

**Nr. 0072**

Stand 04/2023

Fach-Information

**FI**

# Praxishilfe zur Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung für Elektromagnetische Felder

## Einleitung

Nach Umsetzung der EU-Richtlinie 2013/35 in die Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern (EMFV) wurden nun auch die Technischen Regeln (TREMf) zur Arbeitsschutzverordnung veröffentlicht.

Die Technischen Regeln geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder wieder.

Die TREMF werden vom Ausschuss für Betriebssicherheit (ABS) unter Beteiligung des Ausschusses für Arbeitsmedizin ermittelt und angepasst und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Gemeinsamen Ministerialblatt (GMBI) bekannt gegeben.

Die Technischen Regeln umfassen zwei frequenzspezifische Bereiche und den Bereich der Magnetresonanzverfahren. Frequenzspezifisch werden die Bereiche für statische und zeitveränderliche elektrische und magnetische Felder im Frequenzbereich bis 10 MHz (TREMf NF) und für elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 100 kHz bis 300 GHz (TREMf HF) abgedeckt.

Wegen mangelnder Anwendungen von Magnetresonanzverfahren im Bereich der BGHM werden diese im Weiteren nicht berücksichtigt.

Die EMFV in Verbindung mit den TREMF bieten die Möglichkeit der vereinfachten Gefährdungsbeurteilung. Die Fachinformation soll den Weg dazu aufzeigen.

## Rechtliches

Durch die Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes ist zunächst festzustellen, ob es eine Einwirkung durch EMF auf Beschäftigte gibt oder ob sie möglich ist. Wenn ja, sind alle von der Einwirkung ausgehenden Gefährdungen für die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten zu beurteilen. Die Grundlage dafür ist § 3 Absatz 1 der Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder (Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern – EMFV). Diese Verordnung dient dem Schutz der Beschäftigten bei der Arbeit vor tatsächlichen oder möglichen Gefährdungen ihrer Gesundheit und Sicherheit durch einwirkende elektromagnetische Felder. Regelungswürdig sind nach der EMFV statische elektrische und statische magnetische Felder sowie zeitveränderliche elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder in einem Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz.

Die TREMF konkretisieren die Anforderungen der Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern und erleichtern deren Umsetzung in die betriebliche Praxis. Werden die TREMF angewendet, ist von der Erfüllung der Anforderungen der EMFV auszugehen. Bevorzugen Arbeitgebende allerdings andere Lösungen, muss damit mindestens das gleiche Schutzniveau erreicht werden.

## Wirkungen

Die derzeit bekannten direkten und indirekten Kurzzeitwirkungen werden in der EMFV berücksichtigt. Direkte Wirkungen können die Biologie unmittelbar beeinflussen. Indirekte Wirkungen sind von EMF ausgelöste Wirkungen auf Gegenstände, die dann die Gesundheit und Sicherheit gefährden können. Dazu gehören die Beeinflussung medizinischer Geräte oder Implantate, der Einfluss auf Körperschmuck (Piercing, Tätowierung und Permanentmakeup je nach verwendeten Farbpigmenten), sonstige

beeinflussbare Fremdstoffe im Körper, Kontaktströme, Projektilwirkung ferromagnetischer Gegenstände, Auslösen von elektrischen Zündvorrichtungen (Detonatoren), Brand oder Explosion durch Funkenbildung. In der EMFV wird je nach Frequenz in „Nichtthermische Wirkungen“ und „Thermische Wirkungen“ unterschieden.

#### **„Nichtthermische Wirkungen“**

Der Frequenzbereich für „Nichtthermische Wirkungen“ erstreckt sich von 0 Hz – 10 MHz. Die Wirkungen umfassen die Stimulation von Muskel- und Nervengewebe sowie von Sinneszellen. Eine Stimulation von Sinneszellen in Auge, Ohr oder Zunge kann zu Magnetophosphenen (Beeinflussung der Netzhaut), Schwindel, Übelkeit oder metallischem Geschmack führen. Diese Effekte sind reversibel und werden in der EMFV als sensorische Wirkungen bezeichnet. Die aufgeführten Stimulationen können durch eine direkte Einwirkung auf den Menschen hervorgerufen werden.

#### **„Thermische Wirkungen“**

Für „Thermische Wirkungen“ erstreckt sich der Frequenzbereich von 100 kHz – 300 GHz. Infolge von Energieabsorption aus elektromagnetischen Feldern oder induzierten Körperströmen sind Temperaturerhöhungen im menschlichen Gewebe möglich. Im Ohr können außerdem thermoplastische Vorgänge auftreten, die reversibel sind und als sogenanntes „Mikrowellenhören“ bezeichnet werden. Mikrowellenhören gehört zu den sensorischen Wirkungen. Die thermischen Effekte können Folge einer direkten Einwirkung sein.

Vermutete Langzeitwirkungen finden auf Grund von derzeit fehlenden kausalen Zusammenhängen zwischen einer Exposition und nicht unmittelbar auftretenden Wirkungen keine Berücksichtigung.

## **Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen**

### **Expositionsgrenzwerte (EGW)**

Expositionsgrenzwerte im Sinne der EMFV sind maximal zulässige Werte für eindeutig wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen auf den menschlichen Körper. Eine unmittelbare Überprüfung der Einhaltung am Arbeitsplatz ist im Allgemeinen nicht möglich. Unterschieden werden Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche und sensorische Wirkungen.

#### *EGW für gesundheitliche Wirkungen*

Bei Überschreitung dieser Expositionsgrenzwerte kann je nach Frequenz eine gesundheitliche Gewebeerwärmung oder eine Stimulation von Muskel- und Nervengewebe auftreten.

#### *EGW für sensorische Wirkungen*

Bei Überschreitung dieser Expositionsgrenzwerte können reversible Stimulationen von Sinneszellen (Magnetophosphene, Schwindel, Übelkeit oder metallischer Geschmack) und thermoplastische Effekte (Mikrowellenhören) auftreten.

### **Auslöseschwellen (ALS)**

Auslöseschwellen im Sinne der EMFV sind festgelegte Werte von messbaren physikalischen Größen. Diese Größen sind am Arbeitsplatz direkt messbar. Bei den nichtthermischen Wirkungen sind die relevanten Größen die Spitzenwerte der magnetischen Flussdichte  $B$  in (T) und der externen elektrischen Feldstärke  $E_e$  in (V/m). Für thermische Wirkungen sind es die Effektivwerte der elektrischen Feldstärke  $E$  in (V/m), der magnetischen Feldstärke  $H$  in (A/m) und der Mittelwert der Leistungsdichte  $S$  in ( $W/m^2$ ). Den EGW sind ALS zugeordnet. Im Frequenzbereich zwischen 0 Hz und 10 MHz unterscheidet man zusätzlich zwischen unterer und oberer ALS.

#### *Untere ALS*

Bei elektrischen Feldern werden direkte Wirkungen bei Einhaltung vermieden.  
Bei magnetischen Feldern werden sensorische Wirkungen bei Einhaltung vermieden.

#### *Obere ALS*

Bei elektrischen Feldern werden indirekte Wirkungen bei Einhaltung vermieden.  
Bei magnetischen Feldern werden gesundheitliche Wirkungen bei Einhaltung vermieden.

