

# Lizenzkurs 2012/2013

EMV und EMVU

# Gliederung

- Begriffsdefinitionen / Vorwissen
- EMV
- Blitzschutz
- EMVU

# Begriffserklärung

- EMV
  - Elektromagnetische Verträglichkeit
  - Verträglichkeit von Geräten untereinander
- EMVU
  - Elektromagnetische **Umwelt**verträglichkeit
  - Schutz von Personen vor der Einwirkung elektromagnetischer Strahlung

# Verschiedene Leistungen

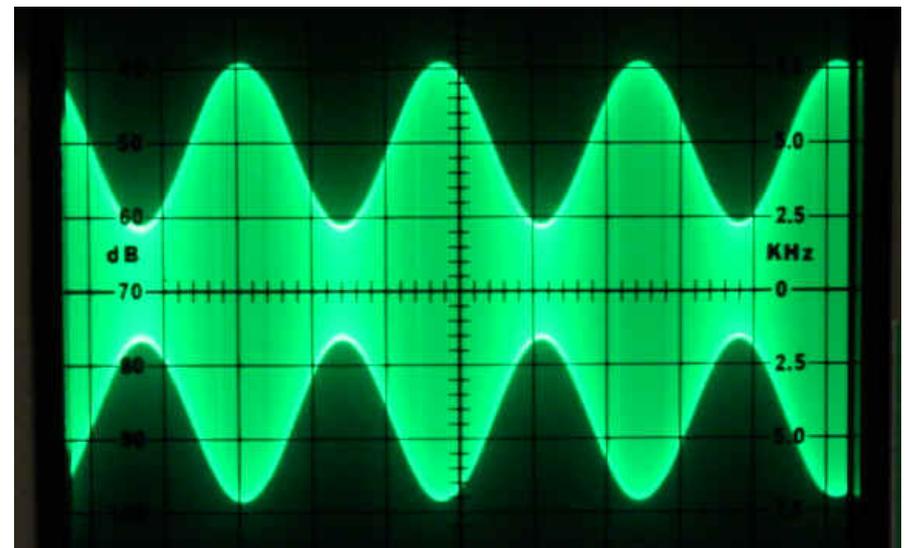
- Es gibt mehrere verschiedene Leistungsbegriffe, je nach Anwendungszweck
- E(I)RP = Effective (Isotropic) Radiated Power
- PEP = Peak Envelope Power
- Mittlere Leistung

# Effective (Isotropic) Radiated Power

- Effektive Strahlungsleistung bezogen auf Lambda/2-Dipol bzw. Isotropen Kugelstrahler
- Einfache Verrechnung von Antennen mit Grenzwerten möglich
- Beispiel
  - Im 6-Meter-Amateurfunkband sind in Deutschland 25 Watt ERP zugelassen. Welche Leistung darf man an einer 3-Element-Yagi mit 6 dBd Gewinn einspeisen?

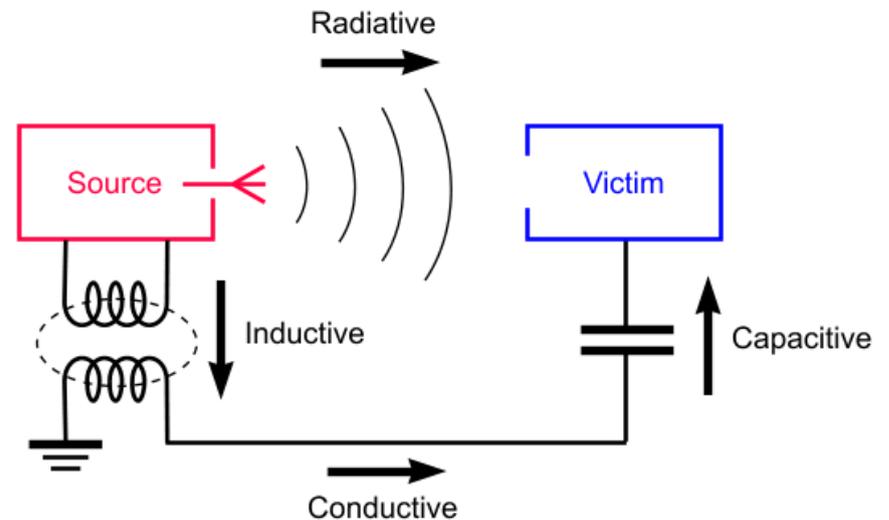
# Peak Envelope Power

- Leistung die an der Spitze der Hüllkurve abgegeben wird
- Nur für AM-Signale sinnvoll



