

Elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz - Regelungen und praktische Beispiele -

Dr. Peter Jeschke (BAuA)

Dr. Carsten Alteköster (IFA)

Fachtagung „Physikalische Einwirkungen am Arbeitsplatz“

LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg

Karlsruhe 03. Juli 2019

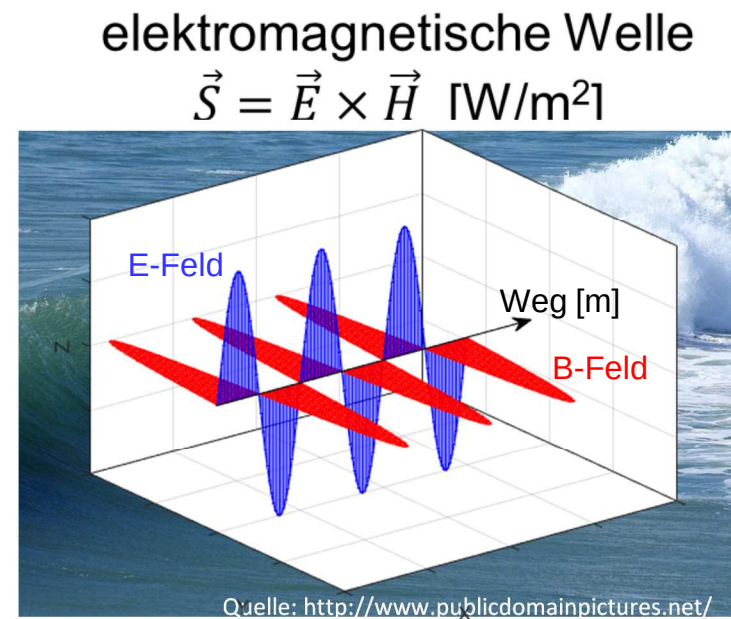
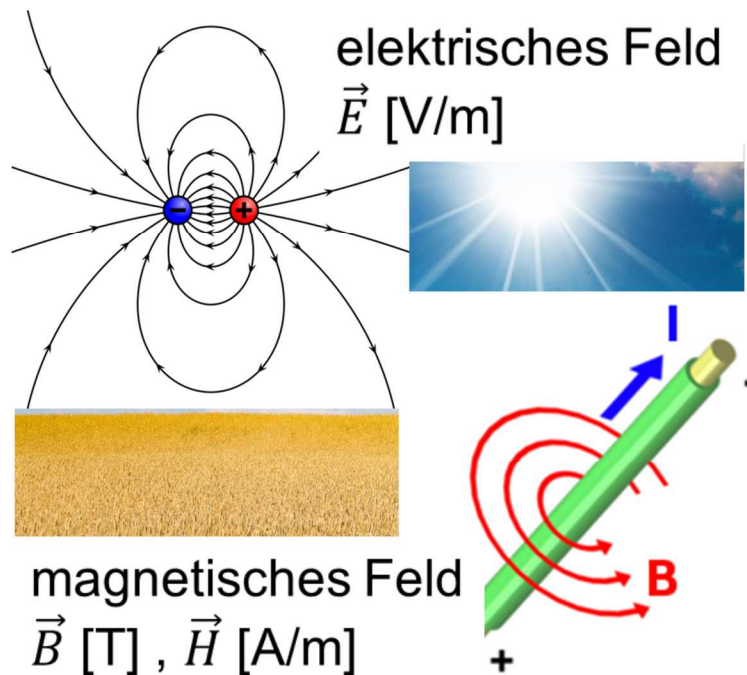
Inhalt

- Begriffe und Einheiten
- Wirkungen elektromagnetischer Felder
- Das Schutzkonzept der EMF Verordnung (EMFV)
- Die EMF Verordnung
- Ablauf einer Gefährdungsbeurteilung
- Stand der Technischen Regeln zur EMFV
- Gefährdungsbeurteilung für Träger/innen von HSM und ICD
- Fallbeispiele

Elektromagnetische Felder (EMF)

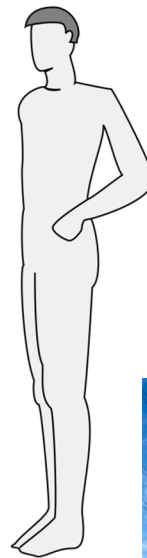
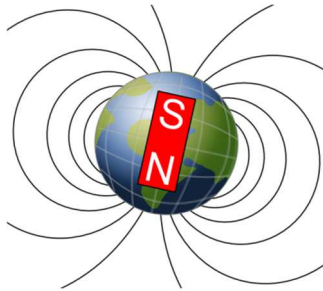
Begriffe & Einheiten

EMF - Begriffe & Einheiten



EMF - Quellen

natürlich erzeugte Felder



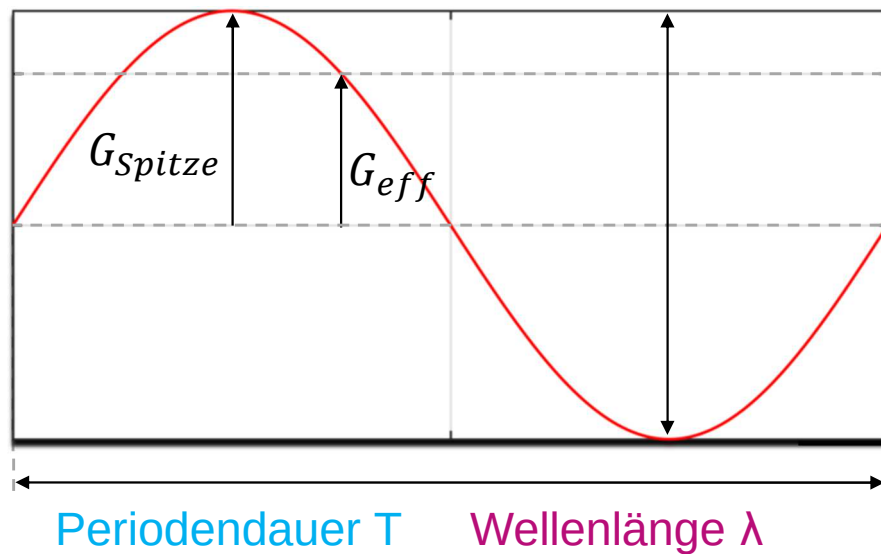
technisch erzeugte Felder



EMF - Beschreibende Größen

Spitzenwert G_{Spitze} (G_{Peak} , $\hat{G}$)

Effektivwert G_{eff} (G_{RMS})



$$\text{Frequenz } f = \frac{1}{T}$$

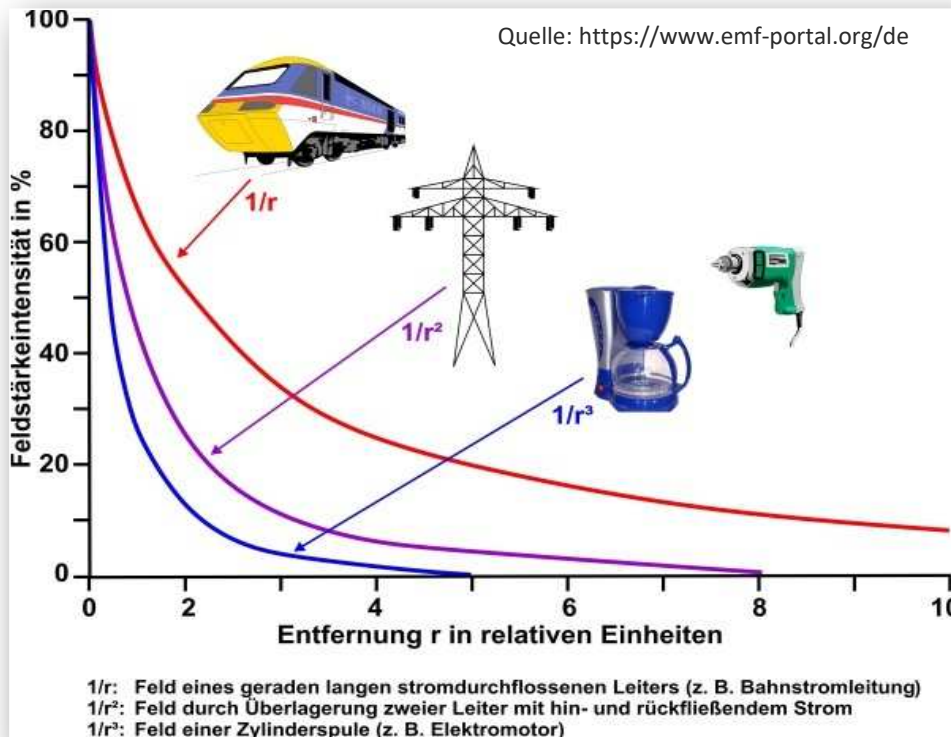
$$\text{Wellenlänge } \lambda = \frac{v}{f}$$

v = Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle [m/s]

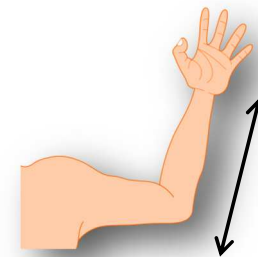
Zeit [s]

Weg [m]

EMF - Abklingverhalten



Einfachste Maßnahme:
ABSTAND HALTEN !



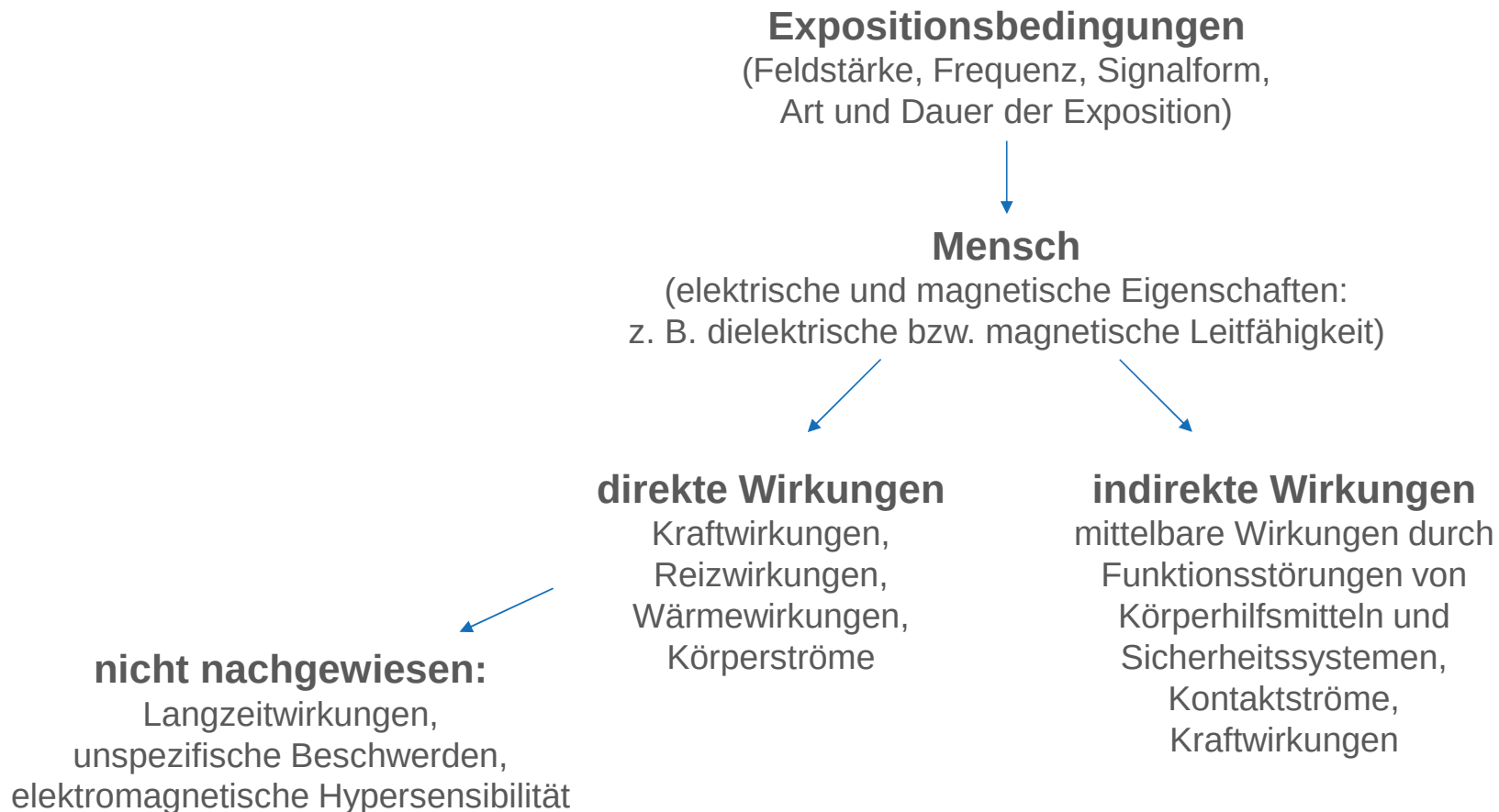
20-30 cm
 „Unterarmlänge“
 ist oftmals bereits
 ausreichend



Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin

Wirkungen von EMF

Überblick über Wirkungen von EMF



Direkte Wirkungen: Was wirkt?

