

Internationale Standardisierung

Georg Neubauer
Geschäftsfeld EMC & Optics

Inhalt

- Die ÖNORM E8850
- Internationale Grenzwerte
- Herausforderungen bei der Grenzwertsetzung
- Schlussfolgerungen

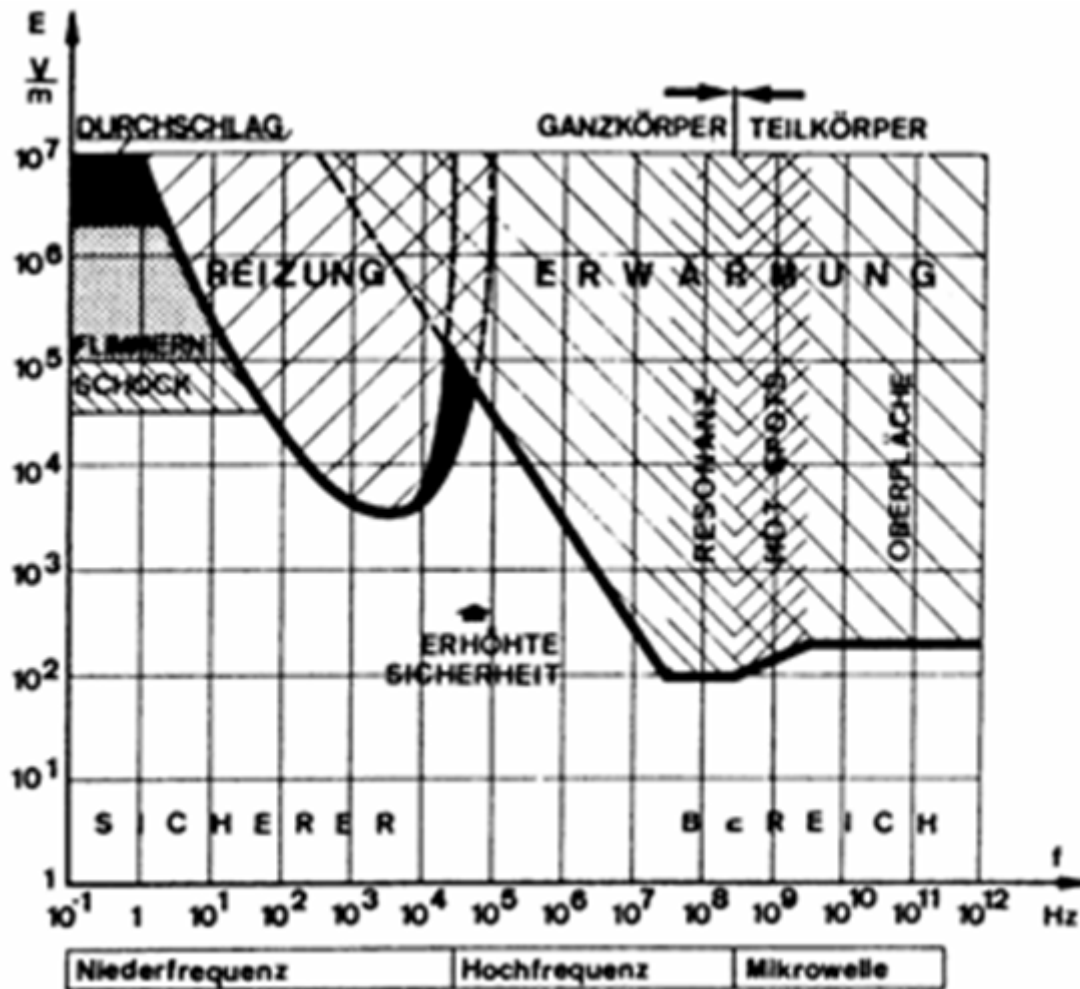




Die österreichische Vornorm ÖVE/ÖNORM E 8850



Basis der Grenzwerte



Basisgrenzwerte der E8850 nach ICNIRP

Frequenz	100 kHz-10 MHz	100 kHz-10 GHz	100 kHz-10 GHz	100 kHz-10 GHz
	Stromdichte (mA/m ²) in Kopf und Rumpf	Ganzkörper SAR (W/kg)	Teilkörper SAR (W/kg) Kopf und Rumpf	Teilkörper-SAR (W/kg) (Extremitäten)
Berufliche Exposition	f/100	0,4	10	20
Allgemein- bevölkerung	f/500	0,08	2	4