#### *ALS ( $f \geq 100$ kHz)*

Bei elektromagnetischen Feldern werden gesundheitliche Wirkungen bei Einhaltung vermieden.

Die Auslöseschwellen sind aus den Expositionsgrenzwerten konservativ abgeleitete Werte. Werden also die ALS eingehalten, gelten auch die jeweiligen EGW als eingehalten.

Für Implantate gilt das so nicht. Auch bei Einhaltung der unteren ALS können Körperhilfsmittel (medizinische Geräte und Implantate) beeinflusst werden. Spezifische Beurteilungen müssen durchgeführt werden.

### Körperhilfsmittel

Körperhilfsmittel sind aktive und passive Implantate oder am Körper getragene medizinische Geräte.

#### *Aktive medizinische Geräte und Implantate*

Sie verfügen über eine eigene Energiequelle und können Körperfunktionen unterstützen, überwachen und/oder ersetzen. Beispiele sind Herzschrittmacher, Defibrillatoren, Cochlea-implantate, Neurostimulatoren, Insulinpumpen, Implantate zur Steuerung elektromechanischer Prothesen.

#### *Passive medizinische Geräte und Implantate*

Beschädigte oder zerstörte Körperteile werden hierdurch ganz oder teilweise ersetzt. Eingeschränkte mechanische Funktionen können so möglichst weitgehend wiederhergestellt werden. Beispiele sind Endoprothesen, Schienen und Platten, Schrauben und Nägel, Stents und Herzklappen.

### Beurteilung

In den meisten Fällen erfolgt eine Beurteilung anhand der Auslöseschwellen. Werden für nichtthermische Wirkungen die unteren ALS, für thermische Wirkungen die ALS unterschritten, sind in der Regel keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Zu beachten bleibt aber, dass Körperhilfsmittel auch unterhalb dieser Auslöschwellen möglicherweise beeinflusst werden können. Weitergehende Informationen oder Einzelfalluntersuchungen sind meist erforderlich.

Unter bestimmten Voraussetzungen (z. B. kurzzeitige Einzelereignisse) darf die untere ALS, damit auch der EGW, überschritten werden. „Kurzzeitig“ ist die Zeitspanne von der Überschreitung des EGW für sensorische Wirkungen bis zur eigentlichen Wahrnehmung der Wirkung durch die jeweils exponierten Beschäftigten und der Dauer der unverzüglich durchzuführenden Maßnahmen zur Reduktion der Exposition unterhalb des EGW.

Für elektrische Felder muss gewährleistet sein, dass:

- der Expositionsgrenzwert für gesundheitliche Wirkung eingehalten wird,
- übermäßige Funkenentladungen und Kontaktströme verhindert werden,
- ggf. Gefährdungsbeurteilung und Maßnahmen aktualisiert wurden,
- Beschäftigte über vorübergehende Symptome unterrichtet wurden.

Für magnetische Felder muss gewährleistet sein, dass:

- der Expositionsgrenzwert für gesundheitliche Wirkung eingehalten wird (obere Auslöseschwelle!),
- die Überschreitung nur von vorübergehender Natur ist,
- ggf. Gefährdungsbeurteilung und Maßnahmen aktualisiert wurden (Sinnesempfindungen/Schwindel/Übelkeit),
- Beschäftigte über vorübergehende Symptome unterrichtet wurden.

Die obere Auslöseschwelle darf nur überschritten werden, wenn der Nachweis erbracht wurde, dass der Expositionsgrenzwert für gesundheitliche Wirkungen trotzdem eingehalten wird. Eine Exposition oberhalb des Expositionsgrenzwerts für gesundheitliche Wirkungen ist unzulässig. Zum Nachweis der Einhaltung der Expositionsgrenzwerte eignen sich Simulationsverfahren. Informationen zu Simulations- und Berechnungsverfahren sind dem Anhang 3 Teil 2 der TREMF zu entnehmen.

Vereinfachte Beurteilungen können auch durch Einsatz von Expositionstabellen, in denen Anlagen, Maschinen und Geräte aufgeführt sind, erfolgen.

## Gefährdungsbeurteilung

Wie üblich, ist eine Gefährdungsbeurteilung vor Aufnahme einer Tätigkeit durchzuführen. Entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung sind eventuelle Maßnahmen zur Verringerung und Vermeidung von EMF zu treffen. Der Stand der Technik ist dabei zu berücksichtigen. Die Gefährdungsbeurteilung ist zu dokumentieren, regelmäßig zu überprüfen und zu aktualisieren. Die Abbildung 1 zeigt die grundsätzlichen Schritte zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung.

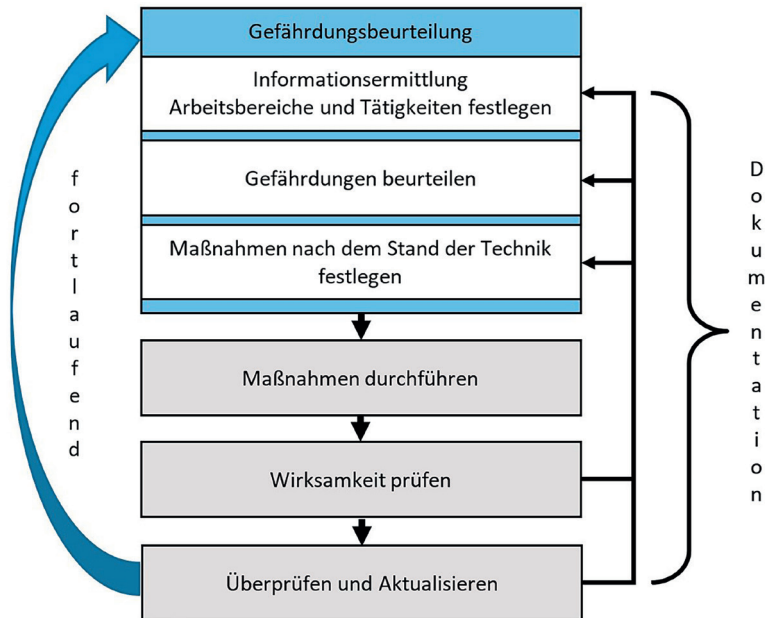


Abb. 1 Ablauf zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung

Grundsätze zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung sind der TREMF Teil 1 Abschnitt 3 zu entnehmen.

## Vereinfachte Gefährdungsbeurteilung

Nach § 3 Absatz 6 der EMFV kann eine vereinfachte Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden. Die Möglichkeit der vereinfachten Gefährdungsbeurteilung wird in der TREMF im Teil 1, Abschnitt 6.4 erläutert. Sie kann durchgeführt werden, wenn Art und Umfang der EMF-Exposition die Einhaltung der unteren Auslöseschwellen oder der Schwellenwerte nach Teil 2, Anhang 1 Abschnitt A1.7 (für Personen mit Implantaten im Sinne des Forschungsberichts FB 451 „Elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz – Sicherheit von Beschäftigten mit aktiven und passiven Körperhilfsmitteln bei Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern“ des BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales) erwarten lassen. Die vereinfachte Gefährdungsbeurteilung muss nicht durch eine Fachkundige Person nach § 2 Absatz 8 EMFV erfolgen. Bei etwa 95 % der Arbeitsplätze und Arbeitsbereiche sollte eine vereinfachte Gefährdungsbeurteilung ausreichen. Der Ablauf einer vereinfachten Gefährdungsbeurteilung ist in Abbildung 2 dargestellt.

