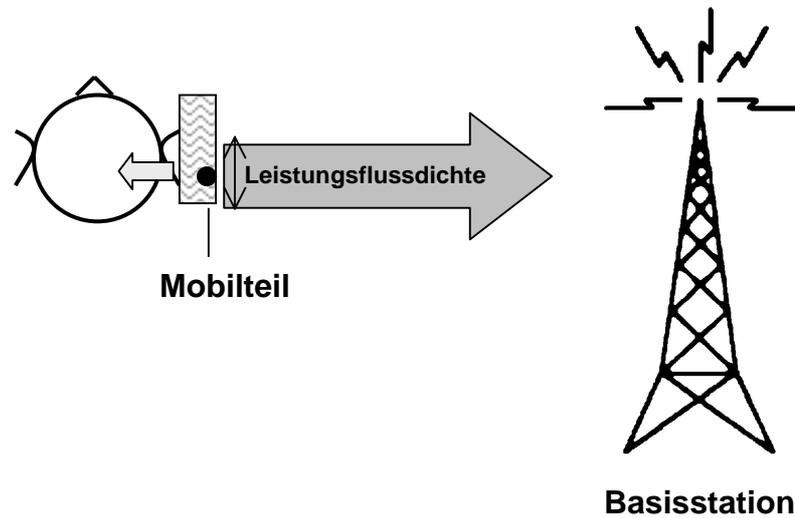
Beim Verbindungsaufbau sendet das GSM-Mobilteil immer mit seiner vollen Leistung, um den Kontakt zur Basisstation herzustellen. Erst wenn die Verbindung „steht“, kann die Basisstation dem Handy die Informationen über die tatsächlich benötigte Sendeleistung mitteilen. Es empfiehlt sich daher, nach dem Wählen der Telefonnummer das Mobilteil nicht sofort ans Ohr zu halten, sondern hiermit einige Sekunden zu warten.

Bewertung:

Wirkung auf Immissionen durch:		
1. Basisstation	Organisationskanal	o
	Lastabhängige Verkehrskanäle	+ bis – *
2. Mobilteil		+ bis – *
3. Periodische Pulsung		o

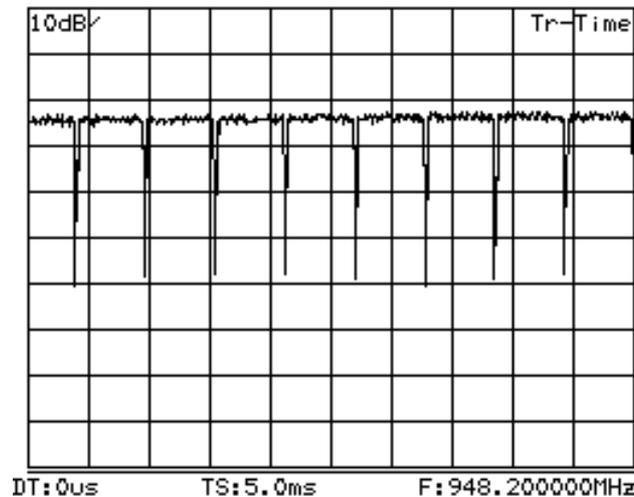
* je nach Richtung zur Basisstation

**„Strahlungsarmes“ Handy mit Richtwirkung
(Hauptstrahlrichtung rückseitig)**



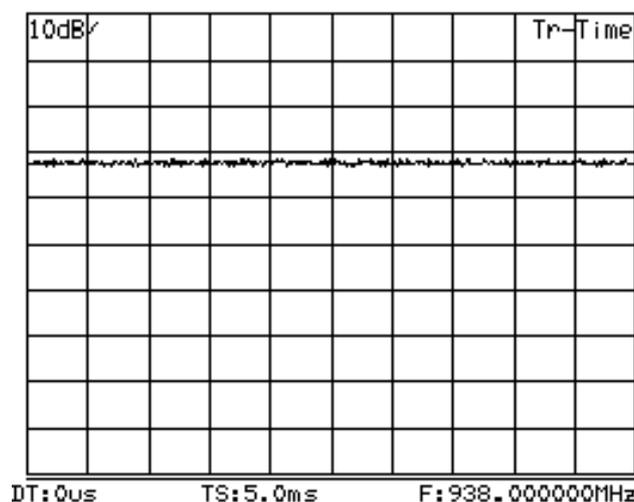
3.6 Organisationskanal ohne periodische Pulsung/Trägerabsenkung

Der Organisationskanal einer GSM-Basisstation sendet permanent in allen acht Zeitschlitz mit voller Leistung, auch wenn aktuell gar kein Nutzkanal belegt ist (z.B. nachts). Üblicherweise wird nach jedem Zeitschlitz kurzfristig der Träger abgesenkt, so dass es zu einer periodischen Pulsung des Signals mit einer Pulsfrequenz von 1.733 Hertz kommt.



Typischer Zeitverlauf der Hüllkurve des Organisationskanals
einer GSM-Basisstation,
Pulsfrequenz 1.733 Hertz

Diese periodische Pulsung des Organisationskanals ist zwar sehr häufig anzutreffen, aber durchaus nicht immer. Wie Messungen zeigen, gibt es auch einige Basisstationen, die keine solche Trägerabsenkung vornehmen, sondern ein in der Amplitude konstantes Signal aussenden (CW = **C**ontinuous **W**ave) oder mit anderen, niederfrequenteren Pulsmustern arbeiten.



Zeitverlauf der Hüllkurve des Organisationskanals einer GSM-Basisstation
ohne Trägerabsenkung
→ keine Pulsung

Wie diese Basisstationen zeigen, ist offensichtlich die periodische Pulsung des Organisationskanals mit 1.733 Hertz für das Funktionieren des Mobilfunknetzes nicht zwingend erforderlich.

Bewertung:

Wirkung auf Immissionen durch:		
1. Basisstation	Organisationskanal	o
	Lastabhängige Verkehrskanäle	o
2. Mobilteil		o
3. Periodische Pulsung		+

4. UMTS

Zu den technischen Grundlagen von UMTS sei auf [5] und [6] verwiesen.

Bei **UMTS-FDD** mit dem Zugriffsverfahren W-CDMA werden auf Seite der Basisstationen und der Mobilteile Sendeleistungen verwendet, die in der Größenordnung der GSM-Sendeleistungen liegen. Allerdings sind die Zellradien bei UMTS kleiner, und damit ist die Dichte der Basisstationen größer als bei GSM. Dafür ist die Reichweite der höherfrequenten UMTS-Wellen nicht so groß. Insgesamt liegen noch nicht genügend Messerfahrungen unter Echtbedingungen vor, um ein abschließendes Urteil über die Höhe der UMTS-Immissionen unter verschiedenen Lastzuständen der Basisstationen im Vergleich zu GSM abgeben zu können. Auch die Frage eines möglichen periodischen Pulsanteils im abgestrahlten Signal ist nicht eindeutig geklärt, zumindest gibt es messtechnische Hinweise hierauf (vgl. [5] und [6]).

Bewertung: UMTS-FDD

Wirkung auf Immissionen durch:		
1. Basisstation	Organisationskanal	+ ?
	Lastabhängige Verkehrskanäle	o ?
2. Mobilteil		o bis + ?
3. Periodische Pulsung		- ?

Die zweite UMTS-Variante **UMTS-TDD** sendet aufgrund des Zugriffsverfahrens TD-CDMA ein periodisch gepulstes Signal aus (vgl. [5] und [6]).

Bewertung: UMTS-TDD

Wirkung auf Immissionen durch:		
1. Basisstation	Organisationskanal	?
	Lastabhängige Verkehrskanäle	?
2. Mobilteil		?
3. Periodische Pulsung		-

5. Zugriffsverfahren auf die Benutzerkanäle / Duplexverfahren

Ob ein Sendesignal periodisch gepulst ist oder nicht, wird maßgeblich durch das verwendete Zugriffsverfahren auf die Benutzerkanäle und das Duplexverfahren bestimmt.

5.1 Zugriffsverfahren

Die Mobilfunksysteme sind als Massenkommunikationsmittel für eine große Zahl von Benutzern ausgelegt, die gleichzeitig auf die zur Verfügung stehenden Kommunikationskanäle zugreifen wollen. Dementsprechend müssen die vorhandenen Übertragungskapazitäten besonders gut genutzt werden, und es muss ein Vielfachzugriff möglich sein. Diese gleichzeitige (parallele) Nutzung kann durch unterschiedliche sogenannte Zugriffsverfahren realisiert werden.

Zugriffsverfahren bezeichnen die Art des Zugriffs auf den hochfrequenten Übertragungskanal, mit dessen Hilfe die beiden Teilnehmer der Verbindung miteinander kommunizieren, während gleichzeitig auf anderen Kanälen andere Teilnehmer kommunizieren.

Folgende Zugriffsverfahren sind in der Praxis anzutreffen:

FDMA	F requency D ivision M ultiple A ccess (Frequenzmultiplex)
TDMA	T ime D ivision M ultiple A ccess (Zeitmultiplex)
FHMA	F requency H opping M ultiple A ccess (Zeitmultiplex plus Frequenzsprungverfahren)
FHSS	F requency H opping S pread S pectrum (= FHMA)
CDMA	C ode D ivision M ultiple A ccess (Codemultiplex)
TD-CDMA	T ime D ivision - C ode D ivision M ultiple A ccess (Zeit- und Codemultiplex)
OFDM	O rtogonal F requency D ivision M ultiplex (Multiple-Carrier-Verfahren)
COFDM	C oded O rtogonal F requency D ivision M ultiplex (Codiertes Multiple-Carrier-Verfahren)
DSSS	D irect S equence S pread S pectrum

Die in obiger Liste fett gedruckten Zugriffsverfahren TDMA, FHMA (= FHSS) und TD-CDMA führen prinzipbedingt zu einer periodischen Pulsung des Signals. Die übrigen Zugriffsverfahren arbeiten zwar vom Grundprinzip her un gepulst, jedoch können in Abhängigkeit von weiteren Systemparametern (z.B. Duplexverfahren) auch hier gepulste Signale auftreten.

5.2 Duplexverfahren

Duplexbetrieb stellt eine besondere Variante des Multiplexbetriebes dar. Während sich der Multiplexbetrieb auf jeden beliebigen Teilnehmer in einem Funkdienst bezieht, bezieht sich der Duplexbetrieb genau auf die beiden Teilnehmer, die miteinander kommunizieren wollen.

Von modernen Telekommunikationsverfahren wird erwartet, dass die beiden Teilnehmer im echten Duplex-Betrieb miteinander kommunizieren können; d.h. beide Teilnehmer können (quasi-) gleichzeitig senden und empfangen. Beim Halbduplex- (= Semiduplex-)Betrieb wäre dies nur abwechselnd möglich; während der eine Teilnehmer spricht, kann er nicht hören und umgekehrt.

FDD Frequency Division Duplex / Frequenzduplex

Beim Frequenzduplex senden und empfangen die beiden Teilnehmer auf unterschiedlichen Frequenzen. Teilnehmer A sendet z.B. auf Frequenz 1 und hört auf Frequenz 2. Gleichzeitig sendet Teilnehmer B umgekehrt auf Frequenz 2 und hört auf Frequenz 1. Hierfür werden also zwei Frequenzkanäle benötigt.

