



Bundesministerium
für Arbeit und Soziales

ARBEITSSCHUTZ- VERORDNUNG

zu elektromagnetischen Feldern (EMFV)

Arbeitsschutz

Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern EMFV 2016

Erläuterungen

Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern - EMFV

Am 18. November 2016 ist die neue Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder (Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern - EMFV) im Bundesgesetzblatt (BGBL. I, S. 2531) verkündet worden. Die Verordnung ist am 19. November 2016 in Kraft getreten.

Die EMF-Verordnung regelt die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder bei Tätigkeiten am Arbeitsplatz. Der Arbeitgeber hat auf der Grundlage des Arbeitsschutzgesetzes die Beurteilung der Arbeitsbedingungen vorzunehmen und abhängig von der Gefährdung geeignete Maßnahmen für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Beschäftigten festzulegen.

Hierzu sind im Anhang der EMFV Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen festgelegt, um Gefährdungen durch direkte und indirekte Wirkungen infolge der Einwirkung von elektromagnetischen Feldern zu vermeiden. Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen beziehen sich nur auf Kurzzeitwirkungen von elektromagnetischen Feldern.

Da bisher kein wissenschaftlicher Nachweis für Langzeitwirkungen von elektromagnetischen Feldern vorliegt, werden diese nicht durch den Anwendungsbereich der Richtlinie 2013/35/EU und der vorliegenden Verordnung abgedeckt.

Direkte Wirkungen von statischen und niederfrequenten elektromagnetischen Feldern sind beispielsweise Stimulationen von Nerven, Muskelgewebe und Sinnesorganen bei betroffenen exponierten Beschäftigten. Diese Wirkungen können bei den exponierten Beschäftigten die Funktion des zentralen oder peripheren Nervensystems beeinträchtigen und zu unkontrollierten Muskelkontraktionen, Schwindelgefühl, Übelkeit, metallischem Geschmack im Mund und zu Magneto-phosphenen (Lichtempfindungen auf der Netzhaut) führen.

Direkte Wirkungen von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (z.B. Rundfunk-, Mobilfunk- und Radaranwendungen) führen zu Erwärmungen im Körpergewebe der exponierten Beschäftigten. Eine Überexposition kann zu Gewebeschäden bis hin zu Verbrennungen führen.

Indirekte Wirkungen von elektromagnetischen Feldern sind beispielsweise Störungen von medizinischen Implantaten (z.B. Herzschrittmacher) sowie die Projektilwirkung von ferromagnetischen Gegenständen in starken statischen Magnetfeldern.

In vielen Wirtschaftszweigen treten bei unterschiedlichen Anwendungen wie etwa bei industriellen Galvanik-, Elektrolyse-, Schweiß-, Siegel-, induktiven Erwärmungs- und Härtingsverfahren, bei Rundfunk-, Mobilfunk- und Radaranwendungen, bei der Stromerzeugung und bei medizinischen Verfahren wie der Magnetresonanztomographie (MRT) elektromagnetische Felder mit hohen Feldstärken auf.

Die neue Verordnung bringt mehr Rechtssicherheit für die Anwender und verbessert die Sicherheit und den Gesundheitsschutz für Beschäftigte, die am Arbeitsplatz mit hoher EMF-Einwirkung arbeiten.

Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder

(Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern – EMFV)
vom 15.11.2016, BGBl I 2016, S. 2531

Abschnitt 1

Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen 9

§ 1 Anwendungsbereich 9

§ 2 Begriffsbestimmungen 10

Abschnitt 2

Gefährdungsbeurteilung; Fachkundige Personen; Messungen,
Berechnungen und Bewertungen 13

§ 3 Gefährdungsbeurteilung 13

§ 4 Fachkundige Personen; Messungen, Berechnungen und
Bewertungen 17

Abschnitt 3

Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen; Festlegungen zum
Schutz vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder 18

Unterabschnitt 1

Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen; allgemeine
Festlegungen zum Schutz vor Gefährdungen durch
elektromagnetische Felder 18

§ 5 Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen für
elektromagnetische Felder 18

§ 6 Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der
Gefährdungen von Beschäftigten durch elektromagnetische
Felder 18

Unterabschnitt 2

Besondere Festlegungen zum Schutz vor Gefährdungen durch statische Magnetfelder..... 22

- § 7 Besondere Festlegungen für die Überschreitung der Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen bei Tätigkeiten im statischen Magnetfeld über 2 Tesla 22
- § 8 Besondere Festlegungen für die Überschreitung der Auslöseschwellen für die Projektilwirkung von ferromagnetischen Gegenständen im Streufeld von Anlagen mit hohem statischen Magnetfeld (> 100 Millitesla) 23
- § 9 Besondere Festlegungen für die Überschreitung der oberen Auslöseschwelle für die Beeinflussung von implantierten aktiven oder am Körper getragenen medizinischen Geräten in statischen Magnetfeldern..... 24

Unterabschnitt 3

Besondere Festlegungen zum Schutz vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 0 Hertz bis 10 Megahertz 25

- § 10 Besondere Festlegungen für die Überschreitung der unteren Auslöseschwellen für externe elektrische Felder im Frequenzbereich von 0 Hertz bis 10 Megahertz 25
- § 11 Besondere Festlegungen für die Überschreitung der oberen Auslöseschwellen für externe elektrische Felder im Frequenzbereich von 0 Hertz bis 10 Megahertz 26
- § 12 Besondere Festlegungen für die Überschreitung der unteren Auslöseschwellen für magnetische Felder im Frequenzbereich von 0 Hertz bis 10 Megahertz 27
- § 13 Besondere Festlegungen für die Überschreitung der Auslöseschwellen für Kontaktströme bei berührendem Kontakt 28

§ 14 Besondere Festlegungen für die Überschreitung der Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen im Frequenzbereich bis 400 Hertz.....	28
--	----

Unterabschnitt 4

Besondere Festlegungen zum Schutz vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 100 Kilohertz bis 300 Gigahertz	29
---	----

§ 15 Besondere Festlegungen für die Überschreitung der Auslöseschwellen für elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 100 Kilohertz bis 300 Gigahertz.....	29
---	----

§ 16 Besondere Festlegungen für die Überschreitung der Auslöseschwellen für stationäre Kontaktströme oder induzierte Ströme durch die Gliedmaßen im Frequenzbereich von 100 Kilohertz bis 110 Megahertz	30
---	----

§ 17 Besondere Festlegungen für die Überschreitung des Expositionsgrenzwertes der lokalen spezifischen Energieabsorption für sensorische Wirkungen von gepulsten elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 0,3 Gigahertz bis 6 Gigahertz (Mikrowellenhören)	30
--	----

Unterabschnitt 5

Besondere Festlegungen zum Schutz vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder bei medizinischen Anwendungen von Magnetresonanzverfahren.....	31
---	----

§ 18 Besondere Festlegungen für die Überschreitung von Expositionsgrenzwerten bei medizinischen Anwendungen von Magnetresonanzverfahren.....	31
--	----

Abschnitt 4

Unterweisung der Beschäftigten; Beratung durch den Ausschuss für Betriebssicherheit.....	33
--	----

§ 19 Unterweisung der Beschäftigten.....	33
--	----

§ 20 Beratung durch den Ausschuss für Betriebssicherheit.....	34
---	----

Abschnitt 5

Ausnahmen; Straftaten und Ordnungswidrigkeiten 35

§ 21 Ausnahmen 35

§ 22 Straftaten und Ordnungswidrigkeiten 36

Anhang 1

Physikalische Größen im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern..... 38

Anhang 2

Nichtthermische Wirkungen: Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen für statische und zeitveränderliche elektrische und magnetische Felder im Frequenzbereich bis 10 MHz 41

Anhang 3

Thermische Wirkungen: Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen für zeitveränderliche elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 100 kHz bis 300 GHz..... 48

Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder

(Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern – EMFV)
vom 15.11.2016, BGBl I 2016, S. 2531

Abschnitt 1

Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen

§ 1

Anwendungsbereich

- (1) Diese Verordnung gilt zum Schutz der Beschäftigten bei der Arbeit vor tatsächlichen oder möglichen Gefährdungen ihrer Gesundheit und Sicherheit durch Einwirkung von elektromagnetischen Feldern.
- (2) Diese Verordnung umfasst alle bekannten direkten und indirekten Wirkungen, die durch elektromagnetische Felder hervorgerufen werden. Sie gilt nur für die Kurzzeitwirkungen von elektromagnetischen Feldern.
- (3) Diese Verordnung gilt nicht
 1. für Gefährdungen durch das Berühren von unter Spannung stehenden elektrischen Teilen,
 2. für vermutete Langzeitwirkungen von elektromagnetischen Feldern und
 3. in Betrieben, die dem Bundesberggesetz unterliegen, soweit dort oder in den aufgrund dieses Gesetzes erlassenen Rechtsverordnungen entsprechende Rechtsvorschriften bestehen.
- (4) Das Bundesministerium der Verteidigung kann für Beschäftigte, für die tatsächliche oder mögliche Gefährdungen ihrer Gesundheit und Sicherheit durch elektromagnetische Felder bestehen, Ausnahmen von den Vorschriften dieser Verordnung zulassen, soweit öffentliche Belange dies zwingend erfordern, insbesondere für Zwecke der Verteidigung oder zur Erfüllung zwischenstaatlicher Verpflichtungen der

Bundesrepublik Deutschland. In diesem Fall ist festzulegen, wie die Sicherheit und der Gesundheitsschutz der Beschäftigten nach dieser Verordnung auf andere Weise gewährleistet werden können.