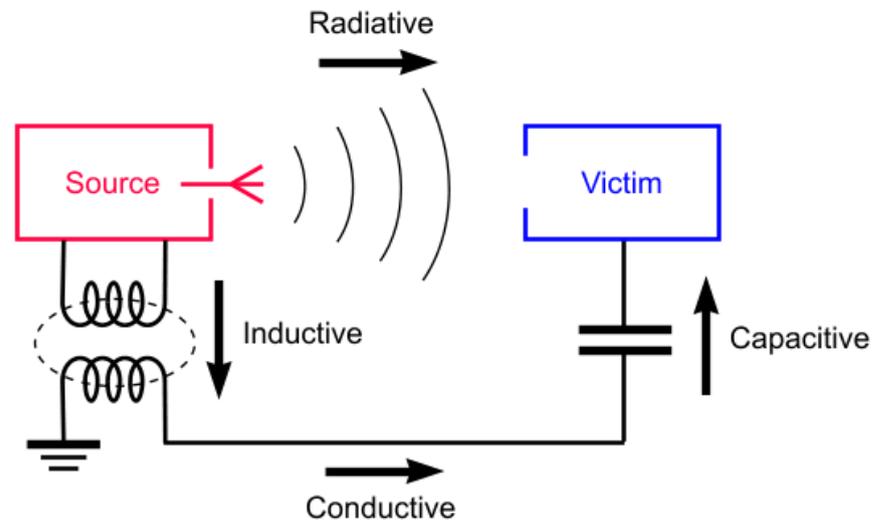
# EMV: Modell

- Das störende Gerät nennt man „Quelle“
- Das gestörte Gerät nennt man „Senke“
- Quelle und Senke müssen für Störungen gekoppelt sein
- Es gibt verschiedene Arten der Kopplung



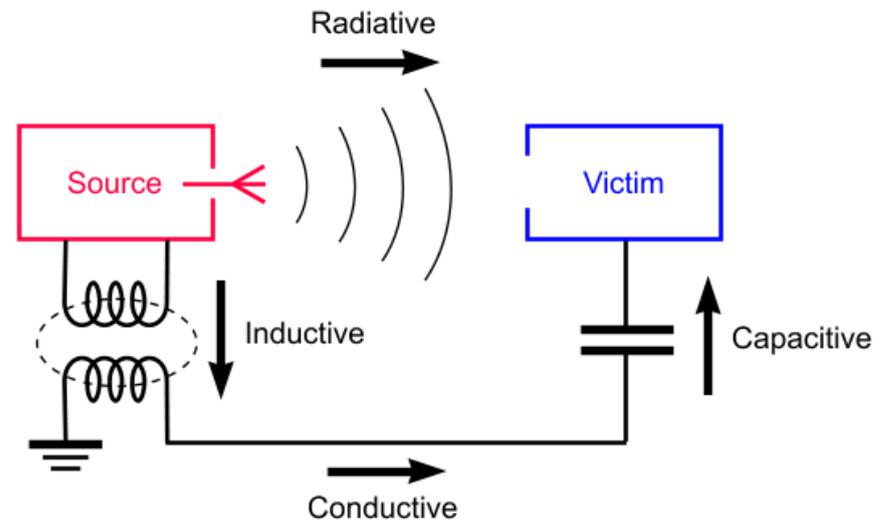
# EMV: Modell

- Impedanzkopplung
- Störungen werden über eine Koppelimpedanz übertragen
- Beispiel:
  - Gemeinsam genutzte Bauteile
  - Gemeinsame Masse