Hintergrund

- Mensch hat keine Sinnesorgane für EMF, nimmt nur Effekte wahr
- Stoffwechselfunktionen, Signalverarbeitung und -übertragung beruhen auf der Erzeugung und Weiterleitung elektrischer Potentiale
- Energieumwandlung im menschlichen Gewebe

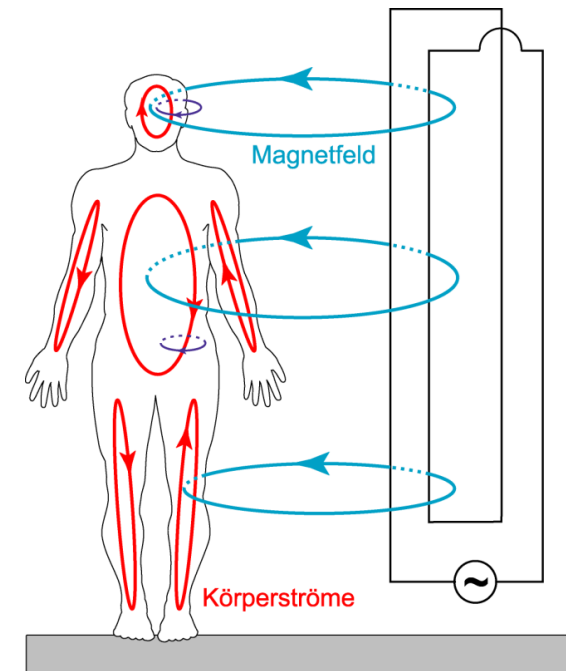
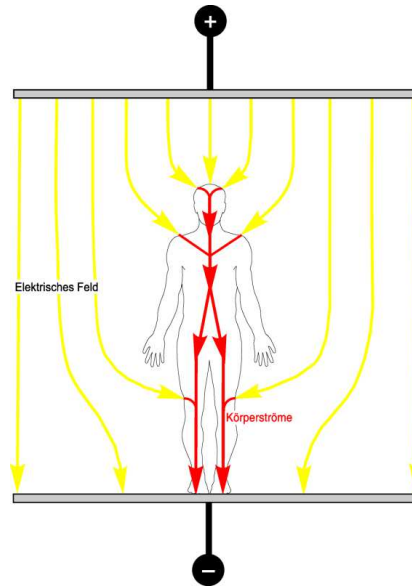
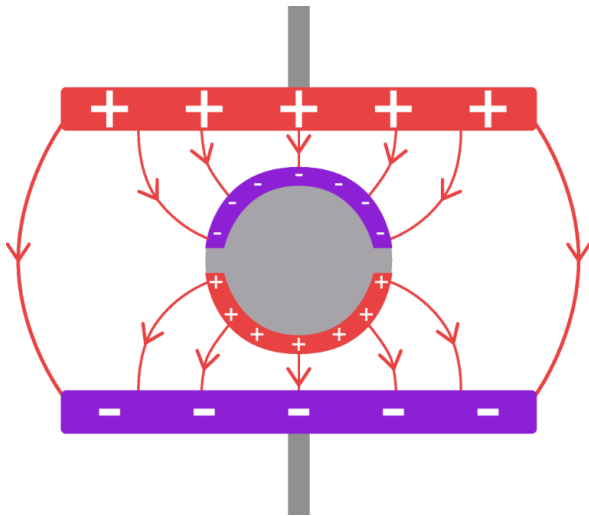
Exposition gegenüber elektrischen Wechselfeldern

- Bewegungen von Ionen auf Oberfläche/ im Gewebe
→ Stromfluss (Influenz)

Exposition gegenüber magnetischen Wechselfeldern

- Erzeugung von Feldern und Strömen im Gewebe
→ magn. Induktion

Influenz, Körperströme und Induktion



Quelle: eigene Darstellung

Direkte Wirkungen: (quasi-)statische EMF

Elektrische Felder

- Keine direkte Wirkung im Körperinneren (siehe Gleichung 2)
- Bewegung von Körperhaaren, Elektrisierungen, Koronaentladungen

Magnetische Felder

- Kraftwirkungen auf ferro- und diamagnetische Stoffe und bewegte Teilchen
→ induktive Beeinflussung, Beschleunigungen, Drehmomente

Bewegungen im stat. bzw. zeitl. Änderung des (quasi-)stat. B-Feldes

- Äquivalente Frequenz $f < 2 \text{ Hz}$
- Induktion von NF E-Feldern, Veränderung der Ionengradienten
→ Geschmackszellen: metallischer Geschmack im Mund
→ Gleichgewichtsorgan: Schwindel, Übelkeit



Quelle: ASR A1.3

Direkte Wirkungen: niederfrequente EMF

Elektrische Felder

- Körperoberfläche: Aufladen durch Ladungsverschiebungen
- Körperinneres: Influenz führt zu Ausgleichsströmen

Magnetische Felder

- Wirbelströme durch magn. Induktion (siehe Gleichung 5)



Nichtthermische Wirkungen (Reizwirkungen)

- Sensorische Wirkungen: Magnetophosphene, $f \approx 20 - 30 \text{ Hz}$
- Taktile und schmerzhaft empfundene Empfindungen in peripheren Nerven, $f \approx 50 \text{ Hz}$
- Verlust der Muskelkontrolle, $f \approx 50 \text{ Hz}$
- Lapicque'sches Gesetz (Gesetz der Elektrostimulation)

Quelle: ASR A1.3

Direkte Wirkungen: hochfrequente EMF

Wirkmechanismus

- Frequenz, Leitfähigkeit des exponierten Gewebes, Größe der Moleküle:
- Absorption im Körpergewebe (Rotation und Schwingung) führt zu Wärme
- Resonanz u. a. abhängig von der Körperposition, z. B. sitzend

Thermische Wirkungen (Wärmewirkungen)

- Energieabsorption im Gewebe führt zu Temperaturerhöhung bis hin zu Verbrennungen in der Gewebetiefe
- Störungen des Stoffwechsels
- Mikrowellenhören (thermoelastischer Effekt)
- Mikrowellenstar (Kataraktbildung) als frühere Berufskrankheit



Indirekte Wirkungen

Kontaktströme (Stromschläge bis hin zu Verbrennungen)

- Aufladen (Influenz) der metallischen Oberfläche eines ungeerdeten Objekts
- UNTERSCHIED zur Berührung spannungsführender Teile!
- Berührung durch Person erdet den Gegenstand, Stromfluss durch Körper
- Zwei Phasen: 1. Funkenentladung, 2. Dauer-Berührungsstrom
- Folgen:
 - (belästigende) Mikroschocks
 - unwillkürliche Muskelkontraktion
 - Schädigung des Organismus
- Greifender Kontakt ist herzustellen



Quelle: ASR A1.3

Indirekte Wirkungen

Beeinflussung von Implantaten, Körperhilfsmitteln oder Fremdkörpern

- Stat. B-Felder: Auslösen des Magnetschalters (Reed-Kontakt)
- Beeinflussung durch Einkopplung eines Signals oder Körperströme
- Erwärmung (von Teilen) des Implantats und angrenzenden Körpergewebes



Projektilwirkung

- Beschleunigen ferromagnetischer Gegenstände in Richtung des Magneten

Auslösung von elektrischen Zündvorrichtungen

Brände oder Explosionen durch die Entzündung von brennbaren oder explosiven Materialien aufgrund von Funkenbildung



Quelle: ASR A1.3



Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin

Schutzkonzept

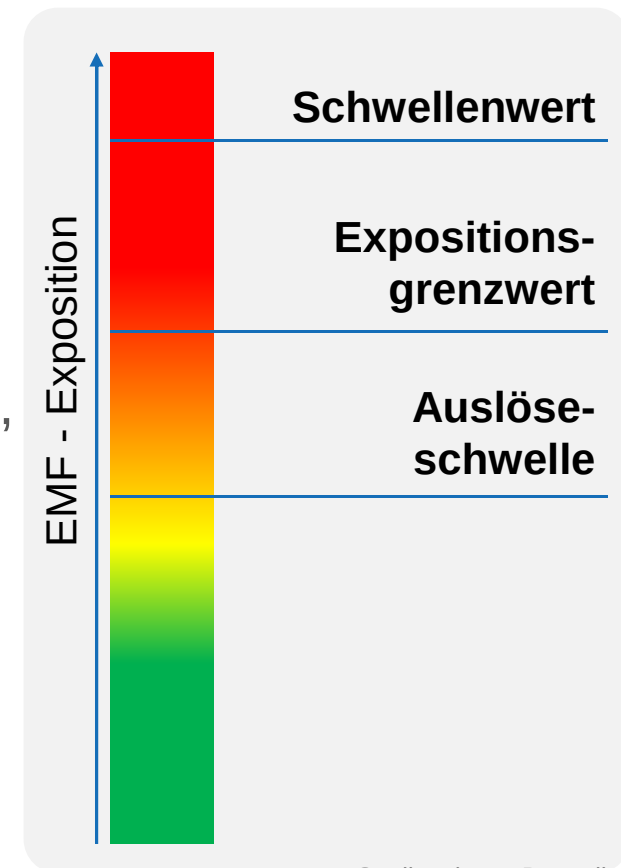
Festlegung von Expositionsgrenzwerten

Wissenschaftliche Grundlagen

- Studien an Menschen, Tieren, Zellen zur Bestimmung von Schwellenwerten (in-vivo, in-vitro, epidemiologische Studien)
- Kriterien:
Nachvollziehbare Versuchsdurchführung, Kausalität, gesicherte statistische Signifikanz, Adversität

(inter-)nationale Expertengremien/ Institutionen

- WHO, ICNIRP, EBEA, BEMS, ...
- BMAS, BAuA, BMU, BfS, SSK, BGn, IFA, ...



Quelle: eigene Darstellung

Überblick über Personengruppen

Beschäftigte

- Alter: 18 – 67 Jahre, für < 18a nur mit Tätigkeitsbezug
- Exposition: bekannt, für Dauer der Tätigkeit
- Unterweisung (Durchführung der Tätigkeit, Gefährdungen, Maßnahmen)

besonders schutzbedürftige Beschäftigte

- Wie Beschäftigte
- Eindeutige Diagnose
- Ggf. individuelle Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen

Informativ: Allgemeinbevölkerung

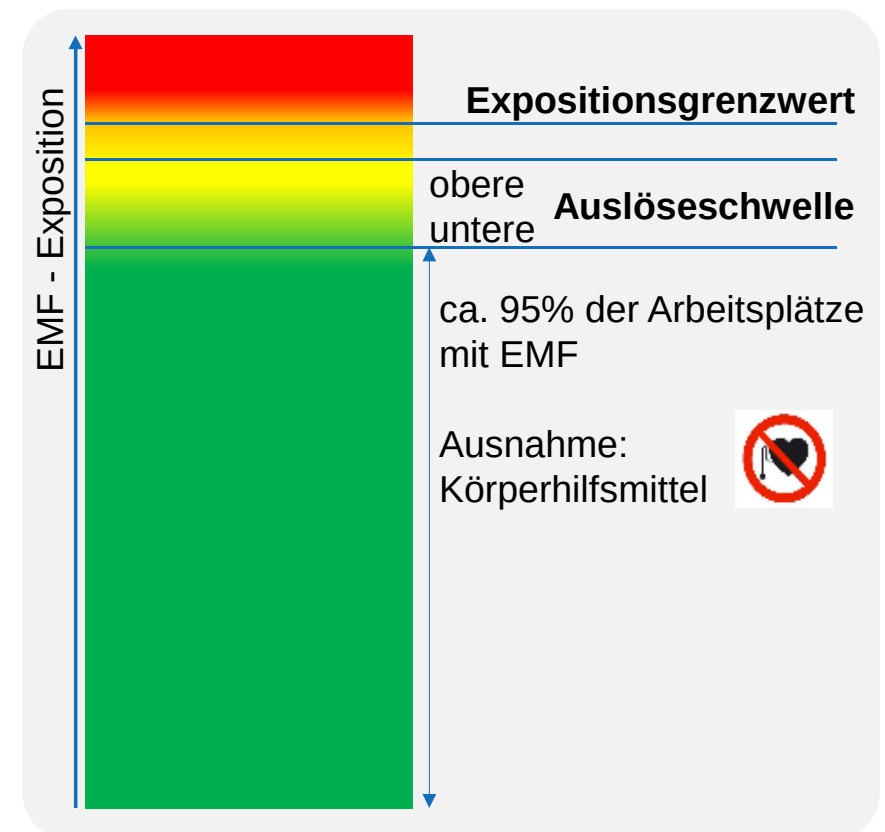
- Alter: 0 – 99 Jahre
- Exposition: unbekannt, 24/7

Expositionsgrenzwerte

Expositionsgrenzwerte (§ 2 Absatz 5 EMFV)

- maximal zulässige Werte
- festgelegt aufgrund von wissenschaftlich nachgewiesenen Wirkungen im Inneren des menschlichen Körpers
- Einhaltung im allg. nicht direkt durch Messungen am Arbeitsplatz überprüfbar

Informativ: Sicherheitsfaktor

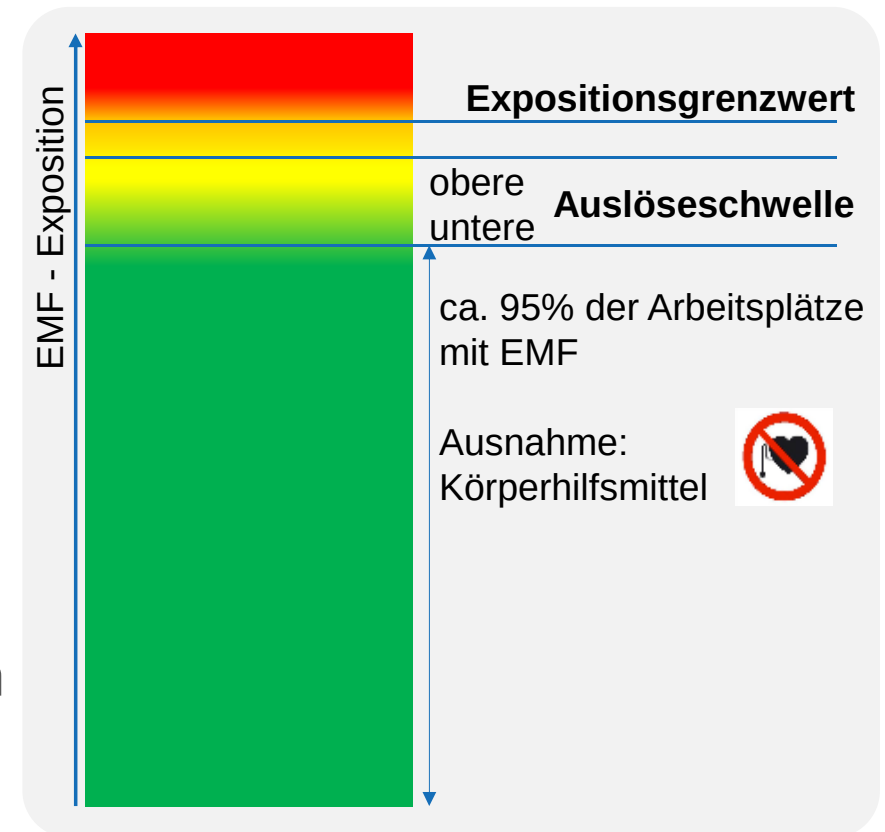


Quelle: eigene Darstellung

Auslöseschwellen

Auslöseschwellen (§ 2 Absatz 6 EMFV)