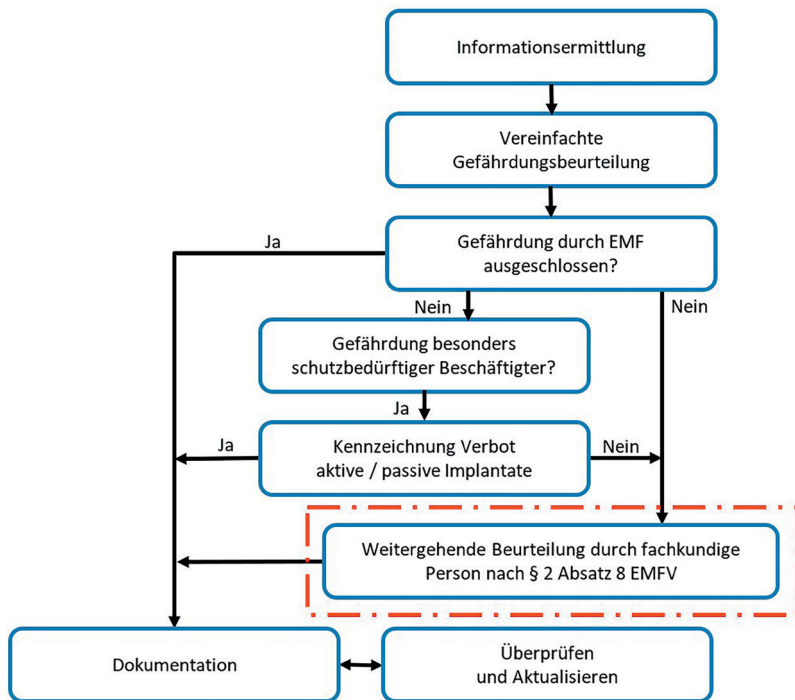


Abb. 2 Ablauf einer vereinfachten Gefährdungsbeurteilung

### Informationsermittlung

Zur Ermittlung können zum Beispiel herangezogen werden:

- Herstellerangaben, z. B. zu benutzten Arbeitsmitteln, Anlagen usw., einzuhaltenen Abständen, Emissionen von EMF
- DGUV Regeln und Informationen
- Informationen der Unfallversicherungsträger
- Forschungsberichte und Fachinformationen
- Durchgeführte Expositionsmessungen
- Betrachtung unterschiedlicher Expositionssituationen (z. B. Betriebsarten, Arbeitspositionen, Art und Dauer der Exposition, Reinigung, Instandhaltung)

### Vereinfachte Gefährdungsbeurteilung

Lässt sich aufgrund der Informationsermittlung eine Gefährdung durch EMF ausschließen, kann die Gefährdungsbeurteilung nach der Dokumentation beendet werden. Das ist der Fall, wenn die unteren Auslöseschwellen (EMFV/TREMF) oder die Schwellenwerte nach TREMF Teil 2 Anhang 1 Abschnitt A1.7 (für Implantattragende im Sinne des FB 451) unterschritten werden. Das regelmäßige Überprüfen mit eventuellen Aktualisierungen sowie das Unterweisen ist immer durchzuführen. Hilfestellung bietet die Tabelle A1.1 der TREMF Teil 1 Anhang 1. Hier sind Bewertungen verschiedener Expositionssituationen aufgeführt. Besonders schutzbedürftige Beschäftigte sind in der Tabelle nicht berücksichtigt. Weitere Unterstützung gibt die Tabelle 1 Abschnitt „Expositionssituationen“ dieser Fachinformation.

### Gefährdung besonders schutzbedürftiger Beschäftigter

Sind für besonders schutzbedürftige Beschäftigte, in der Regel Personen mit aktiven/passiven Implantaten, die Arbeitsplätze oder Arbeitsbereiche entsprechend gekennzeichnet und werden die Schwellenwerte nach TREMF Teil 2 Anhang 1 Abschnitt A1.7 (für Implantattragende im Sinne des FB 451) außerhalb der Kennzeichnung unterschritten, ist keine Gefährdung durch EMF zu unterstellen und das Ergebnis kann in die vereinfachte Gefährdungsbeurteilung übernommen werden.

### Beispiel:

Der Hersteller einer induktiven Erwärmungseinrichtung gibt einen Sicherheitsabstand von 1,5 Metern für Personen mit einem Herzschrittmacher oder Defibrillator an, mit entsprechender Kennzeichnung.

Der Betreiber der Erwärmungseinrichtung kann bei einem Abstand von  $> 1,5$  m das Unterschreiten der Schwellenwerte unterstellen und diese Informationen in der vereinfachten Gefährdungsbeurteilung verwenden.

Zur vereinfachten Einordnung einer möglichen Gefährdung unterstützt die Tabelle A2.1 der TREMF im Teil 1 Anhang 2. Die Tabelle zeigt die Bewertung verschiedener Expositionssituationen für Personen, die aktive oder passive Implantate tragen. Eine weitere Hilfe bietet die Tabelle 1 dieser Fachinformation unter dem Abschnitt „Expositionssituationen“.

Müssen Implantattragende in solchen Bereichen tätig werden, können individuelle Beurteilungen **fachkundig** durchgeführt werden. In der Regel können die Sicherheitsabstände verringert werden oder ganz entfallen. Weiterführende Informationen zur Hilfestellung bei der Beurteilung von Implantaten gibt die DGUV-Information 203-043 „Beeinflussung von Implantaten durch elektromagnetische Felder – Eine Praxishilfe für die betriebliche Praxis“.

**Weitergehende (fachkundige) Beurteilung**

Lässt sich eine Gefährdung durch EMF nicht ausschließen (s. vereinfachte Gefährdungsbeurteilung), muss die weitere Ermittlung fachkundig nach § 2 Absatz 8 EMFV erfolgen. In Abbildung 3 ist der Ablauf ersichtlich.

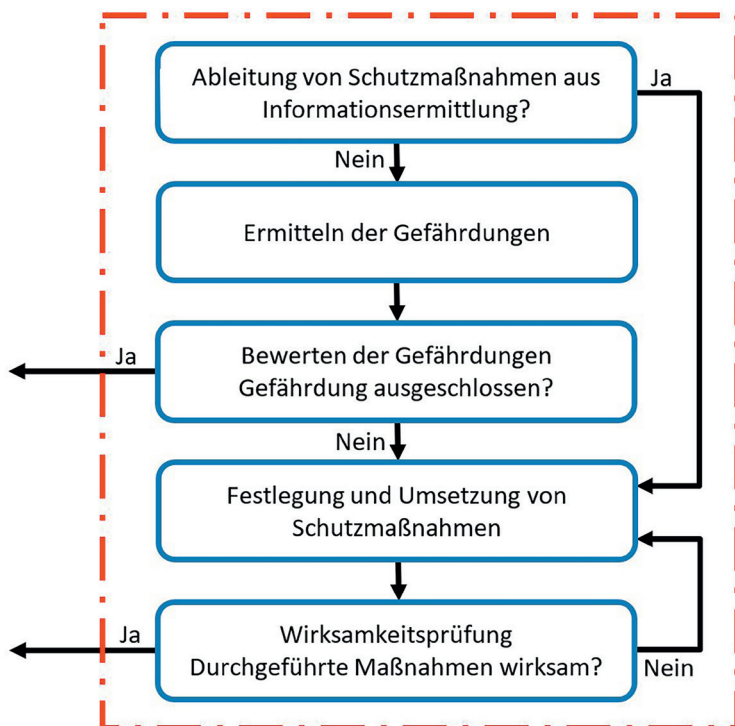


Abb. 3 Ablauf der weitergehenden Gefährdungsbeurteilung

**Ableitung von Schutzmaßnahmen aus Informationsermittlung**

Kann eine Gefährdung durch EMF nicht ausgeschlossen werden, ist die Gefährdungsbeurteilung fachkundig weiter durchzuführen.