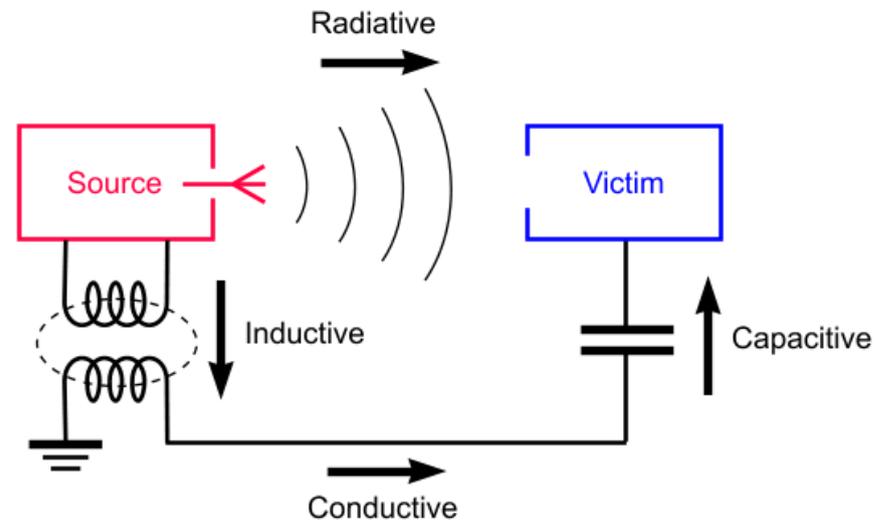
# EMV: Modell

- Kapazitive Kopplung
- Störungen werden über ein elektrisches Feld übertragen
- Beispiel:
  - Parasitäre Kapazität bei parallelen Leiterbahnen



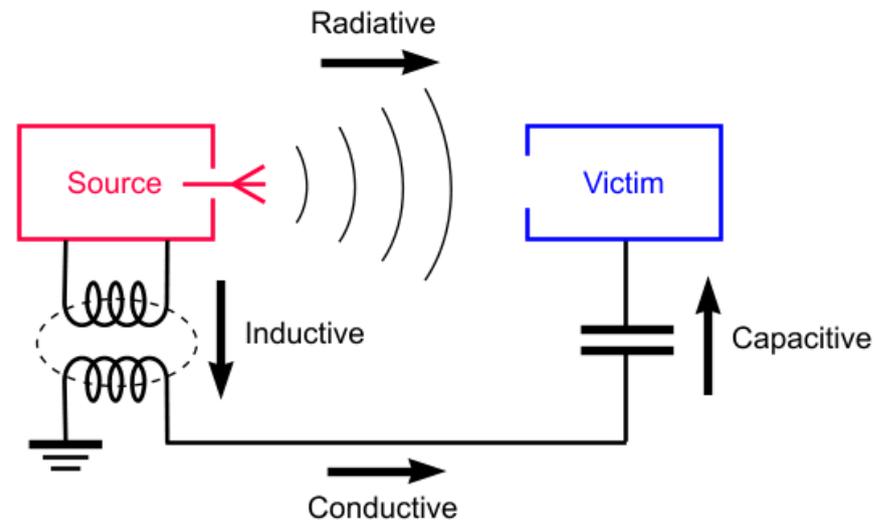
# EMV: Modell

- Induktive Kopplung
- Beeinflussung durch ein Magnetfeld
- Magnetfeld führt zu Induktion in Leiterschleife



# EMV: Modell

- Strahlungskopplung
- Bauteile und Leiterbahnen in der Senke wirken als Antenne
- Beispiel
  - „Handygeräusch“ in Lautsprechern



# EMV: Vorschriften und Gesetze

- Verschiedene Vorschriften regeln die Verträglichkeit
- Bekanntestes Beispiel ist CE
- Vorschriften für den Amateurfunk sind an EU-Richtlinien angelehnt



# EMV: Vorschriften und Gesetze

- Um Störungen zu vermeiden, sind Grenzen für „unerwünschte Aussendungen“ gesetzt worden

