

## EMF an Arbeitsplätzen

### Aktuelle Arbeitsschutzregelungen in Deutschland

**Markus Fischer**

Berufsgenossenschaft  
Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, Köln

## EMF – Regelungen in Deutschland

**Arbeitsschutz**

**Öffentlichkeit**



**BGV B11  
BGR B11  
„Elektro-  
magnetische  
Felder“**

**26. BImSchV  
„Verordnung über  
Elektro-  
magnetische  
Felder“**

## Regelungen im Arbeitsschutz – BGV/BGR B11

- Im Bereich des Arbeitsschutzes ist die Unfallverhütungsvorschrift BGV B11 „Elektromagnetische Felder“ und die dazugehörige BG-Regel BGR B11 anzuwenden



## BG – Vorschrift und Regeln

### Schutzziele



### Konkretisierung, Erläuterung

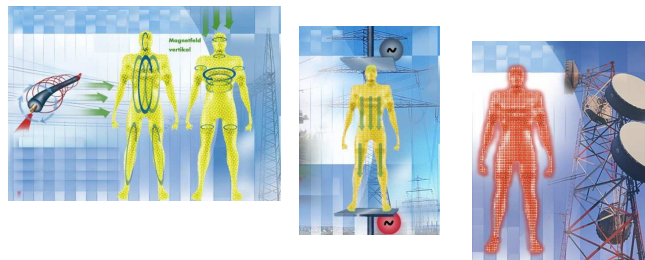


## Arbeitsschutz: BGV B11, BGR B11, BGI ...



## Geltungsbereich

- Die BGV B11 gilt, soweit Versicherte elektrischen, magnetischen oder elektromagnetischen Feldern unmittelbar oder mittelbar ausgesetzt sind



## Anwendung BGV B11 / Prüfung nach BGV B11

- Expositionsbereiche festlegen (§4)
  - **Expositionsbereich 2**
  - **Expositionsbereich 1**
  - **Bereich erhöhter Exposition**
- Ermittlung der auftretenden EM-Felder (Messung, Berechnung oder Vergleich)
- Beurteilung der Exposition durch Vergleich mit zulässigen Werten
- Maßnahmen bei Überschreitung zulässiger Werte

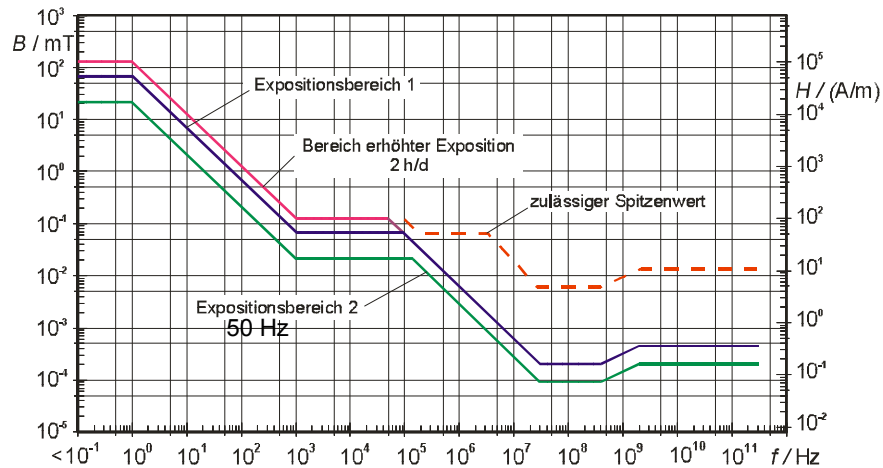
## Basiswerte (Grenzwerte) nach BGV B11

Frequenzbereich	Effektivwert der elektrischen Stromdichte $J$ in A/m <sup>2</sup> (1)	Spezifische Absorptionsrate SAR in W/kg (4)			Spezifische Absorption für Impulsfelder SA in J/kg (5), (6)	Leistungsdichte $S$ in W/m <sup>2</sup> (7), (8)
		Ganzkörper-mittelwert	Lokale SAR (5) Kopf und Rumpf	Glied-maßen		
> 0 – 1 Hz	0,040	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
1 – 4 Hz	0,040 / $f$ (2)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
4 – 1 000 Hz	0,010	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
1 – 100 kHz	$f / 100$ (3)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
0,1 – 10 MHz	$f / 100$ (3)	0,4	10	20	(-)	(-)
0,01 – 10 GHz	(-)	0,4	10	20	0,01	(-)
10 – 300 GHz	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	50

(1) Über jedes Flächenelement von 1 cm<sup>2</sup> senkrecht zur Stromrichtung sowie über jedes Zeitintervall von 1 s zu mitteln; (2)  $f$  in Hz; (3)  $f$  in kHz; (4) Über jedes 6 Minuten-Intervall arithmetisch zu mitteln; (5) Mittelungsmasse 10 g; (6) Trägerfrequenz  $f > 300$  MHz und Pulslänge  $T < 30$   $\mu$ s; (7) Über jedes Flächenelement von 20 cm<sup>2</sup> und jedes Zeitintervall von jeweils 68/ $f^{1,6}$ -Minuten ( $f$  in GHz) zu mitteln; (8) Die maximale örtliche Leistungsdichte gemittelt über jedes Flächenelement von 1 cm<sup>2</sup> darf 1 kW/m<sup>2</sup> nicht überschreiten; (-) bei diesen Frequenzen nicht relevant

