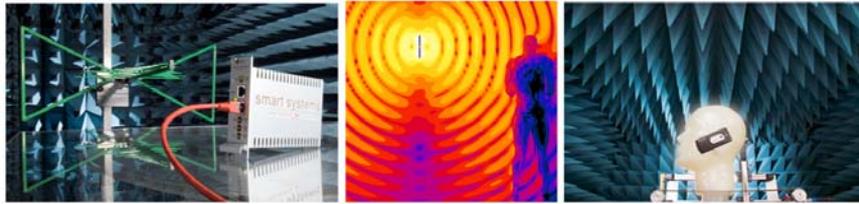


EMV in der Praxis

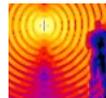
Wirkungen elektromagnetischer Felder auf
elektronische Geräte und auf den Menschen

Kurt Lamedschwandner



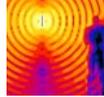
Inhalt

- Begriffsklärung
- Elektromagnetische Felder
- EMV elektronischer Geräte
- Wirkungen em-Felder auf den Menschen
- Zusammenfassung und Ausblick
- Anhang: Kontaktdaten und Dienstleistungsangebot

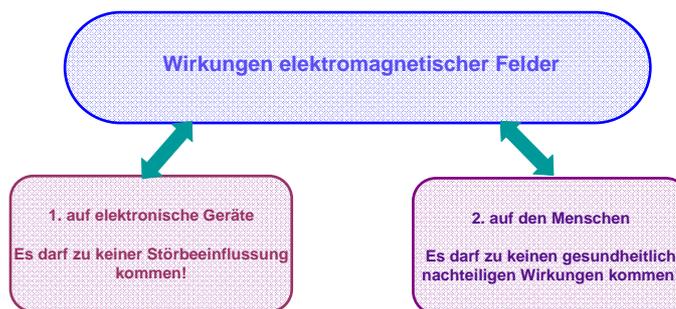


Inhalt

- **Begriffsklärung**
- Elektromagnetische Felder
- EMV elektronischer Geräte
- Wirkungen em-Felder auf den Menschen
- Zusammenfassung und Ausblick
- Anhang: Kontaktdaten und Dienstleistungsangebot



EMV - Geräte und Umwelt



Zwei grundsätzliche Forderungen, damit eine Technologie erfolgreich eingesetzt werden kann/darf!

EMV - Fachbegriffe

Geräte:

- EMV bzw. EMVG: EMV elektronischer Geräte
- EMC: Electromagnetic Compatibility

Umwelt:

- EMVU: elektromagnetische Umweltverträglichkeit
- EMF: Electromagnetic Fields bzw. elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder

Was versteht man unter EMVG?

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMVG)

EMV ist die Fähigkeit eines Gerätes in seiner elektromagnetischen Umgebung bestimmungsgemäß zu funktionieren ohne dabei andere Geräte zu stören.

Elektronische Komponenten „vertragen“ sich dh.

- „stören nicht“ und
- „werden nicht gestört“

EM-verträglich zu sein ist ein Qualitätsmerkmal eines Gerätes!

Was versteht man unter EMVU?



Elektromagnetische Umweltverträglichkeit (EMVU)

Im Gegensatz zur Geräte - EMV steht die öffentliche Diskussion, ob technisch erzeugte elektromagnetische Felder auf den Menschen nachteilige gesundheitliche Effekte haben können.

Wer benötigt EMVG-Wissen? (1)



Jeder Inverkehrbringer von elektrischen/elektronischen Geräten!

**Denn: Die EMV Konformität ist Voraussetzung für das Inverkehrbringen elektrischer/elektronischer Geräte!
(EMV-Richtlinie 2004/108/EG)**

Europa: **CE** -Kennzeichnung



Wer benötigt EMVG-Wissen? (2)



Jeder Designer von elektrischen/elektronischen Geräten!

Denn: ohne EMV Know-How ist das sichere Funktionieren von komplexen elektrischen/elektronischen Systemen nur schwer realisierbar (Produkthaftung)!

**EU-Richtlinien legen nur gesetzliche Mindestanforderungen fest!
Produkthaftung fordert jedoch den Stand der Technik!!!**

Wer benötigt EMVU-Wissen? (1)



Jeder Inverkehrbringer von Funkanlagen und Telekomendeinrichtungen!

Denn: Die Schutzanforderungen der zutreffenden Einzelrichtlinie (R&TTE-Richtlinie 1999/5/EG) fordern auch den Schutz der Gesundheit des Benutzers.

Wer benötigt EMVU-Wissen? (2)



Jeder Betreiber von Mobilfunkbasisstationen!

Denn: Diese haben Sicherheitsabstände festzulegen, um die Konformität mit den Schutzziele der R&TTE-Richtlinie nachzuweisen.

Wer benötigt EMVU-Wissen? (3)



Jeder Arbeitgeber!

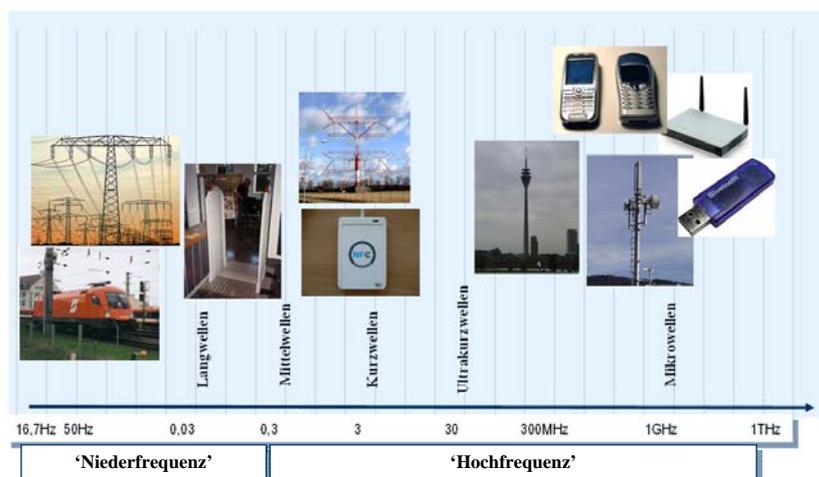
Denn: Sind Arbeitnehmer elektromagnetischen Feldern ausgesetzt, so hat der Arbeitgeber in Zukunft eine entsprechende Bewertung vorzunehmen, um die Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer gemäß Richtlinie 2004/40/EG zu gewährleisten.

Inhalt

- Begriffsklärung
- **Elektromagnetische Felder**
- EMV elektronischer Geräte
- Wirkungen em-Felder auf den Menschen
- Zusammenfassung und Ausblick
- Anhang: Kontaktdaten und Dienstleistungsangebot



Das elektromagnet. Spektrum



Quellen hochfrequenter Felder

Typische Quellen im Haushalt:

- Mikrowellenherd (2450 MHz)
- Mobiltelefone (GSM 900/1750 MHz, UMTS 1960 MHz)
- Schnurlostelefon (DECT 1880 - 1900 MHz)
- drahtlose Datenkommunikation (WLAN 2450 / 5300 MHz, Bluetooth 2450 MHz, WiMAX 3500 MHz,...)
- Babyphone (27 MHz, 460 MHz, 860 MHz, 2450 MHz)
- div. andere Geräte (drahtlose Kopfhörer, drahtlose Webcams, Funkfernsteuerungen, ...)