§ 2

Begriffsbestimmungen

(1) Im Sinne dieser Verordnung gelten die Begriffsbestimmungen der Absätze 2 bis 10.

(2) Elektromagnetische Felder sind statische elektrische, statische magnetische sowie zeitveränderliche elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder mit Frequenzen bis 300 Gigahertz.

(3) Direkte Wirkungen sind die im menschlichen Körper durch dessen Anwesenheit in einem elektromagnetischen Feld unmittelbar hervorgerufenen Wirkungen. Zu denen zählen

1. thermische Wirkungen aufgrund von Energieabsorption aus elektromagnetischen Feldern im menschlichen Gewebe oder durch induzierte Körperströme in Extremitäten und
2. nichtthermische Wirkungen durch die Stimulation von Muskeln, Nerven oder Sinnesorganen. Diese Wirkungen können kognitive Funktionen oder die körperliche Gesundheit exponierter Beschäftigter nachteilig beeinflussen, durch die Stimulation von Sinnesorganen zu vorübergehenden Symptomen wie Schwindelgefühl oder Magnetophosphenen führen sowie das Wahrnehmungsvermögen oder andere Hirn- oder Muskelfunktionen beeinflussen und damit das sichere Arbeiten von Beschäftigten gefährden.

(4) Indirekte Wirkungen sind die von einem elektromagnetischen Feld ausgelösten Wirkungen auf Gegenstände, welche die Gesundheit und die Sicherheit von Beschäftigten am Arbeitsplatz gefährden können. Dies betrifft insbesondere Gefährdungen durch

1. Einwirkungen auf medizinische Vorrichtungen oder Geräte, einschließlich Herzschrittmachern sowie andere aktive oder

passive Implantate oder am Körper getragene medizinische Geräte;

2. die Projektilwirkung ferromagnetischer Gegenstände in statischen Magnetfeldern;
3. die Auslösung von elektrischen Zündvorrichtungen (Detonatoren);
4. Brände oder Explosionen durch die Entzündung von brennbaren Materialien aufgrund von Funkenbildung sowie
5. Kontaktströme.

(5) Expositionsgrenzwerte sind maximal zulässige Werte, die aufgrund von wissenschaftlich nachgewiesenen Wirkungen im Inneren des menschlichen Körpers festgelegt wurden und deren Einhaltung nicht direkt durch Messungen am Arbeitsplatz überprüfbar ist. Folgende Expositionsgrenzwerte sind zu unterscheiden:

1. Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen; dies sind diejenigen Grenzwerte, bei deren Überschreitung gesundheits-schädliche Gewebeerwärmung oder Stimulation von Nerven- oder Muskelgewebe auftreten können;
2. Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen; dies sind diejenigen Grenzwerte, bei deren Überschreitung reversible Stimulationen von Sinneszellen oder geringfügige Veränderungen von Hirnfunktionen auftreten können (Magnetophosphene, Schwindel, Übelkeit, metallischer Geschmack, Mikrowellenhören).

(6) Auslöseschwellen sind festgelegte Werte von direkt messbaren physikalischen Größen. Bei Auslöseschwellen, die von Expositionsgrenzwerten abgeleitet sind, bedeutet die Einhaltung dieser Auslöseschwellen, dass die entsprechenden Expositionsgrenzwerte nicht überschritten werden. Bei Exposition oberhalb dieser Auslöseschwellen sind Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten zu ergreifen, es sei denn, dass die relevanten Expositionsgrenzwerte nachweislich eingehalten sind. Bei Auslöseschwellen, die nicht von Expositionsgrenzwerten abgeleitet sind, sind bei Überschreitung dieser

Auslöseschwellen direkt Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten durchzuführen. Im Frequenzbereich von 0 Hertz bis 10 Megahertz ist zwischen unteren und oberen Auslöseschwellen zu unterscheiden:

1. bei elektrischen Feldern bezeichnen die Ausdrücke untere Auslöseschwelle und obere Auslöseschwelle die Werte, ab deren Überschreitung spezifische Maßnahmen zur Vermeidung von direkten und indirekten Wirkungen durch Entladungen oder Kontaktströme nach § 6 Absatz 1 zu ergreifen sind, und
2. bei magnetischen Feldern ist die untere Auslöseschwelle vom Expositionsgrenzwert für sensorische Wirkungen und die obere Auslöseschwelle vom Expositionsgrenzwert für gesundheitliche Wirkungen abgeleitet.

(7) Besonders schutzbedürftige Beschäftigte sind insbesondere Beschäftigte

1. mit aktiven medizinischen Implantaten, insbesondere Herzschrittmachern,
2. mit passiven medizinischen Implantaten,
3. mit medizinischen Geräten, die am Körper getragen werden, insbesondere Insulinpumpen,
4. mit sonstigen durch elektromagnetische Felder beeinflussbaren Fremdkörpern im Körper oder
5. mit eingeschränkter Thermoregulation.

(8) Fachkundig ist, wer über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Ausübung einer in dieser Verordnung bestimmten Aufgabe verfügt. Die Anforderungen an die Fachkunde sind abhängig von der jeweiligen Art der Aufgabe. Zu den Anforderungen zählen eine entsprechende Berufsausbildung oder Berufserfahrung jeweils in Verbindung mit einer zeitnah ausgeübten einschlägigen beruflichen Tätigkeit sowie die Teilnahme an spezifischen Fortbildungsmaßnahmen.

(9) Stand der Technik ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung

einer Maßnahme zum Schutz der Gesundheit und zur Sicherheit der Beschäftigten gesichert erscheinen lässt. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg in der Praxis erprobt worden sind. Gleiches gilt für die Anforderungen an die Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene.

(10) Beschäftigte sind Personen im Sinne des § 2 Absatz 2 des Arbeitsschutzgesetzes. Den Beschäftigten stehen folgende Personen gleich, sofern sie bei ihren Tätigkeiten elektromagnetischen Feldern ausgesetzt sein können:

1. Schülerinnen und Schüler,
2. Studierende und Praktikanten sowie
3. sonstige, insbesondere an wissenschaftlichen Einrichtungen tätige Personen.

Auf die den Beschäftigten gleichstehenden Personen finden die Regelungen dieser Verordnung über die Beteiligung der Personalvertretungen keine Anwendung.

(11) Den in dieser Verordnung verwendeten physikalischen Größen sind die in Anhang 1 enthaltenen Definitionen zugrunde zu legen.