Basisgrenzwerte der SAR im HF Bereich: Ziel ist die Vermeidung nachteiliger Effekte aufgrund von thermischen Wirkungen

Weitere Basisgrenzwerte: Spezifische Absorption und Leistungsflussdichte

HF Referenzwerte für die Allgemeinbevölkerung

Frequenzbereich	E-Feld (V/m)	H-Feld (A/m)	B-Feld (μT)	Äqu. Flußdichte (W/m^2)
3-150 kHz	87	5	6,25	
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	
10 - 400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2000 MHz	$1,375 \cdot f^{1/2}$	$0,0037 \cdot f^{1/2}$	$0,0046 \cdot f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Mehrfachexposition

- Maximale Kopplung zwischen ca. 20 und 400 MHz – daher geringste Referenzwerte
- Verhältnis der Referenzwerte der Feldstärke für die Bevölkerung und für berufliche Exposition: 2,2
- Bei Exposition gegenüber mehreren Feldquellen unterschiedlicher Frequenz ist die Summenwirkung zu berücksichtigen

$$\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{1 \text{ MHz}} f_i \cdot \left(\frac{E_i}{87}\right)^2 + \sum_{i>1 \text{ MHz}}^{300 \text{ GHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}}\right)^2 \leq 1 \quad \sum_{j=100 \text{ kHz}}^{1 \text{ MHz}} \left(\frac{f_j \cdot H_j}{0,73}\right)^2 + \sum_{j>1 \text{ MHz}}^{300 \text{ GHz}} \left(\frac{H_j}{H_{L,j}}\right)^2 \leq 1$$

Die ÖNORM E8850 (1)

- Seit 1.2.2006 in Kraft
- Ersetzt die Vornormen S1119 und S1120, überstreicht den Frequenzbereich von 0 bis 300 GHz
- Gilt für berufliche Exposition und für die Allgemeinbevölkerung, soll den Schutz von Personen vor unzulässiger Exposition gewährleisten
- Basiert im wesentlichen auf den ICNIRP Richtlinien, der EU Ratsempfehlung und der Arbeitnehmerschutzrichtlinie

Die ÖNORM E8850 (2)

- Die Anwendung des Konzeptes der umsichtigen Vermeidung wird empfohlen, da Langzeiteffekte nicht nachgewiesen sind, aber auch nicht völlig ausgeschlossen werden können (siehe auch IARC Monograph 2002)
- Empfohlen wird die Emissionen entsprechend der wirtschaftlichen Zumutbarkeit und technischen Machbarkeit möglichst gering zu halten
- Gilt nicht für Patienten, allerdings für medizinisches Personal
- Bei Einhaltung der GW kann eine Beeinflussung von Implantaten nicht ausgeschlossen werden

Beurteilung nach ÖNORM E8850

- Grundsätzlich sind alle Immissionen im Frequenzbereich 0 Hz bis 300 GHz zu berücksichtigen
- Messunsicherheiten sind zu berücksichtigen und zum Messergebnis vor der Beurteilung zu addieren
- Bei Anlagen, Geräten etc. ist jener bestimmungsgemäße Gebrauch zu berücksichtigen, der zur höchsten Exposition führt
- Basisgrenzwerte dürfen keinesfalls überschritten werden

Maßnahmen nach der ÖNORM E8850



Die Grenzwerte entsprechen denen der ICNIRP Empfehlungen

- Bei Überschreitung der Referenzwerte sind technische, organisatorische oder administrative Maßnahmen erforderlich (außer wenn gezeigt wird, dass Basisgrenzwerte eingehalten werden):

Abstand vergrößern, Absenkung oder Vermeidung der Exposition, reduzierte Aufenthaltsdauer (nur HF Bereich), Abschirmungen, Zugangsbeschränkungen, Warneinrichtungen, Personenschutzprogramme



Internationale Grenzwerte

- IEEE C95.1TM-2005
- Weitere internationale Grenzwerte
- Übersicht



IEEE Standard C95.1TM-2005 (1)

- Seit 3.10.2005 in Kraft
- Titel: IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz-300 GHz
- Gilt für kontrollierte Bereiche und für die Allgemeinbevölkerung, Patienten sind ausgenommen, Schutz vor Beeinflussung von Implantaten ist nicht gegeben
- Die wesentlichen Größen sind Basisgrenzwerte und MPE (Maximum Permissible Exposure)

