

Biologische Wirkungen elektromagnetischer Strahlung und deren medizinische Relevanz

**Indizien und Befürchtungen – ein Überblick über die
Gesundheitsgefahren und den Stand der Forschung**

**Dr. Wolfgang Weiss
Bundesamt für Strahlenschutz**

Das Bundesamt für Strahlenschutz hat im Zusammenhang mit der Bewertung von gesundheitlichen Risiken des Mobilfunks drei Aufgaben zu erfüllen:

- Die **Beratung der Bundesregierung.**
- Die **Information der Öffentlichkeit.**
- Die **Initiierung und Bewertung von Forschung.**

Das BfS ist im Bereich des Mobilfunks keine Vollzugsbehörde. Eine konkrete Überprüfung von einzelnen Sachverhalten (z.B. Konflikten bei der Standortsuche) sowie ggf. ein behördliches Einschreiten ist dem BfS nicht möglich.

Inhalt

1. Einführung

2. Wirkung von Elektromagnetischen Feldern (EMF)

3. Wahrnehmung von EMF

4. Schutz und Vorsorge

5. Beiträge der Forschung

(Deutsches Mobilfunk Forschungsprogramm, DMF)

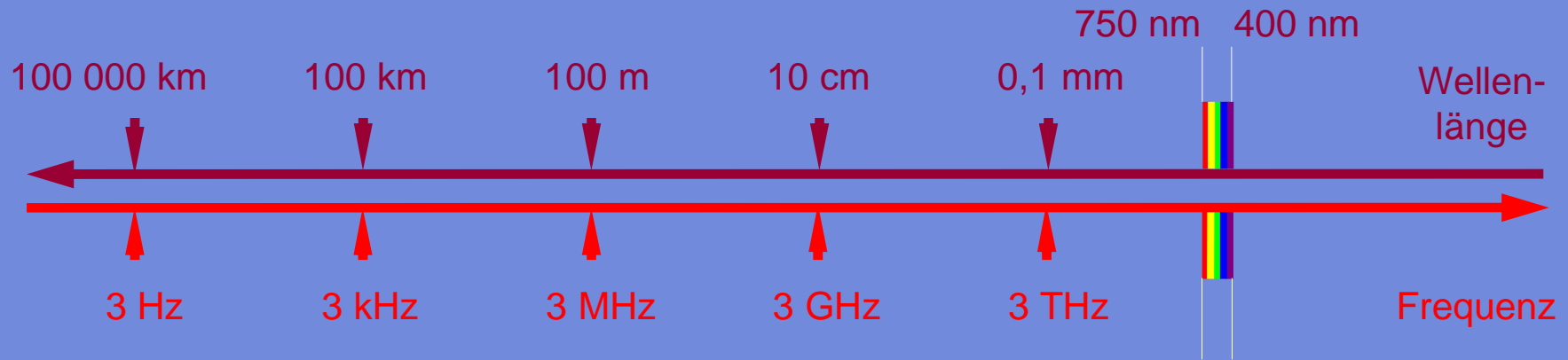
6. Ausblick

← Nichtionisierende Strahlung →

Ionisierende Strahlung



Niederfrequente Felder		Hochfrequente Felder		Optische Strahlung			Röntgen →
Stat. Felder	Audiofrequenzen	Radiowellen	Mikrowellen	IR	Licht	UV	Gamma →



Verantwortung für Mensch und Umwelt



Gesundheitliche Beeinträchtigung

Wahrnehmung - Belästigung - Schädigung

Definition der **WHO** (Weltgesundheitsorganisation):

Gesundheit ist ein Zustand des vollkommenen körperlichen, seelischen und sozialen Wohlbefinden und nicht nur die Abwesenheit von Krankheit oder Gebrechen.

Definition der **ICNIRP** (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection):

An adverse health effect causes detectable impairment of the health of the exposed individual or of his or her offspring