Bei diesem Verfahren wird das zur Verfügung stehende Frequenzband meist in zwei Teilbänder aufgeteilt, das so genannte Unterband (niedrigerer Frequenzbereich) und das Oberband (höherer Frequenzbereich). Im Oberband senden dann z.B. alle Basisstationen des Netzes, im Unterband alle Mobilstationen. Da die Basisstationen in der Systemhierarchie höher stehen als die Mobilteile, wird die Verbindung Handy → Basisstation auch als "uplink" bezeichnet und die Verbindung Basisstation → Handy als "downlink". Frequenzduplex ist sowohl für digitale wie für analoge Verfahren geeignet und führt nicht zu einer prinzipbedingten Pulsung des Signals.

TDD Time Division Duplex / Zeitduplex

Beim TDD senden und empfangen beide Teilnehmer zeitversetzt auf der selben Frequenz; jeder erhält im Takt von Millisekunden abwechselnd einen Zeitschlitz. Wenn Teilnehmer A sendet, schaltet Teilnehmer B auf Empfang und umgekehrt. Daher ist dieses Verfahren nur für digitale Verfahren geeignet. TDD führt prinzipbedingt zu einer periodischen Pulsung des Signals.

Notwendige Voraussetzung, um eine periodische Pulsung des gesendeten Signals zu vermeiden, ist der Verzicht auf alle Zugriffs- und Duplexverfahren, die prinzipbedingt eine periodische Pulsung zur Folge haben: TDMA, FHMA (= FHSS), TD-CDMA, TDD.

Bewertung:

Wirkung auf Immissionen durch:		
1. Basisstation	Organisationskanal	o
	Lastabhängige Verkehrskanäle	o
2. Mobilteil		o
3. Periodische Pulsung		+

6. Netzarchitektur

6.1 Physische Standorte der Basisstationen

In ihrer näheren Umgebung, bis zu Entfernungen von einigen hundert Metern, können Mobilfunk-Basisstationen insbesondere in der Antennen-Hauptstrahlrichtung beträchtliche Feldstärken bzw. Leistungsflussdichten erzeugen, die im begründeten Verdacht stehen, sich negativ auf Gesundheit und Wohlbefinden der Anwohner auszuwirken. Jenseits von einigen hundert Metern nimmt die Strahlungsdichte mit dem Entfernungsquadrat bzw. je nach Frequenz oder Art der Bebauung auch noch stärker ab (vgl. [4]). Außerdem ist in diesem entfernteren Bereich die „Ausleuchtung“ gleichmäßiger. Weiter entfernte und möglichst hohe Standorte der Basisstationen haben somit aus Sicht des Immissionschutzes deutliche Vorteile. Von daher bieten sich als Alternative zu terrestrischen Standorten hoch über der Erde operierende Systeme an: Satellitenfunk-Systeme oder auf Stratosphären-Luftschiffe gestützte Systeme.

6.1.1 Physische Standorte der Basisstationen / Satellitenfunk

Bei Telekommunikations-Satelliten sind hinsichtlich ihrer Erdumlaufbahn drei verschiedene Typen zu unterscheiden:

- GEO **Geostationary Orbit**, Orbithöhe 35.860 km
- MEO **Medium Earth Orbit**, Orbithöhe ca. 10.000 km
- LEO **Low Earth Orbit**, Orbithöhe 700 - 1.400 km

MEO und LEO werden gemeinsam auch als NGSO bezeichnet (**Non-Geosynchronous Orbit**).

Geostationäre Satellitensysteme sind bereits seit vielen Jahren im Einsatz. Bekannte GEO-Satelliten sind beispielsweise ASTRA, KOPERNIKUS, EUTELSAT, INTELSAT, INMARSAT und INTERSPUTNIK. Sie werden insbesondere zur Ausstrahlung von TV- und Rundfunkprogrammen, für GPS (**Globales Positionierungssystem**) sowie zur militärischen und kommerziellen Sprach- und Datenübertragung per Satellitentelefon eingesetzt. Wegen ihrer relativ großen Antennen sowie aus Kosten- und Kapazitätsgründen kommen diese Satellitentelefone für die private Massenbenutzung im Duplex-Betrieb, wie z.B. für öffentlichen Mobilfunk, nicht in Betracht.

Hierfür sind die MEO- und LEO-Satelliten prinzipiell besser geeignet. Es sollten ursprünglich in den Jahren um die Jahrtausendwende mehrere solcher Satelliten-Mobilfunksysteme (MSS = **Mobile Satellite Services**) im Orbit installiert werden und erdumspannend in Betrieb gehen, z.B. Iridium, Globalstar und Teledesic (LEO) sowie ICO und Odyssey (MEO). Durch sie sollte globales Mobiltelefonieren mit Satelliten-Handys – selbst in jedem noch so abgelegenen Winkel der Erde – Wirklichkeit werden. Diese Satellitenfunksysteme sind als Ergänzung zu terrestrischen Mobilfunksystemen insbesondere in nicht oder nur schlecht versorgten Gebieten vorgesehen, nicht zu ihrer Substitution, da hierfür die Kapazität der satellitengestützten Systeme bei weitem nicht ausreicht.

Als erstes Satelliten-System hatte Iridium im Herbst 1998 den Betrieb aufgenommen. Nach kurzer Zeit wurde es aber mangels Teilnehmern wegen Unwirtschaftlichkeit wieder eingestellt.

Die Antennen von LEO- und MEO-Satelliten-Handys können eine ausgeprägte Richtwirkung nach oben, bei allen Betriebszuständen vom Kopf weg, aufweisen. Dadurch lassen sich vergleichsweise niedrige SAR-Werte erreichen. Die Sendeleistung dieser Satelliten-Handys liegt kontinuierlich in der Größenordnung von einem Watt, vergleichbar mit der maximalen Leistung von – leistungsgeregelten – GSM-Handys im E-Netz. Bei dieser, angesichts der zu überbrückenden Entfernung recht geringen Sendeleistung, benötigen die Mobilteile allerdings eine "Sichtverbindung" zum Satelliten, funktionieren also nur im Freien (Outdoor). In Gebäuden und Fahrzeugen ist eine Außenantenne erforderlich. Für die Downlink-Verbindung vom Satelliten zum Mobilteil gilt das Gleiche; die von den Sendeantennen der Satelliten auf der Erdoberfläche erzeugten Feldstärken sind im Vergleich zu den terrestrischen Mobilfunksystemen sehr gering.

Insgesamt ist es um den Aufbau der Satelliten-gestützten Mobilfunksysteme nach dem Iridium-Flop sehr still geworden.

Bewertung:

Wirkung auf Immissionen durch:		
1. Basisstation	Organisationskanal	+
	Lastabhängige Verkehrskanäle	+
2. Mobilteil		+ bis 0
3. Periodische Pulsung		0

6.1.2 Physische Standorte der Basisstationen / Stratosphären-Luftschiffe („Luftwurm“)

"Luftwurm" gegen Antennenwälder

Sendung Umweltmagazin, WDR, 27.11.2001 / Autor: Thomas Kamp

„Für riesige Summen ersteigerten sich im letzten Jahr Telekommunikationsunternehmen in ganz Europa Lizenzen für den neuen UMTS-Mobilfunkstandard. Im Gegensatz zu herkömmlichen D-Netz- oder E-Netz-Handys ist mit UMTS die schnelle Übertragung von Texten, Tönen und Bildern auf mobile Endgeräte möglich.“

Das ist die positive Seite. Die negative ist: Für den Ausbau eines flächendeckenden UMTS-Mobilfunknetzes müssten die Betreiber in Deutschland nach ersten Schätzungen rund 40.000 neue Sendeanlagen errichten. Zusätzlich zu den bestehenden. Das bedeutet, die Belastungen durch elektromagnetische Felder werden steigen.

Noch fehlen zwar eindeutige wissenschaftliche Beweise, die uns klar aufzeigen, dass elektromagnetische Felder die Gesundheit gefährden. Doch die Stadt Köln beispielsweise hat Mitte diesen Jahres entschieden, aus Gründen des vorsorglichen Gesundheitsschutzes UMTS-Sendeanlagen zu verbieten, und zwar auf

Kindergärten, Schulen und Krankenhäusern. Doch welche Alternative gäbe es, um den UMTS-Antennenwald aus 40.000 Anlagen zu lichten? Ein möglicher Ausweg führt uns in sehr große Höhen ...

Der Bedarf an neuen Mobilfunkstationen ist riesig: Das neue UMTS-Netz soll selbst Bewegtbilder aufs Handy schicken und schnelle, mobile Internetverbindungen ermöglichen. Doch benötigt UMTS dafür in Ballungsräumen etwa alle 500 Meter eine Antenne, das sind vier pro Quadratkilometer. Das bedeutet: Immer ist die nächste Elektrosmog-Quelle nur wenige Meter entfernt.

Eine Alternative sind Mobilfunkumsetzer an Bord von "Stratosphären-Luftschiffen". Schon in wenigen Jahren könnten sie große Datenströme senden und empfangen, Bilder in bester Qualität oder Internetdateien mit hoher Geschwindigkeit – aus 20.000 Metern Höhe. Schon eine fliegende Mobilfunkstation deckt mehrere tausend Quadratkilometer ab und macht damit unzählige Sendemasten am Boden überflüssig.

Darüber hinaus sinkt die Strahlungsbelastung: Denn zwanzig Kilometer statt 500 Meter, das bedeutet einen 40 mal größeren Abstand zwischen Sendeanennen und Mensch. Und je größer der Abstand, desto weniger Elektrosmog. Die Alternative am Himmel hat aber noch eine Überraschung parat, so Prof. Bernd Kröplin, Direktor des Instituts für Luft- und Raumfahrtkonstruktionen der Universität Stuttgart: "Beim Kostenvergleich sieht es frappierend aus, denn die Bodeninfrastruktur, die Sendemasten, die jetzt geplant sind, die kosten relativ viel Geld. Mit Luftschiffen können wir mindestens um den Faktor 100 billiger sein als solche Bodeninfrastruktur, sowohl in der Investition als auch bei den Betriebskosten."

Die Luftschiffe von Prof. Kröplin haben nicht viel mit den alten Zeppelinen zu tun, sondern nutzen High-Tec am Himmel. Mit Hilfe von GPS-Satelliten wird ständig die Position der unbemannten Luftschiffe überprüft, um sie auf dem richtigen Kurs zu halten. Das ist gar nicht einfach: Messungen mit Stratosphärenballons haben gezeigt, dass in zwanzig Kilometern Höhe extreme Strahlungs-, Temperatur- und Windverhältnisse herrschen. Höhenwinde von 150 Stundenkilometern machen den Luftschiffen ganz schön zu schaffen. Doch starke Elektromotoren sorgen für den nötigen Schub, damit die Luftschiffe nicht abdriften.

Nicht nur die Navigation, auch das Antriebskonzept ist hochmodern, extrem umweltfreundlich, und es gehört zu den saubersten der Welt: Am Tag liefern Solarzellen die Energie für Sende-Elektronik und Elektromotoren. Mit dem vorhandenen Reststrom wird durch Elektrolyse aus Wasser Sauerstoff und Wasserstoff erzeugt. Die beiden Gase werden in Tanks gelagert. Nachts sind sie der Treibstoff für eine Brennstoffzelle, die aus Wasserstoff und Sauerstoff wieder Strom erzeugt. Übrig bleibt Wasser. Also ein geschlossener Kreislauf.