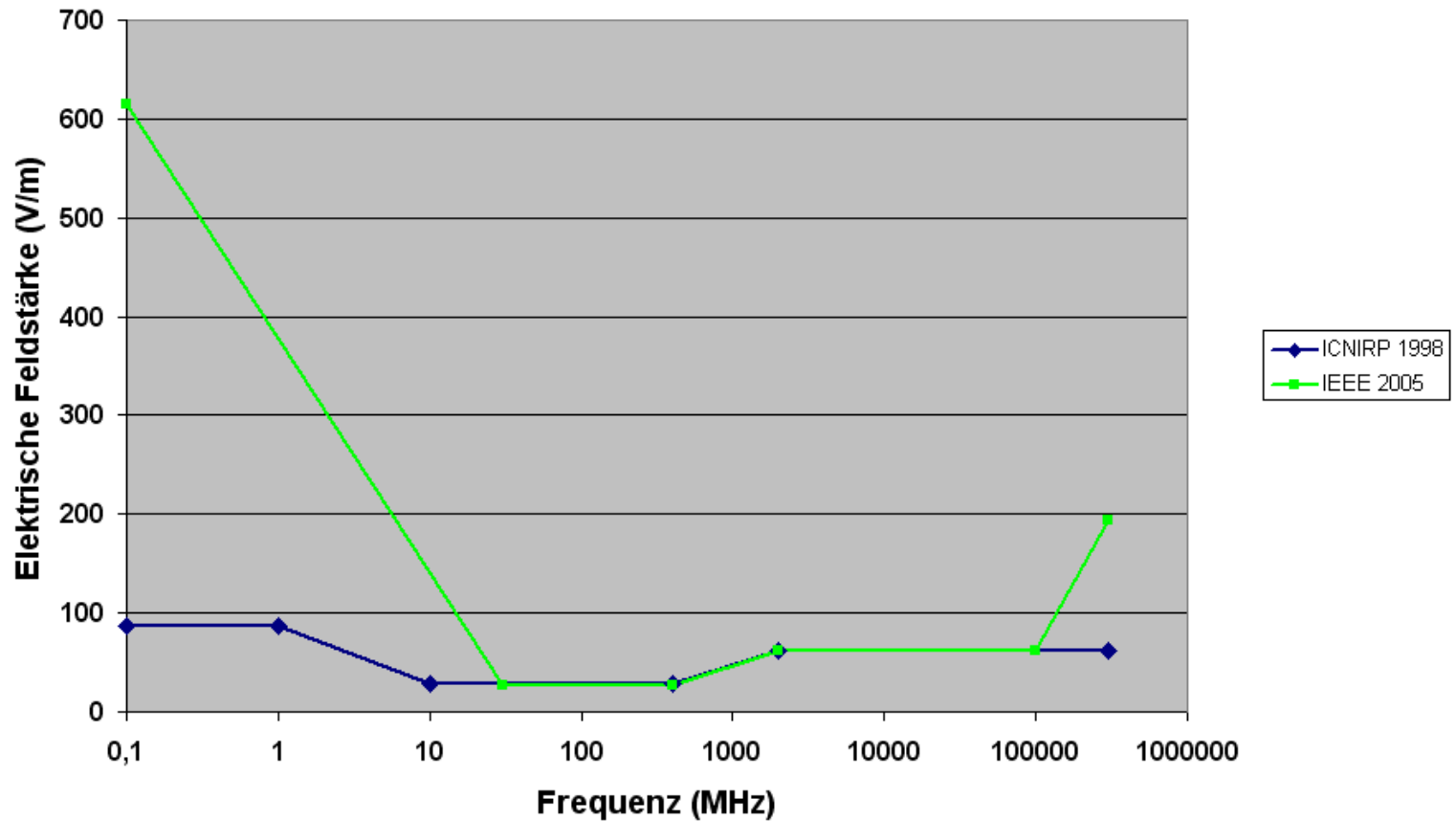
IEEE Standard C95.1TM-2005 (2)

- Im Frequenzbereich von 3 kHz bis 5 MHz vor allem Schutz vor Elektrostimulation, von 100 kHz bis 300 GHz Schutz vor thermischer Wirkung
- Sicherheitsfaktoren sind beinhaltet, daher ist ein Überschreiten der BR und MPE nicht unbedingt nachteilig
- Sicherheitsfaktoren liegen im Worst Case zwischen 3 und 10, ist allerdings bei kontrollierten Bereichen kleiner (unter 100 kHz)
- Die Grenzwerte des Standards schließen Wärmeempfindungen nicht aus, sie sollen vor nachteiligen Wirkungen schützen