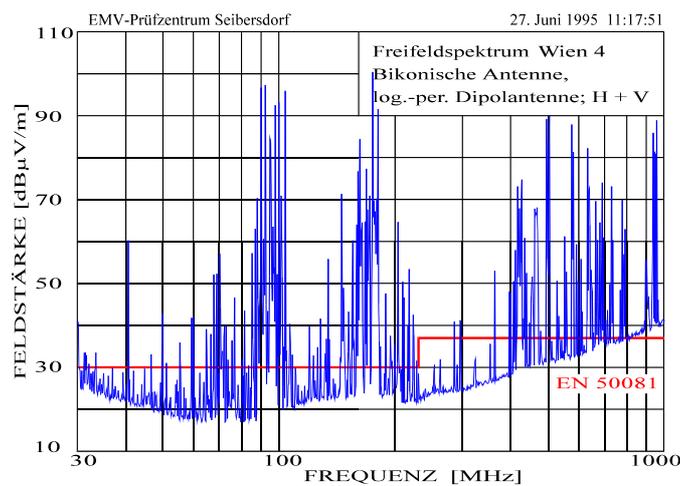


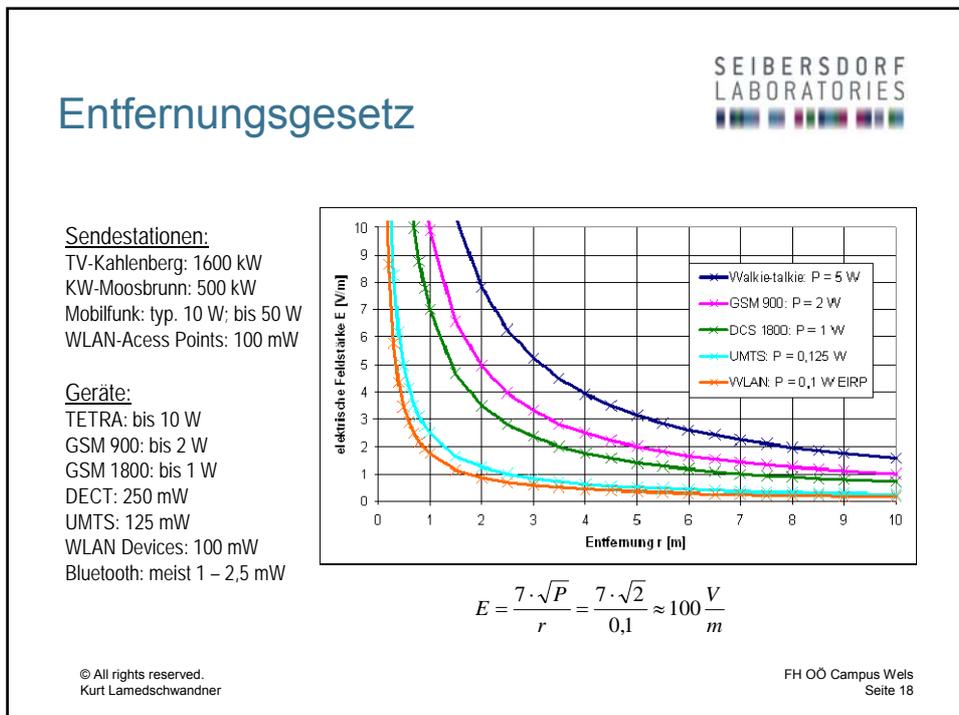
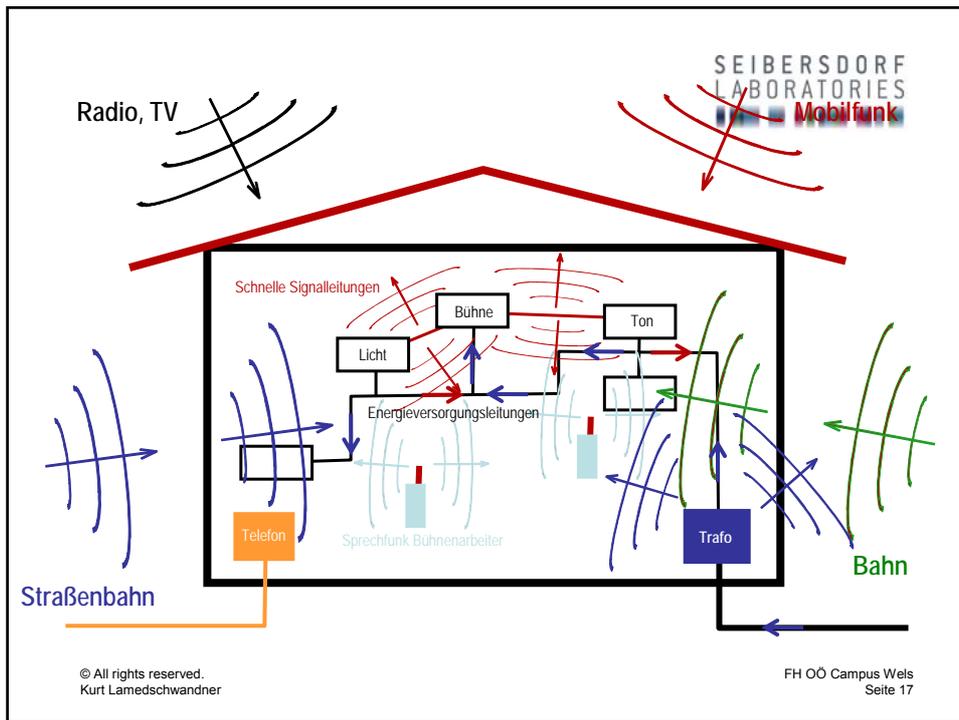
Typische externe Quellen:

- LW/MW/KW - Sendeanlagen (150 kHz – 30 MHz)
- UKW Rundfunksender (87 - 108 MHz)
- VHF/UHF - TV Sender (170 - 860 MHz)
- Mobilfunk-Basisstationen (GSM 940/1840 MHz, UMTS 2140 MHz)
- WLAN Access Points (2,45 GHz und 5 GHz)
- WiMAX Basisstationen (3,6 GHz)

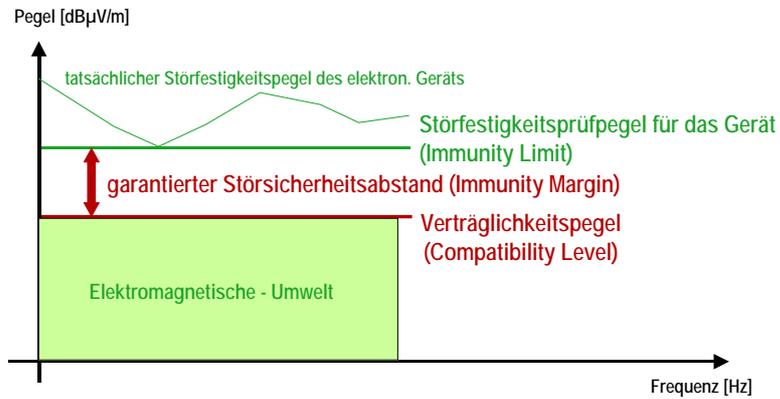


Elektromagnetische Umwelt



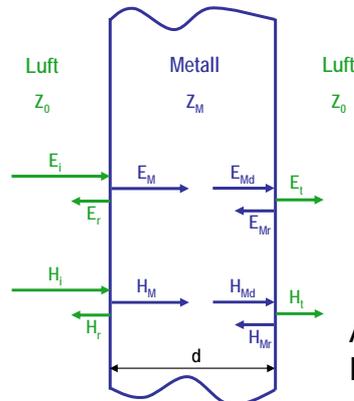


Störsicherheitsabstand



Erhöhung der Störfestigkeit durch Schirmung

Schirmdämpfung von Metallblechen: $S [dB] = A [dB] + R [dB]$



$$S [dB] = 20 * \log \left(\frac{E_i}{E_t} \right)$$

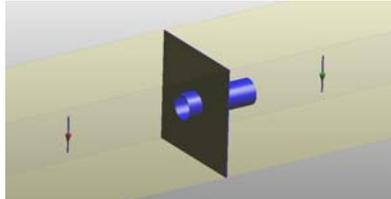
$$S [dB] = 20 * \log \left(\frac{H_i}{H_t} \right)$$

S...Schirmdämpfung,
E...elektr. Feldstärke, H...magnet. Feldstärke
i...incident, t...transmitted

Absorption $A \sim \sigma, f, \mu_r, d$
Reflexion $R \sim \sigma, 1/f, 1/\mu_r$ (Fernfeld)

Schirmgehäuse mit Öffnung

Hohlleiter ermöglichen unterhalb der Grenzfrequenz f_c eine hohe Schirmdämpfung trotz Gehäuseöffnung



Beispiel: Öffnung in Schirmgehäuse mit 7cm Durchmesser und 21cm Länge

$$\text{Cut-off Frequenz für Kreishohlleiter: } f_c = \frac{c_0}{\lambda_c} = \frac{c_0}{1,71 * d} = \frac{1,75 * 10^8}{d} = \frac{1,75 * 10^8}{0,07} = 2,5 \text{ GHz}$$