Zu Wartungszwecken kann das 250 Meter lange Luftschiff auch wieder landen. Ersatz-Luftschiffe sorgen dann für einen unterbrechungsfreien Funkbetrieb. Ein ausgeklügeltes System mit Zukunft? Prof. Bernd Kröplin meint ja. "Wir wissen im Prinzip, dass die Technologie funktioniert. Wir wollen jetzt die nächsten anderthalb Jahre einen "proof of concept" machen, also genauer die markttechnischen Möglichkeiten und die technischen Möglichkeiten ergründen, und dann werden wir pro Jahr mindestens zehn solcher Stationen produzieren."

Das wird ungefähr im Jahre 2009 sein. Bis dahin werden die Luftschiffe am Institut für Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrt-Konstruktionen in Stuttgart den neuesten Erkenntnissen angepasst. Das neueste und 23 Meter lange Modell von Professor Kröplin trägt den Namen "Airworm" – Luftwurm. Ein Wurm gegen Antennenwälder und Elektrosmog

Weitere Informationen hierzu: www.isd.uni-stuttgart.de. (Quelle: [7])

Bewertung:

Wirkung auf Immissionen durch:		
1. Basisstation	Organisationskanal	+
	Lastabhängige Verkehrskanäle	+
2. Mobilteil		+ bis o
3. Periodische Pulsung		o

6.2 Logische Netzwerkstrukturen

Fassen wir den Begriff „Mobilkommunikation“ einmal etwas weiter und beziehen auch die drahtlosen Inhouse-Systeme zur Telekommunikation mit in die Betrachtung ein, wie Bluetooth (PAN = **P**ersonal **A**rea **N**etwork) und WLAN (**W**ireless **L**ocal **A**rea **N**etwork).

Diese Systeme sind zumeist in hierarchischen Infrastruktur-Netzwerken mit Master-Slave-Strukturen konfiguriert. Der Master hat das Sagen im Netzwerk und tut dies auch dauernd, indem er in seiner Funktion als Basisstation oder Access Point ständig ein gepulstes Bereitschaftssignal aussendet. Die Pulsfrequenz liegt meist in der Größenordnung von ca. zehn Hertz bis zu mehreren zehn Hertz.

Würde man stattdessen konsequent Netzwerke mit nicht-hierarchischen Strukturen entwickeln und einsetzen (Ad-hoc- bzw. Peer-to-Peer-Netzwerke), so würde die permanente Ausstrahlung eines – dazu noch gepulsten – Bereitschaftssignals entfallen.

Nähere Details zu Netzwerkstrukturen, ihren Eigenschaften und Immissionen siehe [8] und [9].

Bewertung:

Wirkung auf Immissionen durch:		
1. Basisstation	Organisationskanal	+
	Lastabhängige Verkehrskanäle	+
2. Mobilteil		o bis +
3. Periodische Pulsung		+

6.3 Unterschiedliche, Immissions-optimierte Netzwerkstrukturen für Up- und Downlink – Modell Taucha / Spaarmann

Der **Diplom-Physiker Dr. Stefan Spaarmann** stellte im November 2002 sein inzwischen als "Tauchaer Modell" bekannt gewordenes Alternativkonzept zur Strahlungsreduzierung vor. Grundlage des Konzeptes sind die strikte Trennung von Sende- und Empfangsantennen, deutlich niedrigere Sendeleistungen von Basisstationen und Handys und damit erheblich niedrigere Strahlungsbelastungen für Handynutzer und Anwohner sowie die Einbeziehung einer zusätzlichen Relais-Vermittlungsstation. Dr. Spaarmann und seine Mitstreiter fordern Unternehmer, Ingenieure, Techniker, Naturwissenschaftler und Baubiologen auf, sich am Ideenwettbewerb rund um umweltverträglichen Mobilfunk zu beteiligen, aber nicht beim Theoretisieren stehen zu bleiben. Wer bietet die erste Variante des smogfreien Mobilfunks an? Wer hat das erste echte Bio-Handy am Markt? Hier ist auch und besonders die Mobilfunkindustrie aufgefordert, in einen echten Dialog zur Verbesserung der bestehenden Situation zu treten.

Das "Tauchaer Modell" sieht Senkungen der Strahlungsbelastung bis unter 1 Mikrowatt/Quadratmeter und gleichzeitig auch deutliche Senkungen der Strahlenbelastung für Handytelefonierer vor.' (Quelle: [10])

Unschädlicher Mobilfunk möglich? – Offener Brief der BI Taucha

Wir finden, die Forschung über die Wirkungen von EMF ist eine wichtige Sache. Wir sollten aber der Gegenseite, die ohne Rücksicht auf die Umwelt nur verdienen will, auch nicht das Feld der technischen Nutzung von EMF überlassen. Nicht alles, was technisch machbar ist, ist vertretbar. All die Physiker, Ingenieure, Baubiologen und Mediziner, für die Gesundheit und Umwelt vor Profit gehen, sollten parallel zur Forschung auch bei der technischen Nutzung von EMF mitreden. Um Ethik geht es nicht nur bei der Gentechnologie – den Eindruck könnte man aus der öffentlichen Diskussion ziehen – sondern auch bei der Nutzung von EMF, speziell bei der Mobilfunktechnologie. Ein strenges Vorsorgeprinzip muss auch für den Mobilfunk gelten.

Die Sucht der Menschen nach mobiler Kommunikation lässt sich ebensowenig stoppen wie die nach Fernsehen und Unterhaltung allgemein. Wir beschäftigen uns mit einer Mobilfunklösung, die keine nachteiligen Wirkungen hat. In unserem kleinen Ort Taucha, die "ökologische Modellstadt" Sachsens ist, wollen wir den Bürgern ersparen, dass sie krank werden und beispielgebend ein praktisches Konzept ohne solche Folgen erproben. Wir denken, das geht. Uns schwebt ein Mobilfunk vor, so "sicher" wie Rundfunk und Fernsehen. Wir finden, Mobilfunk ist eine nützliche Sache. Aber die Gesundheit geht vor und setzt Grenzen. Beides muss sich nicht ausschließen. Wenn wir Kommunen finden, die mitmachen, würde das unsere Kraft potenzieren. Was halten andere Bürgerinitiativen davon? Wer hat Lust, mitzumachen?

Eine fachliches Problem: Wir suchen Wissen über Frequenzbereiche, bei denen man (nach heutigem Wissen) mit der Immission ohne Schädigung der Umwelt so weit über der Hintergrundstrahlung liegen darf, dass sie für Kommunikation über ein paar hundert Meter technisch nutzbar sind. Nehmen wir den heutigen Mobilfunk: Ein D2- oder E-Plus-Handy arbeitet schon beim tausendfachen der

Hintergrundstrahlung (bei 10^{-9} W/m²) technisch sicher. Ist das gesundheitlich noch immer bedenklich hoch? Wir suchen eine Antwort.

Jede Art Strahlung wird, wenn ihre Stärke um viele Größenordnungen über der Hintergrundstrahlung liegt, gefährlich. Denn die Organismen konnten sich in der Evolution nicht anpassen. Das ist jetzt beim Mobilfunk der Fall. Der deutsche Mobilfunkimmissionsgrenzwert liegt um den Faktor 10^{13} über der Natur. So etwas kann gar nicht gut gehen. Es ist völlig klar, dass UMTS ein Verbrechen an der Menschheit ist. Und beweisen zu wollen, dass es ungefährlich ist, das ist einfach lächerlich und unwürdig. Dass die Bürger nicht einfach mit Knüppeln gegen die heutigen Mobilfunkbasisstationen vorgehen, das liegt nur daran, dass der Mensch die Strahlung nicht direkt wahrnehmen kann.

Unsere Meinung zum Thema "Wissenschaftlichkeit", dem wir in den Studien über Mobilfunk immer wieder begegnen: Das wird sicher bei ICRESERVE eine große Rolle spielen. Immer wieder wird von der Notwendigkeit des "wissenschaftlichen Nachweises" der Gefährlichkeit oder Ungefährlichkeit des Mobilfunks gesprochen. Es muss einmal gesagt werden, dass das ein sehr durchsichtiger Trick der Befürworter ist, um das völlige Ignorieren der bereits vorliegenden schlimmen medizinischen Erfahrungen mit dem Mobilfunk (z.B. Leukämie an spanischen Schulen, Handy-Tumor-Prozesse in den USA) zu bemänteln. In meinen Augen ist das ein Missbrauch des Wortes Wissenschaft, ausgesprochener Blödsinn und selbst zutiefst unwissenschaftlich. Bedauerlicherweise lassen sich auch Institutionen, die sich um "Neutralität" bemühen, anstecken.

Reproduzierbare Versuche als "Beweis" sind nicht einmal in den sog. "exakten" Wissenschaften immer möglich, die Astronomie ist das beste Beispiel. Auch das Bundesverfassungsgericht hat sich zu so etwas hinreißen lassen und großen Schaden angerichtet, als es die unabhängige Gerichtsbarkeit in Deutschland in Sachen Mobilfunk reglementierte. Es ist mir schleierhaft, wieso sich die Bevölkerung gefallen lässt, dass eine Art Inquisition eingeführt wird und Gegner der jetzigen Technologie mundtot gemacht werden. Sind wir schon ein Volk von Demenzkranken, ohne es zu merken?

Zusammengefaßt:

1. Wir suchen Studenten, Wissenschaftler, Ingenieure, die sich für unser Anliegen interessieren.
Ziel: Grundlagen klären, Pilotprojekte realisieren, Machbarkeit beweisen.
2. Wir suchen Kommunen, die mitmachen und sich anschließen wollen.
Ziel: Mobil kommunizierende, aber smogfreie Oasen in der Mobilfunkwüste.
Beispielwirkung.
3. Wir suchen Unternehmer, die die großen Ertragsmöglichkeiten bei smogfreiem Mobilfunk erkennen, die den Mut und das Geld haben, vom falschen UMTS-Konzept abzurücken und in die Zukunft zu investieren. Denn nur im Konsens mit der breiten Bevölkerung kann eine Mobilfunktechnologie auf Dauer bestehen. Es besteht dringender Bedarf für smogfreien Mobilfunk. Es gibt genug know-how-Träger, die zur Verfügung ständen. Die Kunden des Mobilfunks entscheiden letztendlich am Markt, wenn dieser nicht mehr, wie es jetzt der Fall ist, blockiert wird. Sie würden eine gefahrlose Technik vorziehen, wenn sie angeboten würde, und sie würden die veraltete, gefährliche Technologie boykottieren.

Ziel: Praxisreife smogfreier Technologien zur schnellen Ablösung von GSM und UMTS.

4. Wir suchen prominente Politiker, die das absolute Primat der Gesundheit der Bevölkerung und der Umweltverträglichkeit vor der technischen Machbarkeit anerkennen. Gesucht werden Interessenvertreter der Unternehmer, die smogfreien Mobilfunk anbieten wollen. Jetzt wird durch den "Versorgungsauftrag" die gesundheitsgefährdende UMTS-Technologie mit Gewalt installiert. Die Regierung muss endlich die Randbedingungen für einen smogfreien Mobilfunk schaffen: Der deutsche Mobilfunk-Immissionsgrenzwert muss deshalb mindestens um den Faktor 107, der Grenzwert der elektrischen Feldstärke muss md. um den Faktor 3000 gesenkt werden. Das sieht viel aus, ist aber notwendig, da bisher Schindluder mit der Gesundheit getrieben und viel kriminelle Energie darauf verwendet wurde, die Bevölkerung und die Regierenden arglistig zu täuschen. Erst wenn der Staat die Randbedingungen setzt, reagiert normalerweise die Industrie. Dafür gibt es unzählige Beispiele. Auf einmal sind dann die Lösungen da, die vorher angeblich unmöglich waren. Mit nichtionisierender Strahlung muss endlich vorsorgend genau so wie mit ionisierender Strahlung (Röntgen, Radioaktivität), mit gefährlichen Stoffen in der Luft (Katalysator, FCKW), im Wasser, im Boden und der Nahrung umgegangen werden. Elektrosmogfreie Umwelt muss ein Grundrecht werden.