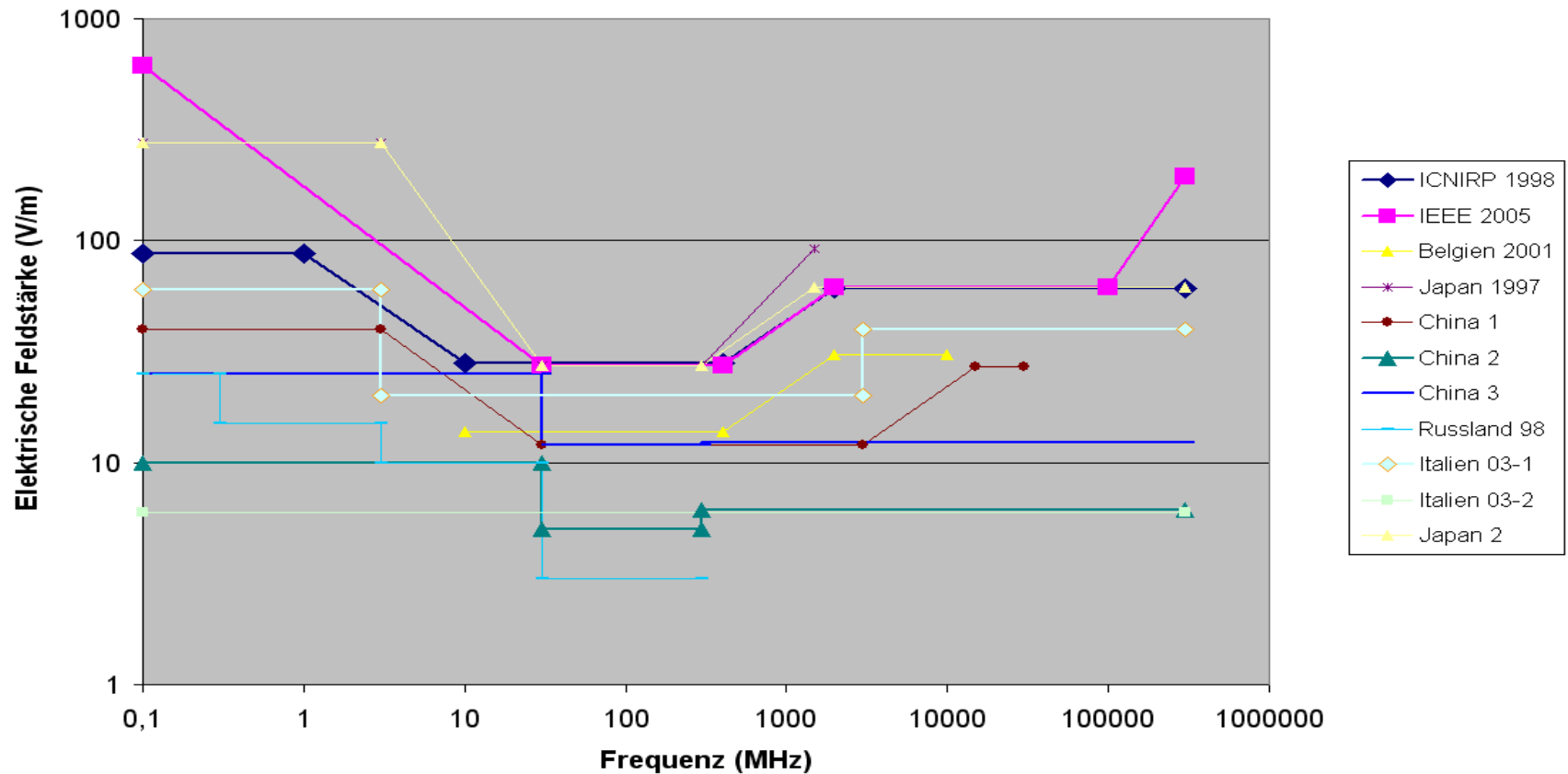
IEEE Standard C95.1TM-2005 (3)

- Wenn die MPE für die Allgemeinbevölkerung überschritten werden, wird die Anwendung eines Sicherheitsprogrammes empfohlen
- Von 3 kHz bis 5 MHz wird ein in situ elektrisches Feld als Basisgrenzwert angeführt (Rheobase) sowie magnetische Flussdichten für Kopf und Torso sowie Gliedmaßen
- SAR Werte von 100 kHz bis 3 GHz entsprechen ICNIRP Werten (Ausnahme: Pinnae zählt zu den Gliedmaßen)