Frequenzbereich	Erforderliche Dämpfung unerwünschter Aussendungen gegenüber der maximalen PEP des Senders	Alternativ zulässige maximale Leistung unerwünschter Aussendungen eines Senders
1	2	3
0,15 MHz - 1,7 MHz	60 dB	0,25 µW
1,7 MHz - 35 MHz	40 dB	
35 MHz - 50 MHz	$40\text{dB} + 129,1 \cdot \log \frac{f}{35} \text{ dB}$ mit f ... Frequenz in MHz	
50 MHz - 1000 MHz	60 dB	
1000 MHz - 40 GHz	50 dB	1 µW

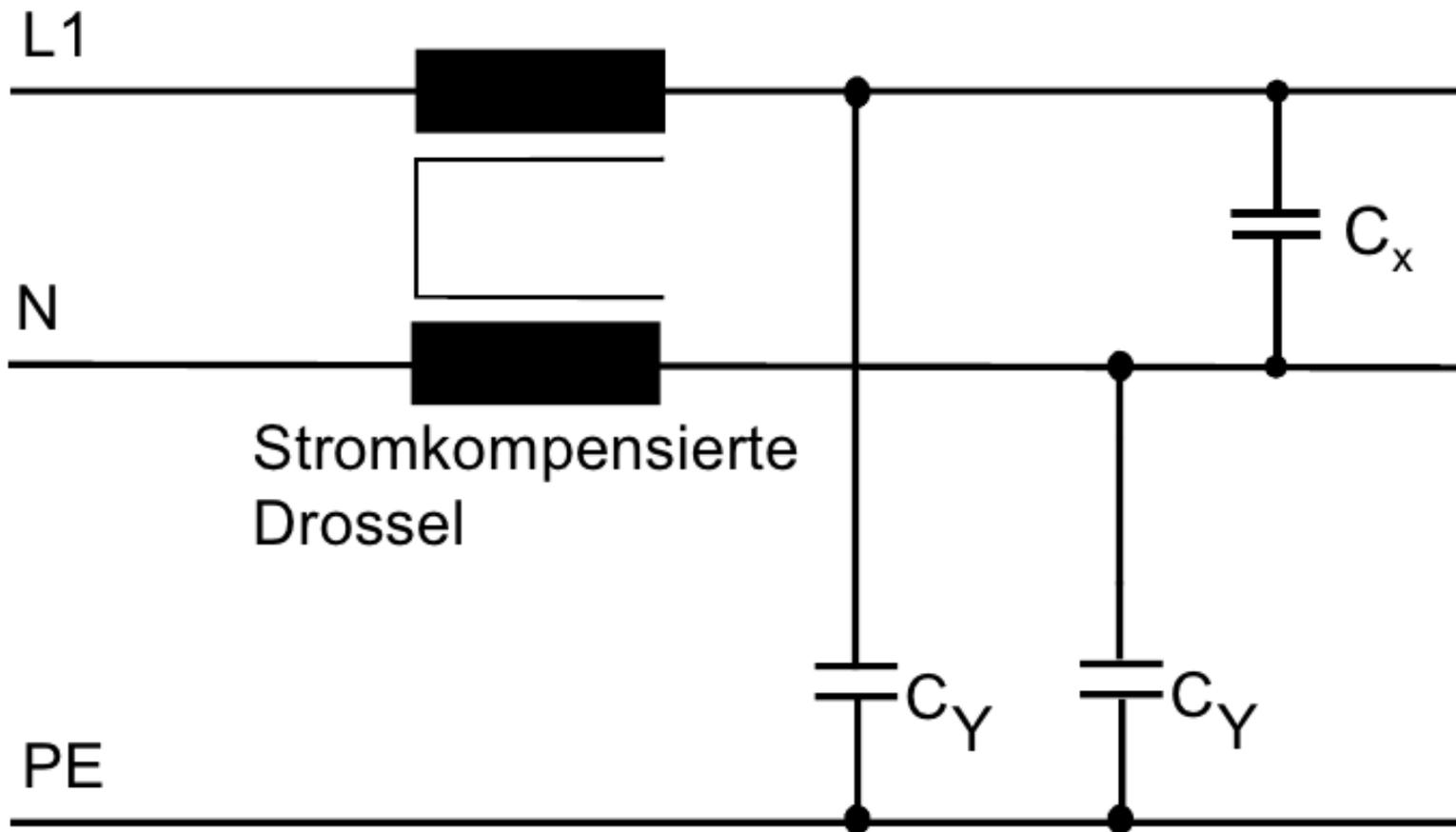
# Störende Beeinflussungen

- Treten trotz „legitimer“ Frequenznutzung auf
- Intermodulation = ungewollte Mischung starker Signale an der Empfangsstufe => Phantomsignale
- Verringerung der Empfindlichkeit
- Eingestrahelte oder Eingeströmte HF wird an nichtlinearen Bauteilen gleichgerichtet

# Beseitigung der Probleme

- Drosseln
  - Hilfreich bei Gleichtaktstörung
- Filter
  - Hilfreich bei unterschiedlichen Frequenzen
- Schirmung
- Änderung an der Quelle
  - Verringerte Sendeleistung
  - Veränderte Senderichtung
  - Betriebseinschränkungen