Über Ihr Echo und Ihre Mithilfe würden wir uns freuen.

BI Funksignal Taucha

Dr. Stefan Spaarmann, Diplomphysiker'

Graßdorfer Str.19, 04425 Taucha, Tel./Fax: 034298-69674

Email: stefanspaarmann@uni.de

(Quelle: [11])

Tauchaer Mobilfunkkonzept gegen schlampigen Umgang mit Mobilfunkstrahlung vom 07.11.02

„An alle Mobilfunk-Anhänger und -Gegner: Unsere Antwort auf den Freiburger Appell

Kein vernünftiger Mensch streitet die Notwendigkeit des Mobilfunks ab. Wir jedenfalls sind für Mobilfunk. Aber das GSM- und UMTS-Netzkonzept ist veraltet. Wir beweisen, dass es eine Gewaltlösung mit unverantwortlich und sinnlos starker Nadelimpuls-Strahlung darstellt. Angeblich muss das so sein, wenn man mobil telefonieren will. Besonders laut betonen das diejenigen, die von der Materie keine Ahnung haben.

Wir zeigen, wie smogfreier Mobilfunk, wie ihn der Freiburger Appell fordert, für alle realisierbar ist. Die Behauptung der Betreiber, sie wüssten nicht, wie man das ohne Nachteile für die Kunden, ohne Komforteinbußen machen könne, ist unwahr. Es ist beschämend, dass Bürgerinitiativen, also Laien, die Lösung erar-

beiten und offen legen müssen. Den Fachleuten wurde offenbar das eigenständige Denken bei Strafe des Jobverlustes verboten.

Wir haben festgestellt: Bis auf das Bio-Handy sind alle für smogfreien Mobilfunk erforderlichen Komponenten da. Nur eins ist erforderlich: Mehr Rücksicht, mehr Sorgfalt beim Umgang mit der Strahlung, besonders bei der Planung. Das ist bei ionisierender Strahlung schon lange selbstverständlich.

Beim Mobilfunk wurde die Technikfolgenabschätzung bisher (absichtlich) versäumt, das ist ethisch nicht vertretbar. Man muss da, wo es wegen der Vorsorge geboten ist, mit der Immission unter dem biologisch wirksamen Level bleiben und versuchen, sich den Bedingungen in der Natur zu nähern. Um das zu verstehen, braucht man kein Fachmann zu sein. Weder der Komfort für die Handynutzer, noch die Gewinnmargen für die Betreiber und Handyhersteller werden durch unsere Vorschläge beschnitten. Nur ein bisschen gesunder Menschenverstand und Verantwortungsbewusstsein sind gefragt. Der Aufsatz von Prof. Volger „Mobilfunk und seine Technikfolgen“ (14.09.02) trifft den Kern.

Wir veröffentlichen unsere für jeden nachvollziehbaren Überlegungen deshalb, weil wir die Behauptung der Nichtrealisierbarkeit smogfreien Mobilfunks vor aller Öffentlichkeit widerlegen wollen. Mundgerechter kann man es wirklich nicht aufbereiten. Unternehmer, die da nicht ihre Chance sehen, denen ist nicht zu helfen. Die deutschen Betreiber meinen bisher, die Zeit sei für umweltverträglichen Mobilfunk noch nicht reif, die Kunden wünschten keine Änderung, sie hätten sich an das Risiko gewöhnt. Das ist falsch. Die Bevölkerung will Mobilfunk ohne unnötige Gesundheitsgefahren und wird ihn auch bekommen. Das sind wir alle unseren Kindern schuldig.

Wir rufen Unternehmer, Ingenieure, Techniker, Naturwissenschaftler und Baubiologen auf, sich am Ideenwettbewerb rund um umweltverträglichen Mobilfunk zu beteiligen, aber nicht beim Theoretisieren stehen zu bleiben. Wer bietet die erste Variante des smogfreien Mobilfunks an? Wer hat das erste Bio-Handy am Markt?

Wir fordern die Bürger in den Kommunen auf, Verträge mit den Betreibern zu erzwingen, die die Basisstationen aus den Wohngebieten verbannen sowie durch passive und aktive Mikrozellen mit Immissionskontrolle die Handy-Belastung zu senken. Die Mobilfunkstrahlung macht schon jetzt den Großteil der Belastung der Bevölkerung aus. Also muss hier angefangen werden. UMTS nach der veralteten Planung würde die Situation eskalieren lassen. In den Wohnungen stellen DECT-Telefone den Versuch einer gefährlichen Körperverletzung dar. Wer sich ein DECT-Telefon kauft, sollte sich gut versichern, denn auch die Nachbarn sind betroffen. Die Verbraucherschutzzentrale warnt, das Verbraucherschutzministerium schweigt.

Wir fordern die Gesetzgeber auf, die Immissions-Grenzwerte für alle Strahler im Mikrowellenbereich schnellstmöglich unter den biologisch aktiven Level zu senken, denn das geht.

Die Bürger werden sich nicht endlos den Wahnsinn beim Umgang mit der Mobilfunkstrahlung gefallen lassen. Jeder kennt Ozonloch, Treibhauseffekt und Endlagerproblem bei Atomkraftwerken. Nur wenige Bürger wissen aber über Mobilfunk gut Bescheid. Irreführende Werbung, welche die Gefahr verschweigt, beherrscht noch den Markt. Was, wenn ein Werbemanager plötzlich den Spieß

herumdreht, weil er begreift, das die Wahrheit die beste Werbung für ein Produkt ist? Produkthaftung, Verursacherprinzip beim Mobilfunk – ein wichtiges Thema.

Wir gehen mit den Betreibern völlig konform in der Forderung nach sachlicher Aufklärung der Bevölkerung. Was beim Wetterüsten gelang – den Wahnsinn zu stoppen – das muss und das wird sich beim Mobilfunk wiederholen.

Letzten Endes sitzen wir alle in einem Boot, nur, dass die einen immer nur rudern und die anderen am Steuer sich bei gutem Wetter sonnen und glauben, sich ruhig ein Schläfchen gönnen zu dürfen. Das geht nicht mehr gut, wenn das Wetter schlecht wird und eine Klippe auftaucht. Die ist in Sicht, wir steuern gerade darauf zu. Wenn wir die Steuermänner aufwecken müssen, dann werden wir das tun.

Zeigen die Verantwortlichen beim Mobilfunk keine Einsicht, bleibt der Bevölkerung, dessen sollten sich alle bewusst sein, nur der „Spanische Weg“! Bitte mailen Sie uns Ihre Überlegungen zum Problem smogfreier Mobilfunk, denn nur gemeinsam können wir etwas ändern und die erforderliche Gesundheitsvorsorge durchsetzen.

Mit freundlichen Grüßen der Bürgerinitiative Funksignal Taucha (bei Leipzig)

gez. Stefan Spaarmann (e-mail: stefanspaarmann@uni.de)'

(Quelle: [12])

Tauchaer Mobilfunkkonzept, Anlage 1: Unsere Vorstellungen

Vorbemerkungen:

„Unser Mobilfunkkonzept des smogarmen, später smogfreien Mobilfunks untersetzt unsere Ansichten zu einer Vorsorgestrategie. Es ist kein fertiges Rezept, sondern wir entwickeln es in den Details ständig weiter.“

Der heutige Mobilfunk ist aus unserer Sicht aus drei Gründen biologisch gefährlich:

1. Wegen der viel zu hohen Feldstärken bzw. Immissionen. Das betrifft Basisstationen, Handys und DECT-Telefone. Dazu macht unser Tauchaer Mobilfunkkonzept Aussagen, die wir zur kritischen Diskussion stellen.
2. Wegen der Pulsung mit biologisch wirksamen Taktfrequenzen. Die Bedeutung dieses Punktes steht völlig außer Frage. Kein vernünftiger Mensch kann behaupten, dass man einen Presslufthammer mit einem konstant wirkenden Druck gleichsetzen kann. Wenn auch nur der Verdacht besteht, dass eine Pulsung in die Steuerung der Organismen eingreift oder das Immunsystem strahlungsinduzierte Defekte nicht reparieren kann, ist sie abzulehnen. Zu diesem Punkt zählen wir auch biologische Resonanzen, nicht-lineare und inverse Effekte bei ganz geringen Immissionen.

3. Die Mobilfunk-Basisstationen und die DECT-Telephone strahlen kontinuierlich, man kann sie nicht abschalten. Das bringt eine zusätzliche Verschärfung der durch Punkt 1 geschaffenen Situation und belastet Unbeteiligte ohne Rücksicht auf ihre körperliche Unversehrtheit.

Zur Berücksichtigung von 2. in einem Vorsorgekonzept müssen Biophysiker, Baubiologen und Mediziner etwas sagen, da wir dafür nicht kompetent sind.

Zu den Grenzwerten: Nach der ECOLOG-Studie sollte der Grenzwert der Mobilfunkimmission durch Basisstationen möglichst niedrig, aber unter $0,01 \text{ W/m}^2$ liegen. Es ist bekannt, dass in der Toskana Mobilfunk bei $6,62 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$ und in Neusüdwaales bei 10^{-5} W/m^2 funktioniert. Das liegt krass unter den deutschen Grenzwerten. Wieso geht das dort und bei uns nicht?

Unser Grundsatz lautet: Gesundheitsvorsorge hat die oberste Priorität. Da die "Wissenschaft" mit tausend Zungen spricht, wird sie sich nicht über verträgliche Immissionsgrenzwerte einigen können. Es gibt beinahe soviel Meinungen wie Wissenschaftler. Vorsorge muss deshalb von den niedrigsten technisch erreichbaren Werten ausgehen und das Ziel verfolgen, sich perspektivisch durch technische Weiterentwicklungen den "natürlichen" Werten zu nähern!

Fragen und Antworten im Zusammenhang mit Mobilfunk-Konzepten:

1. Basisstationen:

Wie weit sollte man mit der Immission herunter gehen, um aus Sicht der Vorsorge für die Bevölkerung auf der "sicheren Seite" zu liegen?

Die Hintergrundstrahlung der ungestörten Natur liegt im Mobilfunkfrequenzbereich bei 10^{-12} W/m^2 . An diesen "natürlichen Grenzwert" haben sich die Lebewesen in Milliarden Jahren gewöhnt, das ist ungefährlich. Es geht nicht nur um Menschen, sondern um die gesamte belebte Umwelt, um Nachhaltigkeit der technischen Entwicklung (heute liegt in Ballungsgebieten natürlich auch im betrachteten Frequenzband ein höherer Störpegel vor, den muss man schrittweise reduzieren, nicht ignorieren). Gesundheitliche reversible Wirkungen werden ab 10^{-9} W/m^2 berichtet. Der biologisch aktive Level soll bei 10^{-6} W/m^2 liegen, das scheint uns aus heutiger Sicht ein anstrengenswerter Wert für den Außenbereich zu sein. Für den Schlafbereich (Innenbereich) empfehlen wir den Wert des BV gegen Elektromog von 10^{-8} W/m^2 . Nehmen wir an, im Durchschnitt liege die Immission der Allgemeinheit durch Mobilfunk heute bei $0,1 \text{ W/m}^2$ (1/100 der 26. BImSchV), dann wäre das immer noch eine hundertmilliardenfach höhere Immission als in der Natur. Das kann nicht gut gehen und muss geändert werden – für diese Aussage brauche ich keine Forschung. Es wäre vom Vorsorgestandpunkt aus nicht sinnvoll, eine geringe Reduzierung z.B. auf Werte wie in der Schweiz vorzunehmen.