- festgelegte Werte von direkt messbaren physikalischen Größen
- E-Felder (nicht direkt vom Expositionsgrenzwert abgeleitet)
- B-Felder (direkt vom Expositionsgrenzwert abgeleitet)
- $0 \text{ Hz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$:
 - Untere und obere Auslöseschwellen
 - Für B-Felder Auslöseschwelle für lokale Exposition der Gliedmaßen



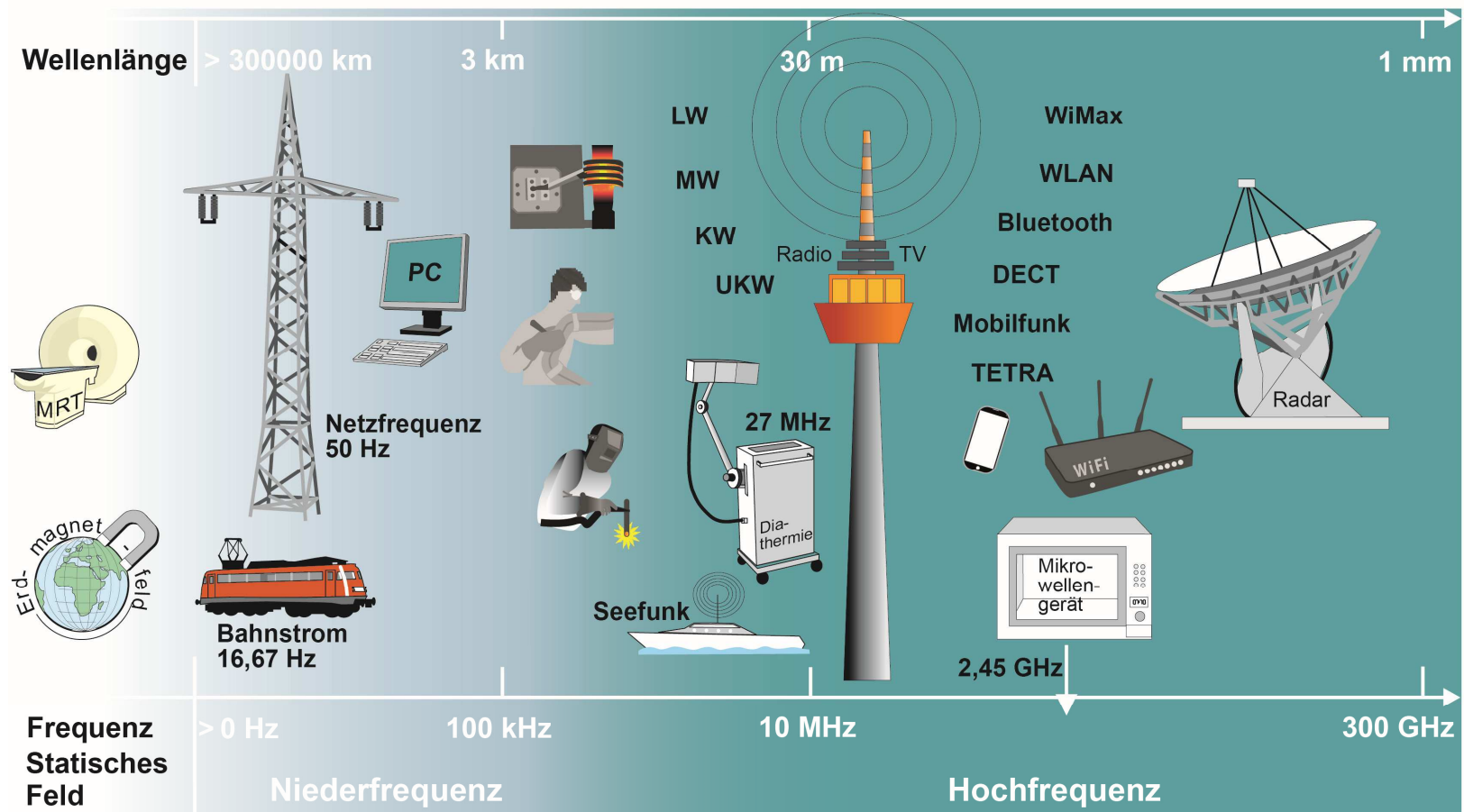
Quelle: eigene Darstellung



Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin

Arbeitsschutzverordnung zu EMF (EMFV)

EMFV – Anwendungsbereich



Quelle: eigene Darstellung

EMFV – Anwendungsbereich

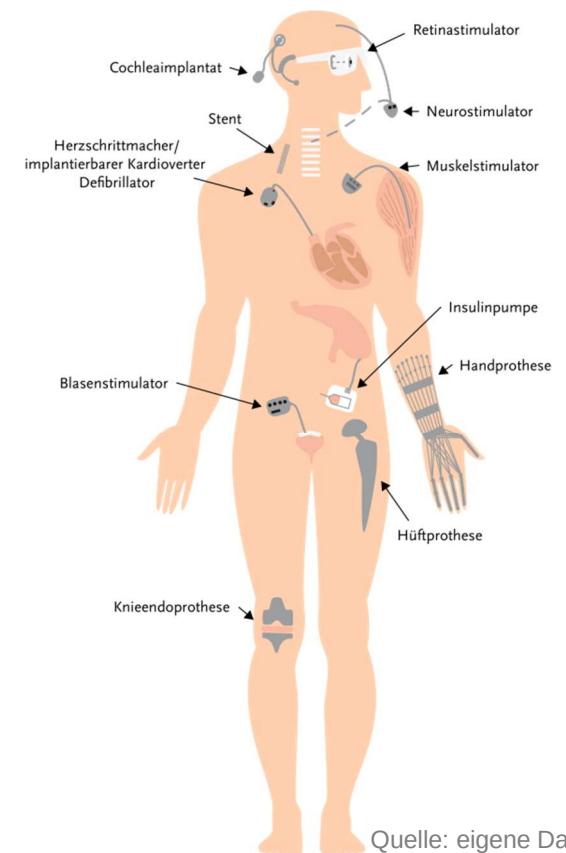
Als Beschäftigte gelten (nach §2 (10) EMFV und § 2 (2) ArbSchG):

- Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer
- die zu ihrer Berufsbildung Beschäftigten
- arbeitnehmerähnliche Personen im Sinne des § 5 Absatz 1 des Arbeitsgerichtsgesetzes (ArbGG), ausgenommen die in Heimarbeit Beschäftigten und die ihnen Gleichgestellten
- Beamtinnen und Beamte, Richterinnen und Richter, Soldatinnen und Soldaten
- die in Werkstätten für behinderte Menschen Beschäftigten
- Schülerinnen und Schüler
- Studierende und Praktikanten
- an wissenschaftlichen Einrichtungen tätige Personen

EMFV – Anwendungsbereich

Als besonders schutzbedürftige Beschäftigte gelten nach §2 (7) EMFV Beschäftigte mit:

- aktiven medizinischen Implantaten, insbesondere Herzschrittmachern
- passiven medizinischen Implantaten
- medizinischen Geräten, die am Körper getragen werden, insbesondere Insulinpumpen
- sonstigen durch elektromagnetische Felder beeinflussbaren Fremdkörpern im Körper
- eingeschränkter Thermoregulation in Folge von Medikamenteneinnahme



Quelle: eigene Darstellung

EMFV – Anwendungsbereich

Anwendungsbereich (nach §1 EMFV)

- Gilt nur für Kurzzeitwirkungen (direkte und indirekte Wirkungen)
- Gilt nicht für:
 - Vermutete Langzeitwirkungen
 - Elektrische Gefährdungen
 - in Betrieben, die dem Bundesberggesetz unterliegen, soweit dort andere Rechtsverordnungen bestehen



Quelle: eigene Darstellung

EMFV – Aufbau

Abschnitt 1 (§§ 1, 2):

Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen

Abschnitt 2 (§§ 3, 4):

Gefährdungsbeurteilung; Fachkundige Personen; Messungen, Berechnungen und Bewertungen

Abschnitt 3 (§§ 5-18):

Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen; Festlegungen zum Schutz vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder

Unterabschnitt 1 (§§ 5, 6)

Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen; allgemeine Festlegungen

Unterabschnitt 2-5 (§§ 7-18)

Besondere Festlegungen (statische Felder, NF, HF, MRT)

EMFV – Aufbau

Abschnitt 4 (§§ 19, 20):

Unterweisung der Beschäftigten; Beratung durch den ABS

Abschnitt 5 (§§ 21, 22):

Ausnahmen; Straftaten und Ordnungswidrigkeiten

Anhang 1: Physikalische Größen im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern

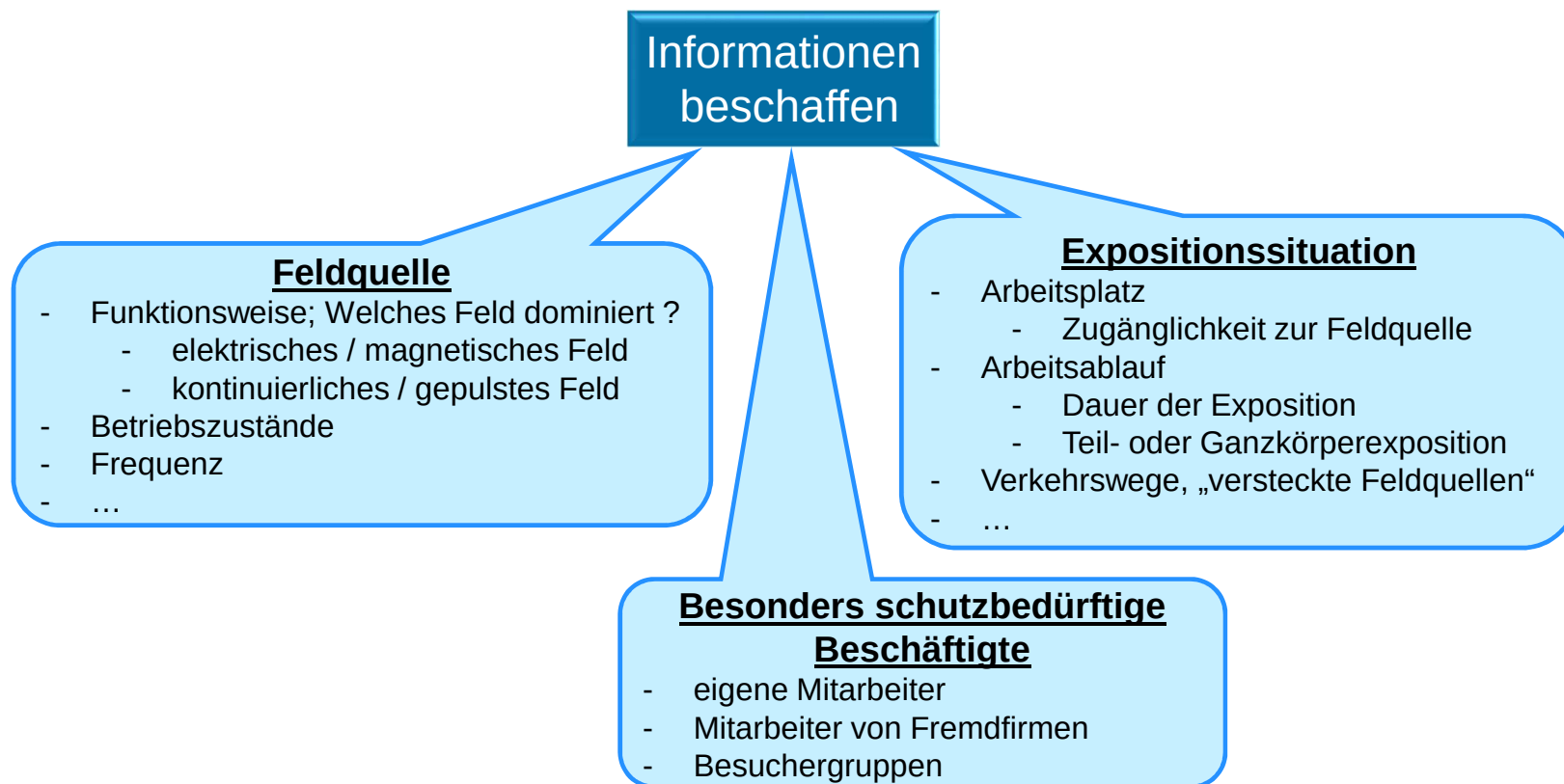
Anhang 2: Nichtthermische Wirkungen: Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen für statische und zeitveränderliche elektrische und magnetische Felder bis 10 MHz

Anhang 3: Thermische Wirkungen: Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen für zeitveränderliche elektromagnetische Felder von 100 kHz bis 300 GHz