# Beseitigung der Probleme



# Beseitigung der Probleme



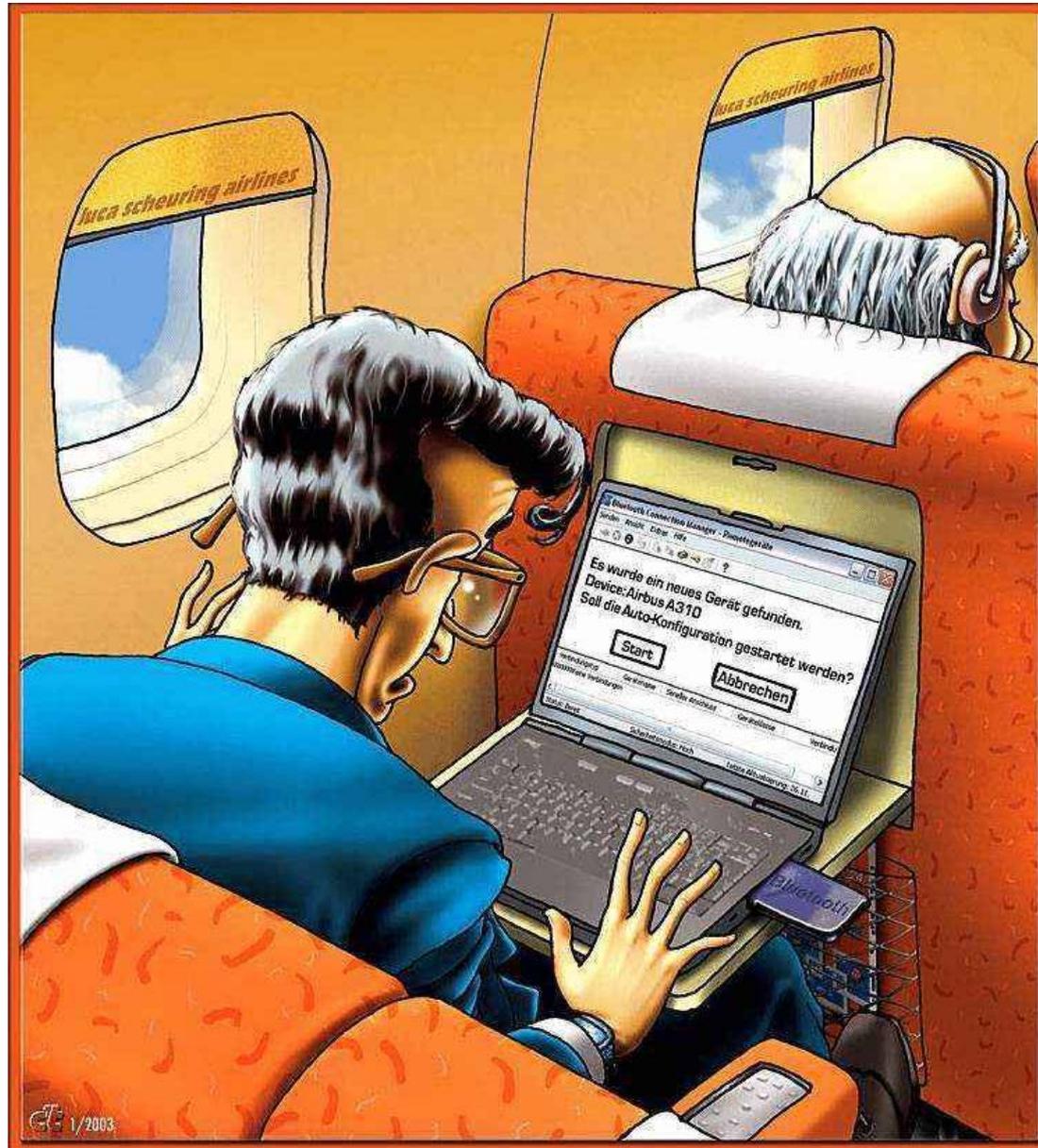
# Beseitigung der Probleme



# Ausblick

- Die technisch nutzbaren Frequenzen sind begrenzt → höhere Senderdichte
- Manche Bereiche sind doppelt belegt, zum Beispiel der ISM-Bereich im 70cm-Band
- Immer mehr Geräte haben Prozessoren verbaut → Die „Hochfrequenten Störer“ nehmen in der Zahl zu

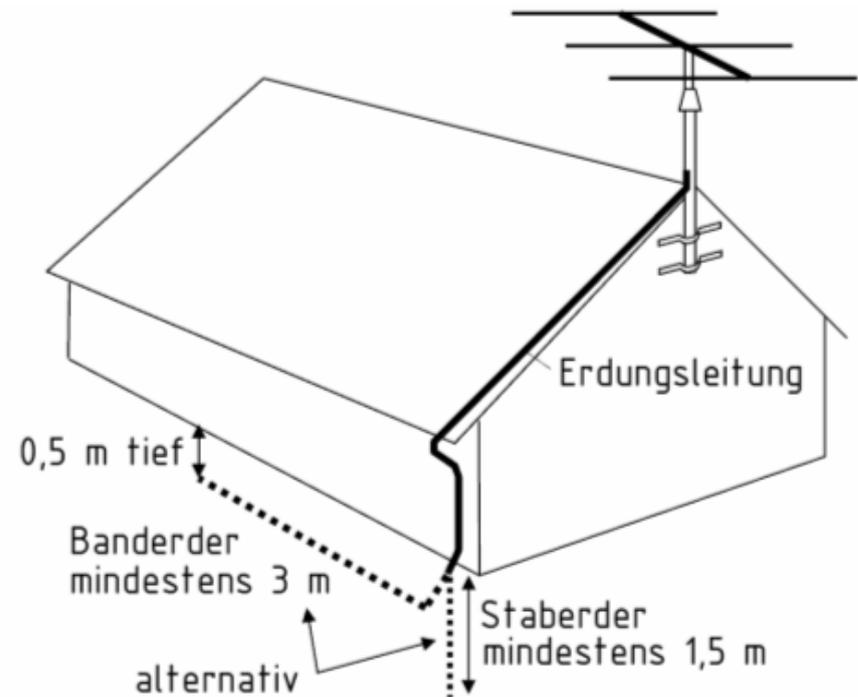
# EMV – Fragen?



# Erdung von Antennen

- Antennen müssen geerdet werden
- Bei Innen- oder Fensterantennen darf darauf verzichtet werden

Werkstoff	Abmessungen oder Art
Kupfer	16 mm <sup>2</sup> , blank oder isoliert
Aluminium	25 mm <sup>2</sup> , isoliert, in Innenräumen auch blank
Stahl	50 mm <sup>2</sup> verzinkt, z.B. Band, 20 mm  2,5 mm
Volldraht oder mehrdrähtig, jedoch nicht feindrähtig, Kennzeichnung für isolierte Leiter: grüngelb	



# EMVU

- Elektromagnetische Umweltverträglichkeit
- Funkwellen üben einen Effekt auf Materie aus
- Für den Menschen problematisch sind
  - die thermische Wirkung
  - die Reizwirkung durch „Einkopplung in Muskeln“
  - Beeinflussung von medizinischen Geräten wie Herzschrittmachern

