

Technische Regeln zur Arbeitsschutz- verordnung zu elektromagnetischen Feldern	TREMF Statische und zeitverän- derliche elektrische und magnetische Felder im Frequenzbereich bis 10 MHz	Teil 3: Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung von Gefährdungen durch statische und zeitveränderliche elektrische und magnetische Felder im Frequenzbereich bis 10 MHz
---	---	--

Die Technischen Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu statischen und zeitveränderlichen elektrischen und magnetischen Feldern im Frequenzbereich bis 10 MHz (TREMF NF) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder wieder.

Sie werden vom **Ausschuss für Betriebssicherheit** unter Beteiligung des **Ausschusses für Arbeitsmedizin** ermittelt bzw. angepasst und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) im Gemeinsamen Ministerialblatt (GMBI) bekannt gegeben.

Diese TREMF NF Teil 3 „Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung von Gefährdungen durch statische und zeitveränderliche elektrische und magnetische Feldern im Frequenzbereich bis 10 MHz“ konkretisiert im Rahmen ihres Anwendungsbereichs die Anforderungen der Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern (EMFV). Bei Einhaltung dieser Technischen Regel kann der Arbeitgeber davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der Verordnung erfüllt sind. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, muss er damit mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen.

Inhalt

- 1 Anwendungsbereich
 - 2 Begriffsbestimmungen
 - 3 Allgemeines und Rangfolge
 - 4 Vorgehensweise bei der Anwendung der besonderen Festlegungen
 - 5 Substitutionsprüfung, Vermeidung
 - 6 Technische Maßnahmen
 - 7 Organisatorische Maßnahmen
 - 8 Persönliche Maßnahmen
 - 9 Betriebszustände
 - 10 Gestaltung und Einrichtung von Arbeitsplätzen
 - 11 Maßnahmen gegen indirekte Wirkungen
 - 12 Literaturhinweise
- Anhang 1 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung
- Anhang 2 Betriebsanweisung

1 Anwendungsbereich

- (1) Der Teil 3 „Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung von Gefährdungen durch statische und zeitveränderliche elektrische und magnetische Felder im Frequenzbereich bis 10 MHz“ der TREMF NF behandelt das Vorgehen bei der Festlegung von Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung von Gefährdungen durch statische und zeitveränderliche elektrische und magnetische Felder im Frequenzbereich bis 10 MHz nach dem Stand der Technik, wie es in § 6 EMFV gefordert wird. Die Dokumentation der anzuwendenden Schutzmaßnahmen ist Teil der Gefährdungsbeurteilung (siehe auch Teil 1 dieser TREMF).
- (2) Die TREMF NF gilt für statische und zeitveränderliche elektrische und magnetische Felder im Frequenzbereich bis 10 MHz. Sie gilt nach § 1 Absätze 2 und 3 EMFV nur für Kurzzeitwirkungen und nicht für vermutete Langzeitwirkungen.
- (3) Unabhängig von den in dieser TREMF NF beschriebenen Vorgehensweisen sind vom Arbeitgeber die Beschäftigten oder ihre Interessenvertretung, sofern diese vorhanden ist, aufgrund der einschlägigen Vorschriften zu beteiligen.

2 Begriffsbestimmungen

In diesem Teil 3 „Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung von Gefährdungen durch statische und zeitveränderliche elektrische und magnetische Felder im Frequenzbereich bis 10 MHz“ der TREMF NF werden Begriffe so verwendet, wie sie im Teil „Allgemeines“ der TREMF NF erläutert sind.

3 Allgemeines und Rangfolge

- (1) Ergibt die Bewertung der ermittelten Exposition nach § 3 EMFV und Teil 2 dieser TREMF, dass eine Überschreitung der ALS oder der EGW nach Teil 2 Anhang 1 nicht ausgeschlossen werden kann, dann sind nach den §§ 3, 6, 7 – 14 EMFV Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung der Gefährdung von Beschäftigten durch EMF nach dem Stand der Technik festzulegen und durchzuführen.
- (2) Bei der Festlegung und Durchführung der Schutzmaßnahmen ist gemäß § 6 EMFV die Rangfolge des STOP-Prinzips zu berücksichtigen (siehe Teil „Allgemeines“ Abschnitt 4.39).
- (3) Wenn Sofortmaßnahmen die Exposition unter die ALS absenken sollen, haben Schutzmaßnahmen, die sich schnell durchführen lassen, eine höhere Priorität.
- (4) Kollektive Schutzmaßnahmen haben nach § 4 ArbSchG Vorrang vor individuellen.
- (5) Die Gefährdungen durch EMF sind vorrangig an der Quelle zu verhindern oder auf ein Minimum zu reduzieren. Bei der Anwendung von Schutzmaßnahmen müssen die ALS, die nicht von EGW abgeleitet sind, nach Anhang 2 EMFV eingehalten werden.
- (6) Ergibt die Bewertung der ermittelten Exposition, dass auch Gefährdungen durch indirekte Auswirkungen nicht auszuschließen sind, dann sind Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik vorzusehen, die indirekte Gefährdungen nach Teil „Allgemeines“ Abschnitt 4.20 ausschließen oder minimieren.
- (7) Nach Durchführung der Maßnahmen muss ihre Wirksamkeit z. B. durch Messung oder Berechnung dokumentiert werden.
- (8) Zur Vermeidung oder Verringerung von Gefährdungen durch EMF sind EMF-Quellen nach den Angaben des Wirtschaftsakteurs nach § 2 Ziffer 29 ProdSG unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung bestimmungsgemäß zu verwenden.
- (9) Die Durchführung der Schutzmaßnahmen erfolgt nach dem Stand der Technik (siehe Teil „Allgemeines“ Abschnitt 4.38).

(10) Die Durchführung der abgeleiteten Maßnahmen setzt das Durchsetzungsrecht dieser Maßnahmen voraus.

Hinweis: Es wird empfohlen, im Vorfeld zur Durchführung einer Maßnahme zu klären, ob diese tatsächlich durchführbar ist.

4 Vorgehensweise bei der Anwendung der besonderen Festlegungen

(1) Liegt eine Überschreitung der ALS oder EGW nach Anhang 2 der EMFV vor, so sind die in den nachfolgenden Unterabschnitten aufgeführten Punkte in Verbindung mit §§ 7 – 14 EMFV zu erfüllen.

(2) Die praxisgerechte Vorgehensweise orientiert sich dabei an der Reihenfolge des STOP-Prinzips (siehe Teil „Allgemeines“ Abschnitt 4.39). Unabhängig von den gewählten Maßnahmen müssen die sich aus §§ 7–14 EMFV ergebenden Forderungen (Einhaltung von Grenzwerten, Ausschluss von Gefährdungen durch direkte und indirekte Wirkung etc.) erfüllt werden.

Hinweis: Es wird empfohlen, sich im Vorfeld der Durchführung technischer Maßnahmen über deren Durchführbarkeit, die ausreichende Wirksamkeit der gewählten Maßnahme und deren Bedeutung für die Arbeitsweise zu informieren.