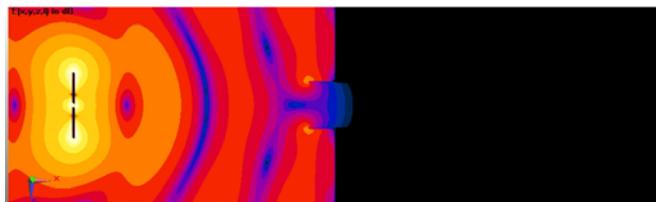
Wenn $t/d \geq 3$ Schirmdämpfung ca. 100 dB.

c_0 ...Lichtgeschwindigkeit, f_c ...Cut-off frequency (Grenzfrequenz), λ_c ...Cut-off wavelength, d ...Durchmesser des Hohlleiters, t ...Rohrlänge des Hohlleiters

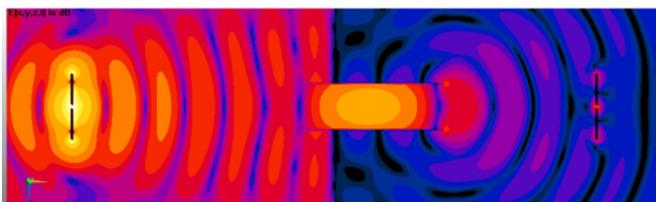
Ausbreitung em-Wellen

Geometrie Kreishohlleiter: $d = 7 \text{ cm}$, $t = 21 \text{ cm}$

$f = 1,28 \text{ GHz}$



$f = 2,56 \text{ GHz}$



Inhalt

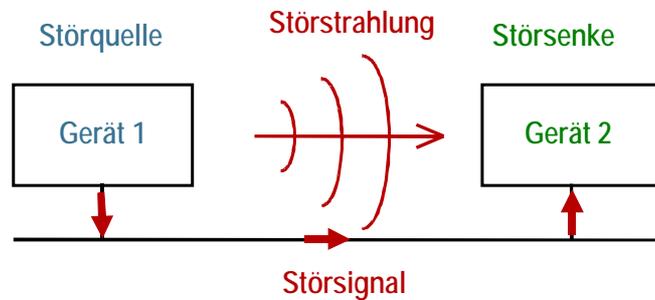
- Begriffsklärung
- Elektromagnetische Felder
- **EMV elektronischer Geräte**
- Wirkungen em-Felder auf den Menschen
- Zusammenfassung und Ausblick
- Anhang: Kontaktdaten und Dienstleistungsangebot



EMVG - Definition

“die Fähigkeit eines Apparates, einer Anlage oder eines Systems, in der elektromagnetischen Umwelt zufriedenstellend zu arbeiten, ohne dabei selbst elektromagnetische Störungen zu verursachen, die für alle in dieser Umwelt vorhandenen Apparate, Anlagen oder Systeme unannehmbar wären.”

EMV-Störmodell



3 Komponenten:

- Störquelle
- Störsenke
- Kopplungswege (Leitung + Strahlung)

EMV-Störphänomene*

Störemission:

- Störfeldstärke

Störfestigkeit gegen:

- 50 / 60 Hz Magnetfelder
 - HF-Felder
- gestrahlt

- Netzurückwirkungen

- Störspannung

- Störstrom

- Störleistung

- HF-Spannungen
- leitungsgeführt

- ESD, Burst, Surge

- Spannungseinbrüche,
Kurzzeitunterbrechungen und
Spannungsschwankungen

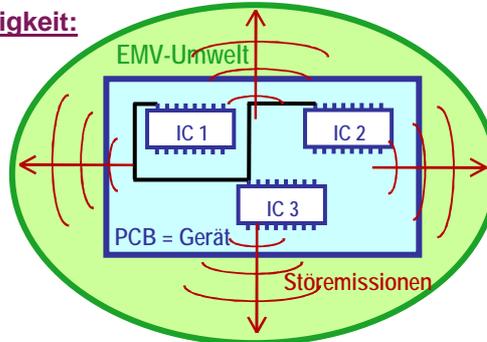
*) Diese EMV-Störphänomene werden in den üblichen zivilen Normen betrachtet.

EMV elektronischer Geräte

Betrachtet Emission + Störfestigkeit:

Im Prüffrequenzbereich wirken die Leiterbahnen am PCB und die angeschlossenen Kabel als optimale (resonante) Antennen.

$$f_{res} = \frac{c_0}{\lambda} = \frac{c_0}{4 * l}$$



Antenne	Leitung am Die	Package Lead	PCB Leiterbahn	externes Kabel	langes ext. Kabel
Leitungslänge l	1 mm	1 cm	10 cm	1 m	10 m
Wellenlänge $\lambda=4*l$	4 mm	4 cm	40 cm	4 m	40 m
Resonanzfrequenz f_{res}	75 GHz	7,5 GHz	750 MHz	75 MHz	7,5 MHz

Warum ist Sicherstellung der EMV so wichtig?

Forderung nach Sicherstellung der elektromagnetischen Verträglichkeit, weil

- **Rechtliche Erfordernis:** Einhaltung der EMVV 2006 zum ETG 1992 gesetzlich verpflichtend (EMV-Mindestanforderungen!) - Voraussetzung für das Inverkehrbringen am europäischen Markt 
- **Funktionale Sicherheit:** spezielle Einsatzsituationen von Geräten erfordern für ein Sicheres Funktionieren zusätzliche EMV-Maßnahmen; Hersteller haftet für Schäden, die sein Produkt verursacht - Produkthaftung!
- **Kundenwunsch:** Auftraggeber verlangen die Einhaltung höherer EMV-Anforderungen - Qualitätsmerkmal eines Produkts

Der Weg zur CE-Kennzeichnung



EMVV 2006

BUNDESGESETZBLATT FÜR DIE REPUBLIK ÖSTERREICH

Jahrgang 2006 Ausgegeben am 28. Dezember 2006 Teil II

529. Verordnung: Elektromagnetische Verträglichkeitsverordnung 2006 – EMVV 2006
[CELEX-Nr.: 32004L0108]

529. Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit und des Bundesministers für Verkehr, Innovation und Technologie über elektromagnetische Verträglichkeit (Elektromagnetische Verträglichkeitsverordnung 2006 – EMVV 2006)

Auf Grund

1. des § 88.3 Abs. 1 und 6, 7 Abs. 1, 5 und 6 und 10 Abs. 2 des Elektrotechnikgesetzes 1992

Die EMVV 2006 setzt die EMV-RL 2004/108/EG in österreichisches Recht um. Sie besteht aus 21 Paragraphen und V Anhängen.

Weitere EU-Richtlinien relevant für EMVG (Auszug)

R&TTE – Richtlinie (beinhaltet auch den Schutz der Gesundheit)

L 91/10	EN	Official Journal of the European Communities	7. 4. 1999
DIRECTIVE 1999/5/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 9 March 1999 on radio equipment and telecommunications terminal equipment and the mutual recognition of their conformity			



Kfz-EMV – Richtlinie (Typgenehmigung erforderlich!)

13.11.2004	DE	Amtsblatt der Europäischen Union	L 337/13
RICHTLINIE DER KOMMISSION 2004/104/EG vom 14. Oktober 2004 zur Anpassung der Richtlinie 72/245/EWG des Rates über die Funkstörung (elektromagnetische Verträglichkeit) von Kraftfahrzeugen an den technischen Fortschritt und zur Änderung der Richtlinie 70/156/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Betriebserlaubnis von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern			



Richtlinien verweisen auf harmonisierte Europeanormen

Product Standards (Produktnormen)
Grenzwerte für Produkte

Product Family Standards (Produktfamiliennormen)
Grenzwerte für Produktfamilien

Generic Standards (Fachgrundnormen)
Grenzwerte für elektron. Geräte, sofern nicht durch Produkt- oder Produktfamiliennormen abgedeckt

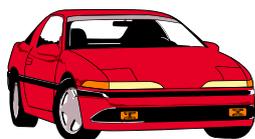
Basic Standards (Basisnormen):
Messverfahren für EMV-Messungen und Prüfschärfegrade

Welche EMV-Anforderungen muss mein Produkt erfüllen?