Inhalt

1. Einführung

2. Wirkung von Elektromagnetischen Feldern (EMF)

3. Wahrnehmung von EMF

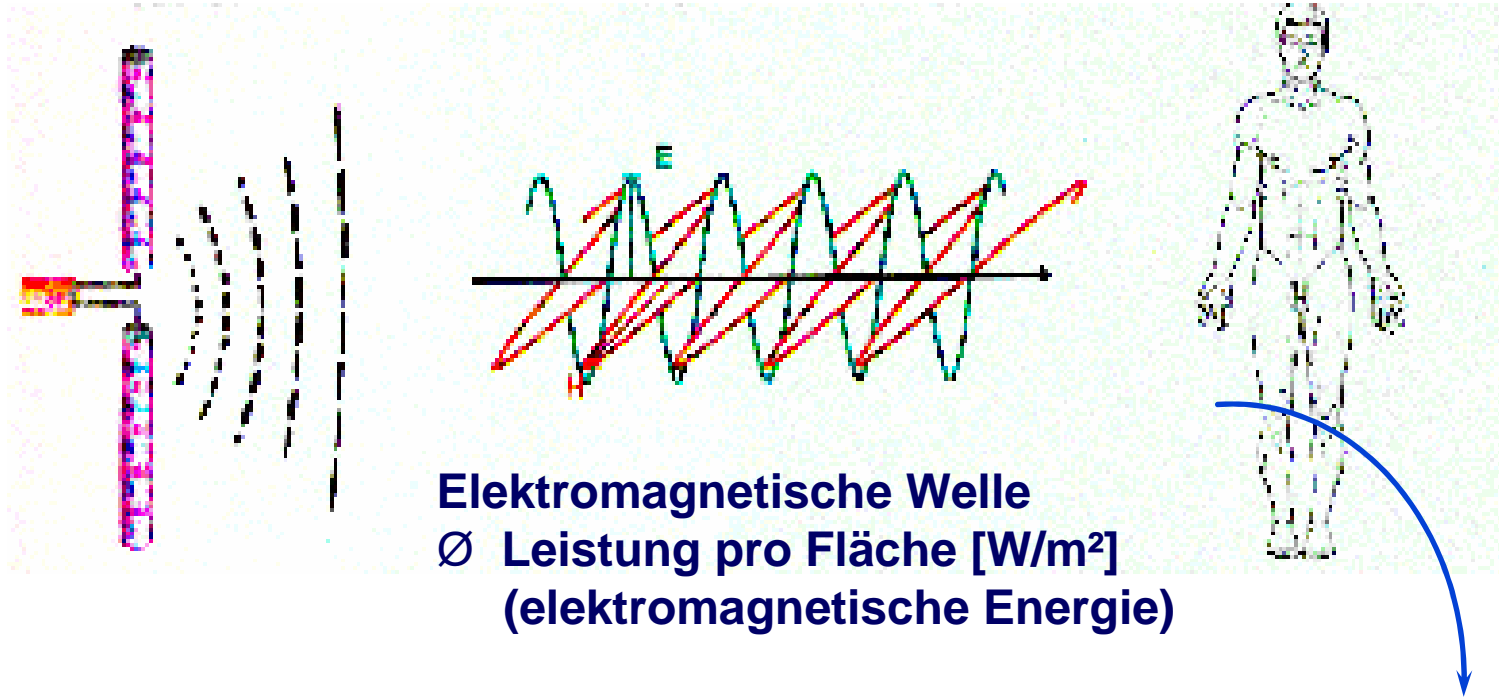
4. Schutz und Vorsorge

5. Beiträge der Forschung

(Deutsches Mobilfunk Forschungsprogramm, DMF)

6. Ausblick

Physikalische Einwirkung



Elektromagnetische Welle
Ø Leistung pro Fläche [W/m^2]
(elektromagnetische Energie)

Absorption im Körper (SAR)
Ø Leistung pro Masse [W/kg]

Bekannte Wirkungen

Thermische Wirkung (Reibungswärme) → Thermoregulation

- ab +1°C**
 - Verhaltensänderungen, Stressreaktionen
 - Einfluss auf temperaturempfindliche Organe (Hoden, Augenlinse)
 - Missbildungsrate erhöht

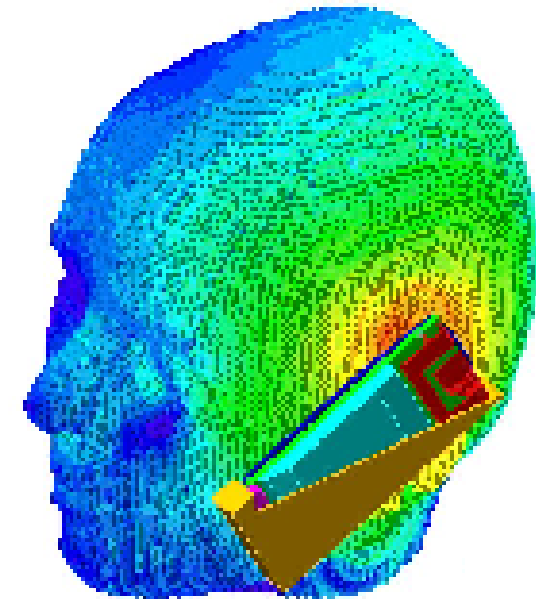
→ **Erwärmung über 1°C kann gesundheitliche Schäden verursachen; dies entspricht einem Ganzkörper-SAR von 4 W/kg**

ab 41°C → Kreislaufkollaps, Hirnschäden, Krämpfe

44-45°C → Tod durch Hitzschlag

Exposition durch das Handy

- **Sender in unmittelbarer Nähe
bzw. mit Kontakt zum Kopf**
- **Nahfeldexposition / Teilkörperexposition**

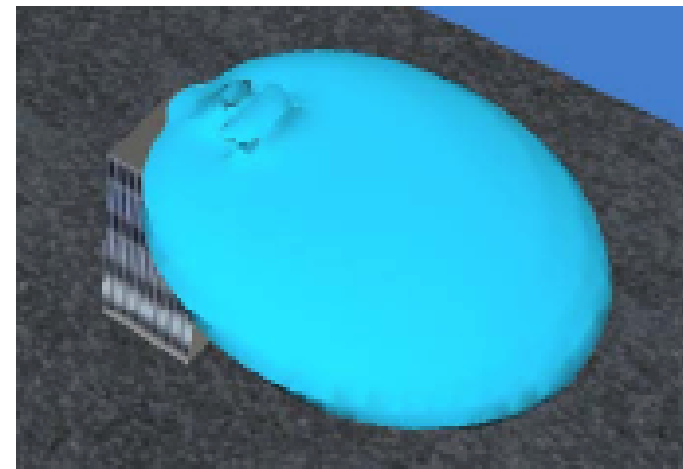


Quelle: IMST

Exposition durch Basisstationen



Projekt StSch 4375: "Entwicklung von Mess- und Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Exposition der Bevölkerung durch elektromagnetische Felder in der Umgebung von Mobilfunk Basisstationen"