Abschnitt 2

Gefährdungsbeurteilung; Fachkundige Personen; Messungen, Berechnungen und Bewertungen

§ 3

Gefährdungsbeurteilung

(1) Bei der Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes hat der Arbeitgeber zunächst festzustellen, ob elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz von Beschäftigten auftreten oder auftreten können. Ist dies der Fall, hat er alle hiervon ausgehenden Gefährdungen für die Gesundheit und die Sicherheit der Beschäftigten

zu beurteilen. Dazu sind die auftretenden Expositionen durch elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz nach dem Stand der Technik zu ermitteln und zu bewerten. Für die Beschäftigten ist insbesondere dann von einer Gefährdung auszugehen, wenn die Expositionsgrenzwerte nach § 5 in Verbindung mit den Anhängen 2 und 3 überschritten werden. Der Arbeitgeber kann sich dazu für die Gefährdungsbeurteilung notwendige Informationen beim Wirtschaftsakteur, insbesondere beim Hersteller oder Inverkehrbringer der verwendeten Arbeitsmittel, oder von anderen ohne Weiteres zugänglichen Quellen beschaffen. Die Informationen umfassen insbesondere die für die verwendeten Arbeitsmittel verfügbaren Emissionswerte und andere geeignete sicherheitsbezogene Daten einschließlich spezifischer Informationen zur Gefährdungsbeurteilung, wenn diese auf die Expositionsbedingungen am Arbeitsplatz anwendbar sind. Ergebnisse aus Expositionsbewertungen von der Öffentlichkeit zugänglichen Bereichen können bei der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden, wenn die Expositionsgrenzwerte nach § 5 in Verbindung mit den Anhängen 2 und 3 eingehalten werden und sicheres Arbeiten gewährleistet ist. Lässt sich anhand der verfügbaren Informationen nicht sicher feststellen, ob die Expositionsgrenzwerte nach § 5 in Verbindung mit den Anhängen 2 und 3 eingehalten werden, ist der Umfang der Exposition durch Berechnungen oder Messungen nach § 4 festzustellen. Entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung hat der Arbeitgeber Maßnahmen nach dem Stand der Technik festzulegen.

(2) Bei Einhaltung der Auslöseschwellen nach § 5 in Verbindung mit den Anhängen 2 und 3 kann der Arbeitgeber davon ausgehen, dass die mit diesen Auslöseschwellen verbundenen Expositionsgrenzwerte nach § 5 in Verbindung mit den Anhängen 2 und 3 eingehalten sind und damit keine weiteren Maßnahmen nach § 6 Absatz 1 zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch direkte Wirkungen von elektromagnetischen Feldern erforderlich sind. Gefährdungen durch indirekte Wirkungen müssen gesondert betrachtet werden.

(3) Werden die Auslöseschwellen nach § 5 in Verbindung mit den Anhängen 2 und 3 überschritten und wird im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach Absatz 1 nicht der Nachweis erbracht, dass Gefährdungen durch Überschreitung der relevanten Expositionsgrenzwerte oder dass Gefährdungen durch indirekte Wirkungen von elektromagnetischen Feldern ausgeschlossen werden können, so hat der Arbeitgeber zur Vermeidung oder Verringerung der Gefährdung nach Absatz 1 Satz 9 Maßnahmen nach dem Stand der Technik festzulegen.

(4) Bei der Gefährdungsbeurteilung nach Absatz 1 ist insbesondere Folgendes zu berücksichtigen:

1. Art, Ausmaß und Dauer der Exposition durch elektromagnetische Felder, einschließlich der räumlichen Verteilung der elektromagnetischen Felder am Arbeitsplatz und über den Körper des Beschäftigten,
2. die Frequenzen und erforderlichenfalls den Signalverlauf der einwirkenden elektromagnetischen Felder,
3. alle direkten und indirekten Wirkungen von elektromagnetischen Feldern, die zu Gefährdungen führen können,
4. die in § 5 in Verbindung mit den Anhängen 2 und 3 genannten Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche und sensorische Wirkungen und die Auslöseschwellen,
5. die Verfügbarkeit und die Möglichkeit des Einsatzes alternativer Arbeitsmittel und Ausrüstungen zur Vermeidung oder Verringerung der Gefährdungen der Beschäftigten durch direkte oder indirekte Wirkungen von elektromagnetischen Feldern (Substitutionsprüfung),
6. Erkenntnisse aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge sowie hierzu allgemein zugängliche, veröffentlichte Informationen,
7. die Exposition von Beschäftigten gegenüber elektromagnetischen Feldern aus mehreren Quellen,

8. die Exposition von Beschäftigten gegenüber elektromagnetischen Feldern mit mehreren Frequenzen,
9. die relevanten Herstellerangaben zu Arbeitsmitteln, die elektromagnetische Felder erzeugen oder emittieren, sowie weitere relevante gesundheits- und sicherheitsbezogene Informationen,
10. die Arbeitsplatz- und Expositionsbedingungen, die bei verschiedenen Betriebszuständen insbesondere bei Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten und bei Einrichtvorgängen auftreten können sowie
11. alle Auswirkungen auf die Gesundheit und Sicherheit von besonders schutzbedürftigen Beschäftigten, insbesondere wenn der Arbeitgeber darüber informiert ist.

(5) Der Arbeitgeber hat vor Aufnahme einer Tätigkeit die Gefährdungsbeurteilung und die erforderlichen Maßnahmen nach dem Stand der Technik durchzuführen. Die Gefährdungsbeurteilung und die Wirksamkeit der daraus abgeleiteten Maßnahmen sind regelmäßig zu überprüfen. Die Gefährdungsbeurteilung und die Maßnahmen sind zu aktualisieren, wenn

1. neue sicherheits- oder gesundheitsrelevante Erkenntnisse, insbesondere aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge, vorliegen,
2. maßgebliche Veränderungen der Arbeitsbedingungen dies erfordern oder
3. die Prüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen ergeben hat, dass die Maßnahmen nicht wirksam oder nicht ausreichend sind.

(6) Der Arbeitgeber hat die Gefährdungsbeurteilung unabhängig von der Zahl der Beschäftigten vor Aufnahme der Tätigkeit nach Satz 2 in einer Form zu dokumentieren, die eine spätere Einsichtnahme ermöglicht. In der Dokumentation ist anzugeben, welche Gefährdungen am Arbeitsplatz auftreten können und welche Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung der Gefährdung der Beschäftigten durchgeführt werden müssen. Die Dokumentation kann eine Begründung des

Arbeitgebers einschließen, warum aufgrund der Art und des Umfangs der möglichen Gefährdungen durch elektromagnetische Felder nur eine vereinfachte Gefährdungsbeurteilung durchgeführt wurde. Der Arbeitgeber hat die Ergebnisse aus Messungen oder Berechnungen nach der Erstellung in Verbindung mit Satz 5 in einer Form aufzubewahren, die eine spätere Einsichtnahme ermöglicht. Werden an Arbeitsplätzen die oberen Auslöseschwellen bei nichtthermischen oder thermischen Wirkungen nach den Anhängen 2 und 3 überschritten, sind die ermittelten Ergebnisse aus Messungen oder Berechnungen mindestens 20 Jahre aufzubewahren.

(7) Bei der Festlegung der Maßnahmen nach Absatz 1 Satz 9 hat der Arbeitgeber nach § 4 Nummer 6 des Arbeitsschutzgesetzes die Erfordernisse von besonders schutzbedürftigen Beschäftigten entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen und gegebenenfalls individuelle Schutzmaßnahmen vorzusehen.

§ 4

Fachkundige Personen; Messungen, Berechnungen und Bewertungen

(1) Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass die Gefährdungsbeurteilung, die Messungen, die Berechnungen oder die Bewertungen nach dem Stand der Technik nach Absatz 2 fachkundig geplant und durchgeführt werden. Verfügt der Arbeitgeber dazu nicht selbst über die entsprechenden Kenntnisse, hat er sich von fachkundigen Personen beraten zu lassen.

(2) Messverfahren und -geräte sowie eventuell erforderliche Berechnungs- und Bewertungsverfahren müssen

1. an die vorhandenen Arbeitsplatz- und Expositionsbedingungen angepasst sein,
2. geeignet sein, die erforderlichen physikalischen Größen zu bestimmen, um feststellen zu können, ob die Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen nach § 5 in Verbindung mit den Anhängen 2 und 3 eingehalten sind, und

3. die Mess- oder Berechnungsunsicherheiten berücksichtigen.

(3) Im Niederfrequenzbereich können als Bewertungsverfahren bei nicht sinusförmigen oder gepulsten elektromagnetischen Feldern Verfahren zur Bewertung im Zeitbereich nach dem Stand der Technik wie die Methode der gewichteten Spitzenwerte angewendet werden.

(4) Die durchzuführenden Messungen, Berechnungen oder Bewertungen können bei gleichartigen Arbeitsplatzbedingungen auch durch repräsentative Stichprobenerhebungen erfolgen.

Abschnitt 3

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

Unterabschnitt 1

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

§ 5

Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen für elektromagnetische Felder

Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen für elektromagnetische Felder sind in den Anhängen 2 und 3 festgelegt. Die zugehörigen physikalischen Größen sind in Anhang 1 festgelegt.