4.1 Überschreitung der Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen bei Tätigkeiten im statischen Magnetfeld über 2 Tesla nach § 7 EMFV

(1) Bei Überschreitung des EGW für sensorische Wirkungen unter normalen Arbeitsbedingungen im statischen Magnetfeld mit $B > 2 \text{ T}$ nach Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.7 hat der Arbeitgeber dafür zu sorgen, dass

1. die Exposition am Arbeitsplatz nur die Gliedmaßen der Beschäftigten betrifft und eine gefährdende Exposition von Kopf und Rumpf ausgeschlossen ist oder
2. nach Durchführung der festgelegten Maßnahmen entsprechend der Gefährdungsbeurteilung nach § 3 EMFV
 - a) die Überschreitung der EGW für sensorische Wirkungen nach Teil 2 Anhang 1 Tabellen A1.7 und A1.10 auf kurzzeitige Einzelereignisse unter definierten Betriebsbedingungen beschränkt ist,
 - b) die EGW für kontrollierte Arbeitsbedingungen nach Teil 2 Anhang 1 Tabellen A1.7 und A1.9 eingehalten werden,
 - c) nur speziell unterwiesene und geschulte Beschäftigte Zugang zu den kontrollierten Bereichen haben,
 - d) spezielle Arbeitspraktiken und Maßnahmen, insbesondere kontrollierte Bewegungen der Beschäftigten im Bereich mit hohen räumlichen Magnetfeldgradienten, angewendet werden und
 - e) weitere Maßnahmen nach § 6 Absatz 2 EMFV ergriffen werden, wenn vorübergehende Symptome nach § 6 Absatz 7 EMFV auftreten.

Hinweis: Wird der EGW für sensorische Wirkungen bei Tätigkeiten in statischen Magnetfeldern mit $B > 2 \text{ T}$ überschritten, können bei Bewegungen in diesen Feldern durch induzierte Körperströme im zentralen Nervensystem z. B. Schwindel und/oder Übelkeit auftreten (siehe Teil „Allgemeines“ Anhang 1 Abschnitt A1.3).

(2) In Ergänzung der unter Absatz 1 Nummer 2 Buchstaben c bis e genannten organisatorischen Maßnahmen können technische Maßnahmen zur Vermeidung einer Ganzkörperexposition und Teilkörperexposition des Kopfes und Rumpfes z. B. Abgrenzungen (siehe Teil „Allgemeines“ Abschnitt 6.2) oder Abschränkungen (siehe Teil „Allgemeines“ Abschnitt 6.3) mit Durchgriffs- und Durchtrittsöffnungen für die Gliedmaßen umfassen.

(3) Im Zusammenhang mit Absatz 1 Nummer 2 Buchstabe a wird als „kurzzeitige Einzelergebnisse“ das Auftreten von sensorischen Wirkungen wie folgt verstanden:

1. „kurzzeitig“ ist die Zeitspanne von der Überschreitung des EGW für sensorische Wirkungen bis zur eigentlichen Wahrnehmung der sensorischen Wirkung durch den exponierten Beschäftigten einschließlich der Dauer der daraufhin unverzüglich durchzuführenden Sofortmaßnahmen zur Reduktion der Exposition unterhalb des EGW für sensorische Wirkungen,
2. „Einzelergebnis“ beschreibt in diesem Zusammenhang eine Überschreitung der EGW für sensorische Wirkungen bzw. der unteren ALS für statische und niederfrequente magnetische Felder (z. B. durch das Verhalten oder die Bewegung des Beschäftigten). Die Überschreitung kann eine reversible sensorische Wirkung zur Folge haben.

Weitere absehbare Überschreitungen werden durch verhaltensbezogene Maßnahmen, die z. B. im Rahmen der Unterweisung (siehe Abschnitt 7.5) den Beschäftigten vorgestellt werden, vermieden.

4.2 Überschreitung der Auslöseschwellen für die Projektilwirkung von ferromagnetischen Gegenständen im Streufeld von Anlagen mit hohem statischen Magnetfeld ($B > 100$ mT) nach § 8 EMFV

(1) Bei Überschreitung der unteren ALS für die Projektilwirkung (siehe Teil „Allgemeines“ Abschnitt 4.34) von ferromagnetischen Gegenständen im Streufeld von Anlagen mit hohen statischen Magnetfeldern ($B > 100$ mT) nach Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.17 hat der Arbeitgeber die betreffenden Arbeitsbereiche nach § 6 Absatz 3 EMFV zu kennzeichnen.

(2) Bei Überschreitung der oberen ALS für die Projektilwirkung von ferromagnetischen Gegenständen im Streufeld von Anlagen mit hohen statischen Magnetfeldern ($B > 100$ mT) nach Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.17 hat der Arbeitgeber weitere Maßnahmen nach § 6 Absatz 2 EMFV zu ergreifen, um Gefährdungen der Beschäftigten zu beseitigen oder zu minimieren. Dazu zählen insbesondere folgende Maßnahmen:

1. Bereitstellung und Verwendung von geeigneten nichtferromagnetischen Arbeitsmitteln,
2. Abschirmungen, Verriegelungen oder andere Sicherheitseinrichtungen,
3. Zugangskontrolle zum betreffenden Arbeitsbereich, erforderlichenfalls Einsatz von Detektoren für ferromagnetische Gegenstände und
4. betriebsorganisatorische Maßnahmen, insbesondere Schulung und Unterweisung sowie erforderlichenfalls Hinweise für Dritte, damit Beschäftigte nicht gefährdet werden.

4.3 Überschreitung der oberen Auslöseschwelle für die Beeinflussung von implantierten aktiven oder am Körper getragenen medizinischen Geräten in statischen Magnetfeldern nach § 9 EMFV

Bei Überschreitung der oberen ALS nach Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.16 hat der Arbeitgeber weitere Maßnahmen nach § 6 Absatz 2 EMFV zu ergreifen, um Gefährdungen der Beschäftigten mit implantierten aktiven oder am Körper getragenen medizinischen Geräten zu beseitigen oder zu minimieren. Dazu zählen insbesondere folgende Maßnahmen:

1. Bewertung der Einwirkung für den einzelnen Mitarbeiter auf der Grundlage von Informationen des Herstellers des implantierten aktiven medizinischen Gerätes und soweit möglich des behandelnden Arztes oder Arbeitsmediziners,
Hinweis: Für weitere Informationen zur individuellen Bewertung siehe Teil 1 Abschnitt 6.9.

2. Zugangsbeschränkung zum betreffenden Arbeitsbereich insbesondere durch Kontroll- oder Absperrmaßnahmen,
3. betriebsorganisatorische Maßnahmen, insbesondere Schulung und Unterweisung, individuelle oder allgemeine Zugangsverbote und
4. um den Beschäftigten mit implantierten aktiven oder am Körper getragenen medizinischen Geräten Gefährdungen kenntlich zu machen, werden die Arbeitsbereiche nach § 6 Absatz 3 EMFV (z. B. P007, siehe Anhang 1) gekennzeichnet.