Konnten innerhalb der Informationsermittlung Erkenntnisse über mögliche Schutzmaßnahmen gewonnen werden, können die Schutzmaßnahmen festgelegt und umgesetzt werden. Nach Umsetzung der Schutzmaßnahmen ist die Wirksamkeit zu prüfen. War die umgesetzte Schutzmaßnahme erfolgreich, kann die Gefährdungsbeurteilung mit der Dokumentation beendet werden. Sonst sind weitere Maßnahmen zur Expositionsminderung festzulegen und umzusetzen.

**Ermitteln der Gefährdungen**

Sind die bislang gesammelten Erkenntnisse für eine Beurteilung nicht ausreichend, muss weiter ermittelt werden. In der Praxis bedeutet das meist die Durchführung von Messungen. Dazu müssen die festzulegenden Messverfahren geeignet sein, das vorhandene Feld zu erfassen und zu beurteilen. Frequenzbereich und Art des Feldes (statisch, dynamisch, kontinuierlich, diskontinuierlich usw.) müssen unbedingt berücksichtigt werden. Die Messungen haben fachkundig zu erfolgen; das ist bei externer Beauftragung zu beachten. Natürlich können auch fachkundig durchgeführte Berechnungen zum Erkenntnisgewinn beitragen.

### ***Bewerten der Gefährdungen***

Ergibt die Bewertung der erweiterten Ermittlung, dass eine Gefährdung ausgeschlossen ist, kann die Gefährdungsbeurteilung mit der Dokumentation beendet werden.

Liegt weiterhin eine Gefährdung vor, müssen Schutzmaßnahmen festgelegt und umgesetzt werden.

### ***Festlegung und Umsetzung von Schutzmaßnahmen***

Müssen Schutzmaßnahmen ergriffen werden, hat das nach dem Stand der Technik zu erfolgen. Die Maßnahmen sind vorzugsweise an der Quelle durchzuführen. Sie dürfen allerdings nicht dazu führen, dass Grenzwerte anderer Gefährdungsfaktoren, z. B. Lärm, Lüftung usw., nicht eingehalten werden. Maßnahmen sind zum Beispiel alternative Arbeitsverfahren, Abschirmungen, Abgrenzungen (Schranken, Ketten, Lichtschranken, Verriegelung usw.), Erdung und Potenzialausgleich, Abstand und organisatorische Maßnahmen. Oft lassen sich Bedienungseinrichtungen, wie Zweihandschaltungen oder Fußschalter, einfach verlegen, wodurch der Abstand zur Quelle vergrößert werden kann. Organisatorische Maßnahmen umfassen raum- oder zeitorganisatorische Maßnahmen, zum Beispiel Beachtung von Sicherheitsabständen nach Herstellerangaben, Beschränkung der Aufenthaltsdauer (HF – 6-Minuten-Intervall). Der Einsatz von persönlicher Schutzausrüstung ist nur sehr begrenzt möglich und beschränkt sich auf den hochfrequenten Frequenzbereich.

### ***Wirksamkeitsprüfung***

Wurden Schutzmaßnahmen festgelegt und umgesetzt, ist ihre Wirksamkeit zu prüfen. Wurde durch die durchgeführten Maßnahmen die gewünschte Vermeidung von Gefährdungen durch EMF erreicht, endet die Gefährdungsbeurteilung mit der Dokumentation.

War die Maßnahme nicht erfolgreich, sind weitere Überlegungen zur Expositionsminderung nötig. Dazu kann die bisherige Maßnahme auch ergänzt oder verändert werden, z. B. Vergrößerung eines festgelegten Abstands. Nach der erneuten Festlegung und Umsetzung ist die Wirksamkeit wieder zu prüfen.

### **Dokumentation**

Die Gefährdungsbeurteilung ist unabhängig von der Anzahl der Beschäftigten zu dokumentieren.

Folgendes sollte angegeben werden:

- Bezeichnung und Beschreibung der Tätigkeit oder des Arbeitsplatzes bzw. des Arbeitsbereichs mit den Expositionsbedingungen
- Ergebnisse der durchgeführten Informationsermittlungen, z. B. Herstellerinformationen, vorhandene Expositionsdaten, Messwerte, sicherheitsbezogene Informationen,
- Erkenntnisse aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge sowie allgemein zugängliche, veröffentlichte Informationen dazu,
- Ergebnis der Bewertung und herangezogene Werte,
- alle Auswirkungen auf die Gesundheit und Sicherheit von besonders schutzbedürftigen Beschäftigten,
- erforderliche Maßnahmen zur Vermeidung oder Minimierung der Gefährdung einschließlich des Ergebnisses der Überprüfung der Wirksamkeit dieser Maßnahmen,
- Ergebnis der Prüfung auf Verfügbarkeit und Möglichkeit des Einsatzes alternativer Produkte bzw. Arbeitsmittel und Ausrüstungen zur Vermeidung oder Verringerung der Gefährdungen (Substitutionsprüfung),
- bei Kombinationswirkungen von EMF aus mehreren EMF-Quellen kann die Dokumentation auch orts-, personen- oder tätigkeitsbezogen erfolgen.

Die ermittelten Ergebnisse zur Gefährdungsbeurteilung sind in einer Form aufzubewahren, die es ermöglicht, dass später Einsicht genommen werden kann und dass abgeleitete Maßnahmen nachvollziehbar sind. Werden die oberen ALS für nichtthermische Wirkungen oder die ALS für thermische Wirkungen überschritten, beträgt die Aufbewahrungsfrist für die Ergebnisse aus Messungen und Berechnungen gemäß § 3 Absatz 6 EMFV mindestens 20 Jahre.

In der TREMF Teil 1 Abschnitt 10 erhalten Sie weitere Informationen.

### Überprüfung und Aktualisierung

Gefährdungsbeurteilungen und die Wirksamkeit möglicherweise abgeleiteter Maßnahmen sind regelmäßig zu überprüfen und gegebenenfalls zu aktualisieren. Zum Beispiel bei:

- verändertem Einsatz von Arbeitsmitteln
- veränderten Betriebsparametern
- veränderten Tätigkeiten, Arbeitsabläufen und Arbeitsbereichen
- Änderung zutreffender Vorschriften
- neuen Erkenntnissen zur Wirkung von EMF
- neuen arbeitsmedizinischen Erkenntnissen

Die Frist der regelmäßigen Überprüfung wird von den Arbeitgebenden festgelegt.