§ 6

Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Gefährdungen von Beschäftigten durch elektromagnetische Felder

(1) Der Arbeitgeber hat die nach § 3 Absatz 1 Satz 9 festgelegten Maßnahmen nach dem Stand der Technik durchzuführen, um Gefährdungen der Beschäftigten auszuschließen oder so weit wie möglich zu verringern. Dazu sind die Entstehung und die Ausbreitung elektromagnetischer Felder nach dem Stand der Technik vorrangig an der Quelle zu verhindern oder zu reduzieren. Der Arbeitgeber hat dafür

zu sorgen, dass die Expositionsgrenzwerte nach § 5 in Verbindung mit den Anhängen 2 und 3 eingehalten und Gefährdungen aufgrund direkter und indirekter Wirkungen von elektromagnetischen Feldern vermieden oder verringert werden und somit ein sicheres Arbeiten gewährleistet ist. Technische Maßnahmen haben Vorrang vor organisatorischen und personenbezogenen Maßnahmen. Geeignete persönliche Schutzausrüstung ist dann zu verwenden, wenn technische und organisatorische Maßnahmen nicht ausreichen oder nicht anwendbar sind.

- (2) Zu den Maßnahmen nach Absatz 1 gehören insbesondere
1. alternative Arbeitsverfahren, durch die Gefährdungen durch elektromagnetische Felder vermieden oder verringert werden,
 2. Auswahl, Einsatz und Betriebsweise von Arbeitsmitteln, die unter Berücksichtigung der auszuführenden Tätigkeit in geringerem Maße elektromagnetische Felder emittieren,
 3. technische Maßnahmen zur Verringerung der Gefährdungen durch elektromagnetische Felder, falls erforderlich auch unter Einsatz von Abschirmungen, Verriegelungs- oder anderen Sicherheitseinrichtungen,
 4. angemessene Abgrenzungs- und Zugangskontrollmaßnahmen, insbesondere Warnhinweise, Signale, Kennzeichnungen, Markierungen oder Schranken,
 5. bei elektrischen Feldern Maßnahmen und Verfahren zur Vermeidung oder Minimierung von elektrischen Entladungen oder Kontaktströmen,
 6. angemessene Wartungsprogramme und Kontrollen von Arbeitsmitteln, Arbeitsplätzen und Anlagen,
 7. die Gestaltung und die Einrichtung der Arbeitsstätten und Arbeitsplätze,
 8. organisatorische Maßnahmen zur Begrenzung von Ausmaß und Dauer der Exposition,

9. Auswahl und Einsatz von geeigneter persönlicher Schutzausrüstung sowie

10. die Verwendung der Arbeitsmittel nach den Herstellerangaben.

(3) Der Arbeitgeber hat Arbeitsbereiche, in denen die Auslöseschwellen für elektromagnetische Felder nach den Anhängen 2 und 3 überschritten werden, oder Arbeitsbereiche mit Gefährdungen für besonders schutzbedürftige Beschäftigte nach Satz 2 zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung muss deutlich erkennbar und dauerhaft sein. Sie kann insbesondere durch Warn-, Hinweis- und Zusatzzeichen sowie Verbotsschilder und Warnleuchten erfolgen. Der Arbeitgeber hat die betreffenden Arbeitsbereiche für die Dauer der Tätigkeit abzugrenzen und den Zugang gegebenenfalls einzuschränken. In diesen Bereichen dürfen Beschäftigte nur tätig werden, wenn das Arbeitsverfahren dies erfordert. Absatz 1 bleibt unberührt.

1. Arbeitsbereiche müssen nicht gekennzeichnet werden, wenn der Zugang auf geeignete Weise beschränkt ist und die Beschäftigten in geeigneter Weise unterwiesen sind.

2. In Arbeitsbereichen mit öffentlich zugänglichen Arbeitsplätzen ist eine Kennzeichnung nach Satz 1 unterhalb der oberen Auslöseschwelle nach Anhang 2 Tabelle A2.10 nicht erforderlich, wenn gemäß der Gefährdungsbeurteilung nach § 3 für an diesen Arbeitsplätzen tätige Beschäftigte mit aktiven Implantaten oder am Körper getragenen medizinischen Geräten ein sicheres Arbeiten gewährleistet ist und die betroffenen Beschäftigten über die Gefährdungen aufgrund der elektromagnetischen Felder unterwiesen sind.

(4) Die Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen nach § 5 in Verbindung mit den Anhängen 2 und 3 dürfen nur überschritten werden, wenn

1. die Überschreitung auf kurzzeitige Einzelereignisse unter definierten Betriebsbedingungen beschränkt ist,

2. keine geeigneten alternativen Arbeitsverfahren zur Verfügung stehen, bei denen die Exposition der Beschäftigten minimiert oder beseitigt werden kann,
 3. die besonderen Festlegungen nach den §§ 7, 14, 17 und 18 umgesetzt sind und
 4. ein sicheres Arbeiten dadurch gewährleistet ist, dass nach Durchführung der entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung festgesetzten Maßnahmen Gefährdungen durch direkte und indirekte Wirkungen ausgeschlossen sind.
- (5) Die Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen nach § 5 in Verbindung mit den Anhängen 2 und 3 dürfen bei medizinischen Anwendungen von Magnetresonanzverfahren überschritten werden, wenn die besonderen Festlegungen nach § 18 umgesetzt sind.
- (6) Werden abweichend von Absatz 4 und 5 die Expositionsgrenzwerte für sensorische oder gesundheitliche Wirkungen überschritten, hat der Arbeitgeber unverzüglich die Gründe zu ermitteln und weitere Maßnahmen nach Absatz 2 zu ergreifen, um die Exposition auf einen Wert unterhalb der Expositionsgrenzwerte zu senken und ein erneutes Überschreiten der Expositionsgrenzwerte zu verhindern.
- (7) Treten trotz aller durchgeführten Maßnahmen bei Beschäftigten vorübergehende Symptome auf, so hat der Arbeitgeber unverzüglich die Gefährdungsbeurteilung und die nach § 3 Absatz 1 Satz 9 festgelegten Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten zu überprüfen und erforderlichenfalls zu aktualisieren. Vorübergehende Symptome können Folgendes umfassen:
1. durch die Bewegung im statischen Magnetfeld hervorgerufene Wirkungen, insbesondere Schwindelgefühl oder Übelkeit,
 2. durch zeitveränderliche elektromagnetische Felder hervorgerufene Sinnesempfindungen, insbesondere Magnetophosphene oder Mikrowellenhören, sowie Wirkungen auf die im Kopf gelegenen Teile des Zentralnervensystems oder

3. Wirkungen durch Entladungen oder Kontaktströme in elektromagnetischen Feldern.

Unterabschnitt 2

Besondere Festlegungen zum Schutz vor Gefährdungen durch statische Magnetfelder

§ 7

Besondere Festlegungen für die Überschreitung der Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen bei Tätigkeiten im statischen Magnetfeld über 2 Tesla

Bei Überschreitung des Expositionsgrenzwertes für sensorische Wirkungen unter normalen Arbeitsbedingungen im statischen Magnetfeld über 2 Tesla nach Anhang 2 Tabelle A2.1 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
 - a) die Überschreitung der Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen nach Anhang 2 Tabellen A2.1 und A2.4 auf kurzzeitige Einzelereignisse unter definierten Betriebsbedingungen beschränkt ist,
 - b) die Expositionsgrenzwerte für kontrollierte Arbeitsbedingungen nach Anhang 2 Tabellen A2.1 und A2.3 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 ergriffen werden, wenn vorübergehende Symptome nach § 6 Absatz 7 auftreten.

§ 8

Besondere Festlegungen für die Überschreitung der Auslöseschwellen für die Projektilwirkung von ferromagnetischen Gegenständen im Streufeld von Anlagen mit hohem statischen Magnetfeld (> 100 Millitesla)

(1) Bei Überschreitung der unteren Auslöseschwellen für die Projektilwirkung von ferromagnetischen Gegenständen im Streufeld von Anlagen mit hohem statischen Magnetfeld (> 100 Millitesla) nach Anhang 2 Tabelle A2.11 hat der Arbeitgeber die betreffenden Arbeitsbereiche nach § 6 Absatz 3 zu kennzeichnen.