4.4 Überschreitung der unteren Auslöseschwellen für externe elektrische Felder im Frequenzbereich von 0 Hertz bis 10 Megahertz nach § 10 EMFV

(1) Bei Überschreitung der unteren ALS für externe elektrische Felder mit $0 \text{ Hz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$ nach Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.13 hat der Arbeitgeber, wenn keine geeigneten alternativen Arbeitsverfahren zur Verfügung stehen, dafür zu sorgen, dass

1. die EGW der internen elektrischen Feldstärke E_i für sensorische Wirkungen im Frequenzbereich mit $f \leq 400 \text{ Hz}$ nach Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.10 nicht überschritten und Gefährdungen durch direkte und indirekte Wirkungen vermieden oder verringert werden und damit ein sicheres Arbeiten gewährleistet ist oder
2. nach Durchführung der festgelegten Maßnahmen entsprechend der Gefährdungsbeurteilung
 - a) die Gefährdung durch Entladungen oder Kontaktströme durch spezifische Maßnahmen ausgeschlossen ist. Dazu zählen insbesondere
 - geeignete technische Arbeitsmittel,
 - Maßnahmen zum Potentialausgleich (siehe auch Abschnitt 6.5),
 - die Erdung von Arbeitsgegenständen (und Arbeitsmitteln) (siehe auch Abschnitt 6.4),
 - die spezielle Schulung und Unterweisung der Beschäftigten,
 - persönliche Schutzausrüstung wie isolierende (oder leitfähige) Schuhe, Isolierhandschuhe und Schutzkleidung (sofern am Markt verfügbar) und
 - Erdungsarmbänder zur Ableitung von Potentialunterschieden;
 - b) die Gefährdungen in statischen elektrischen Feldern durch spezifische Maßnahmen beseitigt oder minimiert sind. Dazu zählen insbesondere
 - die Nichtüberschreitung des EGW für die externe elektrische Feldstärke E_e von statischen elektrischen Feldern nach Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.8,
 - die Zugangskontrolle zum betreffenden Arbeitsbereich und
 - die spezielle Schulung und Unterweisung der Beschäftigten;
 - c) die EGW der internen elektrischen Feldstärke E_i für gesundheitliche Wirkungen im Frequenzbereich mit $f \leq 10 \text{ MHz}$ nach Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.9 nicht überschritten werden sowie
 - d) die Gefährdungen durch direkte und indirekte Wirkungen ausgeschlossen sind und damit ein sicheres Arbeiten gewährleistet ist.

Hinweis 1: Hohe statische oder starke zeitveränderliche elektrische Felder sind in der Lage, eine Bewegung oder Vibration der Körperhaare zu verursachen. Die individuelle Wahrnehmungsschwelle variiert sehr stark, das Auftreten über längere Zeiträume wird möglicherweise als belästigend empfunden. Diese Effekte können auch unterhalb der oberen ALS auftreten.

Hinweis 2: Schulungen sind hilfreich, um mögliche Risiken durch Erschrecken bei der Wahrnehmung von hohen statischen bzw. starken zeitveränderlichen elektrischen Feldern zu minimieren.

(2) Zur Wirksamkeitskontrolle ist zu überprüfen, ob Kontaktströme auftreten. Treten diese auf, ist sicherzustellen, dass Gefährdungen ausgeschlossen sind.

Hinweis: Diese treten auf, wenn ein Beschäftigter ein geladenes Objekt berührt und der Beschäftigte selbst geerdet ist oder wenn ein Beschäftigter durch Exposition in einem elektrischen Feld (oder Reibungselektrizität) selbst aufgeladen ist und ein geerdetes Objekt berührt. Inwieweit dieser Kontakt nur wahrgenommen oder als schmerzhaft empfunden wird, hängt weitgehend von der Kontaktfläche (berührender bzw. greifender Kontakt), von der Entladungsenergie und übertragenen Ladung sowie von der Amplitude und Frequenz des Dauer-Kontaktstroms ab. Daher wird in der EMFV zwischen greifendem und berührendem Kontakt bei Angabe der EGW bzw. ALS der Kontaktströme unterschieden (siehe § 13 EMFV bzw. Abschnitt 4.7).

4.5 Überschreitung der oberen Auslöseschwellen für externe elektrische Felder im Frequenzbereich von 0 Hertz bis 10 Megahertz nach § 11 EMFV

Bei Überschreitung der oberen ALS für die Exposition gegenüber externen elektrischen Feldern mit $0 \text{ Hz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$ nach Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.13 hat der Arbeitgeber, wenn keine geeigneten alternativen Arbeitsverfahren zur Verfügung stehen, dafür zu sorgen, dass über die in § 10 Nummer 2 EMFV genannten Maßnahmen hinaus weitere Maßnahmen nach § 6 Absatz 2 EMFV durchgeführt werden, damit Gefährdungen durch direkte und indirekte Wirkungen ausgeschlossen sind. Zu den Maßnahmen zählen insbesondere spezielle Unterweisungen.

Hinweis: Schulungen zu den auftretenden Effekten sind hilfreich, um eine mögliche Gefährdung durch indirekte Wirkungen zu minimieren (siehe Abschnitt 4.4 Absatz 1 Hinweis 2).

4.6 Überschreitung der unteren Auslöseschwellen für magnetische Felder im Frequenzbereich von 0 Hertz bis 10 Megahertz nach § 12 EMFV

(1) Für magnetische Felder mit $0 \text{ Hz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$ gibt es besondere Festlegungen bei Überschreitung der unteren ALS nach Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.14. Der Arbeitgeber hat insbesondere im Bereich von Kopf und Rumpf dafür zu sorgen, dass

1. die EGW der internen elektrischen Feldstärke E_i für sensorische Wirkungen im Frequenzbereich mit $f \leq 400 \text{ Hz}$ nach Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.10 nicht überschritten werden oder
2. nach Durchführung der festgelegten Maßnahmen entsprechend der Gefährdungsbeurteilung
 - a) die Überschreitung der EGW der internen elektrischen Feldstärke E_i für sensorische Wirkungen im Frequenzbereich mit $f \leq 400 \text{ Hz}$ nach Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.10 auf kurzzeitige Einzelereignisse unter definierten Betriebsbedingungen beschränkt ist,
 - b) die EGW der internen elektrischen Feldstärke E_i für gesundheitliche Wirkungen im Frequenzbereich mit $f \leq 10 \text{ MHz}$ nach Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.9 eingehalten werden und
 - c) die Gefährdungen durch direkte und indirekte Wirkungen ausgeschlossen sind und damit ein sicheres Arbeiten gewährleistet ist.

(2) Im Zusammenhang mit Absatz 1 Nummer 2 Buchstabe a wird als „kurzzeitige Einzelereignisse“ das Auftreten von sensorischen Wirkungen wie folgt verstanden:

1. „kurzzeitig“ ist die Zeitspanne von der Überschreitung des EGW für sensorische Wirkungen bis zur eigentlichen Wahrnehmung der sensorischen Wirkung durch den exponierten Beschäftigten einschließlich der Dauer der daraufhin unverzüglich durchzuführenden Sofortmaßnahmen zur Reduktion der Exposition unterhalb des EGW für sensorische Wirkungen,
2. „Einzelereignis“ beschreibt in diesem Zusammenhang eine Überschreitung der EGW für sensorische Wirkungen bzw. der unteren ALS für statische und niederfrequente magnetische Felder (z. B. durch das Verhalten oder die Bewegung des Beschäftigten). Die Überschreitung kann eine reversible sensorische Wirkung zur Folge haben.

Weitere absehbare Überschreitungen werden durch verhaltensbezogene Maßnahmen, die z. B. im Rahmen der Unterweisung (siehe Abschnitt 7.5) den Beschäftigten vorgestellt werden, vermieden.