Vielmehr sollte Deutschland eine Vorreiterrolle übernehmen und auf das technisch mögliche Maß senken, bevor die Bürgerbewegung wie in Spanien eskaliert.

DECT-Telefone sind praktisch freiwillig in der Wohnung aufgestellte Basisstationen. Ihre Sendeleistung entspricht der von Handys, ist sinnlos hoch. Als Dauerstrahler schädigen sie nicht nur die Wohnungsinsassen, sondern strahlen auch in die Nachbarschaft. Das ist als Angriff auf die körperliche Unversehrtheit der Nachbarn zu betrachten. Dass diese Geräte Käufer finden, ist das Ergebnis einer absichtlichen Desinformation der Bevölkerung über die Wirkungen. Diese sind Stand der Wissenschaft. Es ist nur eine Frage der Zeit, wann die Prozesslawine mit Schadenersatzklagen gegen die Hersteller losbricht.

2. Handys:

Die Immission kann am Kopf der Handynutzer bei schlechter Verbindung 1000 bzw. 6000 W/m² (1 cm bzw. 5 mm Abstand Antenne – Kopf, 2 W Sendeleistung) betragen. Zum Glück für die Handyhersteller wissen das die meisten Handybenutzer nicht. Fast niemand rechnet nach, dass erst in 400 m Abstand von einem isotropen Strahler von 2 W Sendeleistung eine Immission von 10⁻⁶ W/m² erreicht wird (s. Tabelle). Trotzdem wird kurioserweise von Befürwortern der heutigen Technik empfohlen, für Basisstationen und Handys gleiche Immissionsgrenzwerte einzuführen (was begrüßenswert ist).

Kann die Lösung so aussehen, dass man einfach das Netz der großen Basisstationen dichter macht, da ja die Immission mit dem Quadrat der Entfernung sinkt? Etwa wie beim UMTS-Netz, wo aller paar hundert m eine große Basisstation auf einem Dach oder Turm in den Wohngebieten stehen soll?

Eindeutige Antwort: Nein, das ist nicht vertretbar, denn dadurch steigt die Belastung der unbeteiligten Bevölkerung in völlig unverträglicher Weise an. Die Lösung muss anders aussehen.

3. Die Lösung:

Lässt sich der scheinbar unlösbare Widerspruch zwischen größeren Gesundheitsgefahren für Handynutzer oder größeren Gesundheitsgefahren für die Allgemeinheit beseitigen?

Ja, durch Änderung der Netzstruktur und einfache Tricks, die je nach den örtlichen Gegebenheiten anzuwenden sind. Wir glauben, dass es nur einen "Königsweg" gibt, den wir als "Immissionskontrolle" bezeichnen: Mit Strahlung darf man nicht wie heute üblich schlampig umgehen, die Immission muss in sensiblen Bereichen unter dem gewählten Vorsorge-Grenzwert bleiben. Wir beweisen, dass das technisch machbar ist. Nur tun muss man es.

Was heißt sensibler Bereich?

Im engeren Sinne meint man oft, den Begriff nur auf Menschen anwenden zu müssen. Das ist langfristig kurzsichtig, denn Tiere und Pflanzen (Wälder) sind ebenso bedroht. Das Problem fällt bei engstirniger Betrachtung auf den Menschen zurück. Ein "sensibler Bereich" ist bei konsequenter Betrachtung ein Bereich, in dem Leben gefahrlos bestehen kann. Natürlich kann Immissionskontrolle beim Mobilfunk nur ein Anfang sein. Der gesamte Elektrosmog muss schrittweise reduziert werden. Seit Jahrzehnten wird nur diskutiert. Jetzt mit der weltweiten Ausbreitung des Mobilfunks läuft das Ganze aus dem Ruder, gerät

das genetische Potenzial in Gefahr. Ein Paradigmenwechsel in der Einstellung der Menschen zur Strahlung insgesamt ist dringend notwendig, ehe es zu spät ist.

Der Weg zum smogfreien Mobilfunk:

1. Freie Sicht – geringe Funkfelddämpfung.

Modellrechnungen mit isotropen Strahlern (Anlagen 2 und 3) beweisen, dass ohne Dämpfung bei freier Sicht der geforderte Grenzwert bei normaler Empfängerempfindlichkeit (s.o.) leicht erreicht werden kann. Bei größerer Empfängerempfindlichkeit würde man noch tiefer kommen. Das bedeutet, wenn man durch verschiedene Tricks Bedingungen mit niedriger Funkfelddämpfung schafft, dann geht das Konzept auf, andernfalls nicht. Natürlich bedingt das eine viel sorgfältigere, auf die örtlichen Verhältnisse bezogene und ökologisch nachhaltige Planung, die man keinesfalls den Betreibern allein überlassen kann. Diese Planung ist aufwendiger, aber das Ergebnis ist es wert. Aus diesem 1. Punkt folgen eigentlich alle weiteren Punkte logisch.

2. Trennung Outdoor-/Indoor-Versorgung.

Der Hauptgrund für die heute große Feldstärke der Strahlung von den Basisstationen ist, dass man durch die Wände und andere Hindernisse hindurch die Handys erreichen will. Ein Vergleich: Kein vernünftiger Mensch würde versuchen, einen dunklen Raum gewaltsam von außen durch die Wand (mit milliardenfach höherer Leistungsflussdichte des Lichtes, als eigentlich für die Beleuchtung notwendig) auszuleuchten. Genau das macht man heute beim Mobilfunk. Der Unterschied zwischen sichtbarem Licht und Mobilfunkstrahlung ist nur, dass nichtmetallische Hindernisse wie Häuserwände in gewissem Maße für Mobilfunk transparent sind, für das sichtbare Licht aber nicht. Je höher die Frequenz, um so höher die Dämpfung der Mobilfunkstrahlung und die erforderliche "Gewalt". Von D-Netz über E-Netz zu UMTS verschärft sich das Problem, weil die Trägerfrequenz steigt.

Die Gewaltlösung ist unsinnig, die Probleme können völlig vermieden werden, wenn man Außen- und Innenversorgung trennt. Außenversorgung soll wie oben gesagt bedeuten: Direkte optische Sicht, aber auch Sicht über Strahlumlenkung durch Reflektoren (s.u.). Indoor-Versorgung wird am Markt angeboten.

3. Leistung der Basisstationen senken

Ein isotroper Basisantennenstrahler (also keine Richtwirkung) mit nur 1 W Sendeleistung würde bei direkter Sicht und bei einer Empfängerempfindlichkeit von $3 \cdot 10^{-10} \text{ W/m}^2$ 16 km weit reichen. Das wirft die Frage auf, ob überhaupt teure Basisstationen mit Hochleistungsantennen notwendig sind. Natürlich gibt es durch atmosphärische Einflüsse eine gewisse Funkfelddämpfung, die aber die Größenordnung der Reichweite nicht ändern wird.

4. Intelligente Antennen in Basisstationen

Es gibt seit langem "intelligente Antennen" mit elektronisch nachgeführter Strahlungskeule. Von Vodafone wurden sie für GSM-Mobilfunk erprobt, werden aber aus Kostengründen nicht eingesetzt. Ob diese Kostengründe, wenn man das gesamte Umwelt-Problem im Auge hat, stichhaltig sind, ist zu bezweifeln. Die erforderliche Leistung und die Belastung der Allgemeinheit mit allen Folgekosten würden drastisch sinken. Intelligente Antennen sind in jedem Frequenzbereich die Methode der Wahl. Nach dem Urteil von Antennen-Experten entsprechen die heutigen Mobilfunkantennen dem technischen Stand von vor 15-20 Jahren. Das ist eine Schande, wenn man die gesundheitlichen Folgen betrachtet.

5. Nutzung von Reflektoren

Bisher sieht man Reflexionen beim Mobilfunk als notwendiges Übel an, statt dessen schlagen wir vor, sie auszunutzen und zur Ausleuchtung von Schattenzonen (hinter Erhebungen, Gebäuden, in Straßenschluchten u.ä.) einzusetzen. Reflektoren sind preiswerte passive Strahler, die Immission muss nicht durch Schutzabstände eingegrenzt werden wie bei Strahlungsquellen.

6. Zwischenschaltung von Relais = Mikrozellenprinzip

Basisstation und Handy sind von der Sendeleistung her ungleiche Partner, die Reichweiten sind völlig unterschiedlich. Ab einer bestimmten Entfernung kann das Handy auch bei maximaler Sendeleistung die Basis nicht mehr erreichen. Deshalb ist die Forderung, Basisstationen aus Wohngebieten zu entfernen, zwar grundsätzlich richtig, aber allein nicht ausreichend. Man muss von der direkten Funkverbindung zwischen Basis und Handy abgehen und das uralte Relaisprinzip der Funktechnik heranziehen. Das Handy sendet nicht mehr an die Basis – die kann weit entfernt von den Wohngebieten stehen –, sondern zu einem der in der näheren Umgebung vorhandenen Relaisempfänger. Das dichte Netz der Basisstationen wird durch ein dichtes Netz von Relais ersetzt. Der Versorgungsbereich eines Relais wird oft auch als "Mikrozelle" bezeichnet. Die Relais sind passiv (empfangen nur) oder aktiv (s.u.), d.h. strahlen auch (von Funktechnikern werden aktive Relais auch als Repeater bezeichnet).

Der Normalfall sollte heute zumindest im freien Lande das passive Relais, d.h. die passive Mikrozelle sein, um Fahrlässigkeiten und Missbrauch (in einigen Großstädten wurden Mikrozellen angewendet, nur um die Sendeantennen vor der Bevölkerung zu verstecken, ohne Immissionskontrolle) möglichst auszuschließen. Die Gesetze für Mikrostrahler hinken leider hinter den Notwendigkeiten hinterher (Strahlung ist Strahlung unabhängig von der Größe des Strahlers).

7. Innenversorgung ("Indoor-Relais")

Räume sind die kleinsten Mikrozellen. Innenversorgung (geschlossene Räume, Fahrzeuge usw.) kann über Außenantenne und Mikrostrahler/-Empfänger (innen) erfolgen. Indoor-Relais sind also sinnvollerweise immer aktiv. Bei anderen Funkdiensten wie Rundfunk und TV ist das Prinzip selbstverständlich, die

Betreiber behaupten bisher, beim Mobilfunk ginge es nicht. Für den Handy-nutzer tritt nicht die geringste Komfortbeschränkung durch die Trennung von Außen- und Innenversorgung ein. Das Argument der Betreiber, die Handybesitzer würden so etwas ablehnen, ist an den Haaren herbeigezogen. Der Kunde bemerkt die Trennung von Innen- und Außenversorgung überhaupt nicht. Wer in seinen Räumen nicht mit dem Handy kommunizieren will, der hat eben keine Innenversorgung für sein Handy. Es ist auch denkbar, Internet- oder Kabelanschlüsse zu nutzen. Die Parameter der Indoor-Strahler könnten etwa so aussehen: Reichweite 5 m, Leistung 0,1 μ W, Schutzabstand 9 cm (s. Tabelle).