(2) Bei Überschreitung der oberen Auslöseschwellen für die Projektilwirkung von ferromagnetischen Gegenständen im Streufeld von Anlagen mit hohem statischen Magnetfeld (> 100 Millitesla) nach Anhang 2 Tabelle A2.11 hat der Arbeitgeber weitere Maßnahmen nach § 6 Absatz 2 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.

§ 9

Besondere Festlegungen für die Überschreitung der oberen Auslöseschwelle für die Beeinflussung von implantierten aktiven oder am Körper getragenen medizinischen Geräten in statischen Magnetfeldern

Bei Überschreitung der oberen Auslöseschwelle nach Anhang 2 Tabelle A2.10 hat der Arbeitgeber weitere Maßnahmen nach § 6 Absatz 2 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,
2. Zugangsbeschränkung zum betreffenden Arbeitsbereich insbesondere durch Kontroll- oder Absperrungsmaßnahmen und
3. betriebsorganisatorische Maßnahmen, insbesondere Schulung und Unterweisung, individuelle oder allgemeine Zugangsverbote.

Unterabschnitt 3

Besondere Festlegungen zum Schutz vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 0 Hertz bis 10 Megahertz

§ 10

Besondere Festlegungen für die Überschreitung der unteren Auslöseschwellen für externe elektrische Felder im Frequenzbereich von 0 Hertz bis 10 Megahertz

Bei Überschreitung der unteren Auslöseschwellen für externe elektrische Felder im Frequenzbereich von 0 Hertz bis 10 Megahertz nach Anhang 2 Tabelle A2.7 hat der Arbeitgeber, wenn keine geeigneten alternativen Arbeitsverfahren zur Verfügung stehen, dafür zu sorgen, dass

1. die Expositionsgrenzwerte der internen elektrischen Feldstärke E_i für sensorische Wirkungen im Frequenzbereich bis 400 Hertz nach Anhang 2 Tabelle A2.4 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
 - aa) geeignete technische Arbeitsmittel,
 - bb) Maßnahmen zum Potentialausgleich,
 - cc) die Erdung von Arbeitsgegenständen,
 - dd) die spezielle Schulung und Unterweisung der Beschäftigten und

- ee) persönliche Schutzausrüstung wie isolierende Schuhe, Isolierhandschuhe und Schutzkleidung;
- b) die Gefährdungen in statischen elektrischen Feldern durch spezifische Maßnahmen beseitigt oder minimiert sind. Dazu zählen insbesondere
 - aa) die Nichtüberschreitung des Expositionsgrenzwertes für die externe elektrische Feldstärke E_e von statischen elektrischen Feldern nach Anhang 2 Tabelle A2.2,
 - bb) die Zugangskontrolle zum betreffenden Arbeitsbereich und
 - cc) die spezielle Schulung und Unterweisung der Beschäftigten;
- c) die Expositionsgrenzwerte der internen elektrischen Feldstärke E_i für gesundheitliche Wirkungen im Frequenzbereich bis 10 Megahertz nach Anhang 2 Tabelle A2.3 nicht überschritten werden sowie
- d) die Gefährdungen durch direkte und indirekte Wirkungen ausgeschlossen sind und damit ein sicheres Arbeiten gewährleistet ist.

§ 11

Besondere Festlegungen für die Überschreitung der oberen Auslöseschwellen für externe elektrische Felder im Frequenzbereich von 0 Hertz bis 10 Megahertz

Bei Überschreitung der oberen Auslöseschwellen für die Exposition gegenüber externen elektrischen Feldern im Frequenzbereich von 0 Hertz bis 10 Megahertz nach Anhang 2 Tabelle A2.7 hat der Arbeitgeber, wenn keine geeigneten alternativen Arbeitsverfahren zur Verfügung stehen, dafür zu sorgen, dass über die in § 10 Nummer 2 genannten Maßnahmen hinaus weitere Maßnahmen nach § 6 Absatz 2 durchgeführt werden, damit Gefährdungen durch direkte und indirekte

Wirkungen ausgeschlossen sind. Zu den Maßnahmen zählen insbesondere spezielle Unterweisungen.

§ 12

Besondere Festlegungen für die Überschreitung der unteren Auslöseschwellen für magnetische Felder im Frequenzbereich von 0 Hertz bis 10 Megahertz

Bei Überschreitung der unteren Auslöseschwellen für die Exposition gegenüber magnetischen Feldern im Frequenzbereich von 0 Hertz bis 10 Megahertz nach Anhang 2 Tabelle A2.8 insbesondere im Bereich von Kopf oder Rumpf hat der Arbeitgeber, wenn keine geeigneten alternativen Arbeitsverfahren zur Verfügung stehen, dafür zu sorgen, dass

1. die Expositionsgrenzwerte der internen elektrischen Feldstärke E_i für sensorische Wirkungen im Frequenzbereich bis 400 Hertz nach Anhang 2 Tabelle A2.4 nicht überschritten werden oder
2. nach Durchführung der festgelegten Maßnahmen entsprechend der Gefährdungsbeurteilung
 - a) die Überschreitung der Expositionsgrenzwerte der internen elektrischen Feldstärke E_i für sensorische Wirkungen im Frequenzbereich bis 400 Hertz nach Anhang 2 Tabelle A2.4 auf kurzzeitige Einzelereignisse unter definierten Betriebsbedingungen beschränkt ist,
 - b) die Expositionsgrenzwerte der internen elektrischen Feldstärke E_i für gesundheitliche Wirkungen im Frequenzbereich bis 10 Megahertz nach Anhang 2 Tabelle A2.3 eingehalten werden und
 - c) die Gefährdungen durch direkte und indirekte Wirkungen ausgeschlossen sind und damit ein sicheres Arbeiten gewährleistet ist.

§ 13

Besondere Festlegungen für die Überschreitung der Auslöseschwellen für Kontaktströme bei berühendem Kontakt

Bei Überschreitung der Auslöseschwellen für Kontaktströme I_K bei berühendem Kontakt nach Anhang 2 Tabelle A2.9 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 Expositionsgrenzwerte für kontinuierliche Kontaktströme I_K bei greifendem Kontakt nach Anhang 2 Tabelle A2.5 und für den Entladungspuls eines Kontaktstroms nach Anhang 2 Tabelle A2.6 eingehalten werden und
3. die Gefährdungen durch direkte und indirekte Wirkungen ausgeschlossen sind und damit ein sicheres Arbeiten gewährleistet ist.

§ 14

Besondere Festlegungen für die Überschreitung der Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen im Frequenzbereich bis 400 Hertz

Bei Überschreitung der Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen für im Frequenzbereich bis 400 Hertz nach Anhang 2 Tabelle A2.4 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 Expositionsgrenzwerte der internen elektrischen Feldstärke E_i für gesundheitliche Wirkungen im Frequenzbereich bis 400 Hertz nach Anhang 2 Tabelle A2.3 nicht überschritten werden und

3. unverzüglich weitere Maßnahmen nach § 6 Absatz 2 ergriffen werden, wenn vorübergehende Symptome nach § 6 Absatz 7 auftreten.

Unterabschnitt 4

Besondere Festlegungen zum Schutz vor Gefährdungen durch elektro-magnetische Felder im Frequenzbereich von 100 Kilohertz bis 300 Gigahertz

§ 15

Besondere Festlegungen für die Überschreitung der Auslöseschwellen für elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 100 Kilohertz bis 300 Gigahertz

- (1) Bei Überschreitung der Auslöseschwellen für die Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 100 Kilohertz bis 300 Gigahertz nach Anhang 3 Tabelle A3.4 hat der Arbeitgeber dafür zu sorgen, dass
 1. die Expositionsgrenzwerte der spezifischen Absorptionsrate *SAR* für gesundheitliche Wirkungen bei Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 100 Kilohertz bis 6 Gigahertz nach Anhang 3 Tabelle A3.1 und der Expositionsgrenzwert der Leistungsdichte *S* für gesundheitliche Wirkungen bei Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 6 Gigahertz bis 300 Gigahertz nach Anhang 3 Tabelle A3.2 eingehalten werden und
 2. nach Durchführung der festgelegten Maßnahmen entsprechend der Gefährdungsbeurteilung Gefährdungen der Beschäftigten durch direkte und indirekte Wirkungen ausgeschlossen sind und damit ein sicheres Arbeiten gewährleistet ist.
- (2) Die besonderen Festlegungen für die Überschreitung der Expositionsgrenzwerte der lokalen spezifischen Energieabsorption *SA* für sensorische Wirkungen bei Exposition gegenüber gepulsten elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 0,3 Gigahertz bis