Vergleich Grenzwerte ICNIRP - IEEE (für die Allgemeinbevölkerung)



Übersicht Grenzwerte Allgemeinbevölkerung

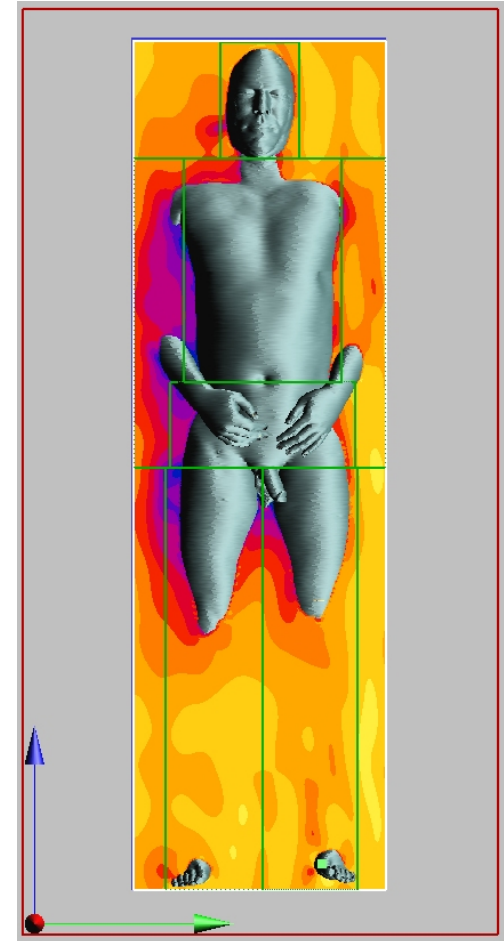




Herausforderungen bei der Grenzwertsetzung

Das Verhältnis SAR - Feldstärke

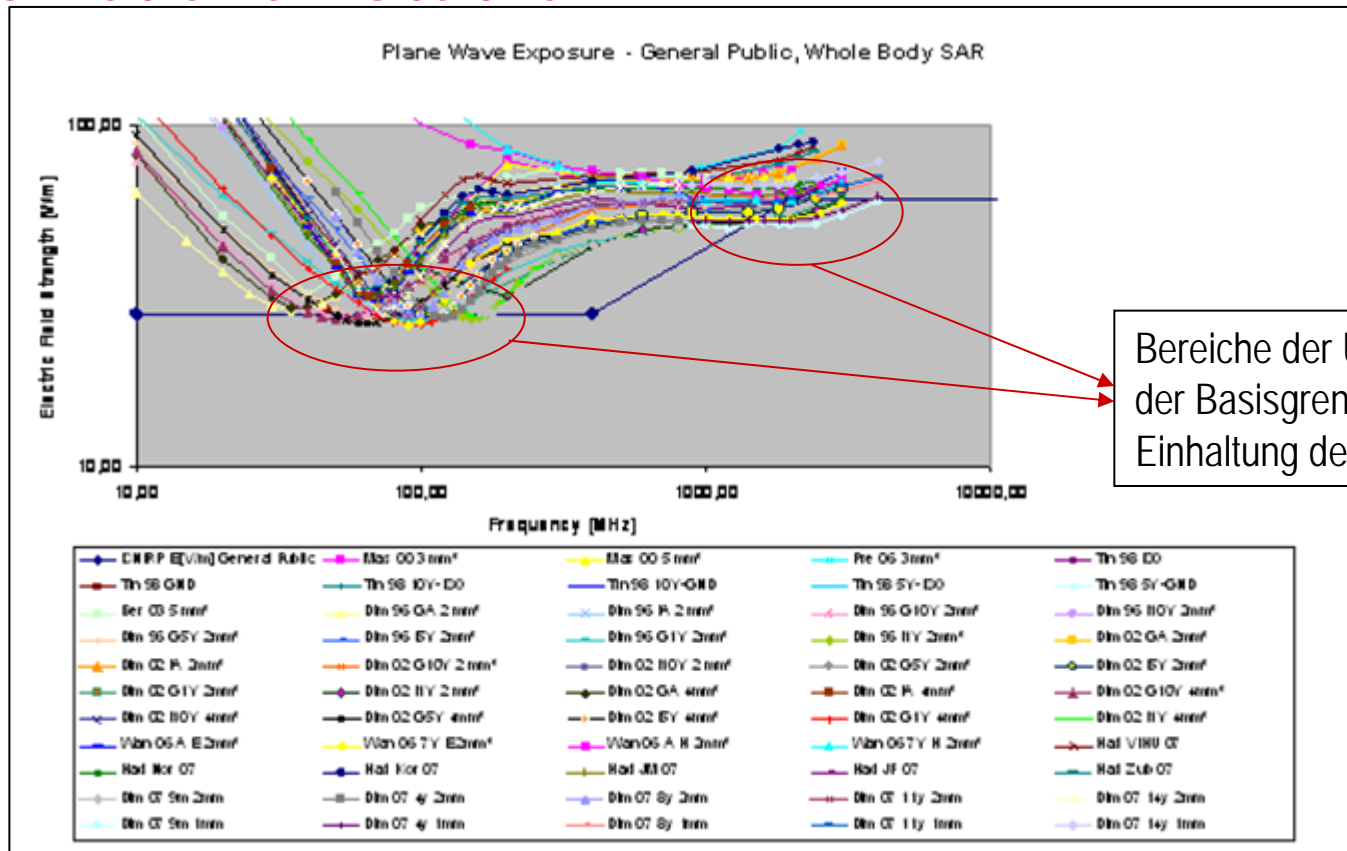
1. Die Schutzziele im HF Bereich werden durch Basisgrenzwerte (z.B. SAR) definiert
2. Da die direkte Bestimmung der SAR kompliziert ist wurden Referenzwerte definiert
3. Bei Einhaltung der Referenzwerte sollen auch im ungünstigsten Fall die Basisgrenzwerte nicht überschritten werden