Wichtig ist, die Immissionskontrolle im Auge zu behalten, d.h. die Sendeleistung für jede Verbindung immer so weit herunterzufahren, wie möglich. Auch die Infrarot-Indoorversorgung (umweltverträglich) von Räumen existiert bereits im Labor. Schmalbandig mit diffuser Strahlung, breitbandig (Datendienste) mit gerichteter Strahlung.

8. Außenversorgung (“Outdoor-Relais”)

In Außenbereichen können aktive Relais (senden und empfangen) schwierig ausleuchtbare Bereiche versorgen. Die maximale Sende-Leistung der Mikrostrahler und die Schutzabstände können den Raum-Dimensionen angepasst werden (s. Tabelle). Die momentane Sendeleistung sollte zusätzlich auf das notwendige herabgeregelt werden (Immissionskontrolle). Vorgeschlagene Parameter für die Mikrostrahler sind hier: Sendeleistung 0,1 mW, Reichweite 163 m, Schutzabstand 2,8 m. Die Relais hätten winzige Dimensionen wie Glühbirnen und wären in der Massenfertigung billig. Sie müssten entweder mit abstandschaffenden Umkleidungen versehen sein oder in genügendem Abstand montiert werden. Sie könnten in die bestehende Infrastruktur der Kommunen wie die Straßenbeleuchtung integriert werden und fallen überhaupt nicht auf. Energisch abzulehnen sind Mikrostrahler ohne Immissionskontrolle, wie in einigen Großstädten der Schweiz und der Bundesrepublik praktiziert. Die Immission eines Mikrostrahlers kann bei zu geringem Abstand noch viel höher sein als die durch Basisstationen verursachte. Der Gesetzgeber muss solchen Missbrauch endlich durch einheitliche Grenzwerte unabhängig von der Sendeleistung der Strahler verbieten. Sonst ist smogfreier Mobilfunk nicht möglich, denn die smogmindernde Wirkung des Relaisprinzips (Mikrozellenversorgung) wird ausgehebelt. Auf ungefährlichem immissionsfreiem Wege soll das Handy-Signal zurück zur Basis gelangen. Für die technischen Details gibt es viele mögliche Varianten. Zu prüfen wäre die Frage, ob aktive Outdoor-Relais in den Kommunen nicht auch öffentlich zugängliche Internetanschlüsse sein sollten.

9. Saver-Handys und Saver-Kommunikatoren

Die Anwendung des Relaisprinzips bzw. der Mikrozellenversorgung senkt nicht nur die Belastung der Allgemeinheit drastisch, sondern auch die der Handynutzer, da die Entfernung der Handys zu den Empfängern und die Funkfelddämpfung viel geringer sind. Die Sendeleistung des Handys und Belastung des Handynutzers kann auf Werte weit unter den heute verwendeten liegen. Deshalb nennen wir diese Handys mit von vornherein reduzierter Leistung “S-Handys” (Saver-Handys). Parameter z.B. 0,1 mW Sendeleistung = Reich-

weite 163 m = Immission in 1 cm Abstand vom Ohr $0,1 \text{ W/m}^2$, in 30 cm Entfernung 10^{-4} W/m^2 . Immissionskontrolle bedeutet wieder: Abhängig vom Abstand zum Relais wird die Sendeleistung auf einen Wert heruntergeregelt, der gerade noch die sichere Verbindung gewährleistet (nicht nur auf ein Zwanzigstel). Die Folge ist, dass die Belastung der einzelnen Handy-Nutzer und der Personen in der Umgebung (!) weiter sinkt, um so mehr, je dichter das Netz der Relais ist. Zum Vergleich: Heutiges Handy mit 2 W Sendeleistung = isotrope, dämpfungsfreie Reichweite 23 km = Immission in 1 cm Abstand 1592 W/m^2 , in 30 cm $1,8 \text{ W/m}^2$. Das heutige Handy braucht die gesundheitsgefährdende hohe Leistung (wie im Fall der heutigen Basisstationen) wegen der Wände, die es durchdringen soll (Funkfelddämpfung). Die Situation wird also auch beim Handy durch das Relaisprinzip entschärft, aber auf die niedrigen Immissions-Werte wie bei Basisstationen komme ich am Kopf nicht, welche technischen Tricks ich auch anwende (Firma Rosenberger: Dipol- bzw. Quadrupolantennen [14] statt wie jetzt üblich Monopolantennen).

Wichtig ist auch die Verteilung der Dienste auf verschiedene Gerätetypen. Breitbanddienste (Bilder, Dateien versenden) im Mikrowellenbereich sollten nur über Kommunikatoren (größerer Bildschirm, nicht am Ohr), nicht aber für Handys gestattet werden, da es wegen der auch bei S-Handys noch zu hohen Immission nur ein wirksames Mittel gibt – Abstand. 30 cm Abstand von der strahlenden Antenne bewirken viel. Für Telefonie mit Handys brauche ich nicht das breitbandige (5 MHz) UMTS mit der noch höheren Belastung.

10. Bio-Handys und Bio-Kommunikatoren

Wegen der geringen Entfernung zum Ohr ist also die Immission beim Handy prinzipiell nicht durch einen entsprechenden Schutzabstand beliebig reduzierbar. Wenn die Entfernung zwischen Handys und Relais nicht zu hoch ist (innen immer erfüllbar), sollte die Verbindung in Zukunft über Infrarot (IR) erfolgen, weil hierbei die am Ohr unvermeidbar hohe Immission im Gegensatz zu Mobilfunkfrequenzen (besonders den pulsmodulierten) nicht gesundheitsgefährlich ist. Das bedeutet zunächst Zweinormen-Handys (Nahbereich bis 5 m IR, Fernbereich bis etwa 160 m Mobilfunkfrequenzen). Später wird es auch im Fernbereich IR-Handy-Technik (intelligente Antennen) geben. Indoor-Versorgung über IR ist, wie oben erwähnt, bereits in Arbeit (Ilmenau, Berlin) und sollte forciert werden. Vorsorgestrategie beim Handy heißt aus unserer Sicht Entwicklung des Bio-Handys.

11. Hochantennen zur Versorgung der Mikrozellen

Folgende Verfahrensweise ist in dicht besiedelten Gebieten möglich: Die Antennen der Basisstation überragen alle Gebäude. Sie senden einen durch entsprechende Maßnahmen horizontal scharf nach unten abgegrenzten Funkstrahl nur über die Gebäude hinweg (nicht schräg nach unten, nicht in Fenster o.ä.; Abschirmung der Basis nach unten). Die Gebäude haben einheitlich hohe Empfangsantennen, Kabel führen nach unten, auf den Straßen sind z.B. an den Laternenmasten zusätzlich zu den Leuchtmitteln in hinreichender Höhe (wegen der Schutzabstände) aktive Outdoor-Relais angebracht, die von den Handys auf Grund der Nähe mit sehr geringer Sendeleistung erreicht werden. Das wird

bekanntlich als Versorgung über Mikrozellen bezeichnet. In unbebauten Gebieten oder flacher Bebauung kann das Prinzip genauso angewendet werden, die Basisstationen und Hochantennen können aber niedriger sein (Die andere unter 6. schon beschriebene Alternative für niedrige Bebauung oder das freie Land ist das dichte Netz passiver Empfangsrelais in der Kommune.) Die Hochantennen-Empfänger können sehr empfindlich gebaut werden, eine Senkung der Immission am Boden oder in den Gebäuden (wo die Handynutzer sind) auf die Größenordnung des Hintergrundrauschens ist überhaupt nicht utopisch, wenn die Handys und Kommunikatoren in ungefährlichen Frequenzbereichen arbeiten (s. 10.). So könnte der Mobilfunk der Zukunft aussehen.

Die Versorgung der Hochantennen kann natürlich auch von oben erfolgen (über Sat oder "Luftwurm"). Dadurch vermeide ich Verschattung, die geringe Funkfelddämpfung wird sehr einfach erreicht. Vgl. Anlage 4.

12. Modellprojekt

Die Vorstellungen sollten in einem Modellprojekt erprobt werden. Dazu bietet sich die kleine Stadt Taucha in Sachsen an. Bisher haben die deutschen Betreiber kein großes Interesse an einer konstruktiven Zusammenarbeit signalisiert. Auch den Münchener Vorschlag mit Mikrozellen haben sie in der Vergangenheit abgelehnt. Wenn sie dabei bleiben, outen sie sich als potentielle kommerzielle Nutznießer. Sie sehen im Moment keine Notwendigkeit, ihr Konzept zu ändern, so lange der Gesetzgeber sie nicht dazu zwingt.

Schlussfolgerungen

Eine Gesundheitsvorsorgestrategie kann nur funktionieren, wenn gesetzgeberisch die Richtung der technischen Entwicklung gewiesen wird. Die Betreiber müssen durch schrittweise verschärfte staatliche Grenzwerte gezwungen werden, die Mobilfunk-Netze umzustellen. Auch die schon existierenden GSM-Dienste mit dem niederfrequent gepulsten Funk (biologisch wirksam, Maschinengewehr-Effekt). Der Wettbewerb verschiedener Mobilfunk-Konzepte darf nicht weiter blockiert werden. Die Bürger und Kommunen müssen mitentscheiden können.

Wir fordern strenge Immissionskontrolle. Für alle Strahler unabhängig von ihrer Größe und Sendeleistung muss es perspektivisch für die verschiedenen Funkfrequenzbereiche (einen Anfang beim Mobilfunk machen!) niedrigstmögliche Vorsorge-Grenzwerte der Immission geben, die nicht nur den Menschen, sondern die ganze belebte Natur schützen. Ausnahmen der Immissionsgrenzwerte für Klein- und Mikrostrahler darf es nicht geben. Mit Strahlung muss grundsätzlich sorgfältiger und unter strenger Anwendung des Vorsorge- und des Minimierungsgebotes für Immissionen umgegangen werden.

Eine Änderung der deutschen 26. BImSchV ist dringend erforderlich. Für Mobilfunkfrequenzen schlagen wir (wie andere) zunächst eine Begrenzung der Immission auf 10^{-6} W/m^2 (Wachbereich) bzw. 10^{-8} W/m^2 (Schlafbereich) für die von Basisstationen und Relaisstationen zur Mikrozellenversorgung ausgehende Strahlung vor, weil halbherzige Absenkungen überhaupt nichts bringen. Die Übergangszeit sollte nur wenige Jahre betragen.

Zum Grenzwert für die Immission am Kopf des Handynutzers kann von uns gegenwärtig gesagt werden, dass er unter $0,1 \text{ W/m}^2$ liegen kann (Mikrozellenversorgung über Relais). Uns fehlen aber technische Angaben zur Verbesserung, die durch das Strahlungsdiagramm moderner Handy-Antennen erreicht werden kann. Bei Handys, die im Mobilfunkfrequenzbereich senden, sind die niedrigen Werte wie bei Basisstationen nicht erreichbar. D.h. es bleibt ein Risiko für den Handybenutzer und das Gebot, Vernunft beim Umgang mit dem Handy walten zu lassen. Die Gefahr zu verschweigen, kann den Herstellern mächtig auf die Füße fallen, wenn die Produkthaftung endlich greift.