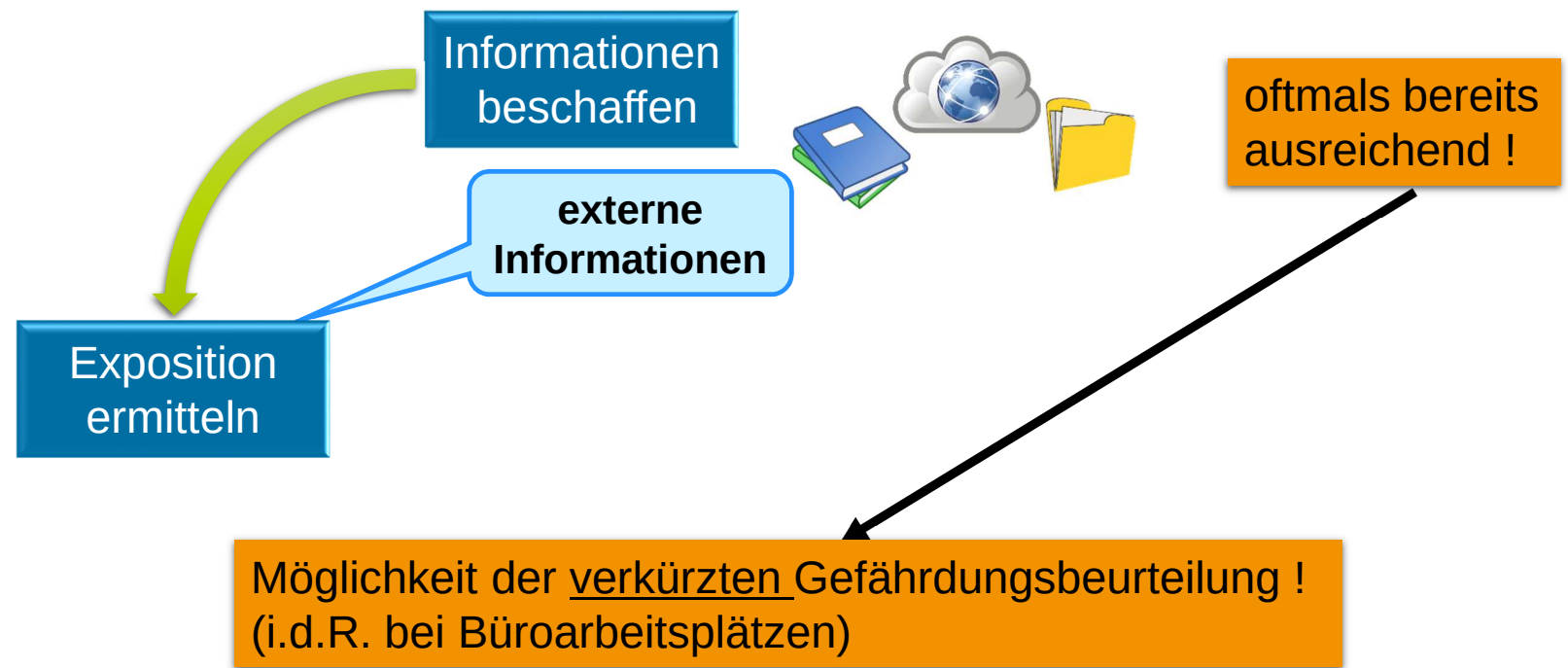
Elektromagnetische Felder (EMF)