Inhalt

1. Einführung

2. Wirkung von Elektromagnetischen Feldern (EMF)

3. Schutz und Vorsorge

4. Wahrnehmung von EMF

5. Beiträge der Forschung

(Deutsches Mobilfunk Forschungsprogramm, DMF)

6. Ausblick

Bekannte gesundheitsrelevante HF-Wirkungen (100 kHz bis 10 GHz)

Erwärmung (Temperaturerhöhung) > 1°C:

Ganzkörper-SAR > 4 W/kg

⇒ Basisgrenzwerte für die Bevölkerung:

(SAR in W/kg über 6min und 10g gemittelt)

Ganzkörper	0,08 W/kg	Faktor 50
Kopf, Rumpf	2 W/kg	
Gliedmaßen	4 W/kg	

Basisgrenzwerte schwer messbar, daher Einführung von

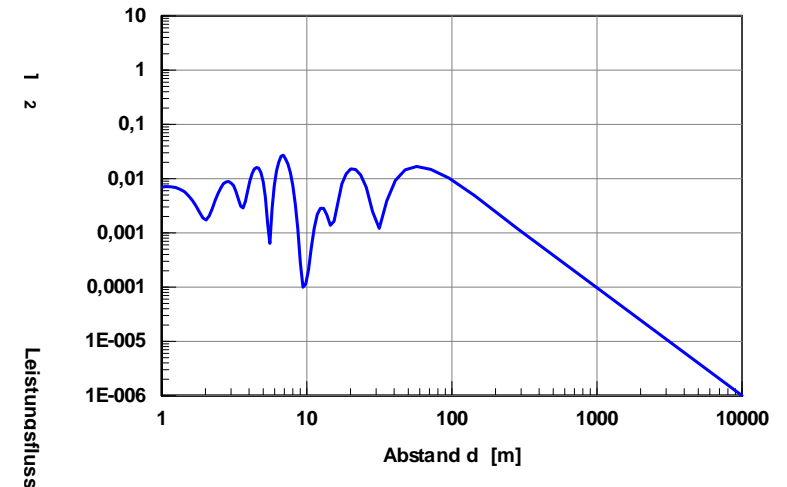
<u>Referenzwerten:</u>	GSM900	42V/m	4,7 W/m ²
	GSM1800	58V/m	9,0 W/m ²
	UMTS	61V/m	10,0 W/m ²

Begrenzung der Exposition durch Basisstationen












Standortbescheinigung BNetzA \Rightarrow

Sicherheitsabstände

- Grenzwerte nach wenigen Metern eingehalten
- Immissionsverteilung sehr inhomogen