### Gleichartige Arbeitsbedingungen

Bei gleichartigen Arbeitsbedingungen reicht in der Regel die Beurteilung eines Arbeitsplatzes oder einer Tätigkeit aus. Tätigkeiten, die aufgrund der Arbeitsbedingungen als gleichartig angesehen werden, können zusammengefasst werden. Zu den Arbeitsbedingungen gehören beispielsweise auch die Betriebsparameter (Frequenz, Leistung usw.) oder zu berücksichtigende Sicherheitsabstände. So gibt es zum Beispiel in der mechanischen Bearbeitung eine Vielzahl von gleichartigen Arbeitsbedingungen.

### Besonders schutzbedürftige Beschäftigte

Je nach Schutzbedarf können sich Gefährdungen für besonders schutzbedürftige Beschäftigte auch bei Einhaltung der ALS und EGW gemäß der EMFV ergeben.

Zu dieser Personengruppe gehören Beschäftigte mit:

- aktiven medizinischen Implantaten, wie Herzschrittmacher und Defibrillatoren,
- passiven medizinischen Implantaten, die durch EMF beeinflussbar sind,
- am Körper getragenen medizinischen Geräten, wie Medikamentenpumpen,
- sonstigen durch EMF beeinflussbaren Gegenständen im Körper,
- durch Medikamenteneinnahme eingeschränkter Thermoregulation.



**Gefährdungsbeurteilung**

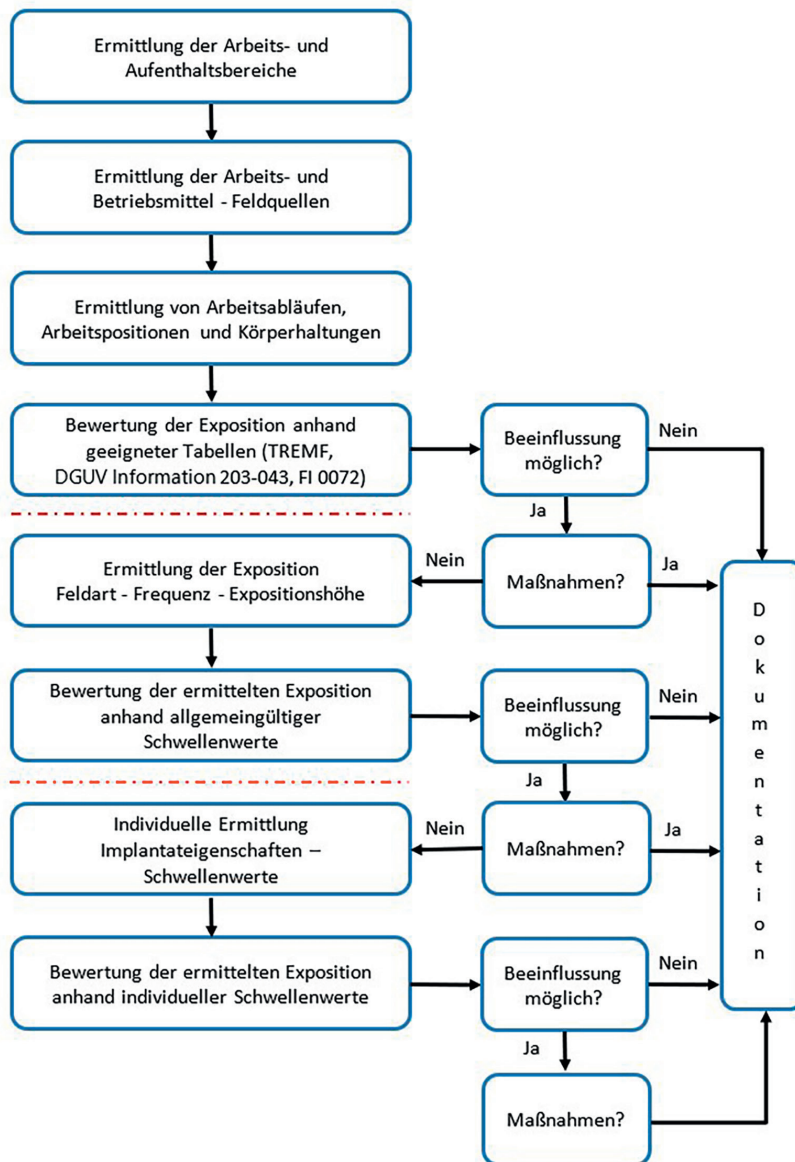


Abb. 4 Ablauf der verschiedenen Bewertungsmöglichkeiten

**Ermittlung der Arbeits- und Aufenthaltsbereiche**

Als erstes werden die Arbeits- und Aufenthaltsbereiche ermittelt. Nicht zu vergessen sind Zuwege zu diesen Bereichen sowie Wege zu Sozialbereichen, die Sozialbereiche selbst, aber auch Flucht- und Rettungswege.

**Ermittlung der Arbeits- und Betriebsmittel – Feldquellen**

Im nächsten Schritt erfolgt die Ermittlung der Arbeits- und Betriebsmittel. Mögliche Feldquellen können sich nicht nur im eigentlichen Arbeits- und Aufenthaltsbereich befinden. Hier sind alle vorher ermittelten Bereiche und Wege zu beachten.

**Ermittlung von Arbeitsabläufen, Arbeitspositionen und Körperhaltungen**

Bei der Ermittlung der Arbeitsabläufe ist auf unterschiedliche Arbeitspositionen und Körperhaltungen zu achten. Durch deren Änderung, z. B. Vorbeugen, können sich Abstände zur Feldquelle ändern und damit möglicherweise auch die Expositionssituation.

**Bewertung der Exposition anhand geeigneter Tabellen (TREM, DGUV Information 203-043, FI 0072)**

Eine Bewertung ist mit Hilfe geeigneter Tabellen durchführbar. Dazu dient die Tabelle A2.1 der TREMF im Teil 1 Anhang 2 oder die Tabelle in der DGUV Information 203-043. Es kann aber auch die Tabelle 1 dieser Fachinformation benutzt werden.

Ist anhand der Tabellen eine Beeinflussung des Implantats nicht möglich, ist die Gefährdungsbeurteilung (GBU) nach entsprechender Dokumentation beendet. Ergibt sich eine mögliche Beeinflussung des Implantats, kann die Ermittlung und Bewertung weitergeführt werden. Natürlich dürfen auch schon Maßnahmen zum Schutz ergriffen werden.

#### ***Ermittlung der Exposition Feldart – Frequenz – Expositionshöhe***

Bei der Feldart lassen sich elektrische, magnetische oder elektromagnetische Felder unterscheiden. Die Frequenz ist wichtig, da zulässige Schwellenwerte frequenzabhängig sind. Zum Vergleich mit zulässigen Schwellenwerten ist die Expositionshöhe die entscheidende Größe. Zur Ermittlung der Exposition können externe Informationen, z. B. Herstellerinformationen, benutzt werden. Auch ein Vergleich mit gleichen Anlagen, an denen schon ermittelt wurde, ist zulässig. Natürlich müssen auch die Betriebsparameter und Arbeitsbedingungen vergleichbar sein. Fachkundig durchgeführte Berechnungen und Messungen dienen hier natürlich ebenfalls dem Erkenntnisgewinn.