4.7 Überschreitung der Auslöseschwellen für Kontaktströme bei berührendem Kontakt nach § 13 EMFV

(1) Bei Überschreitung der ALS für Kontaktströme I_K bei berührendem Kontakt nach Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.15 hat der Arbeitgeber, wenn keine geeigneten alternativen Arbeitsverfahren oder Arbeitsmittel zur Verfügung stehen, dafür zu sorgen, dass

1. die Beschäftigten so unterwiesen sind, dass sie immer einen greifenden Kontakt herstellen,
2. die EGW für kontinuierliche Kontaktströme I_K bei greifendem Kontakt Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.11 und für den Entladungspuls eines Kontaktstroms nach Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.12 eingehalten werden und
3. die Gefährdungen durch direkte und indirekte Wirkungen ausgeschlossen sind und damit ein sicheres Arbeiten gewährleistet ist.

(2) Bei Überschreitung der ALS für Kontaktströme bei berührendem Kontakt sind sowohl für die erste Phase der Entladung (Funkenentladung, Entladungsstromimpuls im Millisekundenbereich) als auch für den kontinuierlichen Kontaktstrom Maßnahmen zu ergreifen (u. a. durch Begrenzung der abfließenden Ladung, siehe Absatz 1 Nummer 2).

Hinweis: Das Auftreten von Kontaktströmen ist unter Abschnitt 4.4 beschrieben.

(3) Wenn in einem bestimmten Arbeitsumfeld wie beispielsweise an Hochspannungsmasten oder in Hochspannungsanlagen Entladungen und Kontaktströme nicht durch technische Maßnahmen vermeidbar sind, sind die Beschäftigten entsprechend zu schulen, dass sie

1. „greifenden Kontakt“ herstellen (siehe Abschnitt 4.4 Absatz 1 Nummer 2 Buchstabe a 4. Anstrich bzw. Buchstabe b 3. Anstrich),
2. Potentialausgleich realisieren (siehe Abschnitt 4.4 Absatz 1 Nummer 2 Buchstabe a 2. Anstrich) und/oder
3. persönliche Schutzausrüstungen wie isolierende bzw. leitfähige Handschuhe (je nach Situation) verwenden (siehe Abschnitt 4.4 Absatz 1 Nummer 2 Buchstabe a 5. Anstrich).

Hinweis: Die für die Praxis praktikabelste Maßnahme nach Absatz 1 Nummer 1 ist die Anwendung des Arbeitsverfahrens „greifender Kontakt“.

4.8 Überschreitung der Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen im Frequenzbereich bis 400 Hertz nach § 14 EMFV

(1) Bei Überschreitung der EGW für sensorische Wirkungen für $f \leq 400$ Hz nach Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.10 hat der Arbeitgeber, wenn keine geeigneten alternativen Arbeitsverfahren zur Verfügung stehen, dafür zu sorgen, dass nach Durchführung der festgelegten Maßnahmen entsprechend der Gefährdungsbeurteilung

1. die Überschreitung auf kurzzeitige Einzelereignisse unter definierten Betriebsbedingungen beschränkt ist,
2. die EGW der internen elektrischen Feldstärke E_i für gesundheitliche Wirkungen für $f \leq 400$ Hz nach Teil 2 Anhang 1 Tabelle A1.9 nicht überschritten werden und
3. unverzüglich weitere Maßnahmen nach § 6 Absatz 2 EMFV ergriffen werden, wenn vorübergehende Symptome nach § 6 Absatz 7 EMFV auftreten.

Hinweis 1: Im Zusammenhang mit Absatz 1 Nummer 3 sind „vorübergehende Symptome“ reversible sensorische Wirkungen, die mit Verlassen des verursachenden EMF innerhalb kurzer Zeit abklingen (siehe Teil „Allgemeines“ Anhang 1 Abschnitt A1.4).

Hinweis 2: Technische Maßnahmen zur Vermeidung einer Ganzkörperexposition und Teilkörperexposition des Kopfes und Rumpfes umfassen z. B. Abgrenzungen (siehe Abschnitt 6.2) oder Abschränkungen (siehe Abschnitt 6.3) mit Durchgriffsöffnungen für die Hände. Beim Einsatz von persönlicher Schutzausrüstung, z. B. gegen Wärmeeinwirkung, sind angemessene Innendurchmesser der Durchgriffsöffnungen zu wählen.

(2) Im Zusammenhang mit Absatz 1 Nummer 1 wird als „kurzzeitige Einzelereignisse“ das Auftreten von sensorischen Wirkungen wie folgt verstanden:

1. „kurzzeitig“ ist die Zeitspanne von der Überschreitung des EGW für sensorische Wirkungen bis zur eigentlichen Wahrnehmung der sensorischen Wirkung durch den exponierten Beschäftigten einschließlich der Dauer der daraufhin unverzüglich durchzuführenden Sofortmaßnahmen zur Reduktion der Exposition unterhalb des EGW für sensorische Wirkungen,
2. „Einzelereignis“ beschreibt in diesem Zusammenhang eine Überschreitung der EGW für sensorische Wirkungen bzw. der unteren ALS für statische und niederfrequente magnetische Felder (z. B. durch das Verhalten oder die Bewegung des Beschäftigten). Die Überschreitung kann eine reversible sensorische Wirkung zur Folge haben.

Weitere absehbare Überschreitungen werden durch verhaltensbezogene Maßnahmen, die z. B. im Rahmen der Unterweisung (siehe Abschnitt 7.5) den Beschäftigten vorgestellt werden, vermieden.

5 Substitutionsprüfung, Vermeidung

Die Arbeitsverfahren und Arbeitsmittel sind durch den Arbeitgeber nach § 6 Absatz 1 Satz 3 EMFV so auszuwählen und zu verwenden, dass Gefährdungen aufgrund direkter und indirekter Wirkungen von EMF vermieden oder verringert werden.

5.1 Anwendung alternativer Arbeitsverfahren

Alternative Arbeitsverfahren und Arbeitsmittel sind nach § 6 Absatz 2 Nummer 1 EMFV so auszuwählen und zu verwenden, dass Gefährdungen durch EMF vermieden oder verringert werden (Substitutionsprüfung).

5.2 Auswahl und Einsatz von EMF-Quellen und Arbeitsverfahren mit geringen EMF-Emissionen

- (1) Zur Vermeidung oder Verringerung der Gefährdung durch EMF sind EMF-Quellen bzw. Arbeitsverfahren anzuwenden, bei denen die EMF-Quellen nur in dem für die Anwendung notwendigen Ausmaß emittieren.
- (2) EMF-Emissionen können an der EMF-Quelle beispielsweise reduziert werden durch technische Maßnahmen, wie z. B. Abschirmungen oder Steuerungstechnik (beispielsweise Abschaltautomatik).

6 Technische Maßnahmen

- (1) Technische Schutzmaßnahmen dienen der Vermeidung oder Reduzierung der Gefährdungen von Beschäftigten durch EMF. Sie sind vorrangig an der EMF-Quelle durchzuführen.
- (2) Technische Maßnahmen dürfen nicht dazu führen, dass Grenzwerte anderer Gefährdungsfaktoren (z. B. Lärm, optische Strahlung) sowie Arbeitsplatzanforderungen (z. B. Beleuchtung, Lüftung, Raumabmessungen, Bewegungsflächen sowie Fluchtwege) nicht eingehalten werden.

Hinweis: Technische Maßnahmen, die lokal (partiell) für die Einhaltung der Grenzwerte sorgen, führen ggf. in anderen Bereichen, z. B. bei Abschirmungen, Potentialausgleichen oder Erdungen, zu einer Erhöhung der auftretenden Feldstärken.