Wir fordern die forcierte Entwicklung von Bio-Handys. Der einfachste Weg, sie zu erzwingen, besteht darin, dass der Gesetzgeber die obigen Immissionsgrenzwerte für Basisstationen nach einer Übergangszeit auch für Handys verlangt. Der DECT-Standard muss verboten werden. Es geht auch anders. Ein Medikament gleicher Gefährlichkeit würde sofort aus dem Verkehr gezogen.

Dr. Stefan Spaarmann'

Graßdorfer Str.19, 04425 Taucha, Tel./Fax: 034298-69674

Email: stefanspaarmann@uni.de

(Quelle: [13])

Tauchaer Mobilfunkkonzept, Anlage 2: Reichweiten und Schutzabstände (isotrope Strahlung, keine Dämpfung)

$r_{\text{außen}}$ maximale Reichweite (Leistung N, Empfängerempfindlichkeit $I_E = 3 \cdot 10^{-10} \text{ W/m}^2$ bzw. $3 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$, keine Hindernisse, Ergebnisse gerundet)

r_{innen} geringste zulässige Entfernung (die erlaubte Immission sei gleich I_E), der Entfernungsbereich zwischen r_{innen} und $r_{\text{außen}}$ ist nutzbar.

Zeilen Istzustand: 1 Basis alt, 4 Handy alt, Formeln: $I = N / (4 \cdot \pi \cdot r^2)$, $I = E^2 / 377$ I Immission, E Feldstärke, N Leistung, r Radius

Mikrozellen: 5 Basis neu, 9 Handy neu / Outdoor-Relais, 12 Indoor-Relais [I] = W/m², [E] = V/m, [N] = W, [r] = m

Dr. Stefan Spaarmann, stefanspaarmann@uni.de (Quelle: [15])

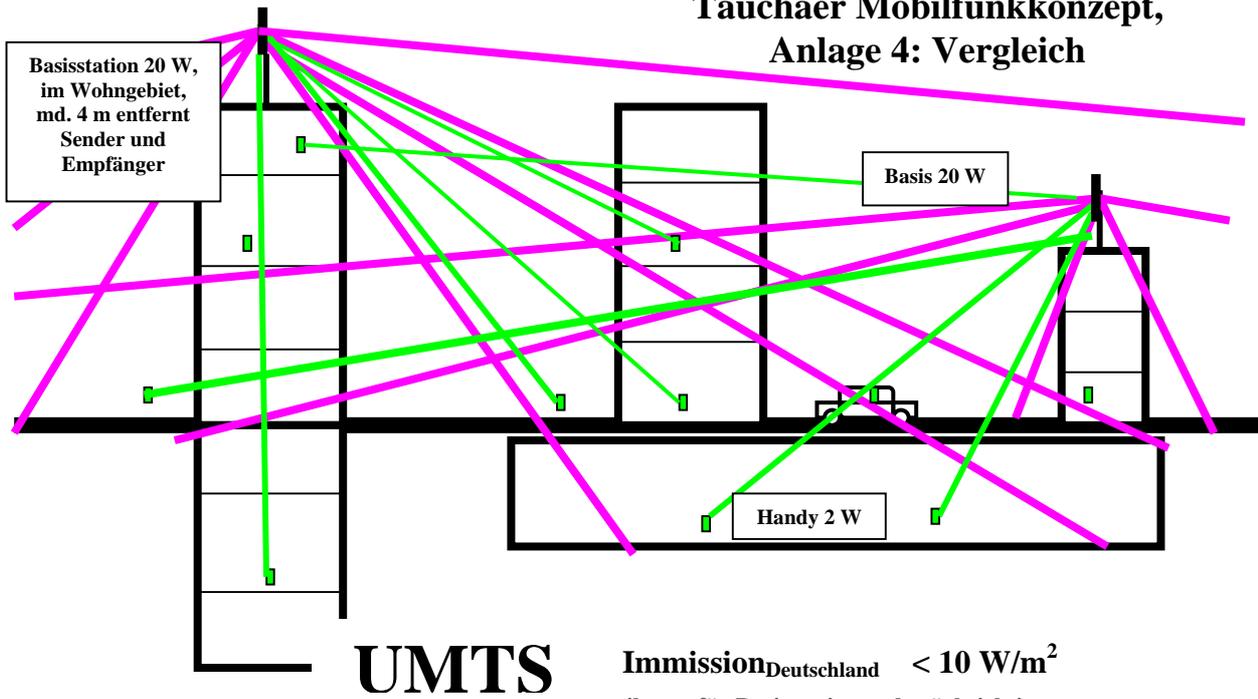
Nr.	N _{Sender}	Grenzempfindlichkeit		BV gegen Elektrosmog			Neustidwales 0,000.01	Toscana 0,000.664	Salzburg 0,001	ECOLOG 0.01 ehemal. SU 0.02			26. BimschV Deutschland			
		$r_{\text{außen}}$ $I_E = 3 \cdot 10^{-12}$	$r_{\text{außen}}$ $I_E = 3 \cdot 10^{-10}$	r_{innen} $I_E = 10^{-9}$	r_{innen} $I_E = 10^{-8}$	r_{innen} $I_E = 10^{-7}$	r_{innen} $I_E = 10^{-6}$	r_{innen} $I_E = 10^{-5}$	r_{innen} $I_E = 10^{-4}$	r_{innen} $I_E = 10^{-3}$	r_{innen} $I_E = 10^{-2}$	r_{innen} $I_E = 10^{-1}$	r_{innen} $I_E = 10^0$	r_{innen} $I_E = 10^1$	r_{innen} $I_E = 10^2$	r_{innen} $I_E = 10^3$
1	20 W	730 km	73 km	40 km	13 km	4 km	1,3 km	400 m	130 m	40 m	13 m	4 m	1,3 m	40 cm	1,3 cm	4 cm
2	10 W	520 km	52 km	30 km	9 km	3 km	900 m	300 m	90 m	30 m	9 m	3 m	90 cm	30 cm	9 cm	3 cm
3	5 W	360 km	36 km	20 km	6 km	2 km	630 m	200 m	63 m	20 m	6,3 m	2 m	63 cm	20 cm	30 cm	2 cm
4	2 W	230 km	23 km	13 km	4 km	1,3 km	400 m	130 m	40 m	13 m	4 m	1,3 m	40 cm	13 cm	4 cm	1,3 cm
5	1 W	160 km	16 km	9 km	3 km	900 m	300 m	90 m	30 m	9 m	30 cm	90 cm	30 cm	9 cm	3 cm	9 mm
6	100 mW	50 km	5 km	3 km	900 m	300 m	90 m	30 m	9 m	3 m	90 cm	30 cm	9 cm	3 cm	9 mm	3 mm
7	10 mW	16 km	1,6 km	900 m	300 m	90 m	30 m	9 m	3 m	90 cm	30 cm	9 cm	3 cm	9 mm	3 mm	0,9 mm
8	1 mW	5 km	515 m	300 m	90 m	30 m	9 m	3 m	90 cm	30 cm	9 cm	3 cm	9 mm	3 mm	0,9 mm	0,3 mm
9	100 µW	1,6 km	163 m	90 m	30 m	9 m	3 m	90 cm	30 cm	9 cm	3 cm	9 mm	3 mm	0,9 mm	0,3 mm	
10	10 µW	520 m	52 m	30 m	9 m	3 m	90 cm	30 cm	9 cm	3 cm	9 mm	3 mm	0,9 mm	0,3 mm		
11	1 µW	160 m	16 m	9 m	3 m	90 cm	30 cm	9 cm	3 cm	9 mm	3 mm	0,9 mm	0,3 mm			
12	100 nW	52 m	5,2 m	3 m	90 cm	30 cm	9 cm	3 cm	9 mm	3 mm	0,9 mm	0,3 mm				
13	10 nW	16 m	1,6 m	90 cm	30 cm	9 cm	3 cm	9 mm	3 mm	0,9 mm	0,3 mm					
14	1 nW	5 m	52 cm	30 cm	9 cm	3 cm	9 mm	3 mm	0,9 mm	0,3 mm						
15	0,1 nW	1,6 m	16 cm	9 cm	3 cm	9 mm	3 mm	0,9 mm	0,3 mm							

Tauchaer Mobilfunkkonzept, Anlage 3, 7.11.02:		vorher	nachher
Technische Daten im Vergleich		(Beispiel)	(Vorschlag)
Immission I in [W/m²], elektr. Feldstärke E =(I * 377)^{1/2} in [V/m]			
Prinzip	Handy-Basis-Handy	X	
	Handy-Relais-Basis-Handy[#]		X
Basis-Station	Betriebsart	send + empf	nur send
	Ort	im Wohngebiet	außerhalb
	erlaubte Immission Wohngebiet	< 10	< 10⁻⁶ (10⁻⁸)
	max. Leistung	20 W	1 W
	Reichweite (I_{Empf} = 3*10⁻¹⁰)	73 km	16 km
	Schutzabstand (I = 10⁻⁶) (I = 10⁻⁸)	1,3 km^{##} 13 km	300 m 2,8 km
Handy	Betriebsart	send + empf	send + empf
	Leistung	2 W^{**}	0,1 mW⁺
	Reichweite (I_{Empf} = 3*10⁻¹⁰)	23 km	163 m
	Schutzabstand (I = 10⁻⁶) (I = 10⁻⁸)	400 m^{###} 4 km	2,8 m⁺⁺⁺ 28 m
	Immission I_{Kopf} (1 cm)	1592	0,1
	Immission I_{Kopf} (30 cm)*	1,8	0,1 * 10⁻³
	1/100. Leistung	20 mW	1 μW
	Reichweite (I_{Empf} = 3*10⁻¹⁰)	2,3 km	16,3 m
	Schutzabstand (I = 10⁻⁶) (I = 10⁻⁸)	40 m 400 m	28 cm⁺⁺⁺ 2,8 m
	Immission I_{Kopf} (1 cm)	16	0,8 * 10⁻³
	Immission I_{Kopf} (30 cm)*	18 * 10⁻³	0,9 * 10⁻⁶
	Relais (Fernzone/ Outdoor)	Betriebsart	kein
Ort		außen	
Leistung		0,1 mW⁺	
Reichweite (I_{Empf} = 3*10⁻¹⁰)		163 m	
Schutzabstand (I = 10⁻⁶) (I = 10⁻⁸)		2,8 m 28 m	
1/100. Leistung		1 μW	
Reichweite (I_{Empf} = 3*10⁻¹⁰)		16,3 m	
Schutzabstand (I = 10⁻⁶) (I = 10⁻⁸)		28 cm 2,8 m	
Relais & Handy (Nahzone/ Indoor)		kein	
Ort	innen bzw. nah		
Leistung	0,1 μW⁺		
Reichweite (I_{Empf} = 3*10⁻¹⁰)	5,2 m		
Schutzabstand (I = 10⁻⁶) (I = 10⁻⁸)	9 cm 90 cm		

* Abstand Kommunikator - Kopf ** im Strahlungsschatten auch Send *** auch Fahrzeuginneres
 + immissionskontrolliert ** abwärts geregelt bis auf 1/20. *** Notwendigkeit von BIO-Handys
 # innen/Schatten: Handy-Relais-Handy ## Schutzabstand 26.BImSchV: 4 m ### kein Schutzabstand vorgeschrieben

Modellrechnung für isotrope Strahler, keine Dämpfung
 Stefan Spaarmann, Email: stefanspaarmann@uni.de (Quelle: [16])

Tauchaer Mobilfunkkonzept, Anlage 4: Vergleich



Immission_{Deutschland} < 10 W/m²
 gilt nur für Basisstationen, berücksichtigt keine athermischen Effekte;
 für Handys und drahtlose Telefone gibt es keine gesetzlichen Immissionsgrenzwerte !