- **Gesetzliche** Mindestanforderungen (weltweit unterschiedlich!)
- Zusätzliche Maßnahmen nötig, da ansonsten **funktionale Sicherheit** des Produkts nicht gegeben ist.
- Zusätzliche Anforderungen des **Auftraggebers** z.B. sind sehr häufig für Kfz-Zulieferer „Hausnormen“ der Kfz-Hersteller zu erfüllen
- Spezialanforderungen z.B. MIL-Std., ESA-Std.
- Keine gesetzlichen Anforderungen, aber **Kundenwunsch** z.B. bei ICs



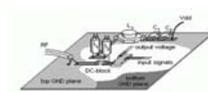
EMV Anforderungen auf verschiedenen Ebenen



Fahrzeug-Ebene

RL 2004/104/EG
CISPR 12
ISO 11451

EUB-Ebene
RL 2004/104/EG
CISPR 25
ISO 11452
ISO 7637 / DIN 40839



IC-Ebene

IEC 61967
IEC 62132



Wie wird die Systemverträglichkeit sichergestellt?

„CONSUMER ELECTRONICS - WELT“

EMV-Gerätegrenzwerte
harmonisierte EMV-Normen



EMV-Systemverträglichkeit
nicht sichergestellt

CE + CE = CE

„DEPENDABILITY - WELT“

EMV-Systemverträglichkeit
EMV-Systemanalyse



EMV-Anforderungen an
Systemkomponenten

CE + CE ≠ CE

Zu EMV - Systemanalyse

CE + CE ≠ CE

Das bedeutet,
dass der **Nachweis der Konformität durch Anwendung harmonisierter Normen die Störungsfreiheit im praktischen Betrieb nicht garantiert.**



Ist zum Nachweis der Sicherheit nicht ausreichend!

Wer haftet wenn es zu em-Beeinflussungen kommt?



Hersteller haftet für Schäden die durch sein Produkt verursacht wurden: **Produkthaftung**

EMV-Richtlinie ist keine Sicherheitsrichtlinie!

“Die Sicherheit von Betriebsmitteln in Bezug auf Menschen, Haustiere oder Vermögenswerte ist nicht Gegenstand der EMV-Richtlinie.“ (Leitfaden, S. 8)

Hersteller muss wissen, ob er für sein spezielles Produkt mehr zu tun hat als die bloße Anwendung harmonisierter Normen

z.B. ist für komplexe, sicherheitskritische Systeme eine EMV-Systemanalyse, wie im MIL-Bereich üblich, anzuraten.

Ab welcher Phase der Produktentwicklung soll die EMV berücksichtigt werden?



Nicht empfehlenswerte Vorgangsweise:

- Erst kurz vor der Auslieferung eines Produkts wird mit dem EMV-Prüflabor ein Prüftermin vereinbart
- Wenn Produkt nicht konform, wird nachgebessert (Gefahr, dass teures Redesign erforderlich ist)

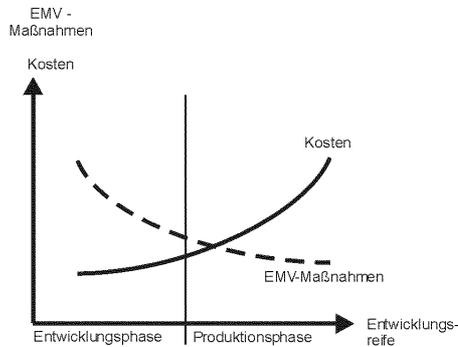
Risikoärmerer und meist kostengünstigerer Weg zur EMV:

- EMV-Planung bereits zu Projektbeginn
- Entwicklungsbegleitende Messungen bereits am ersten Prototyp (**diese sind manchmal bereits in weniger als 1 Stunde zu erledigen!!!**)
- Normgerechte Abnahmemessungen („Produktzertifizierung“)

Kosten - Nutzen - Überlegung

Wirtschaftlicher Weg zur EMV:

- Berücksichtigung der EMV bereits in der Entwicklungsphase
- Nur wenn EMV-Probleme sehr früh in der Entwicklungsphase erkannt werden, können diese wirtschaftlich behoben werden
- Nachträgliche Maßnahmen sind meist nur schwierig und mit sehr hohem Kostenaufwand realisierbar!



Bildquelle: B. Deutschmann, K. Lamedschwandner: "EMV-gerechte Entwicklung von ITE-Geräten", Telematik Nummer 1 / 2001, Graz, S. 32 - 33

Es gilt der Grundsatz: Je später desto teurer!

Prüfumfang für typisches Gerät

Störemission:

Netzoverschwingungen, Flicker und Spannungsschwankungen
Störspannung und / oder Störstrom, Störleistung, Störfeldstärke

Störfestigkeit:

Störfestigkeit gegen netzfrequente Magnetfelder, Hochfrequenzfelder und Hochfrequenzspannungen

ESD, Burst, Surge

Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen

Mess- und Prüfaufgaben von EMV-Prüflaboratorien

SEIBERSDORF
LABORATORIES

- Störfestigkeitsprüfungen
- Störaussendungsmessungen
- MIL- und Kfz-Pulse
- Funktechnische Messungen
- Streifenleitungsmethode
- Stromeinspeisung (BCI-Verfahren)



© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

FH OÖ Campus Wels
Seite 41

EMV-Prüflaboren verfügen über aufwändige Laborausrüstungen

SEIBERSDORF
LABORATORIES

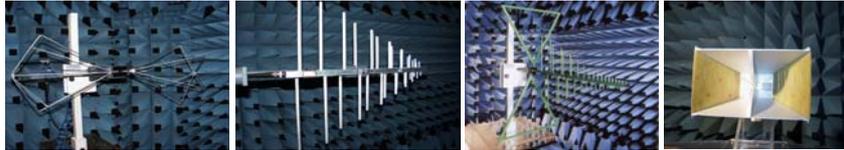
- Absorberhalle
- Freifeldmessgelände
- Geschirmtes HF - Labor
- Kfz – Prüfplatz
- Netzberschwingungen und Flicker - Prüfplatz
- TEM - Zellen
- Streifenleitung (Stripline)
- Verstärker, Messempfänger
- Antennen, Feldsonden, Stromzangen, usw.



© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

FH OÖ Campus Wels
Seite 42

Typische EMV - Antennen



BIKO

30 MHz - 200 MHz

LPDA

200 MHz - 1 GHz

BILOG

30 MHz - 2 GHz

HORN

1 GHz - 40 GHz

Automatisierte Prüfabläufe ermöglichen zeitsparende Messungen



BILOG Antenne
30 MHz - 2 GHz



Steuersoftware

Verstärker
80 MHz - 1 GHz

Spezielle Mess- und Prüfplätze



Kfz-Prüfpulse für das Bordnetz



Netzberschwingungen + Flicker

Methoden zur Charakterisierung des Abstrahlverhaltens

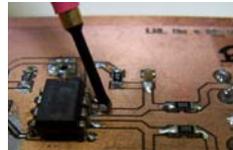
Fernfeld:
Störfeldstärkemessung in
Absorberhalle / Freifeldmessgelände



$$E_{Antenne}(f) = \frac{Z_0 \pi f^2}{r_{Antenne} \cdot c_0^2} \cdot \sum_{i=1}^n (I(f)_i \cdot A_i)$$

Enthält Information über
PCB-Abstrahleigenschaften!

Nahfeld:
Messung mit
Miniaturfeldsonde



$$U_{Sonde}(f) = N \cdot 2 \pi f \cdot \mu \cdot H(f) \cdot A_{Sonde}$$

$$H(f) = \frac{I(f)}{2 \pi r_{Leiter}}$$

Enthält **keine** Information über
PCB-Abstrahleigenschaften!

Störfeldstärkemessung – Fernfeld (1)

30 MHz - 6 GHz*

*) Generics: bis 1 GHz

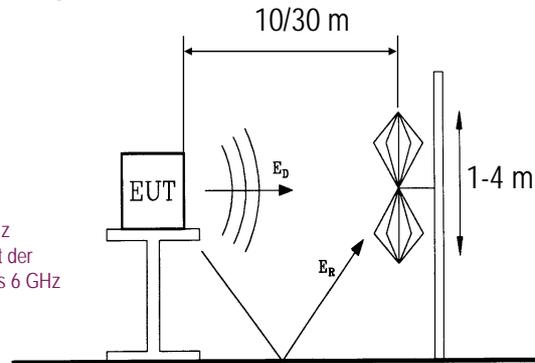
EN 55022:

wenn interne Frequenz < 108 MHz: bis 1 GHz

wenn interne Frequenz 108-500 MHz: bis 2 GHz

wenn interne Frequenz 500-1000 MHz: bis 5 GHz

wenn interne Frequenz > 1 GHz: fünffacher Wert der höchsten internen Frequenz oder bis 6 GHz



Messaufbau nach CISPR 22 auf einem Freifeldmessplatz gemäß CISPR 16-1

Störfeldstärkemessung – Fernfeld (2)

Das Antennensignal wird mit einem Spektralanalysator über den gewünschten Frequenzbereich gemessen.