# EMVU - Grenzwertfestlegung

- 1-2 Kelvin Erwärmung sind für den Menschen kompensierbar
- Eine Absorptionsrate von 1-4 W/kg über 30 Minuten führt zu 1 Grad Temperaturerhöhung
  - Sicherheitsfaktor 50 → 0.08 W/kg
  - Abgeleitete Größe „Feldstärke“ führt zu Grenzwerten

# EMVU-HSM Grenzwerte

- Ermittlung einer „Störschwelle“ für alle Herzschrittmachermodelle
- Entscheidend ist hier nicht das zeitliche Mittel sondern der Spitzenwert der Feldstärke
- Im Bereich bis 10 MHz ist der Personenschutzgrenzwert „Kritischer“, darüber die HSM-Grenzwerte

# EMVU-Selbsterklärung nach BEMFV

- Bei stationären Funkstellen, die mehr als 10 Watt EIRP benutzen wollen, ist VOR Inbetriebnahme eine Selbsterklärung möglich
- Zugeständnis der Behörden → Alternative zur Standortbescheinigung
- In der Selbsterklärung ist nachzuweisen, wo der „kontrollierte“ Bereich endet und dass jenseits der Grenzen eingehalten werden

# Exkurs EMVU: Ist elektromagnetische Strahlung schädlich?



# Ist elektromagnetische Strahlung schädlich?

- Die internationale Krebsforschungsagentur IACR hat elektromagnetische Strahlung durch Mobilfunkbasisstationen als „möglicherweise krebserregend“ eingestuft
- IACR prüft Umwelteinflüsse und kategorisiert sie in fünf verschiedenen Klassen
- Handystrahlung ist in Klasse 2B eingeordnet

# Ist elektromagnetische Strahlung schädlich?

- 1: Krebserregend für den Menschen
- 2A: Wahrscheinlich krebserregend für den Menschen
- 2B: Möglicherweise krebserregend für den Menschen
- 3: Nicht klassifizierbar in Bezug auf das krebserregende Potenzial beim Menschen
- 4: Wahrscheinlich nicht krebserregend für den Menschen

# Ist elektromagnetische Strahlung schädlich?

- Grenzwerte basieren auf Störfestigkeit bzw. auf thermischer Wirkung
- Es gibt Hinweise auf
  - Elektrosensibilität
  - Krebsentstehung / Hirntumore durch Handystrahlung
  - Langzeiteffekte auf Organe, Blut, Fruchtbarkeit, etc.

# Ist elektromagnetische Strahlung schädlich?

- Deutsches Mobilfunk-Forschungsprogramm  
DMF
- Finanziert von Bund und Industrie
- Budget 17 Mio. Euro
- 54 Projekte aus verschiedenen Bereichen

# Ist elektromagnetische Strahlung schädlich?

- Testbasisstation zur Beurteilung der Schlafqualität



Quelle: IMST GmbH



# Ist elektromagnetische Strahlung schädlich?

- Beurteilung der Schlafqualität mit „Bettschutz“



Quelle: Leitgeb, Untersuchung der Schlafqualität bei elektrosensiblen Anwohnern von Basisstationen unter häuslichen Bedingungen, DMF-Projekt

- **kein Kausalzusammenhang mit Mobilfunkfeldern**
- **keine Veränderung der objektiven Schlafparameter (aber Placebo- / Nocebo-Effekte)**

# Ist elektromagnetische Strahlung schädlich?

- Exposition von Laborratten zur Erforschung der „Krebserrregbarkeit“



Quelle: Lerchl, In Vivo-Experimente unter Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilkommunikation B. Kanzerogenese, DMF-Projekt

# Ist elektromagnetische Strahlung schädlich?

- Zusammenfassend konnte keine schädliche Wirkung unterhalb der Grenzwerte festgestellt werden
- Aber „Angst“ vor möglicher Wirkung in der Bevölkerung
- Antennenaufbauten im Mittelpunkt der Diskussion

# Gibt es noch Fragen?