Gefährdungsbeurteilung

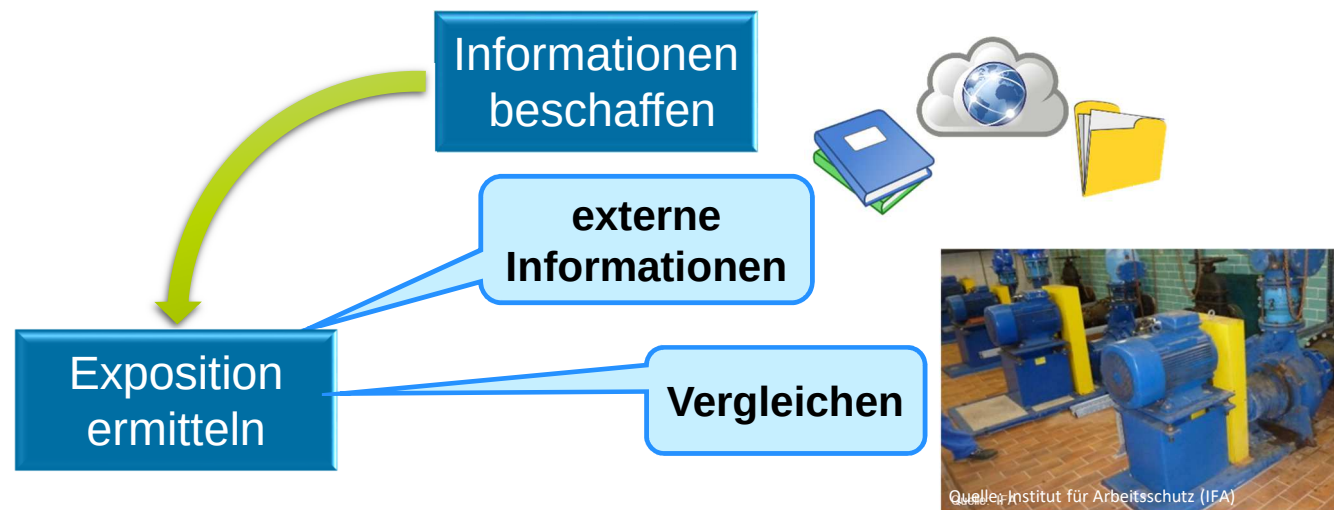
Gefährdungsbeurteilung nach EMFV



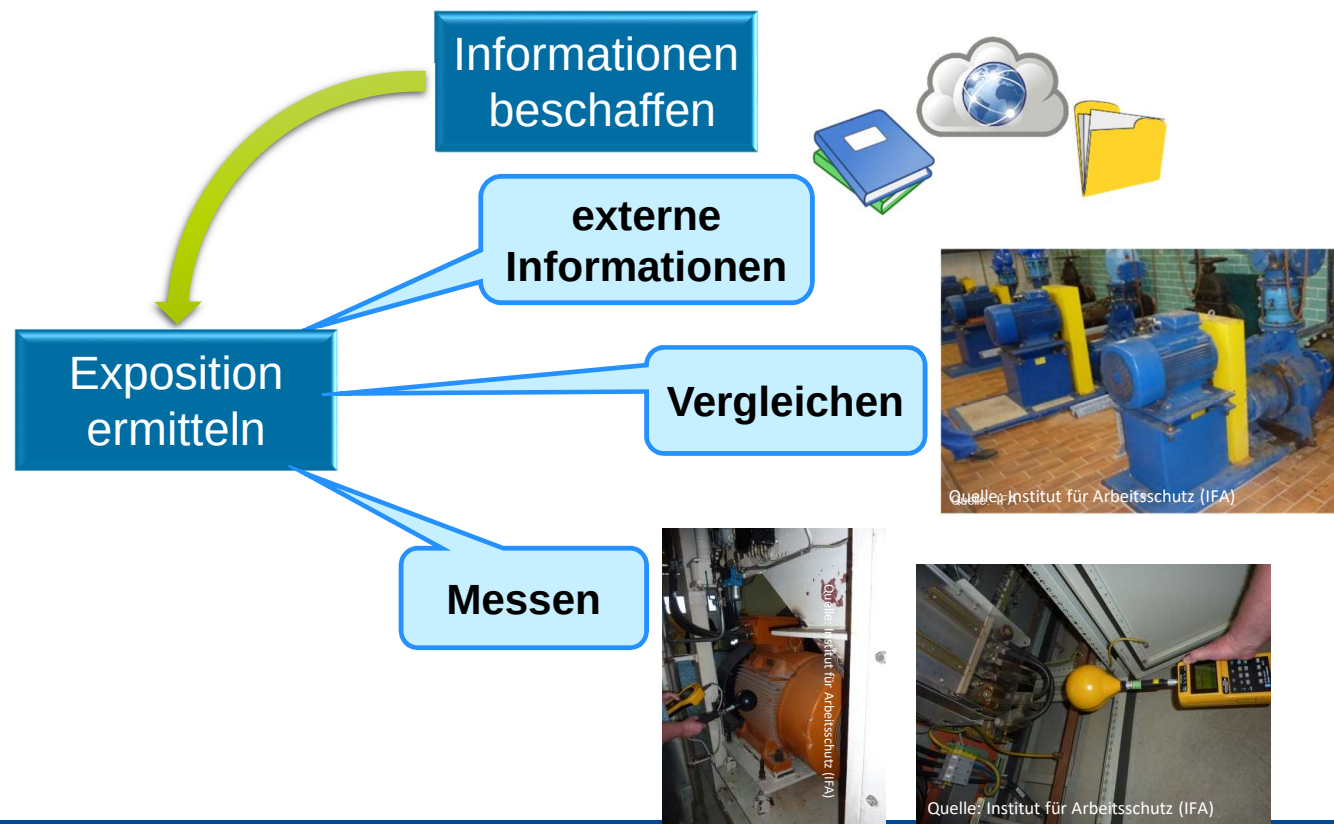
Gefährdungsbeurteilung nach EMFV



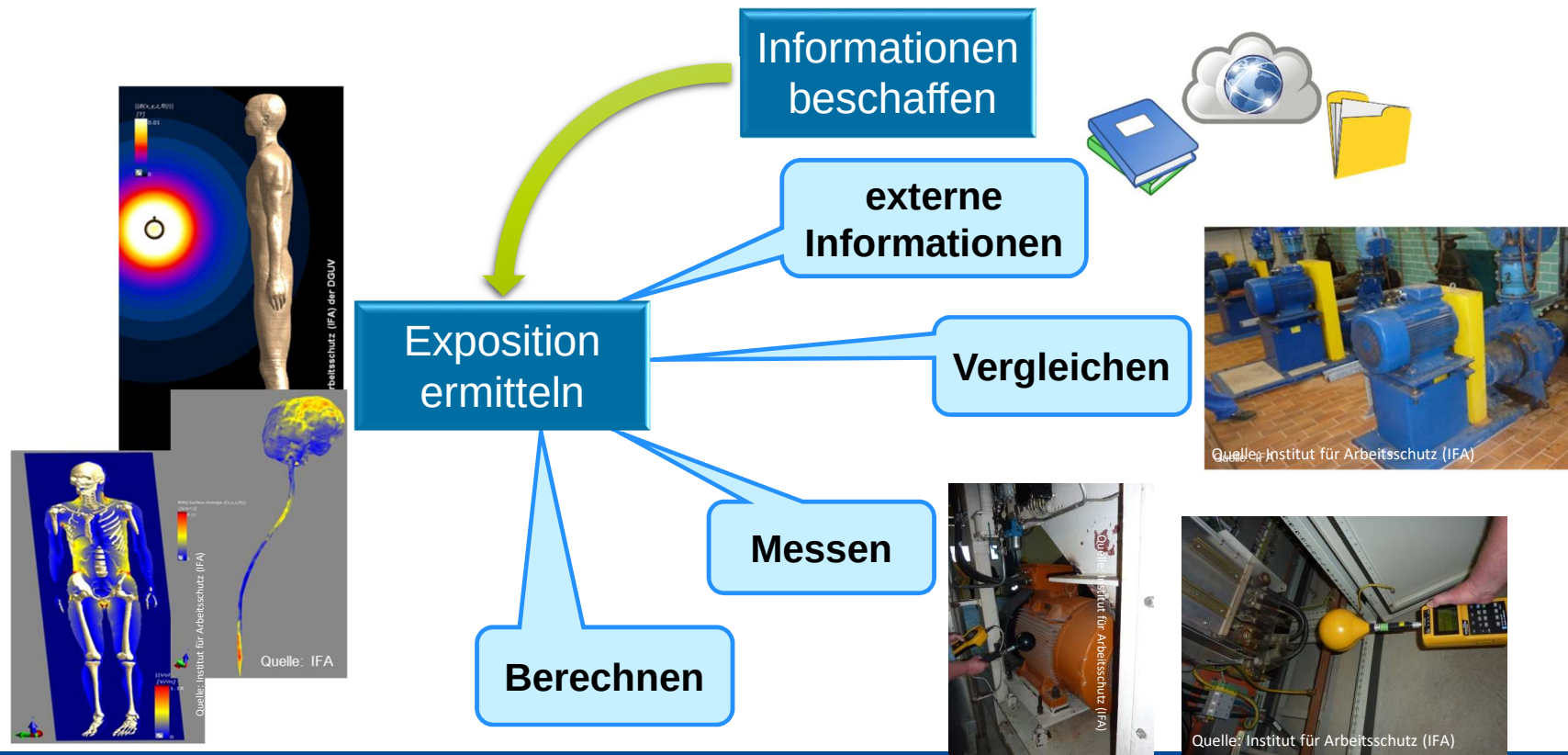
Gefährdungsbeurteilung nach EMFV



Gefährdungsbeurteilung nach EMFV



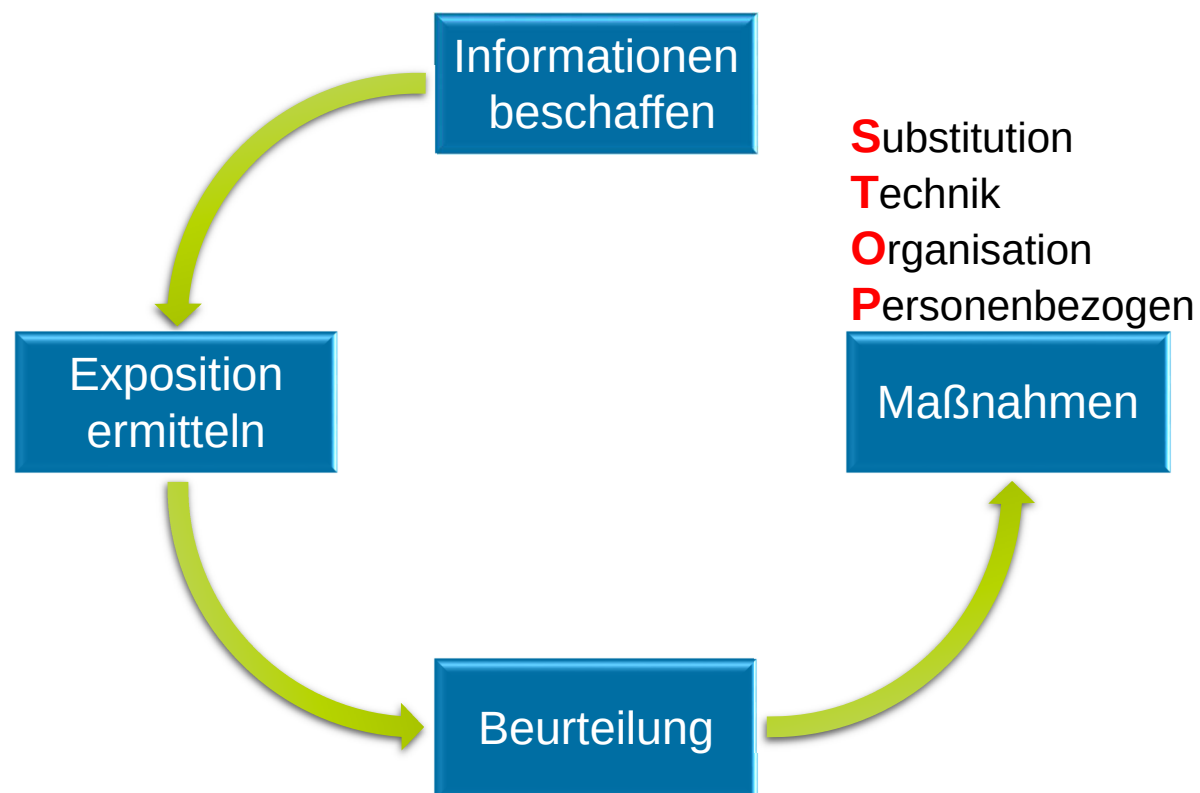
Gefährdungsbeurteilung nach EMFV



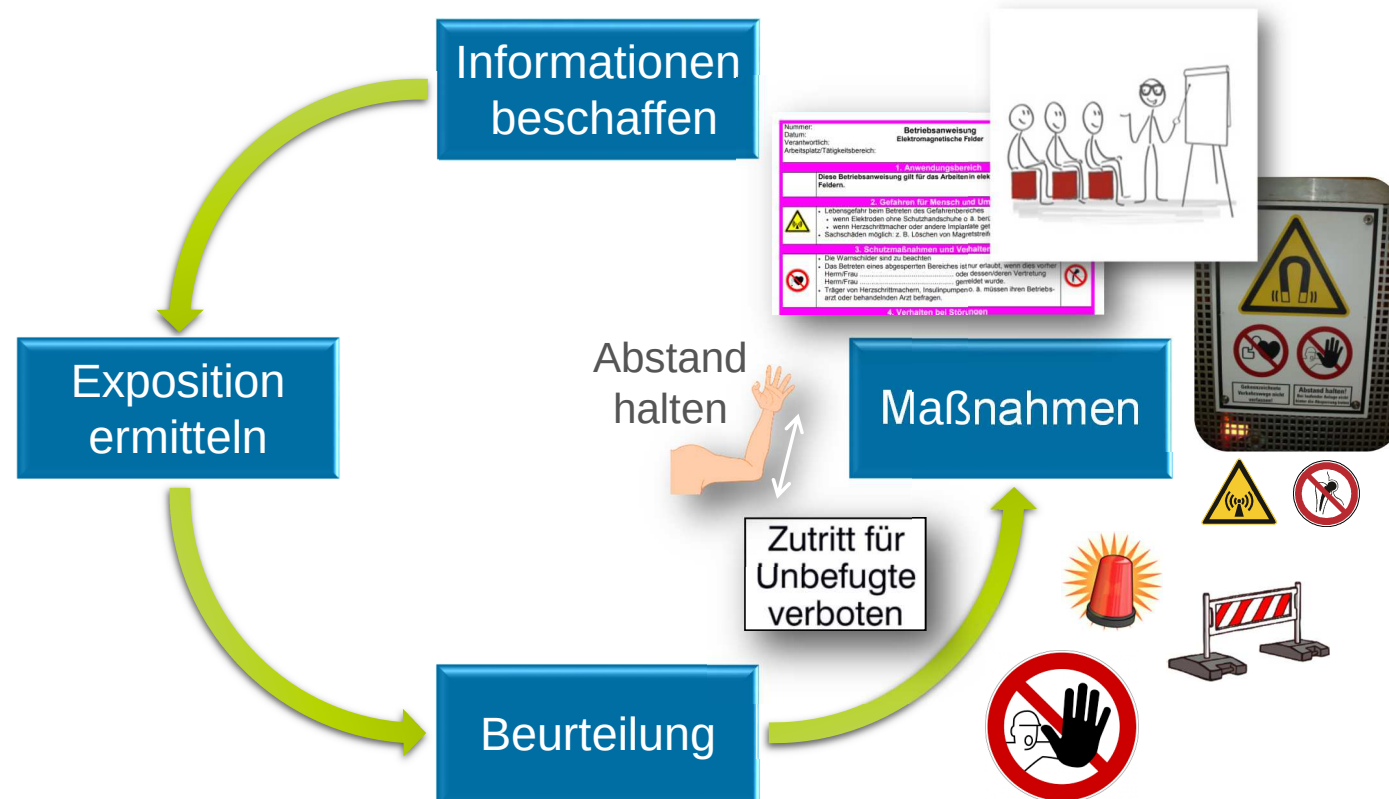
Gefährdungsbeurteilung nach EMFV



Gefährdungsbeurteilung nach EMFV



Gefährdungsbeurteilung nach EMFV



Gefährdungsbeurteilung nach EMFV

Maßnahmen

- Verriegelung, Abschirmung, Leistung reduzieren
- Kennzeichnung (Warnzeichen, -leuchten, Verbotszeichen)
- weitere Abgrenzungs- und Zugangskontrollmaßnahmen (Markierungen, Schranken)
- Wartung der Arbeitsmittel, Gestaltung des Arbeitsplatzes
- Einsatz alternativer Arbeitsverfahren, Arbeitsmittel mit geringeren Emissionen
- zeitliche Begrenzung der Exposition
- Einhalten von Mindestabständen, Abstandsvergrößerung zur Quelle
- Unterweisung (auf Gefahren hinweisen, Hinweise auf die besonders schutzbedürftigen Beschäftigten)

Gefährdungsbeurteilung nach EMFV

Maßnahmen

- Verriegelung, Abschirmung, Leistung reduzieren
- Kennzeichnung (Warnzeichen, -leuchten, Verbotszeichen)
- weitere Abgrenzungs- und Zugangskontrollmaßnahmen
(Markierungen, Schranken)

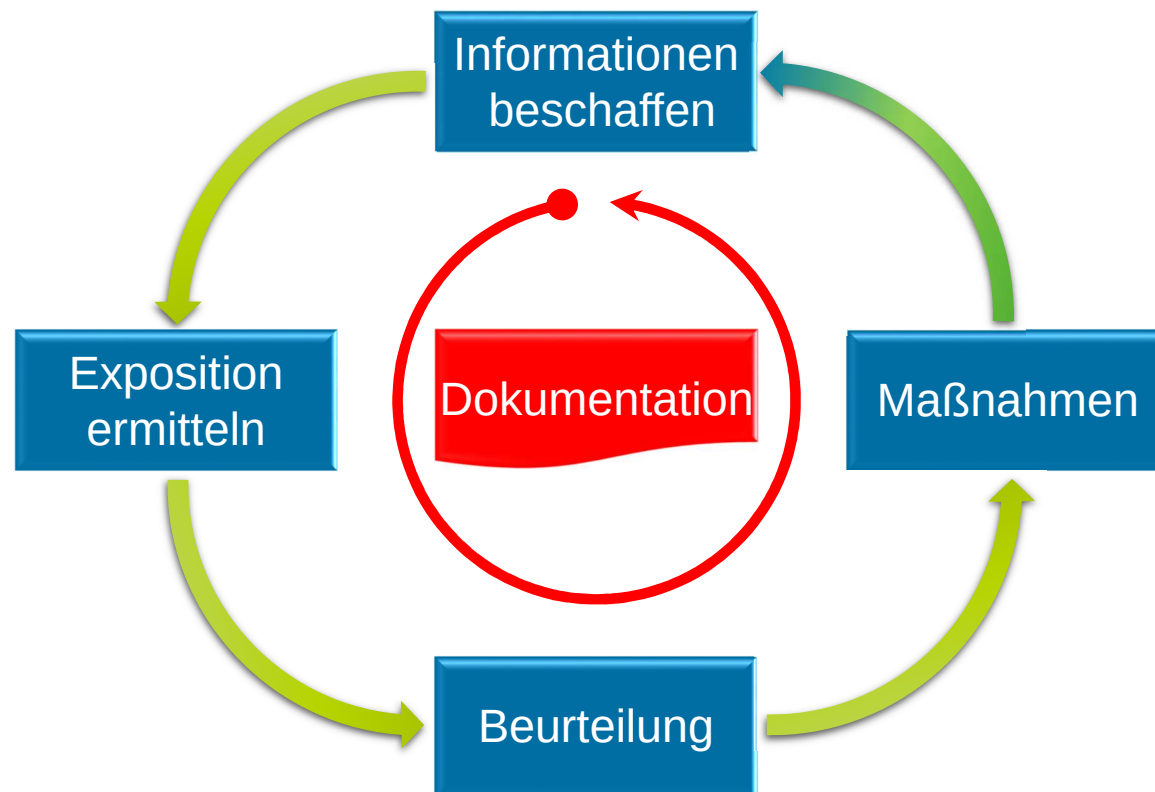
Bei der Unterweisung sollte der Arbeitgeber regelmäßig an die Mitwirkungspflicht der Beschäftigten erinnern. (Implantate)

- Einsatz alternativer Arbeitsverfahren, Arbeitsmittel mit geringeren Emissionen
- zeitliche Begrenzung der Exposition
- Einhalten von Mindestabständen, Abstandsvergrößerung zur Quelle
- Unterweisung (auf Gefahren hinweisen, Hinweise auf die besonders schutzbedürftigen Beschäftigten)

Gefährdungsbeurteilung nach EMFV



Gefährdungsbeurteilung nach EMFV

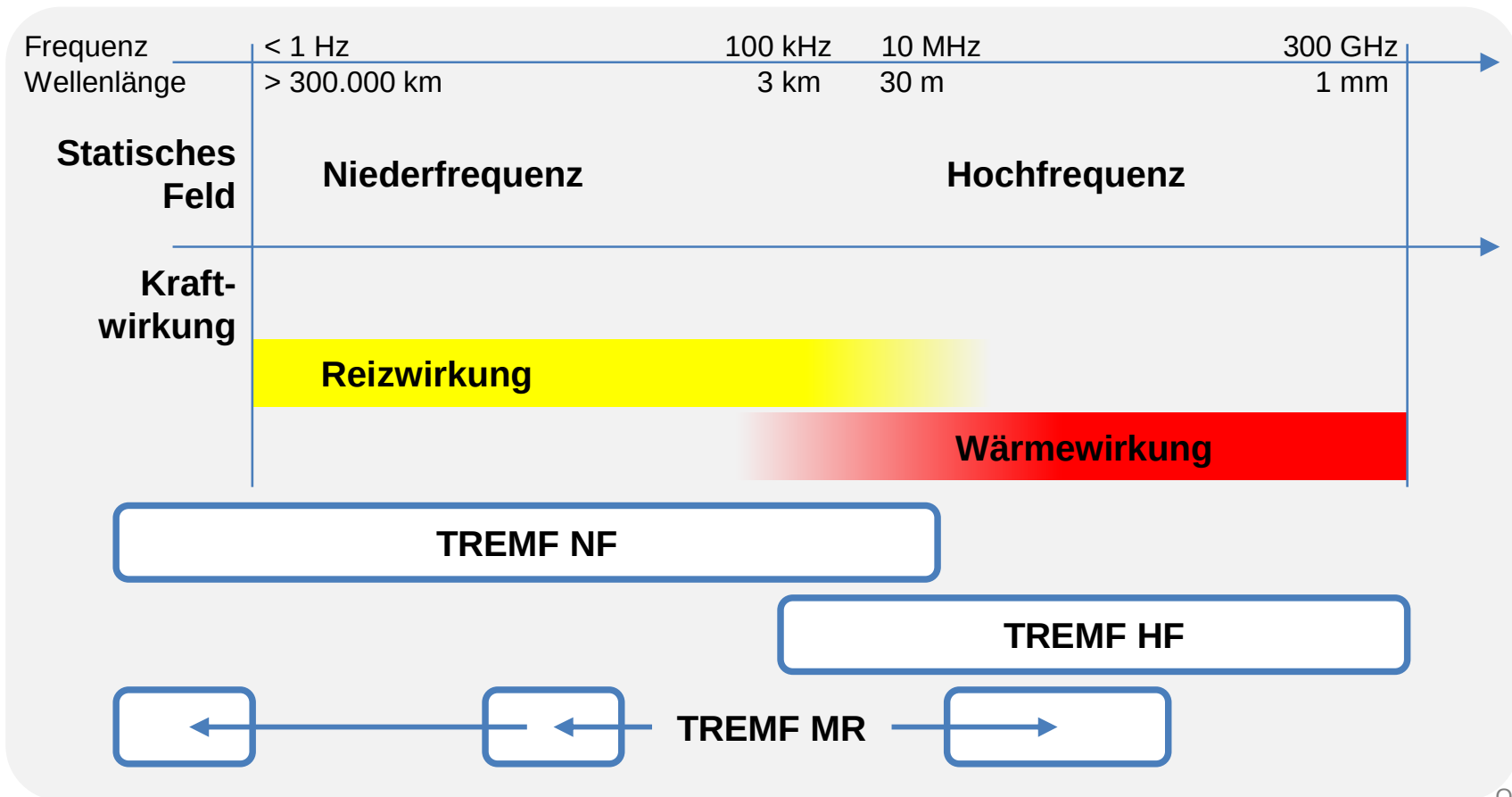




Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin

Technische Regeln zur EMFV (TREMf)

Wiederholung zu Frequenzbereich und Wirkungen



Quelle: eigene Darstellung

Struktur und Aufbau der TREMF

Unterschiede u. a. bei

- Wirkungen
- Messungen
- Maßnahmen

Struktur der TREMF

- 3 Teile mit Kapiteln und Anhängen
- stat. und niederfrequente EMF
- hochfrequente EMF
- Magnetresonanzverfahren