6 Gigahertz (Mikrowellenhören) nach § 17 gelten unabhängig von Absatz 1. Sie sind daher gesondert zu betrachten.

§ 16

Besondere Festlegungen für die Überschreitung der Auslöseschwellen für stationäre Kontaktströme oder induzierte Ströme durch die Gliedmaßen im Frequenzbereich von 100 Kilohertz bis 110 Megahertz

Bei Überschreitung der Auslöseschwellen für stationäre Kontaktströme I_K oder induzierte Ströme durch die Gliedmaßen I_G im Frequenzbereich von 100 Kilohertz bis 110 Megahertz nach Anhang 3 Tabelle A3.5 hat der Arbeitgeber dafür zu sorgen, dass

1. die Expositionsgrenzwerte der spezifischen Absorptionsrate SAR für gesundheitliche Wirkungen bei Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern nach Anhang 3 Tabelle A3.1 im Frequenzbereich von 100 Kilohertz bis 110 Megahertz eingehalten werden und
2. nach Durchführung der festgelegten Maßnahmen entsprechend der Gefährdungsbeurteilung Gefährdungen der Beschäftigten durch direkte und indirekte Wirkungen ausgeschlossen sind und damit ein sicheres Arbeiten gewährleistet ist.

§ 17

Besondere Festlegungen für die Überschreitung des Expositionsgrenzwertes der lokalen spezifischen Energieabsorption für sensorische Wirkungen von gepulsten elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 0,3 Gigahertz bis 6 Gigahertz (Mikrowellenhören)

Bei Überschreitung des Expositionsgrenzwertes der lokalen spezifischen Energieabsorption SA für sensorische Wirkungen bei Exposition gegenüber gepulsten elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 0,3 Gigahertz bis 6 Gigahertz (Mikrowellenhören) nach Anhang 3 Tabelle A3.3 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 Expositionsgrenzwerte der spezifischen Absorptionsrate SAR für gesundheitliche Wirkungen bei Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 100 Kilohertz bis 6 Gigahertz nach Anhang 3 Tabelle A3.1 und der Expositionsgrenzwert der Leistungsdichte S für gesundheitliche Wirkungen bei Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 6 Gigahertz bis 300 Gigahertz nach Anhang 3 Tabelle A3.2 nicht überschritten werden und
3. unverzüglich weitere Maßnahmen nach § 6 Absatz 2 ergriffen werden, wenn vorübergehende Symptome nach § 6 Absatz 7 auftreten.

Unterabschnitt 5

Besondere Festlegungen zum Schutz vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder bei medizinischen Anwendungen von Magnetresonanzverfahren

§ 18

Besondere Festlegungen für die Überschreitung von Expositionsgrenzwerten bei medizinischen Anwendungen von Magnetresonanzverfahren

Abweichend von den §§ 7 bis 16 hat der Arbeitgeber bei einer Überschreitung der Expositionsgrenzwerte nach den Anhängen 2 und 3 bei der Aufstellung, Prüfung, Anwendung, Entwicklung oder Wartung von medizinischen Geräten für bildgebende Verfahren mittels Magnetresonanz am Patienten oder damit verknüpften Forschungsarbeiten

1. Art, Ausmaß, Häufigkeit und Dauer der Überschreitung von Expositionsgrenzwerten in Arbeitsbereichen, in denen Beschäftigte tätig werden müssen, im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 3 nachzuweisen,
2. alle technischen und organisatorischen Maßnahmen nach dem Stand der Technik nach § 6 Absatz 1 zur Vermeidung oder Verringerung der Exposition der betroffenen Beschäftigten durchzuführen,
3. zu begründen, für welche medizinische Anwendungsfälle die Notwendigkeit zur Überschreitung der Expositionsgrenzwerte gegeben ist,
4. alle spezifischen Merkmale des Arbeitsplatzes, der Arbeitsmittel oder der Arbeitsmethoden bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung sowie die Festlegung und die Durchführung von Maßnahmen für den sicheren Betrieb und zum Schutz der betroffenen Beschäftigten zu berücksichtigen,
5. dafür zu sorgen, dass in der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach § 6 Absatz 1 ein Nachweis enthalten ist, wie Beschäftigte vor Gefährdungen durch direkte und indirekte Wirkungen geschützt sind,
6. sicherzustellen, dass die vom Hersteller bereitgestellten Bedienungsanleitungen und Sicherheitshinweise eingehalten werden und
7. sicherzustellen, dass nur speziell unterwiesene Beschäftigte tätig werden.

Abschnitt 4

Unterweisung der Beschäftigten; Beratung durch den Ausschuss für Betriebssicherheit

§ 19

Unterweisung der Beschäftigten

(1) Bei Gefährdungen der Beschäftigten durch elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz stellt der Arbeitgeber sicher, dass die betroffenen Beschäftigten eine Unterweisung erhalten, die auf den Ergebnissen der Gefährdungsbeurteilung beruht und die Aufschluss über die am Arbeitsplatz auftretenden Gefährdungen gibt. Die Unterweisung muss vor Aufnahme der Tätigkeit, danach in regelmäßigen Abständen, mindestens jedoch jährlich, und unverzüglich bei wesentlichen Änderungen der gefährdenden Tätigkeit oder des Arbeitsplatzes erfolgen. Die Unterweisung muss in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache erfolgen und mindestens folgende Informationen enthalten:

1. die mit der Tätigkeit verbundenen Gefährdungen durch direkte und indirekte Wirkungen von elektromagnetischen Feldern,
2. die durchgeführten Maßnahmen zur Beseitigung oder zur Minimierung der Gefährdung unter Berücksichtigung der Arbeitsplatzbedingungen,
3. die relevanten Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen sowie ihre Bedeutung,
4. die Ergebnisse der Expositionsermittlung zusammen mit der Erläuterung ihrer Bedeutung und der Bewertung der damit verbundenen möglichen Gefährdungen und gesundheitlichen Folgen,
5. die Beschreibung sicherer Arbeitsverfahren zur Minimierung der Gefährdung aufgrund der Exposition durch elektromagnetische Felder,
6. die sachgerechte Verwendung der persönlichen Schutzausrüstung,

7. Hinweise zur Erkennung und Meldung von möglichen gesundheitsschädlichen Wirkungen einer Exposition,
8. möglicherweise auftretende vorübergehende Symptome nach § 6 Absatz 7 und wie diese vermieden werden können und
9. spezifische Informationen für besonders schutzbedürftige Beschäftigte.

(2) Im Rahmen der Unterweisung nach Absatz 1 ist auch eine allgemeine arbeitsmedizinische Beratung durchzuführen mit Hinweisen zu besonderen Gefährdungen insbesondere für besonders schutzbedürftige Beschäftigte. Die Beschäftigten sind dabei auch über den Anspruch und den Zweck der arbeitsmedizinischen Vorsorge nach der Verordnung über arbeitsmedizinische Vorsorge zu unterrichten. Falls erforderlich, hat der Arbeitgeber die Ärztin oder den Arzt nach § 7 Absatz 1 der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge zu beteiligen.

§ 20

Beratung durch den Ausschuss für Betriebssicherheit

Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales wird in allen Fragen der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei elektromagnetischen Feldern durch den Ausschuss nach § 21 der Betriebssicherheitsverordnung beraten. § 21 Absatz 5 und 6 der Betriebssicherheitsverordnung gilt entsprechend.

Abschnitt 5

Ausnahmen; Straftaten und Ordnungswidrigkeiten

§ 21

Ausnahmen

(1) Die zuständige Behörde kann auf schriftlichen oder elektronischen Antrag des Arbeitgebers Ausnahmen von den §§ 6 bis 17 zulassen, wenn die Durchführung der Vorschrift im Einzelfall zu einer unverhältnismäßigen Härte führen würde und die Abweichung mit dem Schutz der Beschäftigten vereinbar ist. Diese Ausnahmen können mit Nebenbestimmungen verbunden werden, die unter Berücksichtigung der besonderen Umstände gewährleisten, dass die Gefährdungen, die sich aus den Ausnahmen ergeben können, auf ein Minimum reduziert werden. Die Ausnahmen sind spätestens nach vier Jahren zu überprüfen. Sie sind aufzuheben, sobald die Umstände, die sie gerechtfertigt haben, nicht mehr gegeben sind. Der Antrag des Arbeitgebers muss mindestens Angaben enthalten zu

1. der Gefährdungsbeurteilung einschließlich der Dokumentation,
2. Art, Ausmaß und Dauer der Exposition durch die elektromagnetischen Felder,
3. den Frequenzen und erforderlichenfalls dem Signalverlauf der elektromagnetischen Felder,
4. dem Stand der Technik bezüglich der Tätigkeiten und der Arbeitsverfahren sowie zu den technischen, organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen und
5. den Lösungsvorschlägen, wie die Exposition der Beschäftigten reduziert werden kann, um die Expositionsgrenzwerte wieder einzuhalten, sowie einen Zeitplan hierfür.