Das Verhältnis SAR – Feldstärke (2)

4. Zum Zeitpunkt der Festlegung der Grenzwerte waren nur einfache Körpermodelle verfügbar, die meisten Untersuchungen beschränkten sich auf ebene Wellen
5. Mehrere neue Untersuchungen haben gezeigt, dass die Einhaltung der Referenzwerte bei Exposition von Kindermodellen die Einhaltung der Basisgrenzwerte nicht immer sicherstellen kann
6. Im Rahmen einer österreichischen Studie wurde ungleichmäßige Exposition bei GSM 900, GSM 1800, UMTS (2140 MHz) TETRA (400 MHz), DVB-T (650 MHz), WLAN, Bluetooth (2450 MHz), WiMax (3500 MHz) untersucht

Verhältnis Ganzkörper SAR – Feldstärke aus verschiedenen Studien

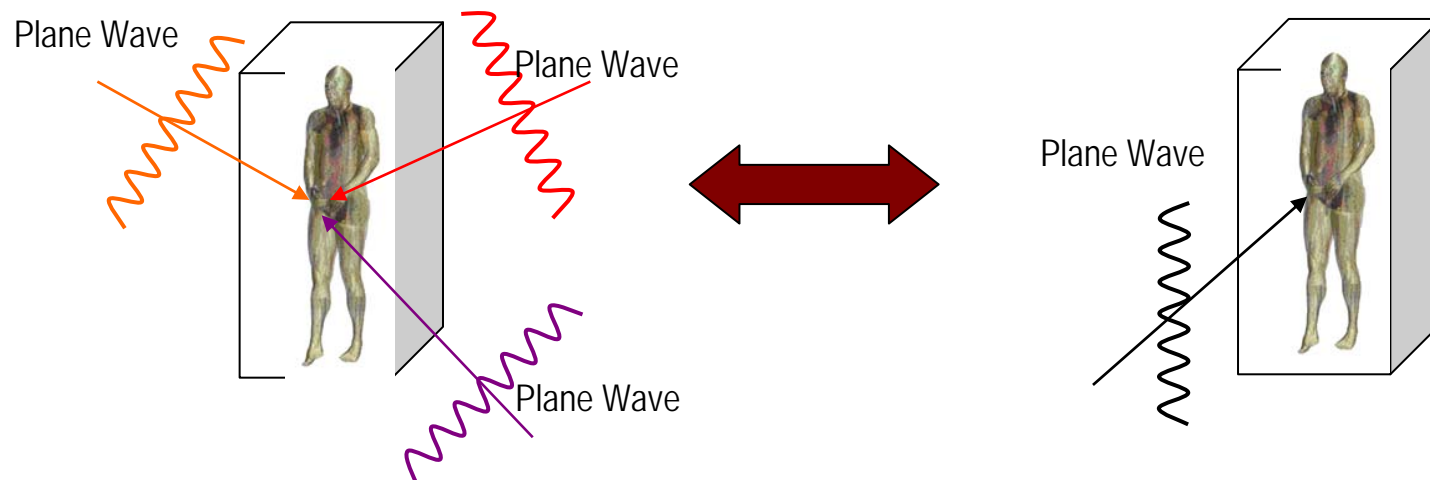


Bereiche der Überschreitung der Basisgrenzwerte bei Einhaltung der Referenzwerte

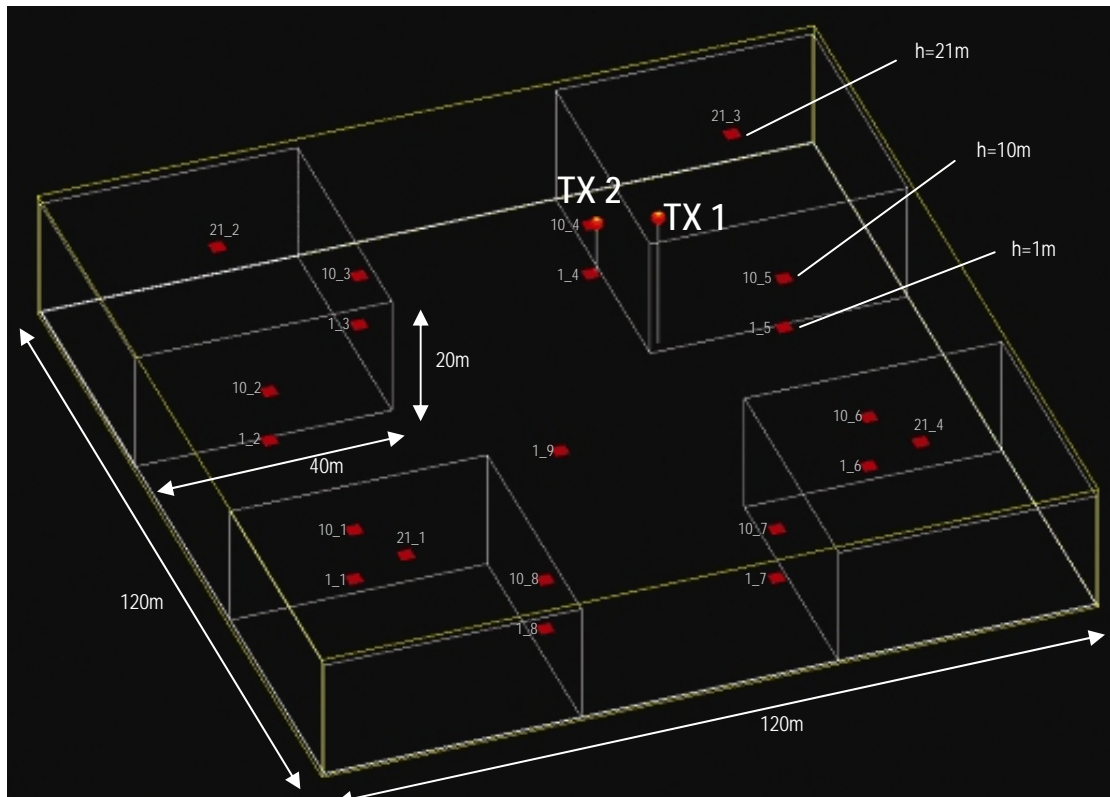
Methodik

Untersuchung des Zusammenhanges der Ganzkörper SAR und
der elektrischen Feldstärke

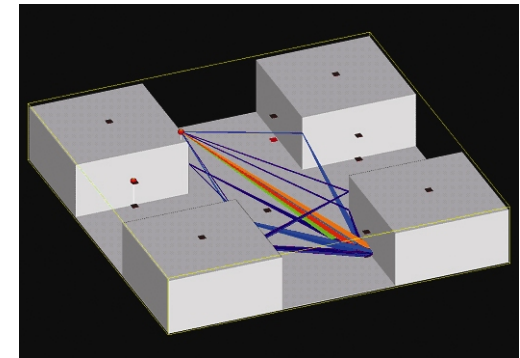
Vergleich der heterogenen Exposition mit Exposition durch ebene
Wellen