TREMF NF Statische u. niederfrequente EMF	TREMF HF Hochfrequente EMF	TREMF MR Magnetresonanzverfahren
Kapitel 4 Allgemeines (Begriffsbestimmungen und Erläuterungen, physikalische Größen, Schutzkonzept, Expositionszonen)		
Kapitel 5 Gefährdungsbeurteilung Kapitel 6 Messen, Berechnen, Bewerten Kapitel 7 Maßnahmen Kapitel 8 Gefährdungsbeurteilung für bes. schutzbed. Beschäftigte	Kapitel 5 Gefährdungsbeurteilung Kapitel 6 Messen, Berechnen, Bewerten Kapitel 7 Maßnahmen Kapitel 8 Gefährdungsbeurteilung für bes. schutzbed. Beschäftigte	Kapitel 4 Begriffsbestimmungen und Erläuterungen Kapitel 5 Gefährdungsbeurteilung Kapitel 6 Fachkundige Personen Kapitel 7 Maßnahmen Kapitel 8 Unterweisung Kapitel 9 Arbeitsmedizinische Vorsorge Kapitel 10 Besondere Festlegungen nach § 18 EMFV Kapitel 11 Exposition durch weitere Belastungsfaktoren Kapitel 12 Literaturhinweise
Anhang 1: Direkte und indirekte Wirkungen von EMF Anhang 2: Auslöseschwellen und Grenzwerte der EMFV Anhang 3: Beispiele für Expositionen Anhang 4: Verzeichnisse: Literatur, Abkürzungen, Formelzeichen Anhang 5: Warn- und Hinweiszeichen Anhang 6: Übersicht zu Maßnahmen Anhang 7: Beispielformulare (Messbericht, Betriebsanweisung, ...) Anhang 8: Beispiele für Gefährdungsbeurteilungen (pro Teil)		Anhang 1: Physikalische Grundlagen der Magnetresonanz Anhang 2: Anwendungen von Magnetresonanz-Verfahren Anhang 3: Hilfestellungen zur Selbstüberprüfung bei Inanspruchnahme der besonderen Festlegungen Anhang 4: Hilfestellung zur Selbstüberprüfung der Organisation

Quelle: eigene Darstellung

Übersicht über die Inhalte der Kapitel

4. Allgemeines

- Begriffsbestimmungen,
- physikalische Größen,
- Schutzkonzept,
- Expositionszonen

5. Gefährdungsbeurteilung

6. Messen, Berechnen, Bewerten

7. Maßnahmen

8. Besonders schutzbedürftige Beschäftigte

Übersicht über die Inhalte der Kapitel

4. Allgemeines

5. Gefährdungsbeurteilung

- Durchführung der Gefährdungsbeurteilung
- Fachkunde
- Informationsermittlung und black/ white Liste
- Arbeitsmedizinische Vorsorge und Beratung
- Dokumentation
 - Ende der vereinfachten Gefährdungsbeurteilung

6. Messen, Berechnen, Bewerten

7. Maßnahmen

8. Besonders schutzbedürftige Beschäftigte

Übersicht über die Inhalte der Kapitel

4. Allgemeines

5. Gefährdungsbeurteilung

6. Messen, Berechnen, Bewerten

→ Wenn vereinfachte Gefährdungsbeurteilung nicht ausreicht

- Ermitteln der Exposition (Messen, Berechnen (inkl. Simulation))
- Unsicherheitsbetrachtung
- Bewerten der Exposition
- Verfahren für nicht sinusförmige Signale
- Mess- und Berechnungsberichte

7. Maßnahmen

8. Besonders schutzbedürftige Beschäftigte

Übersicht über die Inhalte der Kapitel

4. Allgemeines

5. Gefährdungsbeurteilung

6. Messen, Berechnen, Bewerten

7. Maßnahmen

- Besondere Festlegungen
- STOP Prinzip mit Übersicht über Maßnahmen
- Betriebszustände
- Gestaltung und Einrichtung von Arbeitsplätzen
- Maßnahmen gegen indirekte Wirkungen

8. Besonders schutzbedürftige Beschäftigte

Übersicht über die Inhalte der Kapitel

4. Allgemeines

5. Gefährdungsbeurteilung

6. Messen, Berechnen, Bewerten

7. Maßnahmen

8. Besonders schutzbedürftige Beschäftigte

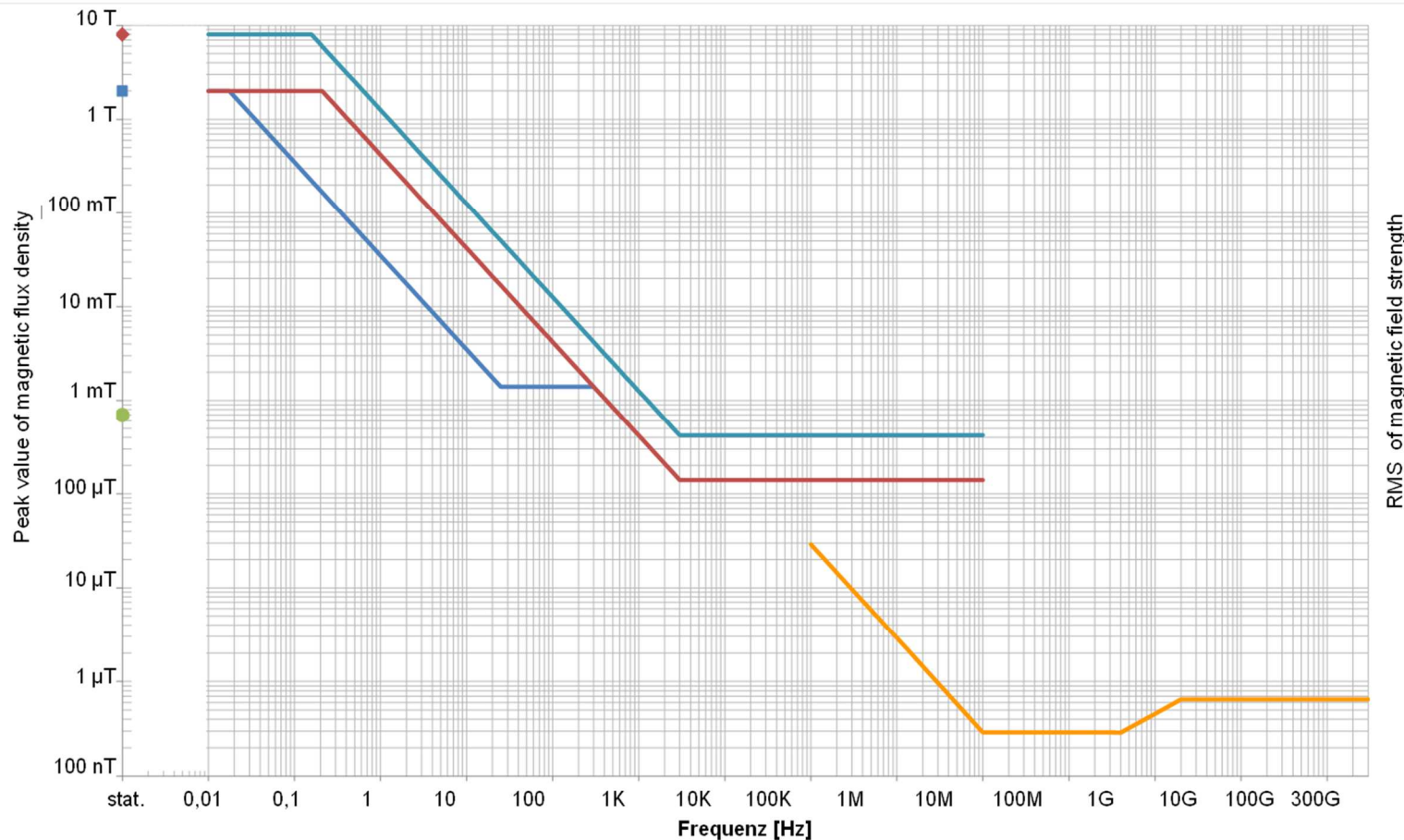
- Vorgehensweise
- Maßnahmen

Expositionszonen: rechtliche Grundlage

§ 6 Absatz 3 EMFV „Kennzeichnen von Arbeitsbereichen“

- bei Überschreitung der Auslöseschwellen
- bei Gefährdungen für besonders schutzbedürftige Beschäftigte
- Warn-, Hinweis-, Zusatz- und Verbotszeichen, Warnleuchten
- Bereiche für Dauer der Tätigkeit abgrenzen, ggf. Zugang einschränken
- Punkt 1: Kennzeichnung entfällt, wenn Zugang beschränkt und Beschäftigte in geeigneter Weise unterwiesen sind
- Punkt 2: Kennzeichnung nicht erforderlich bei öffentlich zugänglichen Arbeitsplätzen, wenn für Beschäftigte mit aktiven Implantaten oder am Körper getragenen med. Geräten sicheres Arbeiten gewährleistet und diese Beschäftigten unterwiesen sind

Expositionszonen: Herleitung

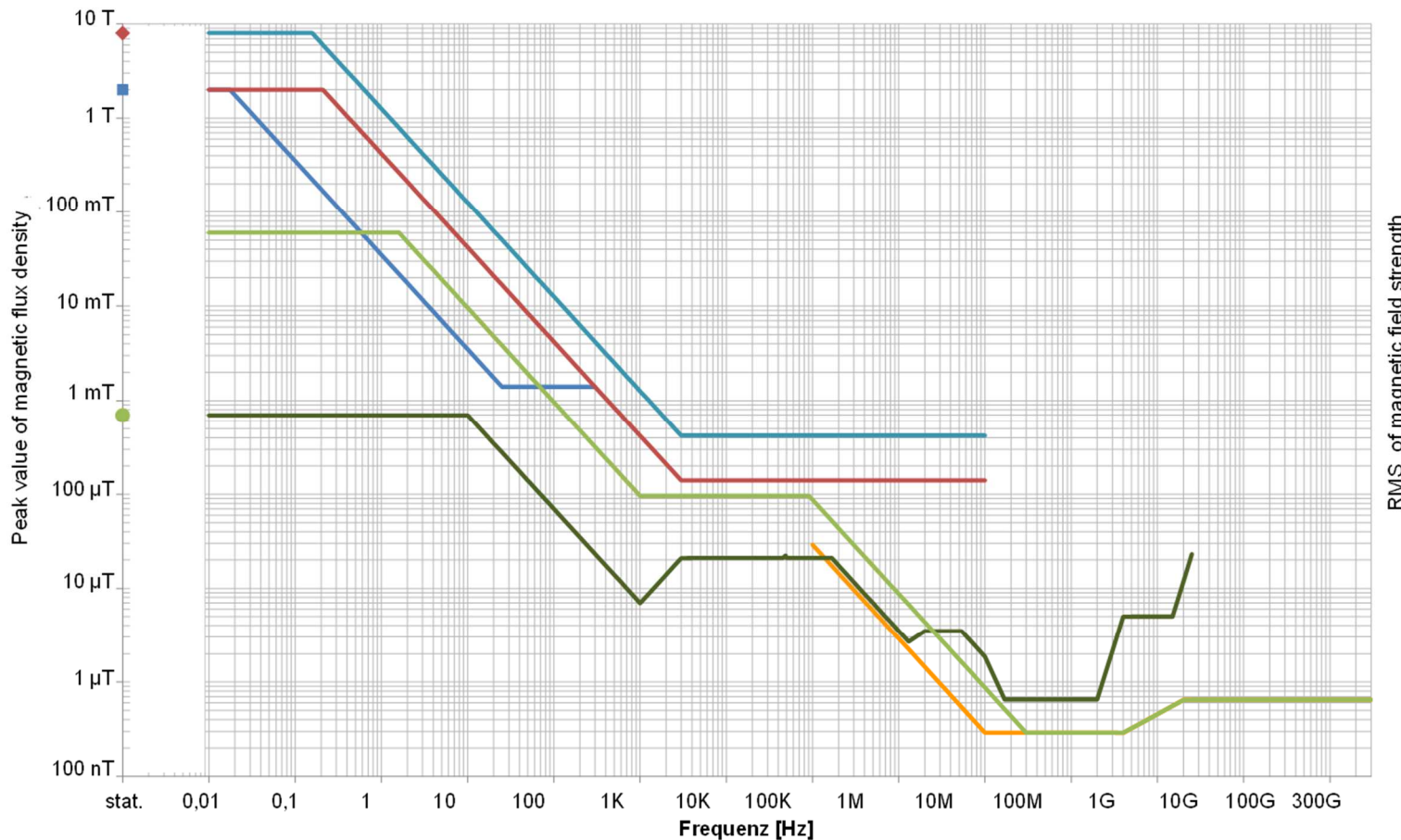


Beispiel: B- & H-Felder

- Auslöseschwellen nach Anhängen 2 & 3 EMFV

Quelle: eigene Darstellung

Expositionszonen: Herleitung



Beispiel: B- & H-Felder

- Nicht thermische Wirkungen
- Thermische Wirkungen
- Indirekte Wirkungen auf aktive und passive Körperhilfsmittel
- Auslöseschwellen nach Anhängen 2 & 3 EMFV
- Schwellenwerte nach Tabellen 6.4 & 6.6 FB 451