(2) Eine Ausnahme nach Absatz 1 Satz 1 kann auch im Zusammenhang mit Verwaltungsverfahren nach anderen Rechtsvorschriften beantragt werden.

§ 22 Straftaten und Ordnungswidrigkeiten

- (1) Ordnungswidrig im Sinne des § 25 Absatz 1 Nummer 1 des Arbeitsschutzgesetzes handelt, wer vorsätzlich oder fahrlässig
1. entgegen § 3 Absatz 5 Satz 1 eine Gefährdungsbeurteilung oder eine dort genannte Maßnahme nicht, nicht richtig, nicht in der vorgeschriebenen Weise oder nicht rechtzeitig durchführt,
 2. entgegen § 3 Absatz 6 Satz 1 eine Dokumentation nicht, nicht richtig, nicht vollständig, nicht in der vorgeschriebenen Weise oder nicht rechtzeitig erstellt,
 3. entgegen § 3 Absatz 6 Satz 5 ein Ergebnis nicht oder nicht mindestens 20 Jahre aufbewahrt,
 4. entgegen § 3 Absatz 7 dort genannte Erfordernisse nicht, nicht richtig oder nicht rechtzeitig berücksichtigt,
 5. entgegen § 4 Absatz 1 Satz 1 nicht sicherstellt, dass eine dort genannte Gefährdungsbeurteilung, Messung, Berechnung oder Bewertung geplant oder durchgeführt wird,
 6. entgegen § 6 Absatz 1 Satz 3, § 12 Nummer 2 Buchstabe b, § 13 Nummer 2, § 15 Absatz 1 Nummer 1 oder § 16 Nummer 1 nicht dafür sorgt, dass dort genannte Expositionsgrenzwerte eingehalten werden oder eine Gefährdung vermieden oder verringert wird,
 7. entgegen § 6 Absatz 3 Satz 1 einen Arbeitsbereich nicht oder nicht richtig kennzeichnet,
 8. entgegen § 6 Absatz 3 Satz 4 einen Arbeitsbereich nicht oder nicht richtig abgrenzt,
 9. entgegen § 8 Absatz 2 Satz 1 oder § 9 Satz 1 eine Maßnahme nicht, nicht richtig oder nicht rechtzeitig ergreift,

10. entgegen § 10 Nummer 1 oder 2 Buchstabe c, § 12 Nummer 1, § 14 Nummer 2 oder § 17 Nummer 2 nicht dafür sorgt, dass dort genannte Expositionsgrenzwerte nicht überschritten werden,
11. entgegen § 10 Nummer 2 Buchstabe a Satzteil vor Satz 2, Buchstabe b Satzteil vor Satz 2, § 12 Nummer 2 Buchstabe c, § 13 Nummer 3, § 15 Absatz 1 Nummer 2 oder § 16 Nummer 2 nicht dafür sorgt, dass eine Gefährdung ausgeschlossen, beseitigt oder minimiert ist,
12. entgegen § 11 Satz 1 nicht dafür sorgt, dass eine Maßnahme durchgeführt wird,
13. entgegen § 12 Nummer 2 Buchstabe a, § 14 Nummer 1 oder § 17 Nummer 1 nicht dafür sorgt, dass eine Überschreitung beschränkt ist,
14. entgegen § 13 Nummer 1 nicht dafür sorgt, dass die Beschäftigten unterwiesen sind,
15. entgegen § 14 Nummer 3 oder § 17 Nummer 3 nicht dafür sorgt, dass eine Maßnahme ergriffen wird,
16. entgegen § 18 Nummer 5 nicht dafür sorgt, dass ein Nachweis enthalten ist, oder
17. entgegen § 19 Absatz 1 Satz 1 nicht sicherstellt, dass ein Beschäftigter eine Unterweisung erhält.

(2) Wer durch eine in Absatz 1 bezeichnete vorsätzliche Handlung das Leben oder die Gesundheit von Beschäftigten gefährdet, ist nach § 26 Nummer 2 des Arbeitsschutzgesetzes strafbar.

Anhang 1

Physikalische Größen im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern

Die folgenden physikalischen Größen werden zur Beschreibung der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern verwendet:

1. Die elektrische Feldstärke E ist eine Vektorgröße, die der Kraft entspricht, die auf ein geladenes Teilchen ungeachtet seiner Bewegung im Raum ausgeübt wird. Sie wird ausgedrückt in Volt pro Meter (V/m). Es muss zwischen der externen elektrischen Feldstärke E_e eines in der Umgebung auftretenden elektrischen Feldes und der internen elektrischen Feldstärke E_i , wie sie im Körper (*in situ*) infolge einer Exposition gegenüber der Umgebungsfeldstärke auftritt, unterschieden werden.
2. Die magnetische Feldstärke H ist eine Vektorgröße, die neben der magnetischen Flussdichte zur Beschreibung des magnetischen Feldes in jedem Raumpunkt dient. Sie wird ausgedrückt in Ampere pro Meter (A/m).
3. Die magnetische Flussdichte B ist eine Vektorgröße, aus der sich eine Kraft auf bewegte Ladungen ergibt; sie wird in Tesla (T) ausgedrückt. Die magnetische Flussdichte B und die magnetische Feldstärke H können in biologischem Material gemäß der Gleichung $B = \mu_0 \cdot H$ mit $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \text{T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$ ineinander umgerechnet werden.
4. Die Leistungsdichte S ergibt sich aus dem Betrag des Kreuzproduktes von elektrischer Feldstärke E und magnetischer Feldstärke H . Sie wird ausgedrückt in Watt pro Quadratmeter (W/m^2).
5. Die spezifische Absorption SA ist die je Masseneinheit biologischen Gewebes absorbierte Energie. Sie wird ausgedrückt in Joule pro Kilogramm (J/kg). In dieser Verordnung wird sie zur

Festlegung von Grenzen für Wirkungen gepulster elektromagnetischer Felder im Frequenzbereich von 0,3 GHz bis 6 GHz benutzt.

6. Die spezifische Absorptionsrate SAR ist die über den ganzen Körper oder Teile gemittelte Rate, mit der Leistung je Masseneinheit des Körpergewebes absorbiert wird; sie wird ausgedrückt in Watt pro Kilogramm (W/kg). Die Ganzkörper- SAR ist die physikalische Größe, um Wärmewirkungen zu einer Exposition von elektromagnetischen Feldern in Beziehung zu setzen. Neben der Ganzkörper- SAR sind lokale SAR -Werte notwendig, um übermäßige Energiekonzentrationen in kleinen Körperbereichen infolge besonderer Expositionsbedingungen zu bewerten und zu begrenzen.
7. Die elektrische Ladung Q ist die physikalische Größe, die zur Beschreibung von transienten Kontaktströmen verwendet und in Coulomb (C) ausgedrückt wird.
8. Der Kontaktstrom I_K bezeichnet einen Strom, der beim Kontakt zwischen einem Beschäftigten und einem Gegenstand in einem elektromagnetischen Feld fließt. Er wird in Ampere (A) ausgedrückt. Beim Kontakt kann es zu einem transienten oder einem stationären Kontaktstrom kommen.
9. Der Strom durch die Gliedmaßen I_G bezeichnet den Strom in den Gliedmaßen von Beschäftigten, die elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 10 MHz bis 110 MHz ausgesetzt sind infolge eines Kontakts mit einem Gegenstand in einem elektromagnetischen Feld oder infolge des Fließens kapazitiver Ströme, die in dem exponierten Körper induziert werden. Er wird in Ampere (A) ausgedrückt.
10. Die Entladungsenergie W ist die bei einem Entladungspuls eines Kontaktstroms übertragene Energie. Sie wird in Millijoule (mJ) ausgedrückt.