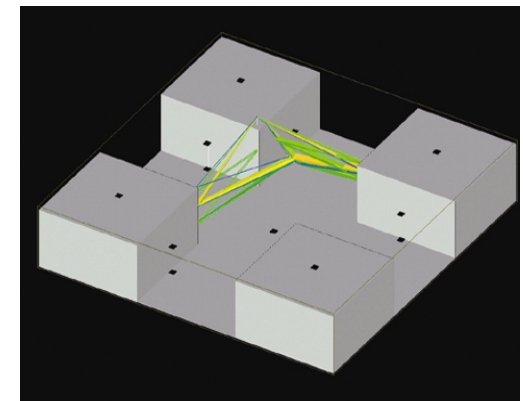
Untersuchtes Szenario



Simuliertes Szenario: 21 Empfängerpositionen;
2 Senderpositionen (TX 1 und TX 2)



LOS Bedingungen



NLOS-Bedingungen

Ergebnisse – Prozent der Fälle bei denen bei heterogene Exposition zu höherer SAR als bei ebenen Wellen

Frequency	4-House-Scenario						Coffee house
	400MHz	650MHz	946MHz	1840MHz	2140MHz	3500MHz	2450MHz
SAR values above Plane Wave	52,4%	36,9%	12,5%	20,2%	14,3%	17,9%	41,7%
Avg. norm to PW	1,16	0,86	0,73	0,83	0,77	0,78	0,95
Stand. Dev. norm. to PW	0,49	0,32	0,36	0,28	0,26	0,27	0,51

Vergleich zwischen der durchschnittlichen SAR und dem SAR Grenzwert bei Exposition beim Referenzwert

	4-House-Scenario						Coffeeh.
	400MHz	650MHz	946MHz	1840MHz	2140MHz	3500MHz	2450MHz
Average WB SAR	15,0%	22,0%	26,2%	38,8%	34,4%	35,9%	29,8%
Std.dev. WB SAR	4,1%	3,7%	5,5%	8,4%	6,2%	8,8%	5,3%
Average PB SAR	5,4%	8,7%	9,6%	17,2%	17,4%	19,2%	24,8%
Std.dev.PB SAR	2,5%	3,8%	5,2%	6,5%	6,3%	6,3%	15,2%

Schlussfolgerungen (1)

- In den meisten Ländern basieren die bestehenden Grenzwerte auf den ICNIRP Empfehlungen, allerdings gibt es einige Länder mit strengeren Grenzwerten (z.B. Italien, Schweiz, Slowenien, Griechenland, Belgien,...)
- Die IEEE Norm 95.1-2005 beinhaltet teilweise höhere Grenzwerte als ICNIRP
- Die Anwendung von Schutzkonzepten wie das Vorsorgeprinzip oder die Umsichtige Vermeidung werden nach wie vor national und international diskutiert

Schlussfolgerungen (2)

- Jenseits der kontinuierlichen Bewertung der wissenschaftlichen Evidenz über gesundheitsrelevante Effekte gibt es auch offene dosimetrische Fragestellungen bei der Grenzwertbildung
- Es ist z.B. zu bewerten, ob die bestehenden Referenzwerte auch die Einhaltung der Basisgrenzwerte für Kinder sicherstellen
- Die Bewertungen sollten sich nicht auf den einfachen Fall der Exposition durch ebene Wellen beschränken, da dies nicht immer der ungünstigste Fall ist

Schlussfolgerungen (3)

- Weitere Fragen ergeben sich bei der gleichzeitigen Exposition durch verschiedene Quellen mit unterschiedlichen Feldtypen, i.e. elektrisches und magnetisches Feld – wie weit überlagern sich SAR und Stromdichten?
- Neueste Ergebnisse dosimetrischer Studien sind zu verifizieren
- Die Verwendung von mehreren Modellen des menschlichen Körpers, die die anatomischen und morphologischen Variabilitäten der Bevölkerung berücksichtigen ist empfehlenswert

Schlussfolgerungen (4)

- Für typische Expositionen der Bevölkerung weit unterhalb der bestehenden Grenzwerte haben diese Fragestellungen keine unmittelbare Bedeutung, allerdings könnte z.B. eine Veränderung von Referenzwerten zu Verschiebungen von Sicherheitsabständen rund um elektromagnetische Quellen führen
- Die offenen dosimetrischen Fragestellungen sind auch im Hinblick auf die Umsetzung der Richtlinie 2004/40/EG zum Schutz von Arbeitnehmern vor nachteiligen Wirkungen elektromagnetischer Felder dringend zu beantworten

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