Quelle: eigene Darstellung

Expositionszonen als Handlungshilfe

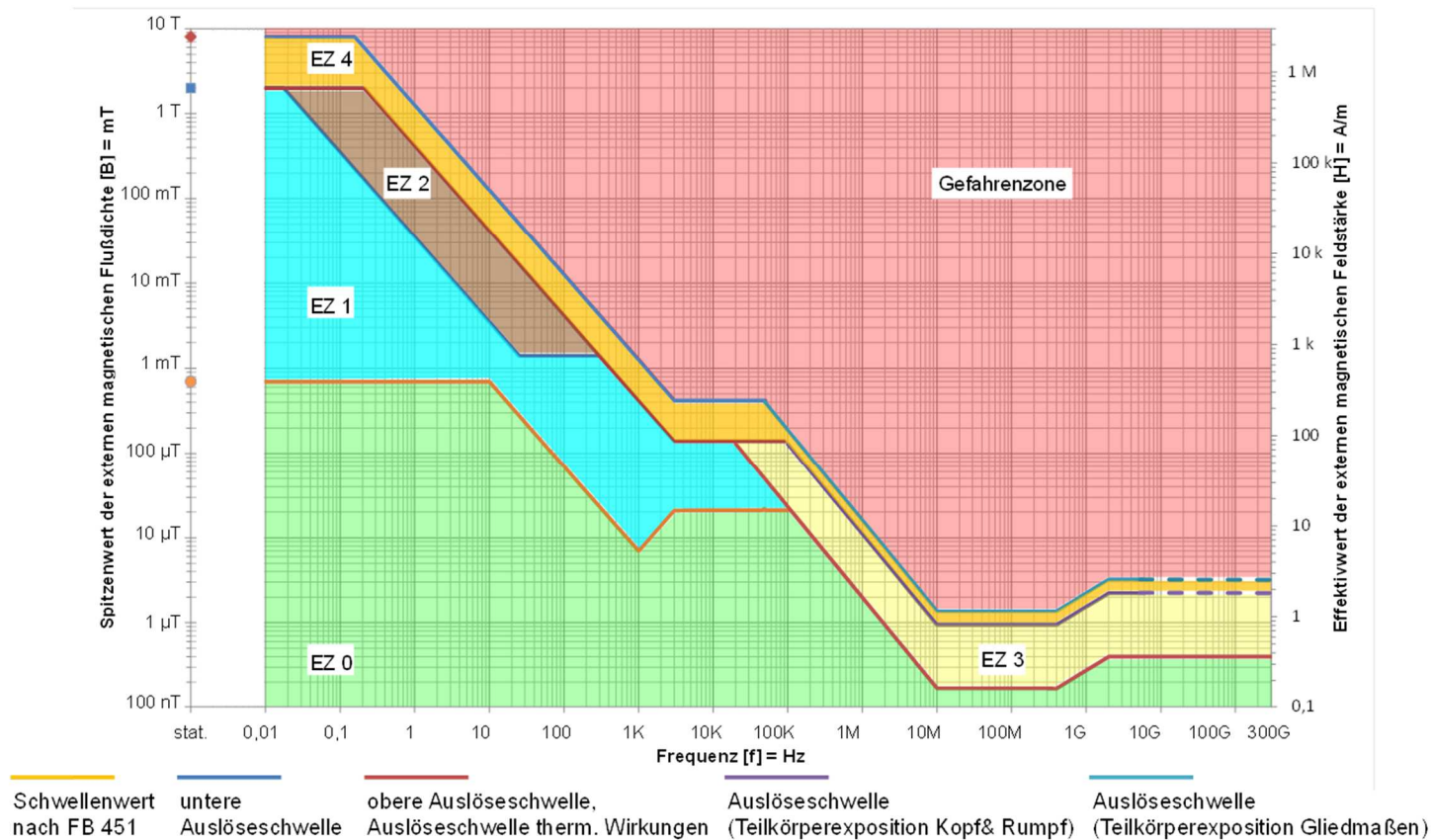
Expositionszonen verbinden:

- Höhe der EMF-Exposition,
- Möglichen Wirkungen auf die Beschäftigten,
- Einzuhaltenden Auslöseschwellen,
- Erforderlichen Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten

Hinweise:

- Frequenzabhängigkeit der Expositionszonen
- Durchzuführende Maßnahmen der einzelnen Expositionszonen bauen aufeinander auf

Expositionszonen für magnetische Felder



Hinweis zu den Ordinatenachsen:

links: Spitzenwert für die Bewertung von nichtthermischen Wirkungen | rechts: Effektivwert für die Bewertung von thermischen Wirkungen

Quelle: eigene Darstellung

Elektromagnetische Felder (EMF)

Besonders schutzbedürftige Beschäftigte

Implantatarten

Passive Implantate

Endoprothesen, Schienen,
Herzklappen, Nägeln,... ...
mehrere Millionen Menschen in
Deutschland



Aktive Implantate

Herzschrittmacher, Defibrillatoren,
Cochlea-Implantate, Neurostimulatoren

... ..

~ 1 Millionen Menschen in Deutschland



Störbeeinflussung aktiver / passiver Implantate

- Niederfrequente Felder induzieren elektrische Ströme und Felder im Körper, die die herzeigenen Signale überlagern können.
 - ➔ Auswirkungen auf Funktionalität des Implantats (Stimulation, Inhibierung, Schockabgabe)
- Statische Felder üben eine Kraftwirkung auf ferromagnetische Gegenstände aus.
 - ➔ Umschaltung des Betriebsmodus durch Aktivierung des Reed-Kontaktes
 - ➔ Inhibierung der Schockabgabe und Therapieerkennung beim ICD
- Hochfrequente Felder können metallische Gegenstände am Implantatsystem erwärmen.
 - ➔ Schädigung des umgebenden Gewebes
 - ➔ Lageveränderung des Implantats

Besonders schutzbedürftige Beschäftigte

Gefährdungsbeurteilung

Informationen beschaffen

- Feldquellen, Expositionssituation, Arbeits- und Aufenthaltsbereiche
- Informationen zum Implantat
 - Implantatträger/in: Röntgenbild und Implantatausweis
 - Hersteller: Handbücher, allgemeine Informationen, zulässige Werte
- Informationen zur Gefährdungsbeurteilung
 - DGUV Informationen 203-043 (bisher BGI 5111)
 - Forschungsbericht FB 451 des BMAS
- Beratung durch Unfallversicherungsträger
- Beratung und Messung durch das Institut für Arbeitsschutz (IFA)
 - Beauftragung durch den zuständigen UVT
(für Mitgliedsbetriebe in der Regel kostenfrei)
 - individuelle Beurteilung der Situation des Implantatträgers/in am Arbeitsplatz

Besonders schutzbedürftige Beschäftigte

Gefährdungsbeurteilung

Exposition ermitteln

besonders zu beachten:

- Spitzenwerte ermitteln
(frequenzselektiv und isotrop (richtungsunabhängig))
- Ermittlung der maximalen Exposition
(Betriebszustand der Feldquelle beachten)
- Ermittlung am Ort des Oberkörpers
(Arbeitsposition und Körperhaltung des Implantatträgers berücksichtigen)
- Arbeitsablauf an der Feldquelle berücksichtigen

Besonders schutzbedürftige Beschäftigte

Gefährdungsbeurteilung

Beurteilung mittels allgemeiner Tabellen

allgemeine Tabellen können bei einer ersten Einschätzung helfen

Gerät	Beeinflussung von Herzschrittmachern		
	nicht wahrscheinlich	möglich	Bemerkung
Bürogeräte			
Beleuchtung (Decken- u. Tischleuchten)	X	–	–
IT-Geräte (z.B. PC)	X	–	–
Telefon/FAX-Gerät	X	–	–
Lüfter, Heizlüfter	X	–	–
Elektrische Bürogeräte (z.B. Kopierer, Schreibmaschine, Aktenvernichter, Hefter)	X	–	–
Multimedia (Audio/Video)	X	–	in Implantatnähe möglich
Dauermagnete (Magnetklammern, Namensschilder, Plaketten)	X	–	in Implantatnähe möglich

Quelle: Anhang 1 der DGUV Information 203-043

Quelle: Medtronic, Inc. 2004

Electromagnetic Compatibility (EMC) Chart for Medtronic Pacemakers and Defibrillators (ICD)						
Item	Tools					Safety Precautions
	Low Risk when following Safety Precautions	Potential Pacemaker Reversion or Magnet Rate	Potential Pacemaker Inhibition	Potential ICD Shock	Potential disable of ICD detection circuit	
Tools – Hand held or Home & Garden (electric line powered)	✓	✓		✓		Maintain a 6" (15 cm) distance between power tools using up to 15 amps and the implanted device (i.e. circular saws, drills, sanders, routers, electric hedge clippers, leaf blowers, and edge trimmers). Be sure tools are properly grounded. If the device is closer than 6" (15 cm), there is the potential for Pacemaker reversion or ICD shock. If the individual uses power machinery often, a ground-fault-circuit interrupter (GFCI) is a good safety measure to help prevent sustained electrical shocks. Gasoline powered snow blower, lawn mower, lawn tractors, weed whacker

particular consultant nor do we ensure the quality of the EMI testing performed. EMI field strengths encountered above those listed in Table 2 may cause device interference with an undesired device response.

Table 2 - Field Strength Test Limits

EMI Source	Field type	Field strength limit
High Voltage Power Lines (50/60 Hz)	E-field	6000 V/m peak
Continuous Wave and/or Modulated Magnetic Fields (50/60 Hz)	H-field	80 A/m peak
Static Magnetic Field	B-field	5 Gauss (0.5 mT) peak

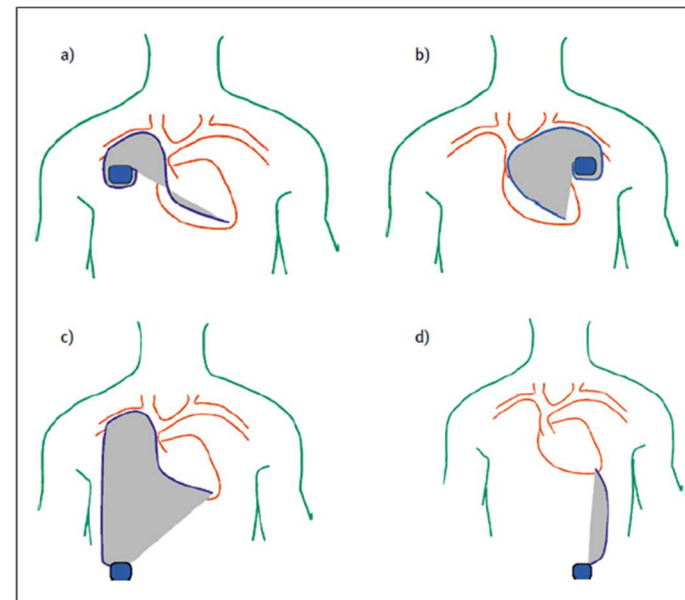
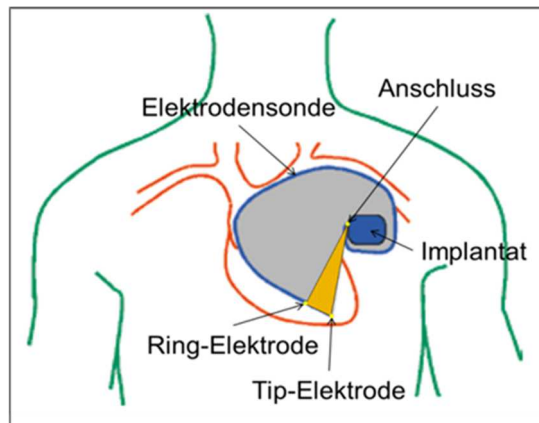
The above mentioned H-field limit will vary depending on the frequency of the EMI. Further standards may be reviewed for other frequencies in the International Non-ionizing Radiation Protection (ICNIRP) recommendations for reference levels for general public exposure to time-varying electric and magnetic fields.

Quelle: St. Jude Medical "EMI in the Workplace Environment", 2014

Besonders schutzbedürftige Beschäftigte Gefährdungsbeurteilung

Beurteilung unter Berücksichtigung individueller Faktoren

- Implantateigenschaften
(Art des Implantats, Betriebsmodus, Wahrnehmungseigenschaften)
- Implantationssituation; Induktionsfläche



Besonders schutzbedürftige Beschäftigte

Gefährdungsbeurteilung

Beurteilung unter Berücksichtigung individueller Faktoren

- Implantateigenschaften
(Art des Implantats, Betriebsmodus,
Wahrnehmungseigenschaften)
- Implantationssituation; Induktionsfläche
- Arbeits- und Aufenthaltsbereich
- relevanten Anlagen, Maschinen
oder Geräte
- Tätigkeitsablauf

Ermittlung
individuell zulässiger Werte
anhand der vorliegenden
Informationen
oder
im Labor

Besonders schutzbedürftige Beschäftigte

Gefährdungsbeurteilung

Beurteilung unter Berücksichtigung individueller Faktoren

- Implantateigenschaften
(Art des Implantats, Betriebsmodus,
Wahrnehmungseigenschaften)
- Implantationssituation; Induktionsfläche
- Arbeits- und Aufenthaltsbereich
- relevanten Anlagen, Maschinen
oder Geräte
- Tätigkeitsablauf

Ermittlung
individuell zulässiger Werte
anhand der vorliegenden
Informationen
oder
im Labor

Vergleich mit der
ermittelten Exposition

Besonders schutzbedürftige Beschäftigte

Gefährdungsbeurteilung

Maßnahmen

- Abstände zwischen Implantat und Feldquelle festlegen
(Warnhinweis mit Abstandsangabe, Markierungen, Abschränkungen,...)

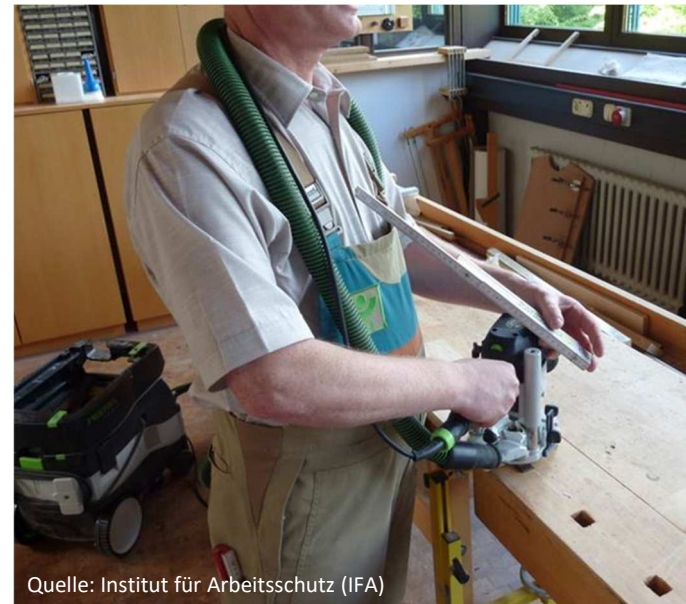


Besonders schutzbedürftige Beschäftigte

Gefährdungsbeurteilung

Maßnahmen

- Abstände zwischen Implantat und Feldquelle festlegen
(Warnhinweis mit Abstandsangabe, Markierungen, Abschränkungen,...)
- Verhaltensregeln zum Umgang mit einer kritischen Feldquelle
(Beispiel: Elektrohandwerkzeuge,...)