- (3) Negative Wechselwirkungen mit anderen Schutzmaßnahmen sind auszuschließen.

Hinweis: Bei technischen Maßnahmen, insbesondere bei den elektronischen bzw. software-gesteuerten Einrichtungen, sind die besonderen Anforderungen an sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen nach dem Stand der Technik zu berücksichtigen (siehe Normenreihe DIN EN ISO 13849).

6.1 Abschirmung

- (1) Im niederfrequenten Bereich sind Abschirmungsmaßnahmen insbesondere bei der Reduzierung der Exposition durch ein elektrisches Feld von Bedeutung. Sie lassen sich durch die Verwendung von elektrisch leitfähigen Materialien realisieren, die mit einem festen Potential verbunden (typischerweise geerdet) werden. Die komplette Einhausung der Quelle ist vorzuziehen, die Reduktion des Feldes in bestimmten Bereichen um die Quelle ist aber ebenfalls möglich.

Hinweis: Die Abschirmung niederfrequenter Magnetfelder ist technisch nur unter hohem Aufwand realisierbar.

- (2) Die Wirksamkeit einer installierten Abschirmung wird in regelmäßigen Abständen messtechnisch überprüft.

Hinweis: Durch Alterung (Korrosion) oder mechanische Einflüsse (als Ursache für Risse, Spalte) ist eine deutliche Beeinträchtigung der Abschirmung möglich.

6.2 Abgrenzung

- (1) § 6 Absatz 3 EMFV regelt, unter welchen Bedingungen Arbeitsbereiche für die Dauer der Tätigkeit abzugrenzen sind.
- (2) Abgrenzungen werden für die Dauer der Tätigkeit ausgelegt und verhindern, dass während des Betriebes Beschäftigte ohne bewusstes Überwinden von Hindernissen hineingreifen oder hineingelangen. Dabei werden ständige Abgrenzungen von vorübergehenden, wie z. B. zur Durchführung von Instandhaltungsarbeiten, unterschieden.

(3) Die Eignung der Abgrenzung ist für jeden Einsatzort gesondert zu beurteilen und regelmäßig zu überprüfen. Die Abgrenzung kann z. B. durch Lichtschranken, Verriegelungen, bauliche Maßnahmen oder temporär durch Absperrketten erfolgen.

6.3 Abschränkung, Einhausung

(1) Durch eine Abschränkung wird der Bereich einer möglichen Annäherung an die Quelle einschränkt. Im Vergleich zu einer Einhausung ist diese in vielen Fällen jedoch physisch einfacher zu überwinden.

(2) Eine Abschränkung erfolgt durch Barrieren in Form von Abzäunungen, Gittern, Geländern, Ketten, Schranken o. Ä. oder durch entsprechende Verbots-, Warn- und Zusatzzeichen (als Schilder, Aufkleber) nach Anhang 1.

(3) Eine Einhausung ist eine komplette oder teilweise Umbauung einer EMF-Quelle zur Vermeidung bzw. Verringerung möglicher und tatsächlicher Gefährdungen.

6.4 Erdung

Erdung (siehe Teil „Allgemeines“ Abschnitt 4.12) ist ein Potentialausgleich (siehe Teil „Allgemeines“ Abschnitt 4.33) eines Menschen oder Objekts mit dem elektrischen Potential des leitfähigen Erdreichs über eine elektrisch leitfähige Verbindung.

Hinweis: Die Erdung von leitfähigen Teilen trägt insbesondere zur Reduktion von elektrischen Feldern bei. Dabei ist darauf zu achten, dass sich das Feld in anderen relevanten Bereichen nicht erhöht und die Funktionsfähigkeit der Quelle weiterhin gewährleistet ist. Eine Gefährdung durch Entladungen oder Kontaktströme wird beispielsweise durch Erdungsmaßnahmen minimiert.

6.5 Potentialausgleich

Der Potentialausgleich dient der Minimierung unterschiedlicher elektrischer Potentiale und wird mittels elektrischer Verbindung zwischen (leitfähigen) Objekten hergestellt (siehe Teil „Allgemeines“ Abschnitt 4.33). Eine Gefährdung durch Entladungen oder Kontaktströme wird beispielsweise dadurch minimiert.

Hinweis 1: Dabei ist auf einen ausreichend geringen Übergangswiderstand zu achten. Ein besonderes Augenmerk bei der Einbindung in den Potentialausgleich gilt beweglichen Gegenständen. Bewegliche Komponenten unterliegen einem Verschleiß, sodass es empfohlen wird, die Leitfähigkeit der Komponenten regelmäßig zu überprüfen.

Hinweis 2: Nichtleitende Materialien (z. B. Glas, die meisten Kunststoffe) weisen antistatische Eigenschaften auf und sind für die Einbindung in einen Potentialausgleich ungeeignet.

6.6 Vorrichtung zur automatischen Abschaltung

(1) Durch eine Vorrichtung zur automatischen Abschaltung oder zumindest Drosselung der Leistung der EMF-Quelle wird die Exposition bei Betreten oder Hineinlangen in einen überwachten Bereich hoher Exposition beschränkt. Diese Vorrichtungen können mit Einhausungen oder Abschränkungen kombiniert sein.

(2) In Vorrichtungen zur automatischen Abschaltung oder Drosselung sind geeignete Sensoren zu verwenden (z. B. Detektion der Entfernung, Öffnung einer Abschränkung, Lichtschranken). Die Schnelligkeit der automatischen Abschaltung wird berücksichtigt. Die Anforderungen an das Auslösen der automatischen Abschaltung oder Drosselung ergeben sich aus der Gefährdungsbeurteilung.

Hinweis: Weitere Informationen sind den allgemeinen Anforderungen für Schutzeinrichtungen zu entnehmen. Ein redundantes System erhöht die Sicherheit und ist zweckmäßig.

(3) Vorrichtungen zur automatischen Abschaltung:

1. müssen zwangsweise wirken,
2. müssen stabil gebaut sein,
3. dürfen keine zusätzlichen Gefahren verursachen und
4. dürfen nicht auf einfache Weise umgangen oder unwirksam gemacht werden können.

(4) Die Wirksamkeit der Vorrichtung zur automatischen Abschaltung ist regelmäßig zu überprüfen. Dabei sind die Ausfallwahrscheinlichkeit (Performancelevel) und der Verschleiß zu berücksichtigen.

(5) Ist beim Betrieb von Anlagen die Einhaltung von EGW bzw. oberen ALS von bestimmten technischen Funktionen der Anlage abhängig, müssen diese so beschaffen sein, dass bei Ausfall dieser Funktionen die Erzeugung von EMF automatisch unterbrochen oder geeignet reduziert wird.

6.7 Verriegelungseinrichtung

Bei einer solchen Vorrichtung handelt sich um eine Einrichtung (mechanisch, elektrisch oder sonstiger Art), die den Zweck hat, die Gefährdungen von Beschäftigten durch EMF unter festgelegten Bedingungen (z. B. physischer Zugriff) zu vermeiden bzw. zu verringern (z. B. wenn eine Einhausung nicht geschlossen ist). Für weitere Informationen siehe DIN EN ISO 12100:2011 sowie DIN EN ISO 14119:2014.

7 Organisatorische Maßnahmen

(1) Um Gefährdungen der Beschäftigten durch Expositionen gegenüber EMF auszuschließen oder so weit wie möglich zu verringern, sind nach Substitutionsprüfung und technischen Maßnahmen erforderlichenfalls organisatorische Schutzmaßnahmen zu treffen.