Die Feldstärke errechnet sich durch Addition des Antennenfaktors (frequenzabhängig!) und der Kabeldämpfung (frequenzabhängig!) zum am Spektralanalysator gemessenen Signal:

$$E \text{ [dB}\mu\text{V/m]} = U \text{ [dB}\mu\text{V]} + AF \text{ [dB/m]} + D \text{ [dB]}$$

$$E \left[\frac{\text{V}}{\text{m}} \right] = 10^{\left(\frac{E \left(\frac{\text{dB}\mu\text{V}}{\text{m}} \right) - 120}{20} \right)}$$

Mit:

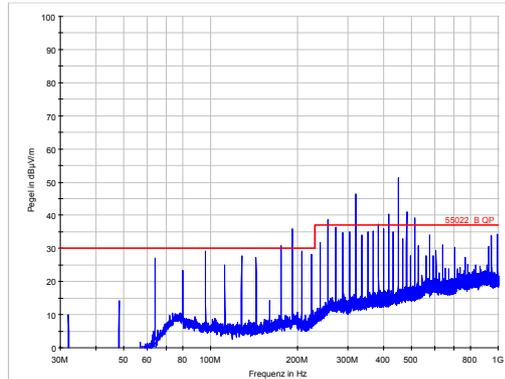
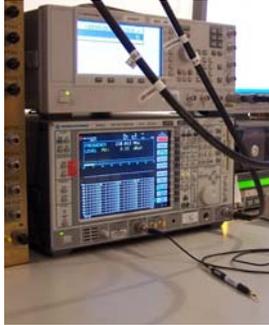
E = Elektrische Feldstärke

U = Signal am Spektralanalysatoreingang

AF = Antennenfaktor

D = Kabeldämpfung

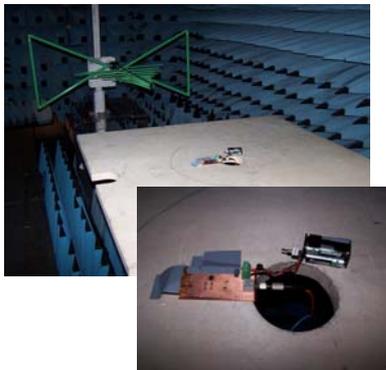
Beispiel: Ergebnis Störemissionsmessung gestrahlt



Spektrum 30 MHz – 1 GHz, frequenzselektiv, Peakmessung

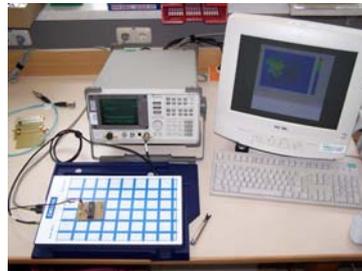
Beispiel: EMV-Analyse mittels Fernfeld- und Nahfeldmessung

Fernfeld:
Absorberhalle



Fully Anechoic Room (FAR)

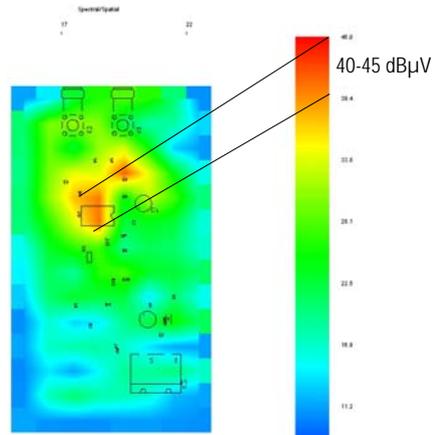
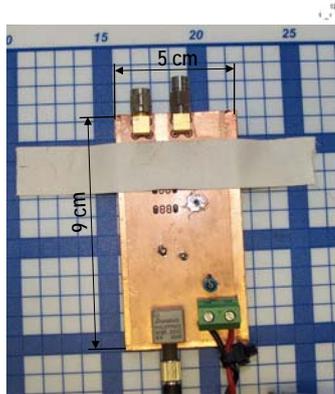
Nahfeld:
Nahfeldscanner



Matrix von $32 \times 40 = 1280$
kleinen H-Feld-Sonden

Beispiel: Nahfeldmessung

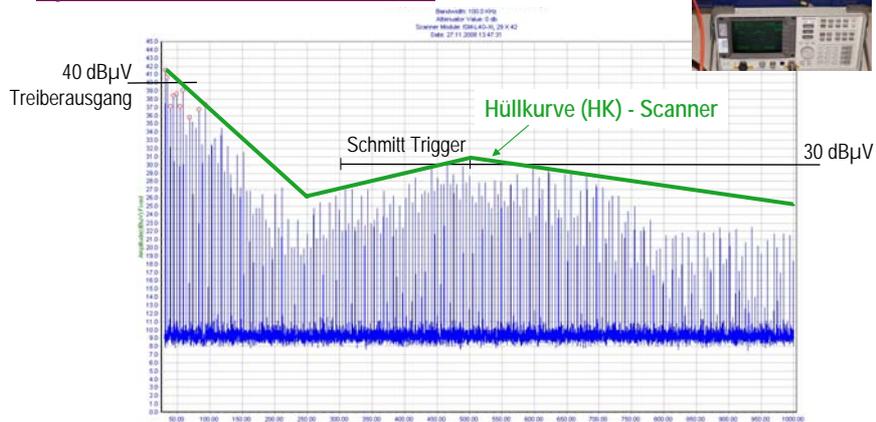
Spatial Scan, 30 MHz – 1 GHz:



© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

Beispiel: Nahfeldmessung

Spectral Scan, 30 MHz – 1 GHz:



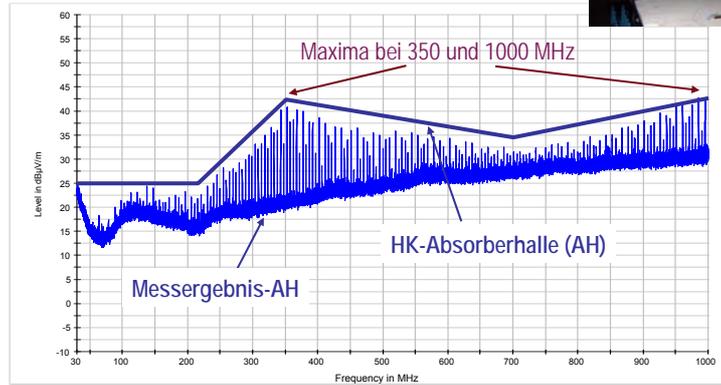
© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

Beispiel: Vergleich mit Messung in Absorberhalle

SEIBERSDORF
LABORATORIES



Störemission, 30 MHz – 1 GHz, H-polarisiert:



Zu beachten: Obwohl die höchsten Scannerpegel bei 30MHz gemessen wurden, treten die höchsten Störfeldstärkepegel oberhalb von 300MHz auf!

© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

Beispiel: ESD-Prüfung

SEIBERSDORF
LABORATORIES



Laborprüfung eines Tischgerätes nach EN 61000-4-2

© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

FH OÖ Campus Wels
Seite 54

Beispiel: Prüfung nach Kfz-EMV-Richtlinie

SEIBERSDORF
LABORATORIES



Prüfung eines Kabelbaums in der Streifenleitung

© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

FH OÖ Campus Wels
Seite 55

Beispiel: leitungsgeführte Störfestigkeitsprüfung nach MIL

SEIBERSDORF
LABORATORIES



Bulk Cable Injection Test CS 116 according to MIL-STD 461

© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

FH OÖ Campus Wels
Seite 56

Beispiel: gestrahlte Störfestigkeitsprüfung nach MIL

SEIBERSDORF
LABORATORIES



Radiated Susceptibility Test 1 – 18 GHz according to MIL-STD 461 D/E

© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

FH OÖ Campus Wels
Seite 57

Beispiel: Störfestigkeitsprüfung eines kommerziellen Gerätes

SEIBERSDORF
LABORATORIES



EN 61000-6-1
EN 61000-6-2

Prüfung bis 2,7 GHz!