Besonders schutzbedürftige Beschäftigte

Gefährdungsbeurteilung

Maßnahmen

- Abstände zwischen Implantat und Feldquelle festlegen
(Warnhinweis mit Abstandsangabe, Markierungen, Abschränkungen,...)
- Verhaltensregeln zum Umgang mit einer kritischen Feldquelle
(Beispiel: Elektrohandwerkzeuge,...)
- Feldstärke reduzieren
(alternative Arbeitsmittel, Strom reduzieren, Anlage kurzfristig herunterfahren oder ausschalten,...)
- Arbeits- und Aufenthaltsverbote an kritischen Feldquellen aussprechen
- Einstellungen des Implantats (Empfindlichkeit) falls möglich anpassen

Fallbeispiele

Fallbeispiel: Büroarbeitsplatz



EMF-Quellen (Arbeitsmittel)	Informations quelle	Emissions- bzw. Expositionsangabe
1 27 Zoll Flachbildschirm	black/ white Liste	keine Bewertung erforderlich
1 Tastatur und 1 Maus mit Bluetooth	black/ white Liste	keine Bewertung erforderlich
1 Multifunktionsdrucker mit WLAN-Modul	black/ white Liste	Bewertung NUR für Träger aktiver Implantate erforderlich, wenn Tätigkeiten in unmittelbarer Nähe (kleiner 15 cm) durchgeführt werden, z. B. Fehlerdiagnose oder Beseitigung von Papierstau
1 Tablet , mit WLAN- und LTE- Modul	black/ white Liste	Bewertung NUR für Träger aktiver Implantate erforderlich
1 VoIP-Festnetztelefon mit Bildschirm	black/ white Liste	für beide Komponenten keine Bewertung erforderlich
1 Smartphone	black/ white Liste	Bewertung NUR für Träger aktiver Implantate erforderlich, wenn Tätigkeiten in unmittelbarer Nähe (kleiner 15 cm) durchgeführt werden
1 WLAN-Repeater	black/ white Liste	ggf. ausgewiesenen Sicherheitsabstand einhalten, Bewertung NUR für Träger aktiver Implantate erforderlich

Bei welchen Anwendungen sind Gefährdungen möglich ?

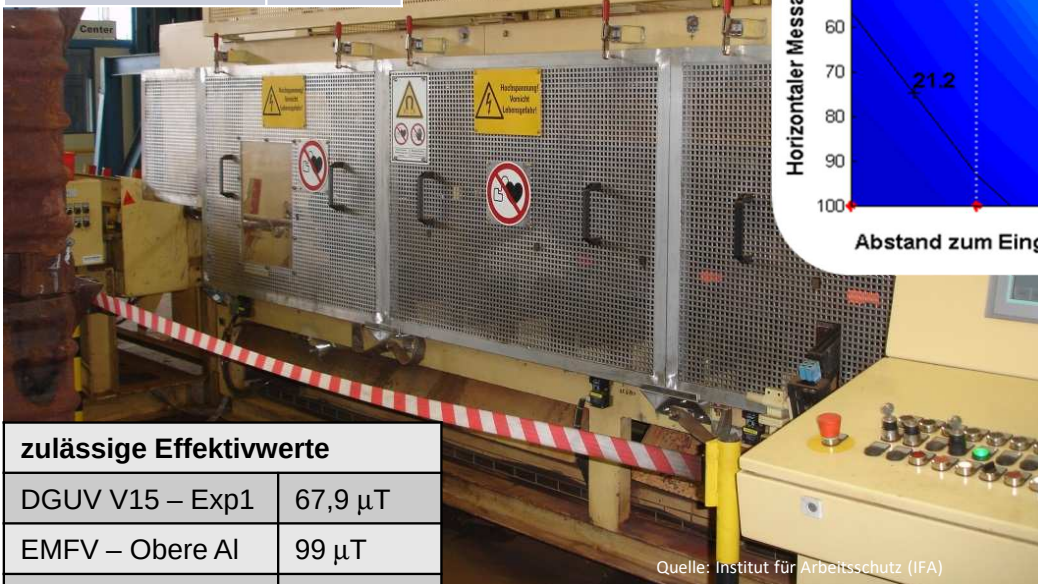
- Aluminiumelektrolyse- und Galvanotechnikanlagen
- Elektroenergieanlagen
(Netzstationen, Hochspannungsanlagen)
- Kapazitiv wirkende Erwärmungsanlagen
(Kunststoffschweißen, Trockner, Klebebinder)
- Induktiv wirkende Erwärmungsanlagen
- magnetische Spann-, Halte- und Abscheidevorrichtungen
- Schweißeinrichtungen (Widerstandsschweißen)
- Funk- und Radarsendeanlagen
- MRT
- **alle Bereiche, in denen Implantatträger tätig sind**

bei ca. 5% aller industriellen Anwendungen erscheinen Gefährdungen möglich bzw. wahrscheinlich

Fallbeispiel: induktives Erwärmen (niederfrequentes magnetisches Wechselfeld)

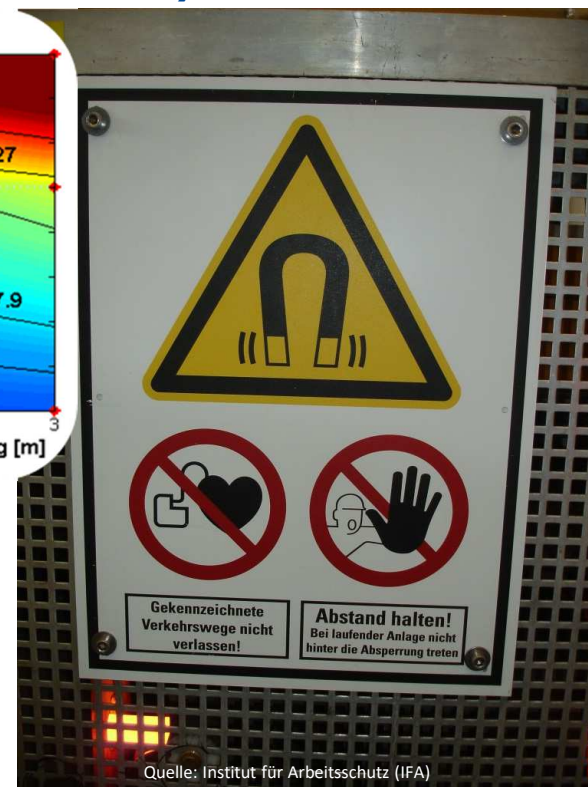
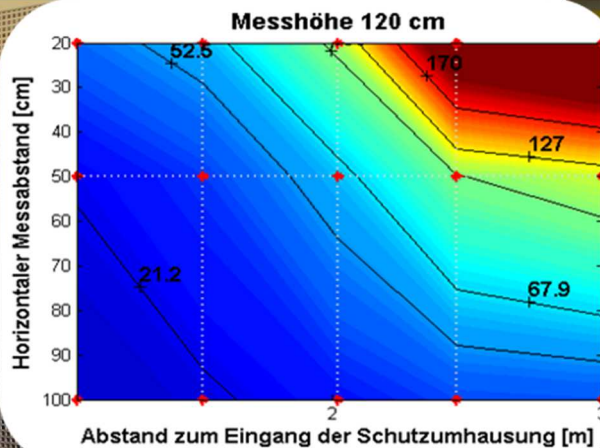
Betriebsparameter

Nennleistung	360 kW
Betriebsspannung	525 V
Arbeitsfrequenz	3,1 kHz



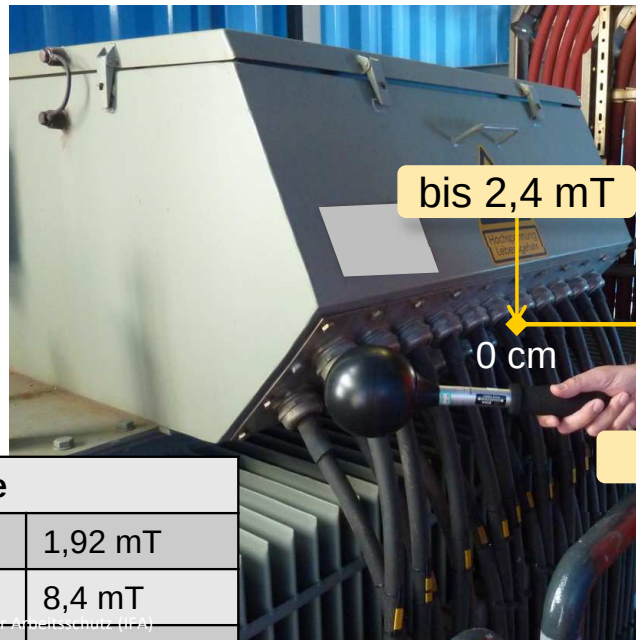
zulässige Effektivwerte

DGUV V15 – Exp1	67,9 μ T
EMFV – Obere AI	99 μ T
FB451 (Implantate)	14,8 μ T



Fallbeispiel: Transformator

(niederfrequentes magnetisches Wechselfeld (50 Hz))



Kenndaten:
6kV/690V 50 Hz; 2,5 MVA

bis 2,4 mT

0 cm

20 cm

0,35 mT

40 cm

60 cm

0,2 mT

0,11 mT

80 cm

100 cm

0,07 mT

0,8 mT

zulässige Spitzenwerte

DGUV V15 – Exp1	1,92 mT
EMFV – Obere AI	8,4 mT
FB451 (Implantate)	140 μ T

Fallbeispiel: Elektrohandwerkzeuge (niederfrequentes magnetisches Wechselfeld (50 Hz))

Winkelschleifer (1700 W)



Motor → 1 mT

Oberkörper → 0,13 mT

Winkelschleifer (1000 W)



Motor → 212 µT

Oberkörper → 25 µT

zulässige Spitzenwerte

DGUV V15 – Exp1	1,92 mT
EMFV - Obere AI	8,4 mT
FB451 (Implantate)	140 µT



Quelle: Institut für Arbeitsschutz (IFA)



Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin

Zusammenfassung und Abschluss

Zusammenfassung

- Anzuwenden auf alle Arbeitsplätze, bei denen EMF auftreten oder auftreten können, besonders schutzbedürftige Beschäftigte
- Betriebe, die DGUV-R 103 013 (BGR B11) anwenden, sind bzgl. Vorgehen zur GB und Schutzmaßnahmen gut aufgestellt
- Berücksichtigung des aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisstands erhöht die Sicherheit und Gesundheit an Arbeitsplätzen mit EMF
- Mehrstufiges Schutzkonzept
- Weniger Betriebe betroffen
- Erfüllungsaufwand für Betriebe geringer

Weiterführende Informationen zum Thema EMF

EMFV

www.gesetze-im-internet.de/emfv/

DGUV-V 15

publikationen.dguv.de/dguv/udt_dguv_main.aspx?FDOCUID=24185

BMAS

www.bmas.de/DE/Themen/Arbeitsschutz/Technischer-Arbeitsschutz/elektromagnetische-felder.html

BAuA

www.baua.de/emf

IFA

www.dguv.de/ifa/fachinfos/strahlung/elektromagnetische-felder/index.jsp

BGETEM

www.bgetem.de/arbeitssicherheit-gesundheitsschutz/themen-von-a-z-1/elektromagnetische-felder-emf

LUBW

www.lubw.baden-wuerttemberg.de/elektromagnetische-felder,
www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/13758/

BFS

www.bfs.de/DE/themen/emf/emf_node.html

EMF-RL Leitfäden

Teil 1 ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=738&langId=de&pubId=7845,
Teil 2 ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=738&langId=de&pubId=7846,
Teil 3 ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=738&langId=de&pubId=7850

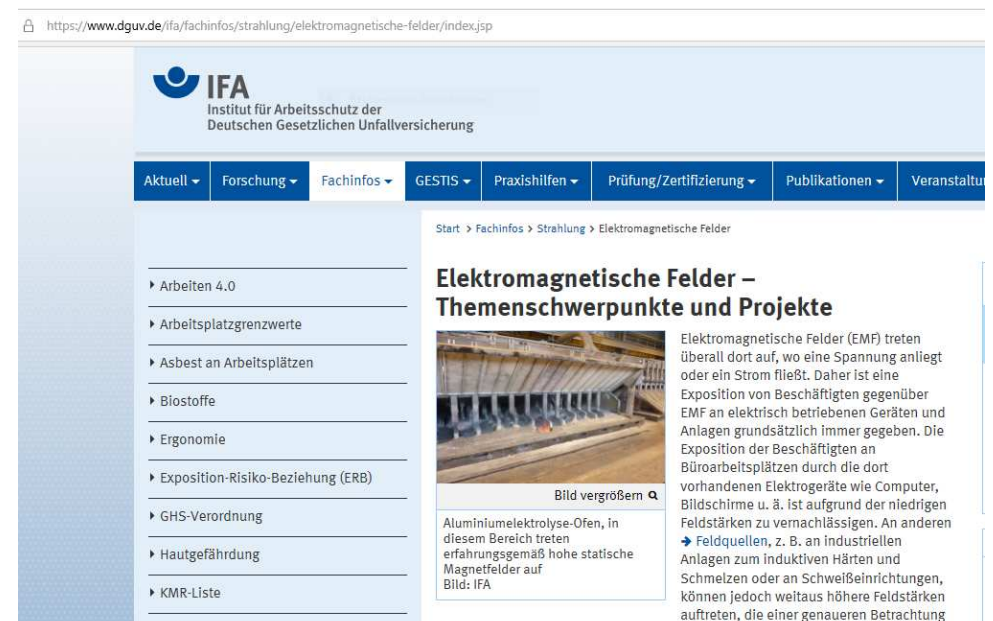
femu

www.emf-portal.org/de

Die BAuA und das IFA im Internet



www.baua.de
www.baua.de/emf



<https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/strahlung/elektromagnetische-felder/index.jsp>