#### ***Bewertung der ermittelten Exposition anhand allgemeingültiger Schwellenwerte***

Die weitergeführte Ermittlung kann nun mit allgemeingültigen Schwellenwerten verglichen werden.

Solche Schwellenwerte sind in den Tabellen A1.25 – A1.28 im Anhang 1 Abschnitt 1.7.1 der TREMF für aktive und passive Implantate aufgeführt. Diese Schwellenwerte entsprechen denen des Forschungsberichts 451 „Elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz – Sicherheit von Beschäftigten mit aktiven und passiven Körperhilfsmitteln bei Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern“ des BMAS (Bundesministerium für Arbeit und Soziales). Zur Bewertung ist die ermittelte Exposition mit den passenden Schwellenwerten zu vergleichen. Sind die Schwellenwerte unterschritten, kann die GBU mit entsprechender Dokumentation beendet werden. Bei Überschreiten des jeweiligen Schwellenwerts erschließt sich durch das Berücksichtigen von individuellen Implantateigenschaften eine weitere Bewertungsmöglichkeit. Expositionsmindernde Maßnahmen, die zur Einhaltung der allgemeingültigen Schwellenwerte führen, sind immer möglich.

#### ***Individuelle Ermittlung Implantateigenschaften – Schwellenwerte***

Die fachkundige individuelle Ermittlung bietet für Implantattragende und Arbeitgebende immer Vorteile. Durch Berücksichtigung des individuellen Implantatsystems ergeben sich in der Regel höhere zulässige Schwellenwerte. In der Praxis bedeutet das geringere oder sogar völlig entfallende Sicherheitsabstände. Bei Personen mit Herzschrittmachern oder Defibrillatoren sind das Kenntnisse zu:

- Impulsgeber – Hersteller, Typ
- Elektrode/n – Hersteller, Typ
- Betriebsart – Modus
- Wahrnehmung – unipolar/bipolar
- programmierter Empfindlichkeit

Über ein Röntgenbild mit abgebildetem Implantatsystem lässt sich die tatsächliche Induktionsfläche des Systems berechnen. Daraus ergibt sich möglicherweise ein weiterer Faktor, der zu nochmals höheren Schwellenwerten führen kann.

#### ***Bewertung der ermittelten Exposition anhand individueller Schwellenwerte***

Die Bewertung erfolgt nun anhand der zuvor ermittelten Exposition und individuellen Schwellenwerten. Dazu wird die ermittelte Exposition mit den individuellen Schwellenwerten verglichen. Liegt die Exposition unterhalb des individuellen zulässigen Schwellenwerts, ist mit der Dokumentation die GBU beendet. Ergibt der Vergleich das Überschreiten des zulässigen Schwellenwerts, sind Maßnahmen zur Vermeidung einer Beeinflussung des Implantatsystems nötig. Die TREMF hält im Teil 1 Abschnitt 6.9 weitere Informationen bereit. Die Vorgehensweise einer individuellen Beurteilung ist in der DGUV Information 203-043 beschrieben.

## **Unterweisung**

Die Unterweisung der Beschäftigten nach § 19 EMFV ist auf Basis der Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Die Beschäftigten sind dabei auch über den Anspruch und den Zweck der arbeitsmedizinischen Vorsorge nach der Verordnung über arbeitsmedizinische Vorsorge zu unterrichten. Zu Gefährdungen durch mögliches Fehlverhalten der Beschäftigten, z. B. bei Entfernung oder Beschädigung von Abschirmeinrichtungen an einer Maschine oder an einem Gerät, ist ebenfalls zu unterweisen.

Ziel ist es, die Beschäftigten über die Gefährdungen durch direkte und indirekte Wirkungen von EMF zu informieren. Sie müssen mit den vorhandenen Sicherheitseinrichtungen und mit den Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung der Gefährdungen vertraut gemacht werden, damit Gesundheitsschäden durch EMF verhindert werden. Den Beschäftigten soll aufgezeigt werden, worin die Gefährdungen bestehen und wie die Exposition gegenüber EMF im Vergleich zu den Auslöschwellen und Expositionsgrenzwerten einzuschätzen ist, welche Maßnahmen gegebenenfalls ergriffen wurden und wie sie diese umsetzen. Zur

ordnungsgemäßen Handhabung einer EMF-Quelle sind z. B. erforderliche Verhaltens- und Handlungsweisen zu erklären. Die Beschäftigten sind dazu anzuhalten, gesundheitliche und sensorische Wirkungen zu melden, damit nach § 6 Absatz 6 EMFV unverzüglich die Gründe dafür ermittelt werden können und bei Bedarf die GBU mit möglicherweise weiteren Schutzmaßnahmen angepasst werden kann.

Im Rahmen der Unterweisung ist auch darauf hinzuweisen, dass für besonders schutzbedürftige Beschäftigte (z. B. Implantat-tragende) eine individuelle Gefährdungsbeurteilung nur möglich ist, wenn der Arbeitgebende von der besonderen Schutzbedürftigkeit Kenntnis erhält.

Weitere Hinweise zur Unterweisung finden Sie sich im Teil 1 Abschnitt 7 der TREMF.

## Fachkundige Personen

Die Anforderungen an Fachkundige umfassen im Sinne von § 2 Absatz 8 EMFV eine entsprechende Berufsausbildung oder Berufserfahrung, jeweils in Verbindung mit einer zeitnah ausgeübten einschlägigen beruflichen Tätigkeit sowie die Teilnahme an spezifischen Fortbildungsmaßnahmen.

Fachkundige Personen für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung kennen sich mit den Vorschriften und Regelwerken aus und sind in der Lage, Gefährdungen von Beschäftigten vor Beginn deren Tätigkeit im Rahmen ihrer Fachkunde zu ermitteln, zu bewerten sowie bei Bedarf geeignete Maßnahmen abzuleiten. Die durchführende fachkundige Person kann andere Fachkundige hinzuziehen, um ergänzende Fachkunde einzuholen.

Im Teil 1 Abschnitt 3.4 der TREMF sind Hinweise und weitere Kenntnisse zur fachkundigen Person aufgeführt.

## Expositionszonenkonzept

Zum Schutz der Beschäftigten und zur vereinfachten Anwendung der Anforderungen der EMFV in der betrieblichen Praxis können Expositionszonen abgeleitet werden. Die Expositionszonen stellen den Bezug zwischen der Höhe der EMF-Exposition und der möglichen Wirkung auf die Beschäftigten, den einzuhaltenden ALS und den erforderlichen Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten dar. Die in den einzelnen Expositionszonen durchzuführenden Maßnahmen bauen aufeinander auf. Das Expositionszonenkonzept gilt nur für direkte Wirkungen von EMF und Wirkungen auf Implantate im Sinne des Forschungsberichts FB 451. Andere indirekte Wirkungen werden nicht berücksichtigt und müssen, wenn erforderlich, gesondert betrachtet werden, beispielsweise Brand und Explosion durch elektrischen Überschlag.