Variante für dichte Bebauung

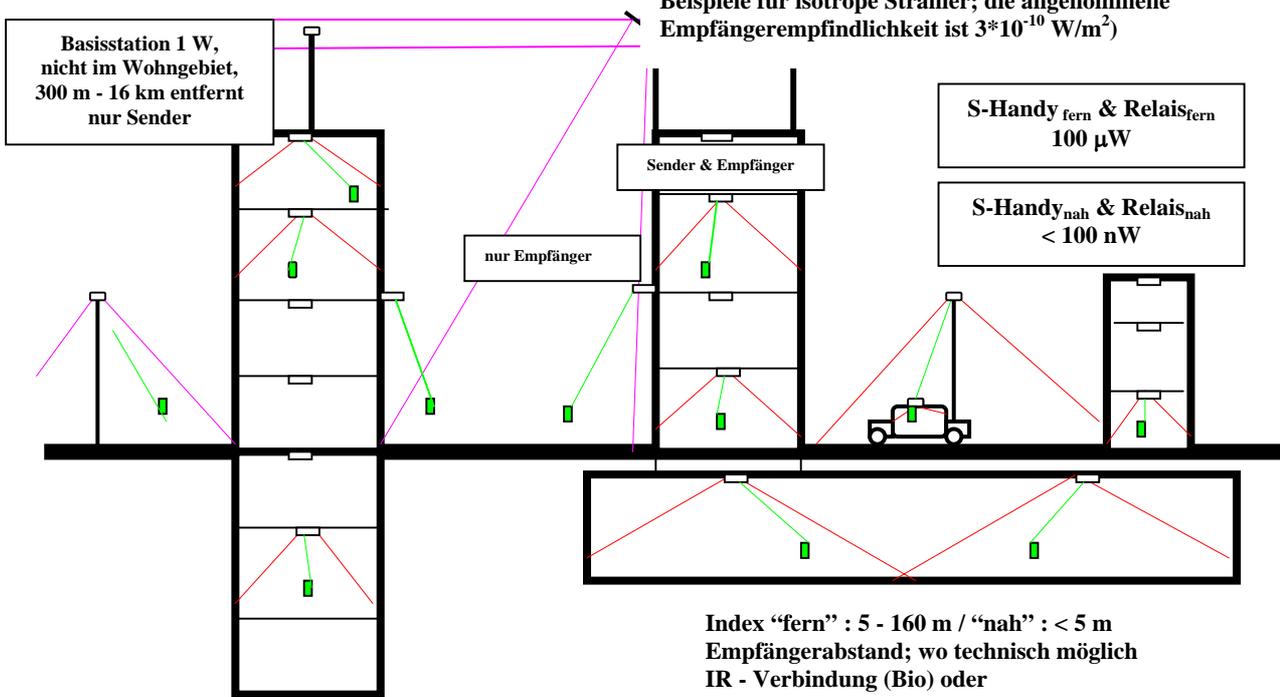
SMTS

SmoglessMobileTelephoneSystem

**Immission < 1 μW/m² außen
< 0,01 μW/m² innen**

für alle Strahler im Mobilfunkfrequenzbereich, durch Schutzabstände erzwingen; Immissionskontrolle !

(die angegebenen Sendeleistungen und Entfernungen sind Beispiele für isotrope Strahler; die angenommene Empfängerempfindlichkeit ist $3 \cdot 10^{-10} \text{ W/m}^2$)



Bewertung:

Wirkung auf Immissionen durch:		
1. Basisstation	Organisationskanal	+
	Lastabhängige Verkehrskanäle	+
2. Mobilteil		+
3. Periodische Pulsung		+

Das gleiche grundlegende Prinzip ist unter [18] als aGSM (asymmetrisches GSM) dargestellt.

7. Übertragungsmedium

Im Bereich der für technische Anwendungen genutzten Frequenzen bis hinauf zu 300 Gigahertz ist die natürlicherweise vorhandene Strahlungsintensität sehr gering. Jede technische Anwendung führt in diesem Sinne zu einer deutlichen unnatürlichen Erhöhung.

Optische Trägerfrequenzen

Die optischen Frequenzen (Infrarot (= Wärmestrahlung), sichtbares Licht und UV-Licht) sind dagegen auch im natürlichen Umfeld vorhanden. An sie hat sich der Organismus im langen Zeitraum der Evolution gewöhnt; er ist sogar innerhalb bestimmter Grenzen zum Überleben auf sie angewiesen. Die Nutzung optischer Trägerfrequenzen für technische Zwecke stellt sich daher – solange bestimmte Intensitäten nicht überschritten werden – grundsätzlich eher als eine bioverträgliche Alternative dar.

IR - Infrarot

Infrarotlicht wird bereits seit langem für Fernbedienungen genutzt, z.B. bei Geräten der Unterhaltungselektronik, aber auch zur Datenübertragung z.B. zwischen Notebooks oder zwischen PCs und ihren Peripheriegeräten (Drucker). Für die Zwecke der Datenübertragung wurde eigens der IrDA-Standard definiert.

Da Infrarotlicht – im Gegensatz zu Funkwellen – Gebäudewände nicht durchdringen kann, sind seine Anwendungsmöglichkeiten überwiegend auf Verbindungen innerhalb eines Raumes beschränkt. Allerdings hat die Industrie auch nicht sehr viel Aufwand in die Entwicklung leistungsfähigerer Systeme gesteckt, da es ja die „einfachere“ Funkübertragung gibt.

In alternativen, bioverträglichen Mobilfunkkonzepten spielt dagegen die Infrarotübertragung für Anwendungen im Nahbereich eine wichtige Rolle (vgl. Taucher Mobilfunkkonzept in Kapitel 6.3, „Bio-Handys“).

Laser

Laser-Anwendungen besitzen eine enorme Kapazität zur Datenübertragung. Aufgrund der scharfen Bündelung des Laserstrahls sind sie nicht so sehr für die flächendeckende Versorgung größerer Areale geeignet, sondern eher für Richt-„funk“-anwendungen. Solche Laser-Richtfunk-Systeme sind für kommerzielle Zwecke am Markt verfügbar, jedoch ist ihr Marktanteil bisher recht klein.

8. Literatur

- [1] Rothkopf, M.: Angst vor der Evolution; in: Zeitschrift der IHK München, 2003.
- [2] Sommer, F. (Hrsg.: VDB e.V.): Vorbildliche Wege zur Immissions-Minimierung: Maßnahmen der Gemeinde Gräfelfing zur Expositionsminimierung in Wohngebieten; in: „Energieversorgung & Mobilfunk“, Tagungsband der 2. EMV-Tagung des Berufsverbandes Deutscher Baubiologen – VDB e.V., 3.-4. April 2003 in München; Im Verlag des AnBUS e.V., Fürth 2003, ISBN 3-9808428-2-7; S. 149-152
- [3] Kalau, W.; Kamp, J. (Hrsg.: VDB e.V.): Kommunale Netzplanung zur Immissions-Minimierung: IkoM – Eine Dienstleistung für Kommunen; in: „Energieversorgung & Mobilfunk“, Tagungsband der 2. EMV-Tagung des Berufsverbandes Deutscher Baubiologen – VDB e.V., 3.-4. April 2003 in München; Im Verlag des AnBUS e.V., Fürth 2003, ISBN 3-9808428-2-7; S. 153-170
- [4] Virnich, M. (Hrsg.: VDB e.V.): Einflussfaktoren auf die Ausbreitung von Mobilfunkwellen; in: „Energieversorgung & Mobilfunk“, Tagungsband der 2. EMV-Tagung des Berufsverbandes Deutscher Baubiologen – VDB e.V., 3.-4. April 2003 in München; Im Verlag des AnBUS e.V., Fürth 2003, ISBN 3-9808428-2-7; S. 107-126
- [5] Virnich, M.: UMTS – Eine aktuelle Bestandsaufnahme; in: Tagungsband BUND 2. Rheinland-Pfälzisch-Hessisches Mobilfunksymposium „Wege zur Konfliktbewältigung“ am 26. April 2003 in Mainz
- [6] Virnich, M.; Münzenberg U. (Hrsg.: VDB e.V.): Erste Erfahrungen mit UMTS; in: „Energieversorgung & Mobilfunk“, Tagungsband der 2. EMV-Tagung des Berufsverbandes Deutscher Baubiologen – VDB e.V., 3.-4. April 2003 in München; Im Verlag des AnBUS e.V., Fürth 2003, ISBN 3-9808428-2-7; S. 57-77
- [7] Kamp, Th.: Luftwurm gegen Antennenwälder; Sendung Umweltmagazin, WDR, 27.11.2001;
www.wdr.de/tv/dschungel/beitrag.phtml?id=254&count=1&no=1
- [8] Virnich, M. (Hrsg.: VDB e.V.): Zukünftige Funksysteme – Gepulst oder nicht?; in: „Energieversorgung & Mobilfunk“, Tagungsband der 1. EMV-Tagung des Berufsverbandes Deutscher Baubiologen – VDB e.V., 19.-20. April 2002 im Öko-Zentrum NRW, Hamm; Im Verlag der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) e.V., Springe-Eldagsen 2002, ISBN 3-930576-04-3; S. 69-105

- [9] Haumann, Th. (Hrsg.: VDB e.V.): Drahtlose Inhouse-Kommunikation; in: „Energieversorgung & Mobilfunk“, Tagungsband der 2. EMV-Tagung des Berufsverbandes Deutscher Baubiologen – VDB e.V., 3.-4. April 2003 in München; Im Verlag des AnBUS e.V., Fürth 2003, ISBN 3-9808428-2-7; S. 45-56
- [10] www.elektrosmognews.de/news/alternativenetze.htm
- [11] www.elektrosmognews.de/news/taucha.htm
- [12] www.elektrosmognews.de/alternativen/taucha/grundlegendendes.rtf
- [13] www.elektrosmognews.de/alternativen/taucha/konzept1.rtf
- [14] www.elektrosmognews.de/news/rosenberger.htm
- [15] www.elektrosmognews.de/alternativen/taucha/konzept2.rtf
- [16] www.elektrosmognews.de/alternativen/taucha/konzept3.rtf
- [17] www.elektrosmognews.de/alternativen/taucha/konzept4.rtf
- [18] www.stoppschild.de/stoppit/AGSM.html

Vortrag des Autors zum
2. Rheinland-Pfälzisch-Hessisches Mobilfunksymposium
– Wege zur Konfliktbewältigung –
Samstag, 26. April 2003 in Mainz

Herausgeber des Tagungsbandes:
Bund für Umwelt und Naturschutz
Landesverband Rheinland-Pfalz e.V.
Gärtnergasse 16
55116 Mainz

Autor:
© Dr.-Ing. Martin H. Virnich, 2003
Ingenieurbüro für Baubiologie und Umweltmesstechnik
Berufsverband Deutscher Baubiologen – VDB e.V.
Dürerstraße 36, 41063 Mönchengladbach
Tel: 02161 - 89 65 74
Fax: 02161 - 89 87 53
virnich.martin@t-online.de