EMV-Prüfzentrum Seibersdorf

Präzision ist gefragt: Sowohl Over- als auch Untertesting sind nicht erwünscht

© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

FH OÖ Campus Wels
Seite 58

Inhalt

- Begriffsklärung
- Elektromagnetische Felder
- EMV elektronischer Geräte
- **Wirkungen em-Felder auf den Menschen**
- Zusammenfassung und Ausblick
- Anhang: Kontaktdaten und Dienstleistungsangebot



Em-Feldquellen am Arbeitsplatz (1)

Exposition von Arbeitnehmern:



Medizinische Anwendungen
z.B. Diathermiegeräte



Industrielle Anwendungen
z.B. Plastikschiessgeräte

Em-Feldquellen am Arbeitsplatz (2)

Exposition von Arbeitnehmern:



Industrielle Anwendungen

z.B. Elektroschweißgeräte (linkes Bild) und Textiltrocknungsanlage (rechtes Bild)

Em-Feldquellen in unserer Umwelt (1)

Exposition der Allgemeinbevölkerung:



Anwendungen im Gewerbe
z.B. Warensicherungsanlagen



Nachrichtentechnische Anwendungen
z.B. Sendemast (DVB-T, Richtfunk,...)

Wirkungen em-Felder auf den Menschen

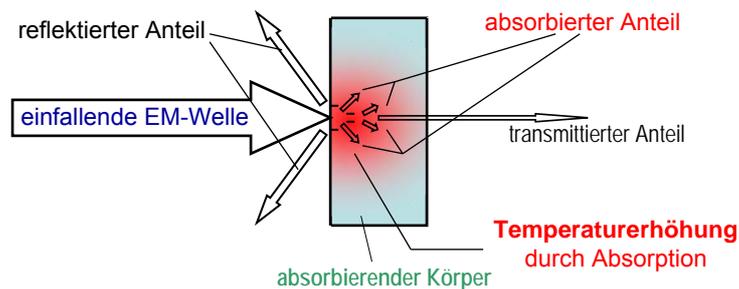
Effekte durch induzierte Stromdichten:

- Reizwirkung elektrischer Ströme auf Nervenzellen
- Relevant für Frequenzen bis 10 MHz
- Begrenzung der Stromdichten im Zentralnervensystem auf unbedenkliche Werte [A/m^2]

Thermische Wirkungen:

- Mechanismus der „dielektrischen Erwärmung“
- Relevant oberhalb von 100 kHz (keine scharfe Grenze)
- Ausmaß der Leistungsaufnahme im Gewebe wird durch die spezifische Absorptionsrate angegeben => SAR-Wert [W/kg]

Absorption elektromagnetischer Hochfrequenzfelder



Anteil, der reflektiert / absorbiert / transmittiert wird abhängig von:

- Eigenschaften der einfallenden Welle (Polarisation, Frequenz, Feldstärken)
- Eigenschaften des Körpers (Materialeigenschaften, Orientierung relativ zu Feld, Größe)

Sicherheitsgrenzwerte

unterscheiden zwischen:

- Basisgrenzwerten
- Referenzwerten

Basisgrößen beziehen sich auf die eigentliche Wirkgröße im Körper, Referenzgrößen sind physikalische Größen, die einer Messung zugänglich sind.

Auf Basis der vorliegenden wissenschaftlichen Daten kommt die Mehrzahl der internationalen und nationalen Expertengremien zu der Einschätzung, dass bei **Einhaltung der Basisgrenzwerte** nach heutigem Kenntnisstand mit **keinen gesundheitlich nachteiligen Wirkungen zu rechnen** ist.

Dokumente: ICNIRP-Grenzwertempfehlungen, EU-Ratsempfehlung EMF 1999/519/EG, Arbeitnehmerschutzrichtlinie EMF 2004/40/EG, ÖNORM E8850

Gesetzliche Anforderungen in Europa

EU-Richtlinie 1999/5/EG: „R&TTE-RL“

RICHTLINIE 1999/5/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES
vom 9. März 1999
über Funkanlagen und Telekommunikations-einrichtungen und die gegensei-
tige Anerkennung ihrer Konformität

Fordert den **Schutz der Gesundheit und die Sicherheit des Benutzers und anderer Personen.**

EU-Richtlinie 2006/95/EG: „Niederspannungs-RL“

RICHTLINIE 2006/95/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES
vom 12. Dezember 2006
zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen

Fordert, dass **die Sicherheit von Menschen und Nutztieren sowie die Erhaltung von Sachwerten nicht gefährdet wird.**

Beispiel: Zitat aus User Guide eines Handys

CE 168

DECLARATION OF CONFORMITY:

„We XXX corporation declare under our sole responsibility that the product yy-zz is in conformity with to provisions of the following Council Directive: 1999/5/EC“

Certification information (SAR):

„THIS DEVICE MEETS INTERNATIONAL GUIDELINES FOR EXPOSURE TO RADIO WAVES.“

„The highest SAR value for this device when tested for use at the ear is 0.52 W/kg.“ (Limit = 2 W/kg)

Weitere EU-Dokumente für Personenschutz vor EMF

EU – Ratsempfehlung (→ Allgemeinbevölkerung)

EMPFEBUNG DES RATES
vom 12. Juli 1999
zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern
(0 Hz — 300 GHz)
(1999/519/EG)

EU – Richtlinie (→ berufliche Exposition)

RICHTLINIE 2004/40/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES
vom 29. April 2004
über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder) (18. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)

EU-Richtlinie 2004/40/EG

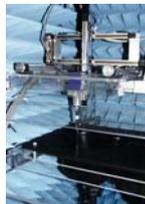
EMF-Arbeitnehmerschutzrichtlinie:

- Sind Arbeitnehmer elektromagnetischen Feldern ausgesetzt, so hat der Arbeitgeber eine entsprechende Bewertung vorzunehmen, um die Mindestvorschriften zum **Schutz von Sicherheit und Gesundheit** der Arbeitnehmer zu gewährleisten.
- Basiert auf ICNIRP-Guidelines für berufliche Exposition.
„Basisgrenzwert“ → „Expositionsgrenzwert“; „Referenzwert“ → „Auslösewert“
- Ist bis 30.4.2012 von den Mitgliedstaaten in nationales Recht umzusetzen.
- In Österreich: **„Verordnung Elektromagnetische Felder und Optische Strahlung“** in Vorbereitung

Expositionsbestimmung (1)

Messtechnische Methoden:

- Breitbandmessung von Feldstärke oder Leistungsflussdichte
- Frequenzselektive Messung von Feldstärke oder Leistungsflussdichte
- SAR-Bestimmung von mobilen Geräten



Beispiel: Feldmessung



Präzisionsdipolantenne für
frequenzselektive Messung

80 MHz – 3 GHz

(Eigenentwicklung Seibersdorf)

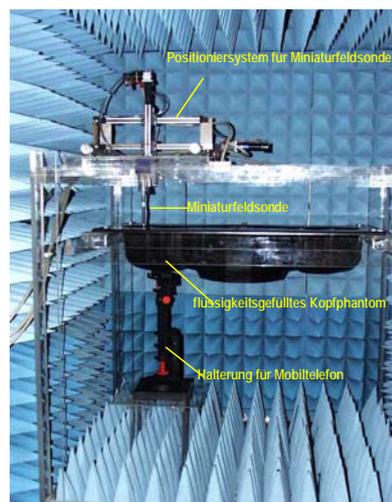


Messanordnung mit freier Sicht auf
einen DVB-T Sender in Graz

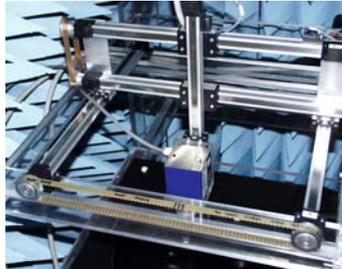
Beispiel: SAR- Messung

Messaufbau bestehend aus:

- Miniaturfeldsonde
- Positioniersystem
- Phantom mit gewebesimulierender Flüssigkeit gefüllt (Hirngewebe)
- Mobiltelefonhalterung
- Kommunikation zu Basisstationssimulator
- Spektrumanalysator als Messgerät



SAR-Messsystem (Details)