(2) Zusätzlich gehören zu den in den folgenden Unterabschnitten beschriebenen organisatorischen Maßnahmen z. B.:

1. Beachtung von (ggf. zeitabhängigen) Sicherheitsabständen nach Herstellerangaben,
2. die Aufenthaltsdauer im Bereich des EMF begrenzen, Minimierung der Expositionszeit durch Optimierung der Arbeitsabläufe (Stichwort: Sechs-Minuten-Regel) und
3. Warnsignale.

7.1 Abstandsvergrößerung

Die EMF-Exposition nimmt mit zunehmendem Abstand von der EMF-Quelle ab. Die Abstandsvergrößerung ist somit eine einfache und wirkungsvolle, wenn auch ggf. platzeinnehmende, Schutzmaßnahme.

Hinweis: Je nach EMF-Quelle nimmt die Feldgröße pro Entfernungseinheit r mit bis zu $1/r^3$ ab. Ist die Abnahme der Feldgröße nicht bekannt, wird die Abnahme der Feldgröße mit $1/r$ angenommen.

7.2 Kennzeichnung

(1) § 6 Absatz 3 EMFV regelt, unter welchen Bedingungen Arbeitsbereiche zu kennzeichnen sind oder unter welchen Bedingungen bestimmte Kennzeichnungen nicht erforderlich sind, wie beispielsweise in zugangsbeschränkten oder öffentlich zugänglichen Arbeitsbereichen.

- (2) Die Kennzeichnung muss nach ASR A1.3 deutlich erkennbar und dauerhaft sein:
1. Deutlich erkennbar bedeutet, dass die Kennzeichnung von den entsprechenden Verkehrs- und Arbeitswegen sowie allen anderen Zugangsmöglichkeiten wahrnehmbar ist.
 2. Dauerhaft erkennbar bedeutet, dass die Kennzeichnung über die Dauer der möglichen Exposition nicht einfach zu entfernen ist oder durch Umgebungseinflüsse unkenntlich wird.
- (3) Die Kennzeichnung erfolgt beispielsweise durch Verbots-, Warn-, Gebots- und Zusatzzeichen nach Anhang 1 oder Warnleuchten. Weitere Informationen und Konkretisierungen zur Ausführung der Kennzeichnung enthält ASR A1.3.

7.3 Zugangsregelung

- (1) Nach § 6 Absatz 3 EMFV ist der Zugang zu einem Arbeitsbereich für die Dauer der Tätigkeit gegebenenfalls einzuschränken, wenn die ALS überschritten werden oder Gefährdungen für besonders schutzbedürftige Beschäftigte bestehen.
- (2) Zugangsregelungen werden z. B. durch technische Schutzmaßnahmen realisiert. Ist dies nicht möglich, so sind durch organisatorische Schutzmaßnahmen (z. B. Zugangsverbote) entsprechende Zugangsregelungen sicherzustellen.

7.4 Betriebsanweisung

- (1) Nach § 12 BetrSichV sind Betriebsanweisungen arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogene verbindliche schriftliche Anordnungen und Verhaltensregeln. Sie weisen auf Gefahren hin, zeigen Schutzmaßnahmen auf und regeln deren Anwendung.

Hinweis: Für eine Musterbetriebsanweisung siehe Anhang 2.

- (2) Die Betriebsanweisung ist in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte – möglichst in Arbeitsplatznähe – zugänglich zu machen.
- (3) Bei jeder maßgeblichen Veränderung der Arbeitsbedingungen (siehe Teil 1 Abschnitt 8) muss die Betriebsanweisung aktualisiert werden.

7.5 Unterweisung

§ 19 EMFV regelt, wann und mit welchen Inhalten die Beschäftigten unterwiesen werden müssen.

Hinweis: Für weiterführende Informationen siehe Teil 1 Abschnitt 7.

8 Persönliche Maßnahmen

Wenn durch technische und organisatorische Schutzmaßnahmen Gefährdungen der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten nicht ausgeschlossen werden können, sind geeignete persönliche Maßnahmen durch die Beschäftigten anzuwenden. Hierzu zählen z. B. persönliche Schutzausrüstung und Verhaltensmaßnahmen.

8.1 Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

PSA ist geeignet, wenn bei ihrer Benutzung keine unzulässige Exposition auftritt. Sie muss der Verordnung (EU) 2016/425 und dem PSA-DG entsprechen.

Hinweis: Zur Zeit der Drucklegung und Veröffentlichung dieser TREMF war am Markt keine PSA zum Schutz vor Gefährdungen durch EMF verfügbar.

8.2 Verhaltensmaßnahmen

- (1) In Verbindung mit §§ 7, 12 und 14 EMFV werden Beschäftigte unterwiesen, durch verhaltensbezogene Maßnahmen ggf. auftretende kurzzeitige Einzelereignisse zu vermeiden (siehe Abschnitte 4.1, 4.6 und 4.8).
- (2) EMF können in metallischen Schmuck oder Körperschmuck einkoppeln, durch diesen verdichtet werden oder eine Kraftwirkung entfalten, wodurch z. B. eine Projektilwirkung hervorgerufen werden kann.
- (3) Verhaltensmaßnahmen können z. B. beinhalten, metallischen Schmuck oder Körperschmuck abzulegen.
- (4) Beschäftigte werden über die Durchführung möglicher Verhaltensmaßnahmen im Rahmen der Unterweisung unterrichtet.

9 Betriebszustände

Für jede EMF-Quelle gibt es unterschiedliche Betriebszustände (vgl. Teil „Allgemeines“ Abschnitt 4.5). Hierzu zählen Normalbetrieb, Einrichtungsvorgänge und Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten. Jeder dieser Zustände bzw. jede dieser Arbeitssituationen zeichnet sich möglicherweise durch unterschiedliche Expositionen aus. Folglich werden diese beim Festlegen der Schutzmaßnahmen berücksichtigt.

9.1 Inbetriebnahme

Bei jeder Inbetriebnahme von mobilen EMF-Quellen (siehe Teil „Allgemeines“ Abschnitt 4.11) und bei der Erstinbetriebnahme von ortsfesten Anlagen (siehe Teil „Allgemeines“ Abschnitt 4.11 Absatz 2) ist zu überprüfen, ob die für die Anwendung erforderlichen Schutzmaßnahmen getroffen wurden und funktionstüchtig sowie wirksam sind. Es sind die Vorgaben des Herstellers (z. B. Betriebsanleitung) und des Arbeitgebers (Unterweisung und ggf. Betriebsanweisung) zu beachten.

9.2 Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten

- (1) Regelmäßige Instandhaltung von EMF-Quellen, Arbeitsplätzen und Anlagen verringert die Wahrscheinlichkeit, dass sich die Exposition der Beschäftigten durch EMF unerwartet und möglicherweise unbemerkt erhöht. Deshalb sind die EMF-Quellen, Arbeitsplätze und Anlagen regelmäßig zu überprüfen und erforderlichenfalls instand zu halten bzw. zu reparieren. Dabei sind u. a. die Empfehlungen der Hersteller zu Instandhaltungs- und Reparaturintervallen zu berücksichtigen.
- (2) Werden Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten von EMF-Quellen während des laufenden Betriebs durchgeführt, so sind die daraus resultierenden Gefährdungen gesondert zu beurteilen.