Vorgesehen sind vier Expositionszonen (0 bis 3) sowie die Gefahrenzone. Die Expositionszone 0 hat dabei die geringste Exposition. Die Expositionszonen sind aus den ALS der EMFV und aus den Schwellenwerten von besonders schutzbedürftigen Beschäftigten abgeleitet.

Soll das Expositionszonenkonzept auch auf Dritte, wie Beschäftigte von Fremdfirmen oder die Allgemeinbevölkerung (z. B. Besucher), angewendet werden, sind z. B. die Regelungen der 26. BImSchV oder der EU-Ratsempfehlung zu EMF 1999/519/EG anzuwenden (siehe Hinweise in Abschnitt 7.1 Teil Allgemeines der TREMF).

## Expositionssituationen

Die folgende Tabelle soll bei der Beurteilung der Expositionssituationen in Arbeitsbereichen, von Anlagen, Maschinen und Geräten unterstützen. Die Bewertung in der Spalte „ALS“ mit „■“ (grünes Feld) kann zur Begründung einer vereinfachten Gefährdungsbeurteilung herangezogen werden.

### Spalte ALS:

- < untere ALS „Nichtthermische Wirkungen“
  - ab 300 Hz sind untere ALS und obere ALS gleich (B-Feld)
  - ab 3 kHz sind untere ALS und obere ALS gleich (E-Feld)
- < ALS „Thermische Wirkungen“

- > untere ALS und < obere ALS je nach Frequenz „Nichtthermische Wirkungen“
- > obere ALS „Nichtthermische Wirkungen“
- > ALS „Thermische Wirkungen“

**Spalte Implantate:**

Aktive Implantate sind in der Regel implantierte Herzschrittmacher (HSM), Defibrillatoren (ICD) und Geräte zur Resynchronisationstherapie (CRT), siehe Körperhilfsmittel.

Passive Implantate sind zum Beispiel Endoprothesen, Schienen, Nägel, Schrauben, Stents usw. In der Regel bestehen diese Implantate aus Metall (Edelstahl, Titan, Gold), siehe Körperhilfsmittel. Zu beachten sind hier auch metallische Fremdkörper im oder am menschlichen Körper, siehe Wirkungen.

- Beeinflussung nicht wahrscheinlich
- Beeinflussung möglich

Der Bewertung liegen allgemein zulässige Werte zu Grunde. Zulässige Werte lassen sich den Tabellen A1.25 – A1.28 der TREMF oder dem Forschungsbericht des BMAS, FB 451, entnehmen. Bei individueller Beurteilung erhöhen sich in den meisten Fällen die zulässigen Werte. Eine individuelle Beurteilung kann nach DGUV Information 203-043 durchgeführt werden.

Bei körpergetragenen medizinischen Geräten, z. B. Insulinpumpe, ist eine Beeinflussung ebenfalls nicht wahrscheinlich, wenn der zulässige Wert für aktive Implantate unterschritten wird.

Arbeitsbereich/Arbeitsplatz Anlage, Maschine, Gerät	Implantate		Bemerkungen
	ALS	aktiv passiv	
<b>Gebäude/Grundstücke</b>			
Öffentlich zugängliche Bereiche z. B. Empfang	■	■	Einhaltung der 26. BImSchV
<b>Energieversorgung</b>			
Trafohäuser, Traforäume	■	■	Abgeschlossene Betriebsstätte, Zutritt nur für Befugte, innerhalb Einzelfallbeurteilung bei Implantattragenden
Schalträume, Schalträume	■	■	Abgeschlossene Betriebsstätte, Zutritt nur für Befugte, innerhalb Einzelfallbeurteilung bei Implantattragenden
Schaltschränke für Maschinen, geschlossen	■	■	Bei offenen Schaltschränken ggf. Einzelfallbeurteilung bei Implantattragenden
Kompensationsanlagen (Drosseln)	■	■	Sehr stark abstandsabhängig
<b>Bürobereich</b>			
PC, Monitor, Drucker, WLAN, Geräte mit drahtloser Schnittstelle, Kopierer, Telefon, Aktenvernichter, Beleuchtung, Sicherungskasten usw.	■	■	Bei enthaltenen Magneten (z. B. Lautsprechern) 20 cm Abstand zum Implantat, Geräte mit drahtloser Schnittstelle 15 cm zum Implantat
<b>Innerbetrieblicher Transport</b>			
Flurförderfahrzeuge/Stapler mit Verbrennungsmotor oder Elektroantrieb	■	■	Für Fahrpersonal; Instandhaltung an Anlasser, Lichtmaschine, Motor, Zündung gesondert beurteilen.
Ladestation für Elektrostapler	■	■	Erst Ladekabel anschließen, dann einschalten, während des Ladens Ladekabel nicht vor aktives Implantat halten.
Fahrerloses Transportsystem (induktiv)	■	■	Abstand Implantat aktiv 50 cm, passiv 15 cm. Nicht auf Leiterschleife stehen bleiben.

Arbeitsbereich/Arbeitsplatz Anlage, Maschine, Gerät	ALS		Implantate		Bemerkungen
	aktiv	passiv	aktiv	passiv	
Fahrerloses Transportsystem (externe Ladestation für Batterien)	■	■	■	■	Keine Energieübertragung, im Fahrweg nur Steuerleitung
Lasthebemagnete, handbedient (Hebehilfe)	■	■	■	■	Bis 1000 kg. Abstand Implantate 20 cm, auch zu Materialkanten. Auf vollflächige Auflage achten. Nicht im Leerlauf betreiben.
Schwerlasthebemagnete, Krantransport	■	■	■	■	Sicherheitsabstand für Implantattragende 2 m. Besonders Rohrtransport. Remanenz des Materials beachten.
<b>Be- und Verarbeitung</b>					
Bohren, Drehen, Fräsen, Schleifen, Sägen, Honen usw. (konventionell + CNC)	■	■	■	■	Für Bedienpersonal; zu magnetischen Spannvorrichtungen, Magnetabscheidern und Linearantrieben 20 cm Abstand. Instandhaltungspersonal gesondert beurteilen.
Anlagen zur Kühlschmierstoffversorgung	■	■	■	■	Antriebe, Pumpen; zu Magnetabscheidern 20 cm Abstand
Erodieranlagen	■	■	■	■	Erodieranlagen erzeugen vielfältiges Frequenzgemisch, bei aktiven Implantaten 1 m Abstand, Einzelfallbeurteilung
Elektrohandwerkzeuge netzbetrieben zum Bohren, Schleifen, Sägen, Trennen, Fräsen usw.	■	■	■	■	Nur in Implantatnähe, 20 cm Abstand
Elektrohandwerkzeuge (Akku) zum Bohren, Schleifen, Sägen, Trennen, Fräsen usw.	■	■	■	■	In unmittelbarer Implantatnähe, 15 cm Abstand
Walzen, Warm- und Kaltverformung	■	■	■	■	Steuerstand, Hüttenflur bedienseitig; Instandhaltungspersonal gesondert beurteilen.
Drahtziehen, Kaltverformung	■	■	■	■	
Drahtziehen, Warmverformung (induktiv beheizt)	■	■	■	■	An Erwärmungseinrichtung
Schmieden, induktive Erwärmungseinrichtung	■	■	■	■	Erwärmungseinrichtungen unterschiedlich in Frequenz Leistung und Abstand; Einzelfallbeurteilung; an Schmiedeinrichtung (Hammer, Presse) selbst ALS ■
<b>Oberflächenkontrolle</b>					
Fluxen, Rissprüfung	■	■	■	■	Bedienpersonal während der Durchflutung vor Werkstück
Fluxen, Rissprüfung halbautomatisch/ automatisch	■	■	■	■	Bedienpersonal 2 m Abstand während der Durchflutung
<b>Entmagnetisieren/Magnetisieren</b>					
Spulen, Platten, Kondensatorentladung	■	■	■	■	Anlagen sehr variabel in Frequenz und Abstand Einzelfallbeurteilung
<b>Schweißen / Lötten</b>					
Lichtbogenhandschweißen Elektrode, MIG/MAG, WIG, UP	■	■	■	■	Variabel in Frequenz und Schweißstromhöhe; bei aktiven Implantaten Einzelfallbeurteilung; Spulenbildung vermeiden, Schweißstromhin- und -rückleiter dicht beieinander führen, Schweißstromrückleiter nah an Schweißstelle ankleben, Schweißleiter ohne Körperkontakt führen.
Lichtbogenschweißen automatisiert, MIG/MAG, WIG, UP	■	■	■	■	Variabel in Frequenz und Schweißstromhöhe; bei aktiven Implantaten Einzelfallbeurteilung; abhängig vom Zugang zu Schweißquelle und Schweißleitern