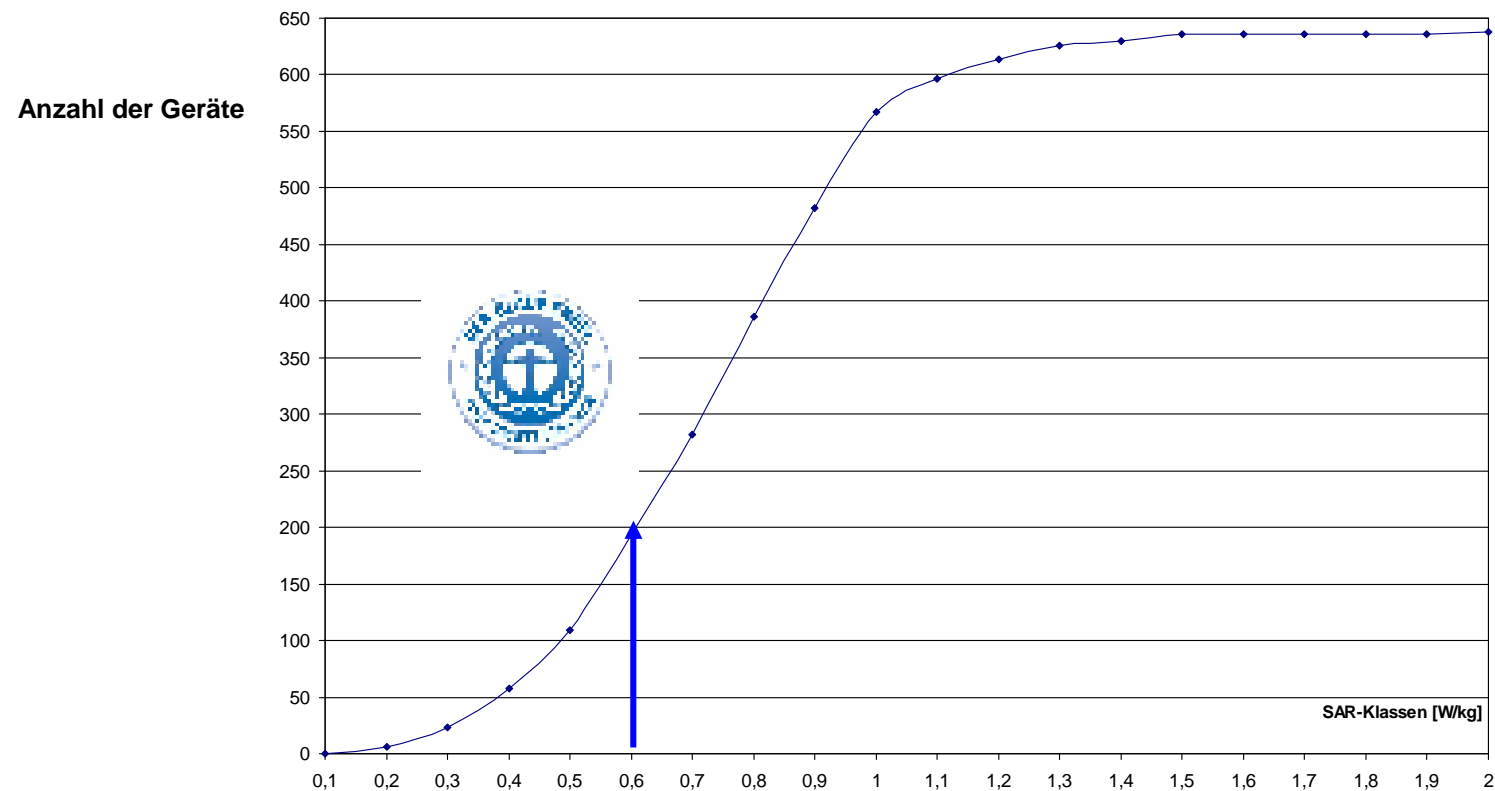
- Exposition im Vergleich zu Grenzwert häufig sehr gering
- Basisstationen oft nicht dominierende Quelle hochfrequenter Felder

Arbeitsort	Typischer Sicherheitsabstand	Sicherheitsabstand	Bemerkungen
Handy	 1m	1m	Sicherheitsabstand bei Mobilfunk E-Feld bis 20W D-Feld bis 10V B-Field bis 0,1mT Sicherheitsabstand
	 0,5m	0,5m	
Antenne	 0,5m	0,5m	Problem Frequenz 1500Hz
	 0,5m	0,5m	Problem Frequenz an 100kHz 20W bis 100W
Mittelwellensender	 2,0m	0,5m Sicherheitsabstand	Problem Frequenz an 1500kHz E-Feld bis 10V
	 2,0m	0,5m Sicherheitsabstand	Problem Frequenz an 1500kHz E-Feld bis 10V
	 2,0m	0,5m Sicherheitsabstand	Problem Frequenz an 1500kHz E-Feld bis 10V
	 2,0m	0,5m Sicherheitsabstand	Problem Frequenz an 1500kHz E-Feld bis 10V
FM	 2-100m	10m Sicherheitsabstand	Sicherheitsabstand an 100kHz E-Feld bis 10V
	 2-100m	10m Sicherheitsabstand	Sicherheitsabstand an 100kHz E-Feld bis 10V
	 2-100m	10m Sicherheitsabstand	Sicherheitsabstand an 100kHz E-Feld bis 10V

Sicherheitsabstände



Exposition durch Handys



| Verantwortung für Mensch und Umwelt |



SAR



Inhalt

1. Einführung

2. Wirkung von Elektromagnetischen Feldern (EMF)

3. Schutz und Vorsorge

4. Wahrnehmung von EMF

5. Beiträge der Forschung

(Deutsches Mobilfunk Forschungsprogramm, DMF)

6. Ausblick

Wahrnehmung des Themas „Mobilfunks“ in der Öffentlichkeit

Differenzierte Wahrnehmung :

Starke Nutzung \Leftrightarrow Sorgen wegen EMF / Konflikte um Sendeanlagen

Wahrnehmung ist geprägt durch „zufällig aufgenommene“ Informationen

\Rightarrow Soziale Mobilisierung

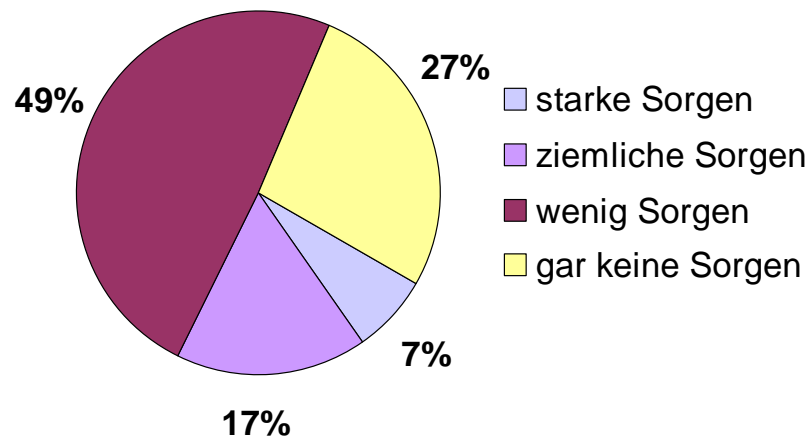
Expertensicht \Leftrightarrow Laiensicht