10 Gestaltung und Einrichtung von Arbeitsplätzen

- (1) Arbeitsplätze sind so zu gestalten und einzurichten, dass die Gefährdung von Beschäftigten durch EMF entsprechend dem Stand der Technik vermieden oder verringert wird und somit ein sicheres Arbeiten gewährleistet ist.
- (2) Maßnahmen nach dem Stand der Technik umfassen z. B.:
 1. im Streufeld von statischen Magneten mit $B \geq 100$ mT: Vermeiden von lose herumliegenden Gegenständen aus ferro-, dia- oder paramagnetischen Materialien,
 2. bei statischen elektrischen Feldern: Vorsehen von Potentialausgleichen bzw. Erdungen von Gegenständen und Beschäftigten zur Vermeidung elektrostatischer Aufladung,

3. bei zeitveränderlichen Magnetfeldern: aufgrund der mit zunehmender räumlicher Entfernung von der EMF-Quelle rasch abnehmenden Exposition ist eine Abstandsmaximierung zur EMF-Quelle anzustreben, ggf. in Verbindung mit anderen Maßnahmen (siehe Abschnitte 5 bis 8),
4. bei zeitveränderlichen elektrischen Feldern: Vorsehen von Potentialausgleichen bzw. Erdungen von Gegenständen und Beschäftigten und
5. bei Exposition gegenüber einer Mischung der in den Nummern 1 bis 4 beschriebenen EMF: Gleichzeitige Berücksichtigung der Gestaltungs- und Einrichtungsanforderungen.

11 Maßnahmen gegen indirekte Wirkungen

Bei der Festlegung der Maßnahmen nach § 3 Absatz 7 EMFV hat der Arbeitgeber die Erfordernisse von besonders schutzbedürftigen Beschäftigten (siehe Teil „Allgemeines“ Abschnitt 4.4) entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen und ggf. individuelle Schutzmaßnahmen vorzusehen (siehe Teil 1 Abschnitt 6.9).

11.1 Maßnahmen gegen Projektilwirkung

(1) In Abhängigkeit ihrer magnetischen Eigenschaften werden Materialien durch das Streufeld von Anlagen mit hohen statischen Magnetfeldern möglicherweise beeinflusst. Das gilt besonders für Gegenstände aus ferro-, dia- und paramagnetischen Materialien. Werden Gegenstände in Richtung des starken statischen Magnetfelds beschleunigt, wird von Projektilwirkung gesprochen. Wichtig ist hierbei, dass bei aktiv geschirmten Magneten aufgrund ihres höheren räumlichen Magnetfeldgradienten eine geringe magnetische Flussdichte B ausreicht, um Gegenstände zu beschleunigen.

(2) Durch technische (siehe Abschnitt 6) und organisatorische Maßnahmen (siehe Abschnitt 7) wird verhindert, dass Gegenstände aus ferro- und paramagnetischen Materialien in die Nähe von statischen Magnetfeldern gelangen. Beispiele hierfür sind z. B. Kennzeichnung (siehe Abschnitt 7.2), der Einsatz von Metalldetektoren, Abgrenzungen (siehe Abschnitt 6.2), Zugangsregelungen (siehe Abschnitt 7.3), Schulungen oder das Verbot bestimmter Materialien per Betriebsanweisung (siehe Abschnitt 7.4). Siehe auch Abschnitt 4.2 Absatz 2 Nummern 1 – 4.

(3) Die Maßnahmen gelten auch für Gegenstände und Materialien, die zum sicheren Einrichten und Betreiben der Arbeitsstätte erforderlich sind, wie z. B. Mittel zur Ersten Hilfe, Evakuierung, Brandvorbeugung und -bekämpfung, Reinigung, Instandhaltung und Reparatur.

(4) Für Maßnahmen gegen Projektilwirkung beim medizinischen Einsatz von Magnetresonanztomographen siehe TREMF MR Abschnitt 7 Absatz 8.

11.2 Maßnahmen gegen Auslösen elektrischer Zündvorrichtungen

(1) Elektrische Zündvorrichtungen unterliegen vorrangig dem Anwendungsbereich des SprengG, der GefStoffV und der BetrSichV. Unter bestimmten Umständen lösen ausreichend starke statische elektrische Felder solche Zündvorrichtungen aus.

(2) Technische und organisatorische Maßnahmen umfassen vorrangig die Vermeidung oder Reduktion der Exposition gegenüber statischen elektrischen Feldern im direkten Umfeld der Zündvorrichtungen.

Hinweis: Für weitere Informationen zu adäquaten Maßnahmen siehe SprengTR 310 oder CLC/TR 60079-32-1.

11.3 Maßnahmen gegen Brände oder Explosionen

- (1) Explosionen oder Brände werden möglicherweise verursacht, wenn explosionsfähige Flüssigkeiten, Gase oder Stäube durch statische elektrische Felder, z. B. infolge einer Funkenbildung durch eine elektrische Entladung, die ihren Ursprung in einer Reibungselektrizität hat, gezündet werden.
- (2) Technische Maßnahmen gegen Explosionen oder Brände umfassen Erdung (siehe Abschnitt 6.4) oder einen Potentialausgleich (siehe Abschnitt 6.5) aller beteiligten Komponenten, die im direkten Kontakt mit dem explosionsfähigen Gemisch stehen.
- (3) Auch niederenergetische elektrostatische Entladungen werden vermieden.
- (4) Persönliche Maßnahmen umfassen antistatische Schutzausrüstung, wie z. B. Handschuhe oder Schuhe und das Tragen von Textilien, die sich nicht statisch aufladen.
- (5) In explosionsgefährdeten Bereichen sind die Vorgaben der GefStoffV einzuhalten, wie beispielsweise das Erstellen einer Gefährdungsbeurteilung, z. B. nach TRGS 721 in Verbindung mit § 6 Absatz 9 GefStoffV. Die gemäß Gefährdungsbeurteilung erforderlichen Sicherheitsabstände von EMF-Quellen zu explosionsgefährdeten Bereichen sind einzuhalten.

11.4 Maßnahmen gegen Kontaktströme

Die für Kontaktströme verantwortlichen Potentialdifferenzen können vermieden oder erheblich verringert werden durch:

1. technische Maßnahmen wie Erdung (siehe Abschnitt 6.4) oder Potentialausgleich (siehe Abschnitt 6.5),
2. Unterweisung (siehe Abschnitt 7.5) über Verhaltensmaßnahmen (Herstellung eines „greifenden Kontakts“, siehe Teil „Allgemeines“ Abschnitt 4.22) oder
3. persönliche Maßnahmen (siehe Abschnitt 8) wie persönliche Schutzausrüstung (insbesondere isolierende oder leitfähige Handschuhe).

Hinweis: Der durch Kontaktströme (siehe Teil „Allgemeines“ Abschnitt 5.6) hervorgerufene physiologische Effekt hängt von der Größe der Kontaktfläche sowie von der Entladungsenergie (siehe Teil „Allgemeines“ Abschnitt 5.5) bzw. der Amplitude und Frequenz des Kontaktstroms ab.

11.5 Maßnahmen gegen Beeinflussung von Arbeitsmitteln durch EMF

- (1) Der Arbeitgeber darf nach § 5 Absatz 1 BetrSichV nur solche Arbeitsmittel zur Verfügung stellen und verwenden lassen, die unter Berücksichtigung der vorgesehenen Einsatzbedingungen bei der Verwendung sicher sind.
- (2) Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist abzuklären, ob und ggf. welche Auswirkungen der EMF auf die zu verwendenden Arbeitsmittel zu erwarten sind.