3-achsiges
Positioniersystem für
Miniaturfeldsonde



Positionierung des
Mobiltelefons

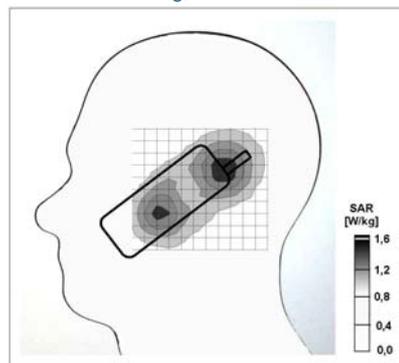
Ergebnis: SAR-Verteilung im Kopf

$$SAR = \sigma \cdot \frac{|E|^2}{\rho}$$

$\sigma = 0,99 \text{ S/m}$ bei 900 MHz
 $\sigma = 1,38 \text{ S/m}$ bei 1800 MHz
 $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$, 10 g entsprechen 10 cm³

SAR...Spezifische Absorptionsrate [W/kg]
 σ ...spezifische Leitfähigkeit des exponierten Mediums [S/m]
 ρ ...Dichte des exponierten Mediums [kg/m³]
 E ...elektrische Feldstärke [V/m]

1800 MHz, linke Kopfhälfte, „cheek“-Position,
max. Sendeleistung, Bandmitte



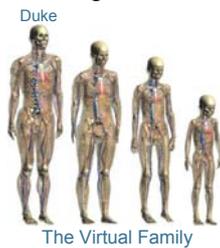
Gemessene SAR-Werte liegen unterhalb des
Basisgrenzwertes von 2 W/kg.

Expositionsbestimmung (2)



Simulationstechnische Methoden:

- Computersimulation von Feldverteilungen in Räumen, Stromdichte oder SAR im Körper
- Verwendung anatomisch korrekter Modelle des Menschen
- Beurteilung nach Basisgrenzwerten (wenn Referenzwerte überschritten sind)



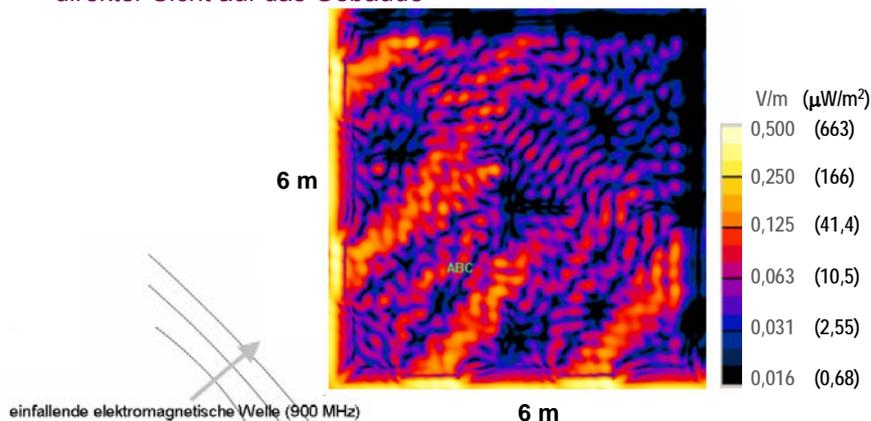
Body model „Duke“: male, 34 years, 70 kg, 174 cm
Body model „Louis“: male, 14 years, 50 kg, 165 cm

© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

FH OÖ Campus Wels
Seite 75

Simulationsbeispiel: Feldverteilung im Raum

Szenario: Befeldung von außen durch Mobilfunkbasisstation mit direkter Sicht auf das Gebäude

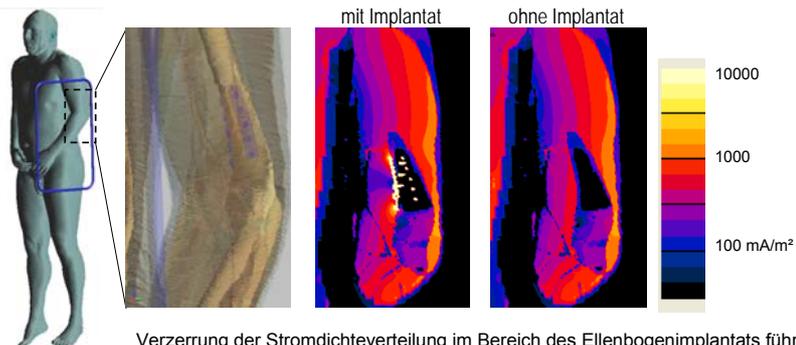


© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

FH OÖ Campus Wels
Seite 76

Simulationsbeispiel: Stromdichte im Oberarm

Szenario: Oberarm (nach einer Fraktur verschraubt) in der Nähe eines RFID-Zutrittskontrollsystems (125 kHz)



Verzerrung der Stromdichteverteilung im Bereich des Ellenbogenimplantats führt zu erhöhten lokalen Stromdichten.

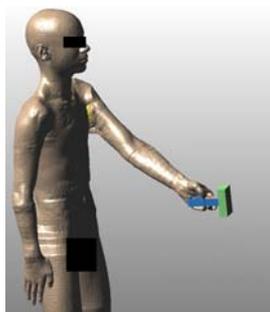
© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

FH OÖ Campus Wels
Seite 77

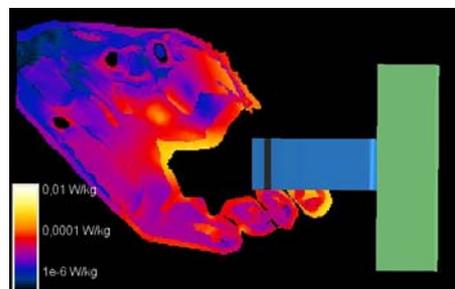
Simulationsbeispiel: SAR Verteilung in einer Hand

Szenario: NFC Mobiltelefon an NFC reader

- Maximum SAR_{10g-averaged}: 6.52 mW/kg (4 W/kg Teilkörper-GW für Extremitäten)



Nokia 6212c in der Hand von „Louis“



SAR Verteilung im Querschnitt der Hand

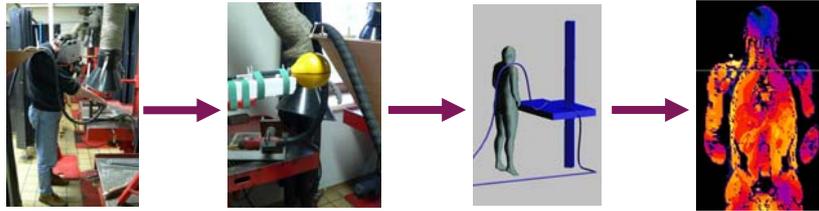
© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

FH OÖ Campus Wels
Seite 78

Expositionsbestimmung (3)

Mess- + simulationstechnisch:

- Wenn Referenzwerte (= Auslösewerte) überschritten sind, ist zu überprüfen, ob auch die Basisgrenzwerte (= Expositions-GW) überschritten sind.
- Ermittlung der Stromdichte im Körper bzw. der SAR mittels numerischer Simulation und geeignetem Körpermodell (z.B. Visible Human).



Nur wenn der Nachweis, dass die Expositionsgrenzwerte eingehalten werden, nicht erbracht werden kann, ist ein Aktionsprogramm des Arbeitgebers erforderlich!

Technische & persönliche Schutzmaßnahmen

- Bei Überschreitung der Referenzwerte sind technische, organisatorische oder administrative Maßnahmen erforderlich (außer es kann gezeigt werden, dass die Basisgrenzwerte eingehalten werden)
- Abstand zwischen exponierter Person und EMF Quelle vergrößern
- Absenkung oder Vermeidung der Exposition (z.B. Leistungsreduktion, Leitungsanordnung,..)
- reduzierte Aufenthaltsdauer (nur HF Bereich)
- Abschirmungen



EMF-Arbeitnehmerschutz-RL

fordert Evaluierung und Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung von Risiken:

- Zugangsbeschränkungen
- Warneinrichtungen (hör- und/oder sichtbare)
- Einhaltung von Sicherheitsabständen
- Leistungsreduktion, Abschirmungen, reduzierte Aufenthaltsdauer,...