Allgemeine Wahrnehmung in Bezug auf Mobilfunk

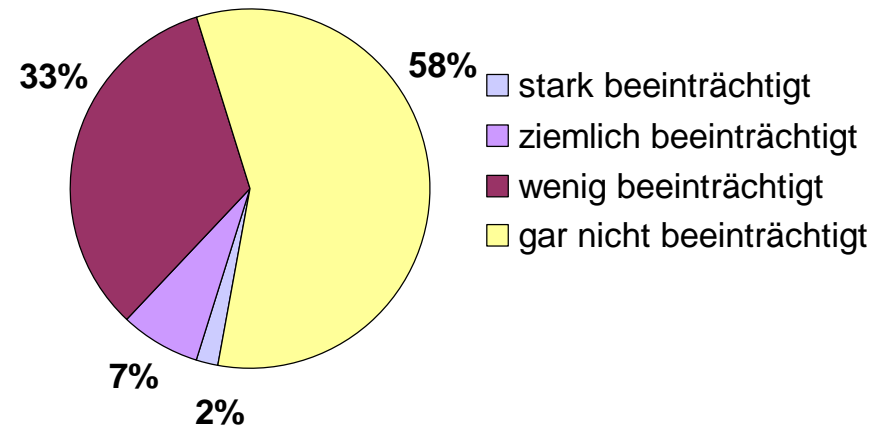
„Jährliche Umfragen zur Ermittlung der Wahrnehmung und Befürchtungen in der Bevölkerung in Bezug auf Mobilfunk“

à Keine bedeutende Veränderung in Besorgnis/Beeinträchtigung seit 2001

Sorgen wegen gesundheitlicher Risiken elektromagnetischer Felder



Beeinträchtigung wegen gesundheitlicher Risiken elektromagnetischer Felder



Erhebung 2005, Grundgesamtheit: alle Befragten

Inhalt

1. Einführung

2. Wirkung von Elektromagnetischen Feldern (EMF)

3. Wahrnehmung von EMF

4. Schutz und Vorsorge

5. Beiträge der Forschung

(Deutsches Mobilfunk Forschungsprogramm, DMF)

6. Ausblick

Verschiedene Untersuchungsebenen



Probanden

nur akute Effekte *unterhalb* der Grenzwerte untersuchbar

Epidemiologische Studien

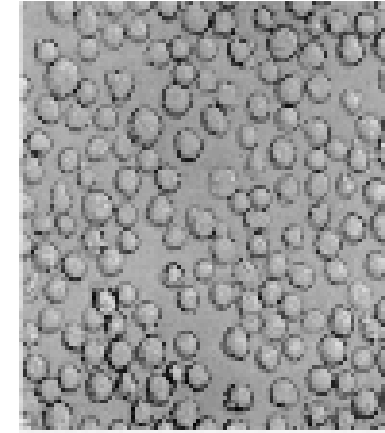
ermitteln statistische Zusammenhänge zwischen Feldeinwirkung und Erkrankungen

aber: Kausalzusammenhänge können nicht bewiesen werden



Tiermodell (*in vivo*)

geeignet um Langzeiteffekte zu untersuchen und eine Beziehung zwischen Feldintensität und Wirkung herzustellen



Zellen (*in vitro*)

geeignet zur Überprüfung wissenschaftlicher Modelle und zur Suche nach Wirkmechanismen

aber: gesundheitliche Bedeutung für den Menschen schwer zu bewerten

Häufig untersuchte Endpunkte

- Krebs (in experimentellen und epidemiologischen Studien)
 - Ø nach chronischer Ganzkörperexposition
 - Ø im Kopfbereich bei Handyexposition (INTERPHONE-Studie)
- Einfluss von Handyexposition auf die Gehirntätigkeit, Blut-Hirn-Schranke, Sinnesorgane
- Suche nach neuen (athermischen) Wirkmechanismen
- Elektrosensibilität
- Befindlichkeitsstörungen - „doppelblindes Versuchsdesign“
- ...

Empfehlungen des Robert Koch-Instituts zur Gliederung **umweltmedizinischer Kasuistiken**

Kasuistik = Betrachtung / Beschreibung von Einzelfällen

Besondere Bedeutung der systematischen Erfassung u. Auswertung von Einzelbeobachtungen durch Ärzte in der täglichen medizinischen Praxis

- Vorurteilsfreie diagnostische Aufarbeitung und Beschreibung beobachteter Fälle
- im Hinblick auf Zusammenhänge zwischen objektivierbaren gesundheitlichen Störungen und der Exposition gegenüber Umweltnoxen
- Erfahrungen der wissenschaftlichen Öffentlichkeit zur Kenntnis bringen

Notwendig: gut dokumentierte Beschreibungen von außerordentlichen und überraschenden Fällen und Befunden.