Tabelle 1: Basiswerte für unmittelbare Wirkungen

## Abgeleitete Werte nach BGV B11 (B/H-Feld)



## Prüfung nach BGV B11

- Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass die Einhaltung der Festlegungen dieser Unfallverhütungsvorschrift wie folgt geprüft wird:
  - Vor der ersten Inbetriebnahme
  - nach einer wesentlichen Änderung oder Instandsetzung und
  - in bestimmten Zeitabständen

Konformitätserklärungen (CE) ersetzen nicht die Prüfung nach BGV B11!

## Prüfung nach BGV B11

- **Die Prüfung hat durch einen Sachkundigen zu erfolgen**
  - Sachkundiger ist, wer aufgrund fachlicher Ausbildung und Erfahrung ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet der EM-Felder hat und mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, BG-Vorschriften und allgemein anerkannten Regeln der Technik (z.B. DIN-Normen, VDE-Bestimmungen) und BG-Regeln soweit vertraut ist, dass er den arbeitssicheren Zustand der Anlagen, Maschinen und Geräte beurteilen kann

## Maßnahmen

- **Werden in festgelegten Expositionsbereichen die jeweils zulässigen Werte überschritten, so sind umgehend Maßnahmen anzuwenden, die verhindern, dass unzulässige Expositionen auftreten**
  - Reduzierung der Leistung
  - Abstand
  - Abschirmung
  - Begrenzung der Aufenthaltsdauer
  - Erstellen von **Betriebsanweisungen** (unabhängig von Bedienungsanleitung!)
  - Zugangskontrolle

## Maßnahmen

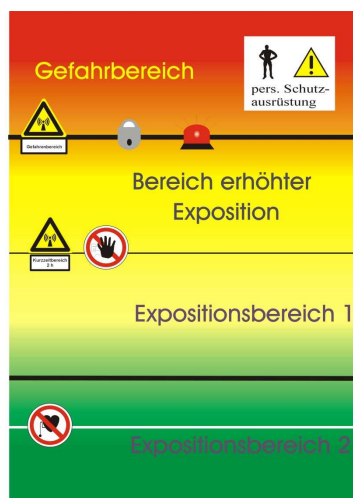
- Unterweisen der Beschäftigten



- Kennzeichnung des Bereiches erhöhter Exposition
- Sicherung der Gefahrenbereiche, Kennzeichnung



## Expositionsbereiche - Maßnahmen



## Maßnahmen nach BGV B11

- Auch wenn zulässige Werte nach BGV B11 unterschritten werden, können aktive Körperhilfsmittel, z.B. Herzschrittmacher beeinflusst werden!
- Getrennte Bewertung sowie Maßnahmen bei Überschreitung von Sicherheitswerten erforderlich!



## Beeinflussung von Implantaten: BGI 5111

- Die BGI 5111 erläutert Implantateigenschaften sowie Hintergründe zu möglichen Beeinflussungen
- Erläuterung der Gefährdungsbeurteilung
- Es werden die möglichen Schritte zur Werte Ermittlung individueller zulässiger aufgezeigt







## EG – Richtlinie „EMF“ - BGV B11



## Anwendungsbereich - Betrachtete Gefährdungen

### Statische Magnetfelder

- Kraftwirkungen
- Wirkungen bei Bewegung in statischen Magnetfeldern

### Niederfrequente Felder

- Reizwirkungen – Stimulation von Sinnesorganen sowie von Nerven- und Muskelgewebe

### Hochfrequente Felder

- Energieabsorption/Energieeinkopplung – Erwärmung von Gewebe

Neben den direkten Wirkungen werden auch Gefährdungen durch indirekte Wirkungen betrachtet.



## Anwendungsbereich - Betrachtete Wirkungen

- Niederfrequenzbereich

In der Richtlinie wird hinsichtlich der betrachteten Wirkungen zwischen sensorischen (bis 400 Hz) und gesundheitlichen Wirkungen unterschieden:

- **Sensorische Wirkungen:**

Wahrnehmungen (z.B. Phosphene), Störung der Sinnesempfindungen, Belästigungen, beziehen sich auf das Zentrale Nervensystem (CNS)

- **Gesundheitliche Wirkungen:**

Reizwirkungen auf Nerven- und Muskelfasern, beziehen sich auf das periphere (PNS) und das Zentralnervensystem (CNS)



## Anwendungsbereich - Betrachtete Wirkungen

- Hochfrequenzbereich

Im Hochfrequenzbereich wird die thermische Erwärmung auf Grund absorbierter Energie im Gewebe betrachtet