Inhalt

- Begriffsklärung
- Elektromagnetische Felder
- EMV elektronischer Geräte
- Wirkungen em-Felder auf den Menschen
- **Zusammenfassung und Ausblick**
- Anhang: Kontaktdaten und Dienstleistungsangebot



Zusammenfassung (1)

- Für ein **sicheres Funktionieren** komplexer Systeme ist das frühzeitige Erkennen potentieller EMV-Probleme Grundvoraussetzung! („Vorbeugen ist besser als Heilen“)
- **Richtlinienkonformität (inkludiert EMV-Konformität)** ist Voraussetzung für das Inverkehrbringen elektrischer/elektronischer Geräte am europäischen Markt (**CE-Kennzeichnung**)!
- EMV bereits bei der **Projektplanung** berücksichtigen - **EMV-Anforderungen** vor Projektbeginn abklären, evt. externe Normenberatung in Anspruch nehmen, EMV-Plan erstellen um Kostenminimierung zu erreichen!

Zusammenfassung (2)

- Ohne **vorbeugende Berücksichtigung der EMV**, besteht die Gefahr, dass teure Redesigns erforderlich werden (**entwicklungsbegleitende Messung der EMV-Eigenschaften**)!
- Die **funktionale Sicherheit** erfordert das frühzeitige Erkennen potentieller EMV-Gefahren (**Produkthaftung**)!
- Bei **Einhaltung der Personenschutzgrenzwerte** ist nach heutigem Kenntnisstand mit **keinen gesundheitsrelevanten Effekten** zu rechnen.
- Adequate **Risikokommunikation** hilft die **Akzeptanz** neuer Funktechnologien zu **erhöhen**.

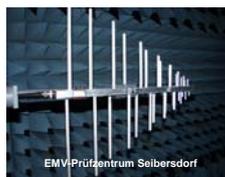
Ausblick

Bedeutung der EMV wird steigen wegen:

- höherer Arbeitsgeschwindigkeiten/Taktraten bei Signalübertragung
- höherer Integrationsdichten (in Geräten, auf PCBs, auf ICs)
- zunehmender Anzahl potentieller Störquellen (UMTS,...)
- zunehmender Komplexität von Systemen

Wichtigkeit von EMF wird zunehmen wegen:

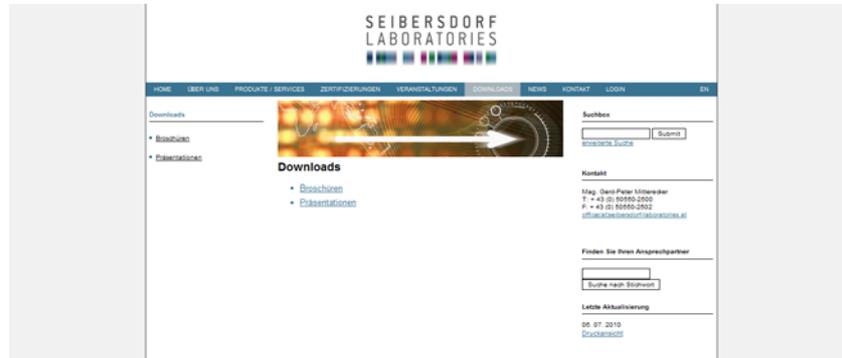
- neue Technologien, drahtlose Vernetzung nimmt zu (z.B. „Internet der Dinge“)
- steigende Anzahl von Implantaten - Wechselwirkung mit Feldern
- Neue gesetzliche Anforderungen z.B. EMF- Arbeitnehmerschutzrichtlinie 2004/40/EG



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



Folien zum Vortrag



Den Vortrag finden Sie auf unserer Homepage unter:
<http://www.seibersdorf-laboratories.at/downloads>

Inhalt



- Begriffsklärung
- Elektromagnetische Felder
- EMV elektronischer Geräte
- Wirkungen em-Felder auf den Menschen
- Zusammenfassung und Ausblick
- **Anhang: Kontaktdaten und Dienstleistungsangebot**



Anhang Kontaktdaten + Dienstleistungsangebot



Seibersdorf Labor GmbH, 2444 Seibersdorf

EMV-Prüfzentrum Seibersdorf (1)

**Bei Fragen einfach anrufen.
Wir beraten Sie gerne!**

Kurt Lamedschwandner, Klappe 2805

Hans Preineder, Klappe 2808

Thomas Nakovits, Klappe 2561

Benjamin Petric, Klappe 2818

Michael Szobel, Klappe 2564

Tel.: +43 (0)50550 - Klappe



EMV-Prüfzentrum Seibersdorf (2)

SEIBERSDORF
LABORATORIES

Dienstleistungsportfolio:

- EMV - Rechts- und Normungsberatung
- EMV – Analyse bei auftretenden Störungen
- Entwicklungsbegleitende Messungen
- Unterstützung bei der EMV gerechten Geräteentwicklung
- CE - Konformitätsprüfungen
- Wiss. Untersuchungen der EMV komplexer Systeme
- Vor-Ort-EMV-Messungen an Anlagen
- EMV - Prüfungen für Kfz-Elektronik
- Mobilfunkmessungen
- Störfestigkeitsuntersuchungen elektronischer Implantate



© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

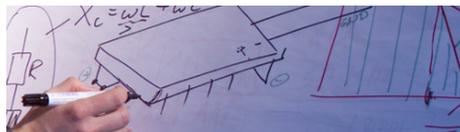
FH OÖ Campus Wels
Seite 91

EMV-Prüfzentrum Seibersdorf (3)

SEIBERSDORF
LABORATORIES

Gut geschultes Personal

- mit jahrelanger Erfahrung in EMV- und Funkmesstechnik
- welches Sie über den Letztstand der gesetzlichen und normativen Anforderungen bestmöglich beraten kann
- und Ihnen gerne bei der Geräteentwicklung mit Rat und Tat zur Seite steht



© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

FH OÖ Campus Wels
Seite 92

EMV-Prüfzentrum Seibersdorf (4)



In Europa und USA anerkannte Prüfberichte:

- Akkreditierte Prüfstelle Nr. 312 (seit 1995)
- Benannte Stelle Nr. 0438 nach EMV-Richtlinie
- Notifiziertes Prüflabor nach Kfz-EMV-Richtlinie
- FCC gelistetes Labor Nr. 285819



© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

FH OÖ Campus Wels
Seite 93

Seminare unserer Akademie



EMV-Seminarreihe:

Module 1 bis 5, einzeln oder gesamt buchbar

Nächster Termin: 5. und 6. sowie 18. bis 20. Mai 2011

EMV-Auffrischkurs:

Nächster Termin: 27. Mai 2011

EMF-Seminarreihe:

Module 1 bis 3, einzeln oder gesamt buchbar

Nächster Termin: 27. bis 29. Juni 2011

Details entnehmen Sie bitte dem Kursprogramm der Seibersdorf Academy
<http://www.seibersdorf-laboratories.at/produkte-services/academy>

© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

FH OÖ Campus Wels
Seite 94

Interesse an Meinungs- und Erfahrungsaustausch zum Thema EMV?

SEIBERSDORF
LABORATORIES



Falls ja:

- werden Sie Mitglied der internationalen IEEE EMC-Society!
- nehmen Sie an den Veranstaltungen des Austria Chapters teil (Mitgliedschaft ist keine Bedingung für Teilnahme)
- IEEE EMC Austria Chapter: <http://ieee.ict.tuwien.ac.at/content/view/35/64/>



2009 Graz



2010 Seibersdorf



2010 Seibersdorf

© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

FH OÖ Campus Wels
Seite 97

EMV-Fachtagung

findet jährlich statt – wechselweise am Campus Seibersdorf und an der TU-Graz:



SEIBERSDORF
LABORATORIES

OVE akademie



Letzte EMV-Fachtagung, Frühjahr 2010, Seibersdorf:
<http://www.seibersdorf-laboratories.at/produkte-services/elektromagnetische-vertraeglichkeit/veranstaltungen-und-schulungen/emv-fachtagung-2010.html>

Nächste EMV-Fachtagung, Frühjahr 2011, TU-Graz

© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

FH OÖ Campus Wels
Seite 98

Dipl.-Ing. Dr.techn. Kurt Lamedschwandner, M.B.A.
SEIBERSDORF LABORATORIES

Seibersdorf Labor GmbH, 2444 Seibersdorf, Austria
T +43 (0) 50 550-2805, F +43 (0) 50 550-2881
kurt.lamedschwandner@seibersdorf-laboratories.at
www.seibersdorf-laboratories.at