Hinweis - Verdacht – Nachweis

Strahlenschutzkommission, 2001

Ein wissenschaftlicher Hinweis liegt vor, wenn einzelne Ergebnisse einen Zusammenhang zwischen gesundheitsrelevanten Wirkungen und Feldern zeigen, diese aber nicht durch andere Forschergruppen reproduziert sind und keine nachprüfbar physikalisch/biologische Erklärung für den Zusammenhang existiert.

Ein wissenschaftlich begründeter Verdacht liegt vor, wenn die Ergebnisse durch mehrere Forschergruppen reproduzierbar sind, aber keine fundierte Erklärung für einen zugrunde liegenden Wirkmechanismus vorliegt.

Ein wissenschaftlicher Beweis liegt vor, wenn mehrere unabhängige Forschergruppen in experimentelle Studien einen Zusammenhang von Gesundheitsbeeinträchtigung und Feldeinwirkung zeigen und ein physikalisch/biologischer Mechanismus bekannt ist.

Entstehung von Grenzwerten



Inhalt

1. Einführung

2. Wirkung von Elektromagnetischen Feldern (EMF)

3. Wahrnehmung von EMF

4. Schutz und Vorsorge

5. Beiträge der Forschung

(Deutsches Mobilfunk Forschungsprogramm, DMF)

6. Ausblick

Eckpunkte DMF

- **Ziel**
 - Überprüfung der geltenden Grenzwerte
 - Neubewertung der Risiken durch EMF
- **Forschungsschwerpunkte**
 - Wirkungsmechanismen hochfrequenter Felder
 - Auswirkungen auf Tiere und Menschen
 - Erfassung der Exposition
 - Risikokommunikation
- **Federführung** Bundesamt für Strahlenschutz
- **Durchführung** 2002 bis 2007
- **Volumen** 17 Mio. € (anteilig BMU und Netzbetreiber)
- Unterstützung des **Internationalen EMF-Projekts der WHO**

Transparenz und Öffentlichkeit

www.emf-forschungsprogramm.de

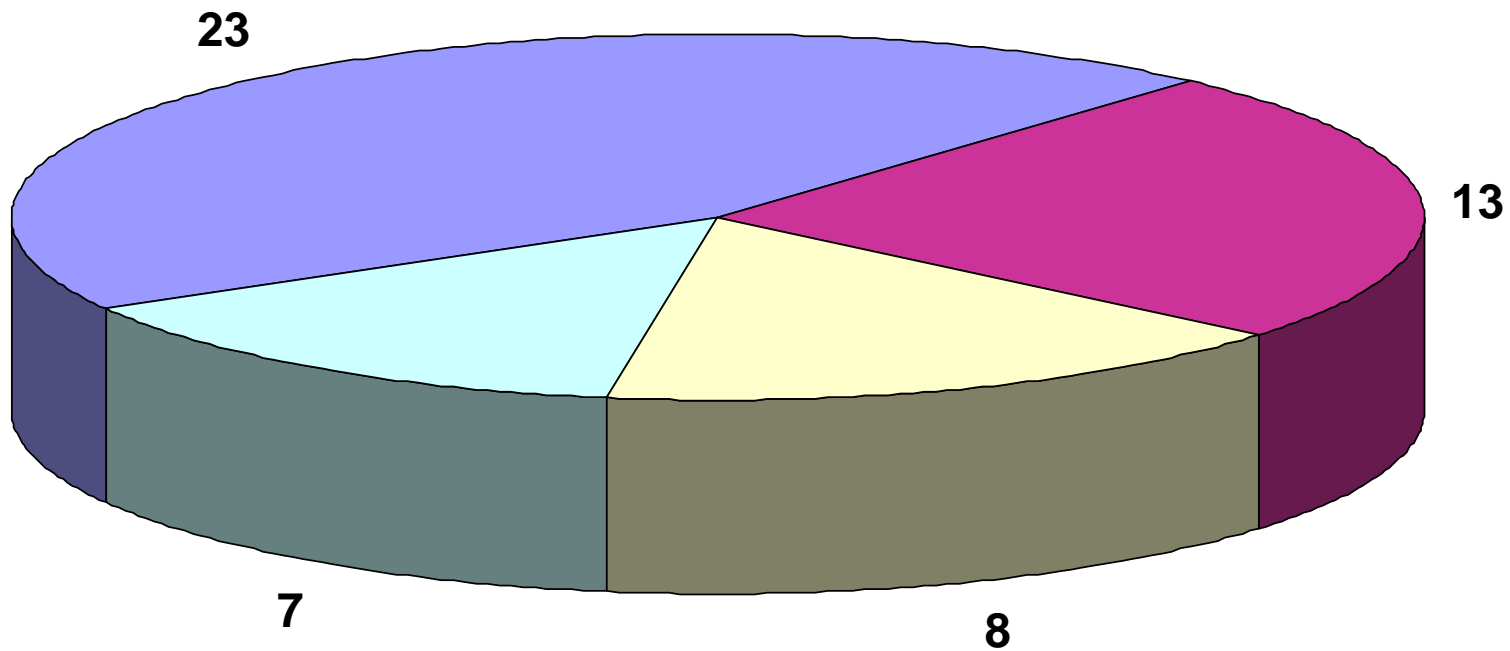
- Beschreibung des Gesamtprogramms
- Übersicht über die einzelnen Vorhaben
- Zwischenberichte, Abschlussberichte
- Ergebnisse nationaler und internationaler Projekte
- Protokolle der Kolloquien, Tagungsberichte
- Ankündigung der öffentlichen Fachgespräche