12 Literaturhinweise

12.1 Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

Europäisches Regelwerk

Verordnung (EU) 2016/425 Verordnung (EU) 2016/425 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2016 über persönliche Schutzausrüstungen und zur Aufhebung der Richtlinie 89/686/EWG des Rates

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)

PSA-DG Gesetz zur Durchführung der Verordnung (EU) 2016/425 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 1. März 2016 über persönliche Schutzausrüstungen (PSA) und zur Aufhebung der Richtlinie 89/686/EWG des Rates (PSA-Durchführungsgesetz – PSADG)

SprengG Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz – SprengG)

ArbStättV Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV)

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)

ASR A1.3 Technische Regeln für Arbeitsstätten „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“

TRGS 721 Technische Regeln für Gefahrstoffe „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung“

TREMF HF Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern – Beurteilung der Gefährdungen durch elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 100 kHz bis 300 GHz

TREMF MR Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern – Magnetresonanzverfahren

12.2 Normen

CLC/TR 60079-32-1:2018-12	Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 32-1: Elektrostatische Gefährdungen, Leitfaden
DIN 33402-2:2005-12	Ergonomie – Körpermaße des Menschen – Teil 2: Werte
DIN EN ISO 7010:2019-07	Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen – Registrierte Sicherheitszeichen
DIN EN ISO 12100:2011-03	Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung
DIN EN ISO 14119:2014-03	Sicherheit von Maschinen – Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen – Leitsätze für Gestaltung und Auswahl

Anhang 1: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung

Die Kennzeichnung erfolgt gemäß Arbeitsstättenregel „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ (ASR A1.3). Die hier aufgeführte Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung ist nicht abschließend. Für weitere Vorlagen für geeignete Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung siehe z. B. DIN EN ISO 7010.

A1.1 Verbotszeichen

Ein Verbotszeichen ist nach ASR A1.3 ein Sicherheitszeichen, das ein Verhalten, durch das eine Gefahr entstehen kann, untersagt.

	P001 Allgemeines Verbotssymbol, darf nur in Verbindung mit einem Zusatzzeichen angewendet werden, welches das Verbot konkretisiert (siehe A1.3 Zusatzzeichen). Quelle: ASR A1.3
	P007 Kein Zutritt für Personen mit Herzschrittmachern oder implantierten Defibrillatoren sowie sonstigen aktiven Implantaten. Quelle: ASR A1.3
	P008 Aufgrund starker magnetischer Felder ist das Mitführen von Metallteilen und Uhren verboten. Quelle: DIN EN ISO 7010:2012-10
	P010 Berühren verboten. Quelle: ASR A1.3
	P013 Eingeschaltete Mobiltelefone verboten. Quelle: ASR A1.3

	P014 Kein Zutritt für Personen mit Implantaten aus Metall. Quelle: ASR A1.3
	P015 Hineinfassen verboten. Quelle: ASR A1.3
	D-P006 Zutritt für Unbefugte verboten. Quelle: ASR A1.3

A1.2 Warnzeichen

Ein Warnzeichen ist nach ASR A1.3 ein Sicherheitszeichen, das vor einem Risiko oder einer Gefahr warnt.

	W001 Allgemeines Warnzeichen, darf nur in Verbindung mit einem Zusatzzeichen angewendet werden, welches die Gefahr konkretisiert (siehe A1.3 Zusatzzeichen). Quelle: ASR A1.3
	W005 Warnung vor nicht ionisierender Strahlung, hier EMF. Quelle: ASR A1.3
	W006 Warnung vor magnetischem Feld. Quelle: ASR A1.3

	W012 Warnung vor elektrischer Spannung. Quelle: ASR A1.3
	W017 Warnung vor heißer Oberfläche Quelle: ASR A1.3

A1.3 Zusatzzeichen

Ein Zusatzzeichen ist nach ASR A1.3 ein Zeichen, das zusammen mit einem der unter A1.1 und A1.2 beschriebenen Sicherheitszeichen verwendet wird und zusätzliche Hinweise liefert. Zusatzzeichen werden synonym auch als Hinweiszeichen benannt.

mögl. Gefährdung Zielgruppe Sicherheitsabstand	Vorlage für generisches Zusatzzeichen: 1. Zeile: Konkretisierung der möglichen Gefährdung: z. B. elektromagnetisches Feld 2. Zeile: Zielgruppe: z. B. Implantatträger 3. Zeile: einzuhaltender Sicherheitsabstand
Elektrisches Feld	Elektrisches Feld
Projektilwirkung oder 	Projektilwirkung
Expositionsdauer < 6 Minuten	Expositionsdauer muss weniger als 6 Minuten betragen
Sicherheitsabstand ... cm	Angabe des erforderlichen Sicherheitsabstandes in der entsprechenden Einheit, hier „cm“

Expositionszone ...	Angabe der Expositionszone
Gefahrenzone	Gefahrenzone

Anhang 2: Betriebsanweisung

Die hier aufgeführte Empfehlung zum Inhalt einer Betriebsanweisung entfaltet keine Vermutungswirkung im Sinne von § 21 Absatz 6 Nummer 1 BetrSichV.

Eine Betriebsanweisung enthält folgende Angaben:

1. Anwendungsbereich, z. B. mit Angaben über
 - a) den Betrieb der Anlage,
 - b) die Arbeits- und Aufenthaltsbereiche,
2. die Expositionssituation (z. B. auch mit Skizze),
3. die relevanten Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen sowie ihre Bedeutung,
4. die Ergebnisse der Expositionsermittlung und -bewertung in Verbindung mit Erläuterungen,
5. die mit der Tätigkeit verbundenen Gefährdungen für die Beschäftigten, z. B. mit Angaben zum Auftreten von
 - a) direkten Wirkungen (Reiz- und Wärmewirkung),
 - b) indirekten Wirkungen,
 - c) möglicherweise auftretenden vorübergehenden Symptomen nach § 6 Absatz 7 EMFV und wie diese vermieden werden können,
6. spezifische Informationen für besonders schutzbedürftige Beschäftigte,
7. die Beschreibung sicherer Arbeitsverfahren zur Minimierung der Gefährdung aufgrund der Exposition durch EMF,
8. die durchgeführten Maßnahmen und Verhaltensregeln zur Vermeidung oder zur Minimierung der Gefährdung unter Berücksichtigung der Arbeitsplatzbedingungen (z. B. zu Zugangsregelungen),
9. sachgerechte Verwendung von Schutz- und Hilfsmitteln (z. B. persönliche Schutzausrüstung),
10. Hinweise zur Erkennung und Meldung von möglichen gesundheitsschädlichen Wirkungen einer Exposition gegenüber EMF,
11. Verhalten bei
 - a) unterschiedlichen Betriebszuständen,
 - b) Störungen,
 - c) Unfällen,
12. Weitergabe von Informationen beim Zusammenwirken mehrerer Arbeitgeber (z. B. zwischen dem Eigentümer einer Liegenschaft, dem Betreiber des dort befindlichen Standortes/Dienstes und des Handwerkers) nach § 8 ArbSchG,
13. Abschluss der Arbeiten, d. h., wann mit einer Gefahr nicht mehr zu rechnen ist.