## Wirkungen und Grenzwerte

- Auch bezüglich der Grenzwerte wird im NF-Bereich zwischen sensorischen und gesundheitlichen Expositionsgrenzwerten unterschieden
- Bei magnetischen Flussdichten bis zu 1 Hz gelten
  - **Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen** für „Normale Arbeitsbedingungen“
  - **Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen** für „Kontrollierte Arbeitsbedingungen“, zeitlich begrenzt, da sensorische Effekte möglich



## Richtlinie: Grenzwerte und Auslösewerte

- Von den Grenzwerten wurden messbare Größen (Auslösewerte) abgeleitet
- Im NF-Bereich wird zwischen niedrigen und hohen Auslösewerten unterschieden
- **Niedrige Auslösewerte** beziehen sich auf sensorische Wirkungen (sowie Begrenzung von Funkenentladung bei elektrischen Feldern),  
**hohe Auslösewerte** beziehen sich auf gesundheitliche Auswirkungen
- Es gibt **kein** eindeutiges „Ampelmodell“ !



## Grenzwertkonzept – BGV B11

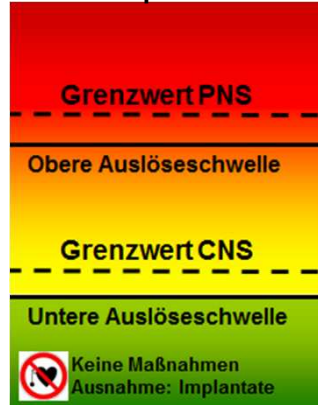
- In BGV B11 werden von den Grenzwerten messbare Größen (E, B,H,S) abgeleitet
- Es werden Expositionsbereiche festgelegt
- Maßnahmen orientieren sich an auftretenden Expositionen in dem jeweiligen Expositionsbereich



## Grenzwertkonzept – Richtlinie

- Die Richtlinie differenziert im Vergleich zur BGV B11 nicht mehr zwischen Bereichen (Expositionsbereiche 1 und 2), sondern hinsichtlich der Wirkungen (sensorisch/gesundheitlich)
- Überschreitung des Grenzwertes für sensorische Wirkungen (NF) temporär unter bestimmten Voraussetzungen möglich  
→ Gefährdungsbeurteilung!

### Niederfrequenzbereich:





## Vergleich zulässiger Werte – Beispiel 50 Hz

### BGV B11

- Exp.-bereich 2: 0,424 mT  
6,6 kV/m
- Exp.-bereich 1: 1,36 mT  
21 kV/m
- Bereich erh. Exp.: 2,54 mT  
30 kV/m
- Extremitäten: 3,4 mT  
bzw. 6,35 mT

### Richtlinie

- Low AL: 1 mT  
10 kV/m
- High AL: 6 mT  
20 kV/m
- Extremitäten: 18 mT



## Auslösewerte HF

- Die Auslösewerte im Hochfrequenzbereich liegen in der Größenordnung der zulässigen Werten des Expositionsbereiches 1
- Es sind jedoch **keine** höheren Auslösewerte für kurze Expositionsdauern (vergleichbar zum Bereich erhöhter Exposition) vorgesehen!
- Probleme: Induktive und dielektrische Erwärmungsanlagen, HF-Anlagen



## Besondere Beachtung

- Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung/Bewertung sind insbesondere folgende Punkte zu berücksichtigen:
- Auswirkungen auf die Sicherheit und Gesundheit besonders gefährdeter Arbeitnehmer, z. B. Implantatträger, Schwangere
- Alle indirekten Auswirkungen



## Bewertung gepulster Felder

- Bei nicht sinusförmigen Feldern wird in der Richtlinie auf die „Methode gewichteter Spitzenwerte“ (weighted Peak method) verwiesen, die in einem Leitfaden zur RL erläutert werden soll
- Im Niederfrequenzbereich führt dies im Vergleich zu einer Bewertung nach BGV B11 (vgl. BGI 5011) zu erheblichen Restriktionen
- Alternative Verfahren sollen nur angewendet werden, wenn diese zu vergleichbaren oder konservativeren Werten führen!



## Bewertung gepulster Felder

### Konsequenzen einer gewichteten Bewertung (weighted peak):

- Anlagen und Geräte, die gepulste oder nicht sinusförmige Felder emittieren müssen neu bewertet werden
- Es ergeben sich aufgrund der restriktiveren Bewertung wesentlich höhere einzuhaltende Schutzabstände
- Anwendungen sind in Frage gestellt



## Ausblick

- Nach Inkraftsetzung der RL muss diese national umgesetzt werden
- Zur RL wird ein Leitfaden erstellt werden, in welchem auf nähere Erläuterungen zur Anwendung und Bewertung (weighted Peak) enthalten sein sollen
- National sind Technische Regeln zur Konkretisierung und Erläuterung zu erarbeiten

bevor

- die bis dahin geltende Unfallverhütungsvorschrift BGV B11 „Elektromagnetische Felder“ zurückgezogen werden kann

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !**

Bei weiteren Fragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

**Fischer.Markus@bgetem.de**