Runder Tisch DMF (Stakeholder)

- Information über den Stand des Programms
- Beitrag zur Transparenz
- Beratung des BfS hinsichtlich Kommunikation

Anzahl der Projekte im DMF

■ Biologie ■ Dosimetrie ■ Epidemiologie ■ Risikokommunikation



Schwerpunkte des DMF - Biologie

- **Handy Exposition** (am Kopf)
- **Wirkmechanismen** (Zellebene)
- **Langfristige Wirkungen** elektromagnetischer Felder
- **Altersabhängige Wirkungen** elektromagnetischer Felder
- **Gesundheitliche Beschwerden** elektrosensibler Personen

Schwerpunkte des DMF - Dosimetrie

- **Bestimmung der tatsächlicher Expositionen**
- **Bereitstellung einer belastbaren Dosimetrie**
für biologische und epidemiologische Projekte des DMF

Schwerpunkte des DMF - Epidemiologie

- **Akute gesundheitliche Beschwerden**

Untersuchungen an Erwachsenen und Kindern

- **Krebsinduktion**

Schwerpunkte des DMF – Risikokommunikation

- **Umfassende und zielgruppenspezifische Information**
der Bürgerinnen und Bürger
- **Ermittlung der Wahrnehmung der Thematik Mobilfunk**
inklusive der Kommunikations- und Informationsmaßnahmen
- **Konfliktschlichtung**
Empfehlungen für eine offene und zielgerichtete Gestaltung des Dialogs

Inhalt

1. Einführung

2. Wirkung von Elektromagnetischen Feldern (EMF)

3. Wahrnehmung von EMF

4. Schutz und Vorsorge

5. Beiträge der Forschung

(Deutsches Mobilfunk Forschungsprogramm, DMF)

6. Ausblick

Ausblick bis 2008

- Einbringen der Ergebnisse in die **internationale Risikobewertung**
Überprüfung der **geltenden Grenzwerte**
- Einfließen der Ergebnisse in **Vorsorgemaßnahmen**
- Verbesserte **Aufklärung** durch sachgerecht aktualisierte Infomaterialien
- Empfehlungen für **weiterführende Forschungsvorhaben**

Voraussichtlich verbleibende Fragen

1. Zahl an Feldquellen nimmt stetig zu: neue Technologien mit neuen Frequenzen/Signalformen
2. Langzeitwirkung von Minimaleffekten?
3. Sind Kinder empfindlicher als Erwachsene?

Anwendung des Vorsorgeprinzips beim Mobilfunk

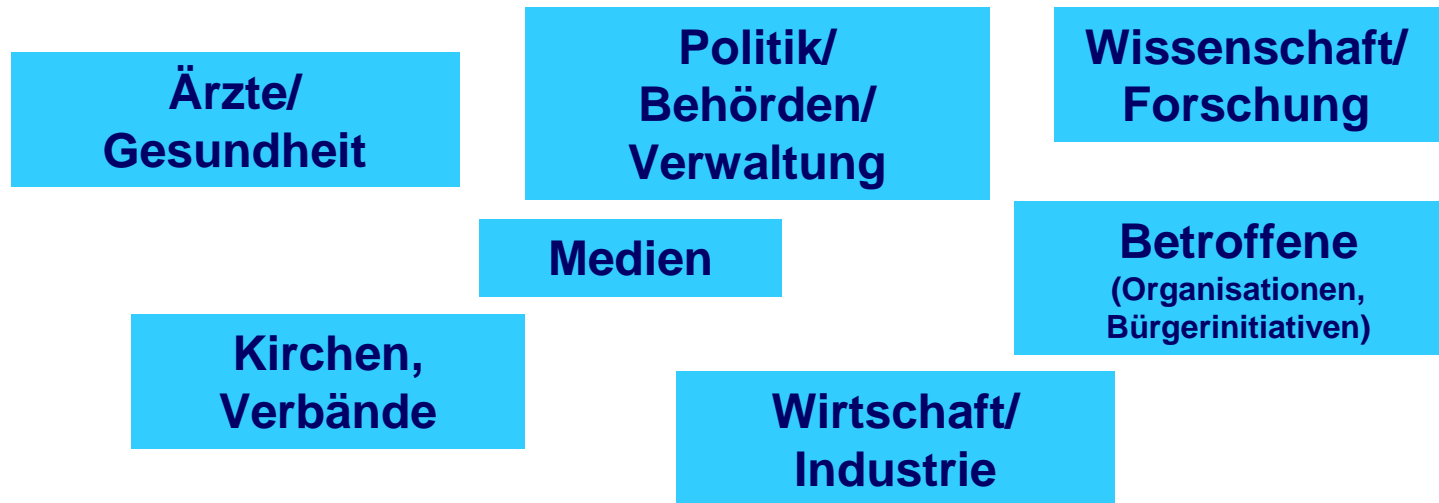
Vorsorgestrategie des BfS:

- 4 Reduzierung der Exposition
- 4 Information und Kommunikation
- 4 Weiterführende Forschung