Arbeitsbereich/Arbeitsplatz Anlage, Maschine, Gerät	Implantate		Bemerkungen
	ALS	aktiv passiv	
Widerstandsschweißen von Hand	Yellow	Red	Variabel in Frequenz und Schweißstromhöhe; bei Implantaten Einzelfallbeurteilung
Widerstandsschweißen automatisiert	Green	Green	Variabel in Frequenz und Schweißstromhöhe; Abstand zu schweißstromführenden Teilen in der Regel > 1 m; für Einricht- und Instandhaltungspersonal gesonderte Beurteilung
Laserschweißen	Green	Red	Unmittelbar am Resonator Durch Einhausung in der Regel unkritisch
Stumpfschweißen	Green	Red	Variabel in Frequenz und Schweißstromhöhe; Abstand zu schweißstromführenden Teilen in der Regel > 1 m; für Einricht- und Instandhaltungspersonal gesonderte Beurteilung
Löten von Hand, induktiv	Yellow	Red	Variabel in Frequenz und Abstand
<b>Wärmebehandlung</b>			
Glühen, Härten, Anlassen, Vergüten (induktiv)	Yellow	Red	Anlagen sehr variabel in Frequenz und Abstand Einzelfallbeurteilung
Glühen, Härten, Anlassen, Vergüten (Vakuum)	Green	Red	Anschlussbereiche
Warmhalten, widerstandsbeheizt	Green	Red	Anschlussbereiche
<b>Elektrolyse / Galvanik</b>			
Anlagen zum Chromatieren, Eloxieren, Brünieren, Beizen usw.	Green	Red	Gleichrichter, Stromschienen und Badanschlüsse; sehr unterschiedlich in Größe und Stromhöhe
<b>Metall- Stahlerzeugung</b>			
Elektroschlackenumschmelzanlagen	Yellow	Red	Anlagen variabel in Abstand zu stromführenden Teilen; Einzelfallbeurteilung
Lichtbogenöfen	Yellow	Red	Anlagen variabel in Abstand zu stromführenden Teilen; Einzelfallbeurteilung
Schmelzöfen ohne Blechpakete (Joche), induktiv	Yellow	Red	Anlagen variabel in Frequenz und Abstand; Einzelfallbeurteilung
Schmelzöfen mit Blechpaketen (Joche), induktiv	Green	Red	Anlagen variabel in Frequenz und Abstand; Einzelfallbeurteilung
<b>Induktive Anwärmeinrichtungen u. -geräte</b>			
Erwärmungseinrichtung für Lagerringe von Stützwalzenzapfen	Yellow	Red	Für aktive Implantate kann sich ein sehr großer Abstand ergeben; Einzelfallbeurteilung
Lageranwärmegeräte, kleine Tischgeräte	Green	Red	Einzelfallbeurteilung bei aktiven Implantaten
Lageranwärmegeräte, große Geräte, meist stationär	Yellow	Red	Einzelfallbeurteilung

Arbeitsbereich/Arbeitsplatz Anlage, Maschine, Gerät	ALS	Implantate		Bemerkungen
		aktiv	passiv	
<b>Induktive Anwärmeinrichtungen u. -geräte</b>				
Einschrumpfgeräte für Werkzeuge	Yellow	Red	Red	Unterschiedlich in Frequenz, Leistung und Abstand; Einzelfallbeurteilung
Kantenerwärmung für Warmband	Green	Red	Green	Einzelfallbeurteilung bei aktiven Implantaten
Mobiles Gerät zur Vorwärmung von Dickmaterial beim Schweißen	Yellow	Red	Red	Einzelleitungen entlang der zu erstellenden Schweißnaht; Befestigung mit Magnethaltern; Einzelfallbeurteilung
<b>Mikrowellenerwärmung</b>				
Trocknen, Leimen und Formen von Holz	Yellow	Red	Red	Einzelfallbeurteilung

Die Angaben in Tabelle 1 stützen sich auf Erfahrungen der BGHM. Ein Anspruch auf Vollständigkeit wird nicht erhoben.

## Literaturhinweise

### Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

#### *Europäisches Regelwerk*

1999/519/EG

Empfehlung des Rates zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz)

2013/35/EU

Richtlinie 2013/35/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder) (20. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG) und zur Aufhebung der Richtlinie 2004/40/EG

#### *Nationales Regelwerk*

ArbSchG

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)

JArbSchG

Gesetz zum Schutze der arbeitenden Jugend (Jugendarbeitsschutzgesetz – JArbSchG)

ProdSG Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz – ProdSG)

SprengG

Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz – SprengG)

26. BImSchV

Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV)

BetrSichV

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV)

EMFV

Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder (Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern – EMFV)

GefStoffV

Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)

SprengTR 310

Technische Regel zum Sprengstoffrecht Sprengarbeiten (SprengTR 310 – Sprengarbeiten)

TREMF NF

Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern – Statische und zeitveränderliche elektrische und magnetische Felder im Frequenzbereich bis 10 MHz

TREMF HF

Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern – Elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 100 kHz bis 300 GHz

TREMF MR

Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern – Magnetresonanzverfahren



**DGUV-Publikationen**

DGUV Information 203-043

„Beeinflussung von Implantaten durch elektromagnetische Felder“ von Juni 2009, aktualisierte Fassung März 2012

**Forschungsberichte**

FB 400

Forschungsbericht „Elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz“, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, November 2011

FB 451

Forschungsbericht „Elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz – Sicherheit von Beschäftigten mit aktiven und passiven Körperhilfsmitteln bei Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern“, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Februar 2015

**Sonstiges**

EmpfBS 1114 Empfehlungen zur Betriebssicherheit „Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln“ des Ausschusses für Betriebssicherheit