Vorsorgeempfehlungen des BfS für das Handy

- 4 Wenn möglich Festnetztelefon nutzen
- 4 Telefonate per Handy kurz halten
- 4 Möglichst nicht bei schlechtem Empfang telefonieren
- 4 Handys mit geringen SAR-Werten verwenden
- 4 Head-Sets benutzen!
- 4 SMS-Möglichkeiten nutzen

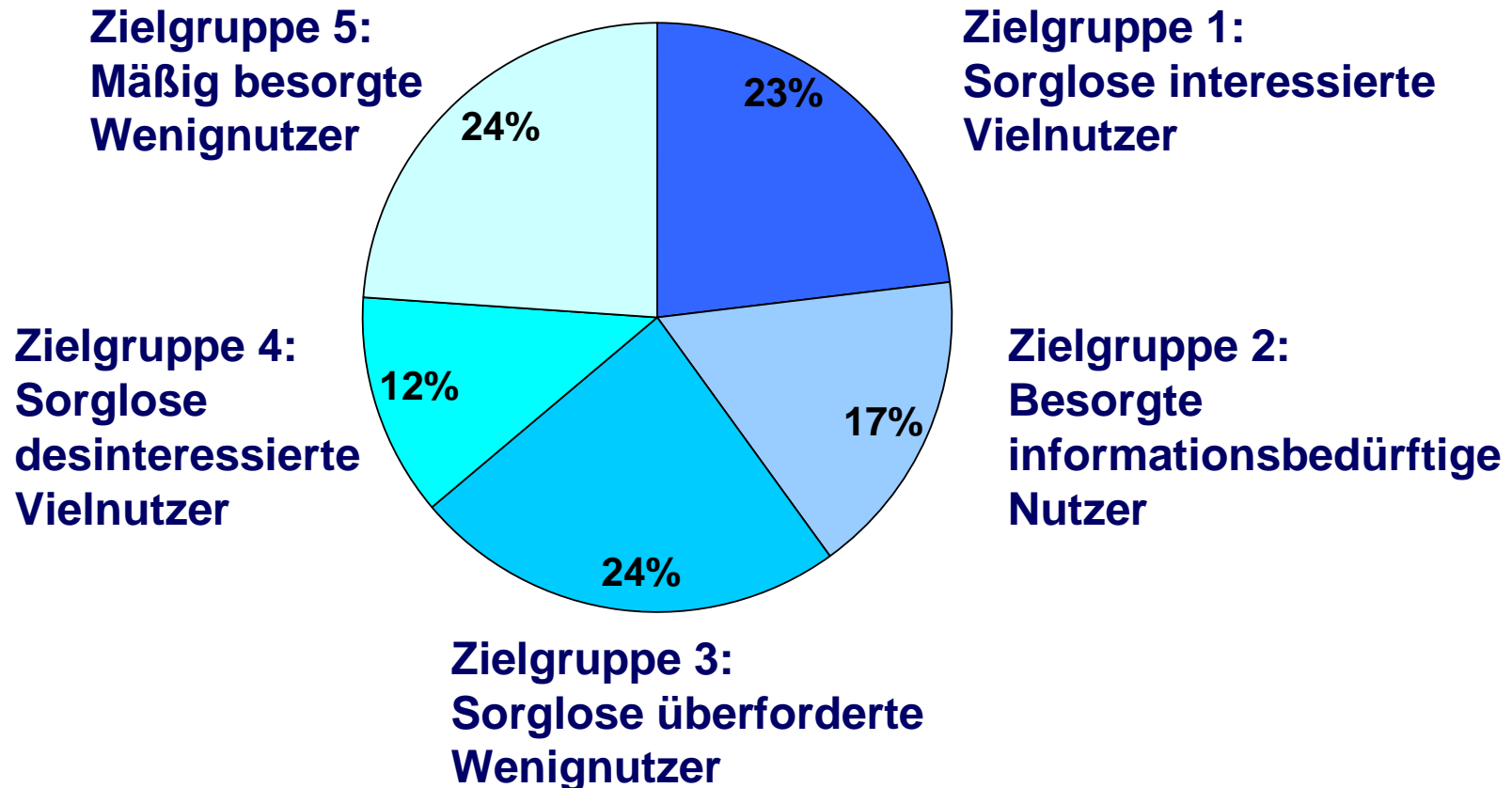
Dialog und Kommunikation



Aufgaben des BfS

- Beratung des BMU als wissenschaftliche Bundesoberbehörde
- Information und Dialog mit Medien, Bürgern, Institutionen und Interessensverbänden in Fragen des Strahlenschutzes.

„Zielgruppenanalyse zur differenzierten Information über Mobilfunk und Gesundheit“



Information durch das BfS

Mobilfunk-Flyer für Kinder und Jugendliche

Unterrichtsmaterialien ab Kl. 5: „Handyführerschein für Einsteiger“

- Hintergrundwissen zu Mobilfunktechnologie
- Aufklärung über mögliche gesundheitliche Risiken
- Anregung zum verantwortungsbewussten Umgang mit dem Handy
- Flexibler Bezug zu den Fächern Sozialkunde, Arbeitslehre, Wirtschaft/Politik, Physik, etc.



FRAGEN ?