Von den genannten physikalischen Größen lassen sich die externe elektrische Feldstärke E_e , die magnetische Feldstärke H , die magnetische Flussdichte B , die Leistungsdichte S , die elektrische Ladung Q , der Kontaktstrom I_K , der Strom durch Gliedmaßen I_G sowie die Entladungsenergie W direkt am Arbeitsplatz des Beschäftigten messen.

Anhang 2

Nichtthermische Wirkungen: Expositionsgrenzwerte und Auslöschwellen für statische und zeitveränderliche elektrische und magnetische Felder im Frequenzbereich bis 10 MHz

1. Expositionsgrenzwerte

Tabelle A2.1: Expositionsgrenzwerte für die magnetische Flussdichte B von statischen Magnetfeldern

Maximalwert der magnetischen Flussdichte B (T)		
Sensorische Wirkungen (normale Arbeitsbedingungen)	Sensorische Wirkungen (lokale Exposition von Gliedmaßen)	Gesundheitliche Wirkungen (kontrollierte Arbeitsbedingungen)
2	8	8

Anmerkung 1: Die Expositionsgrenzwerte in Tabelle A2.1 sind räumliche Maximalwerte für statische Magnetfelder zur Begrenzung der Wirkungen bei Beschäftigten, die in dem statischen Magnetfeld tätig werden. Wirkungen können insbesondere bei Bewegungen in den Bereichen mit hohen räumlichen Magnetfeldgradienten auftreten.

Anmerkung 2: Bei Tätigkeiten in einem statischen Magnetfeld mit einer magnetischen Flussdichte B bis 2 T sind die Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen nach Tabelle A2.4 für normale Arbeitsbedingungen im Frequenzbereich bis 10 Hz eingehalten.

Anmerkung 3: Ist bei Tätigkeiten in einem statischen Magnetfeld mit einer magnetischen Flussdichte B bis 8 T die Exposition nur auf die Gliedmaßen beschränkt, so sind die Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen nach Tabelle A2.4 im Frequenzbereich bis 10 Hz eingehalten.

Anmerkung 4: Bei Tätigkeiten in einem statischen Magnetfeld mit einer magnetischen Flussdichte B bis 8 T sind die Expositionsgrenzwerte für sensorische und gesundheitliche Wirkungen nach Tabelle A2.3 im

Frequenzbereich bis 10 Hz nur für kontrollierte Arbeitsbedingungen eingehalten.

Tabelle A2.2: Expositionsgrenzwert für die externe elektrische Feldstärke E_e von statischen elektrischen Feldern

Maximalwert der externen elektrischen Feldstärke E_e (V/m)
$2,82 \cdot 10^4$

Anmerkung: Der Expositionsgrenzwert in Tabelle A2.2 ist ein räumlicher Maximalwert für statische elektrische Felder zur Begrenzung der Wirkungen bei Beschäftigten, die in dem statischen elektrischen Feld tätig werden.

Tabelle A2.3: Expositionsgrenzwerte der internen elektrischen Feldstärke E_i für gesundheitliche Wirkungen im Frequenzbereich bis 10 MHz

Frequenzbereich	Spitzenwert der internen elektrischen Feldstärke E_i (V/m)
$0 \text{ Hz} < f < 3 \text{ kHz}$	1,1
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$0,38 \cdot 10^{-3} \cdot f$

Anmerkung 1: f ist die Frequenz in Hertz (Hz)

Anmerkung 2: Die Expositionsgrenzwerte der internen elektrischen Feldstärke E_i für gesundheitliche Wirkungen sind räumliche Maximalwerte im Körper von Beschäftigten.

Tabelle A2.4: Expositionsgrenzwerte der internen elektrischen Feldstärke E_i für sensorische Wirkungen im Frequenzbereich bis 400 Hz

Frequenzbereich	Spitzenwert der internen elektrischen Feldstärke E_i (V/m)
$0 \text{ Hz} < f < 25 \text{ Hz}$	0,07
$25 \text{ Hz} \leq f \leq 400 \text{ Hz}$	$2,8 \cdot 10^{-3} \cdot f$

Anmerkung 1: f ist die Frequenz in Hertz (Hz).

Anmerkung 2: Die Expositionsgrenzwerte der internen elektrischen Feldstärke E_i für sensorische Wirkungen in Tabelle A2.4 sind räumliche Maximalwerte im Kopf von Beschäftigten.

Tabelle A2.5: Expositionsgrenzwerte für kontinuierliche Kontaktströme I_K bei greifendem Kontakt

Frequenz	Spitzenwert des stationären zeitveränderlichen Kontaktstroms I_K (mA)
Bis 3 kHz	5
$3 \text{ kHz} \leq f < 45 \text{ kHz}$	$f / 600$
$45 \text{ kHz} \leq f < 100 \text{ kHz}$	75
$100 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	75

Anmerkung 1: f ist die Frequenz in Hertz (Hz).

Anmerkung 2: Durch den greifenden Kontakt wird die Kontaktfläche größer als bei berührendem Kontakt.

Tabelle A2.6: Expositionsgrenzwerte für den Entladungspuls eines Kontaktstroms

Maximale übertragene Entladungsenergie W (mJ)	Maximale übertragene Ladung Q (μC)
350	50

2. Auslöseschwellen

Tabelle A2.7: Auslöseschwellen für externe elektrische Felder im Frequenzbereich von 0 Hz bis 10 MHz

Frequenzbereich	Spitzenwert der externen elektrischen Feldstärke E_e (V/m)	
	Untere Auslöseschwelle	Obere Auslöseschwelle
$0 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$	$2,82 \cdot 10^4$	$2,82 \cdot 10^4$
$25 \text{ Hz} \leq f < 50 \text{ Hz}$	$7,07 \cdot 10^5 / f$	$2,82 \cdot 10^4$
$50 \text{ Hz} \leq f < 1,635 \text{ kHz}$	$7,07 \cdot 10^5 / f$	$1,41 \cdot 10^6 / f$
$1,635 \text{ kHz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$7,07 \cdot 10^5 / f$	$8,62 \cdot 10^2$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$2,36 \cdot 10^2$	$8,62 \cdot 10^2$

Anmerkung 1: f ist die Frequenz in Hertz (Hz).

Anmerkung 2: Die Auslöseschwellen für die Exposition gegenüber elektrischen Feldern stellen die gemessenen oder berechneten räumlichen Maximalwerte am Arbeitsplatz von Beschäftigten dar.

Anmerkung 3: Zur Vereinfachung der im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 3 durchzuführenden Bewertung der Exposition

können Mess- oder Berechnungsverfahren mit definierter räumlicher Mittelung nach dem Stand der Technik angewendet werden.

Tabelle A2.8: Auslöseschwellen für magnetische Felder im Frequenzbereich von 0 Hz bis 10 MHz

Frequenzbereich	Spitzenwert der magnetischen Flussdichte B (T)		
	Untere Auslöseschwelle	Obere Auslöseschwelle	Auslöseschwelle für die Exposition von Gliedmaßen
$0 \text{ Hz} \leq f < 0,0175 \text{ Hz}$	2	2	8
$0,0175 \text{ Hz} \leq f < 0,1575 \text{ Hz}$	$35 \cdot 10^{-3} / f$	2	8
$0,1575 \text{ Hz} \leq f < 0,21 \text{ Hz}$	$35 \cdot 10^{-3} / f$	2	$1,26 / f$
$0,21 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$	$35 \cdot 10^{-3} / f$	$0,42 / f$	$1,26 / f$
$25 \text{ Hz} \leq f < 300 \text{ Hz}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$0,42 / f$	$1,26 / f$
$300 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$0,42 / f$	$0,42 / f$	$1,26 / f$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$0,14 \cdot 10^{-3}$	$0,14 \cdot 10^{-3}$	$0,42 \cdot 10^{-3}$

Anmerkung 1: f ist die Frequenz in Hertz (Hz).

Anmerkung 2: Die Auslöseschwellen für die Exposition gegenüber magnetischen Feldern stellen die gemessenen oder berechneten räumlichen Maximalwerte am Arbeitsplatz von Beschäftigten dar.

Anmerkung 3: Zur Vereinfachung der im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 3 durchzuführenden Bewertung der Exposition können Mess- oder Berechnungsverfahren mit definierter räumlicher Mittelung nach dem Stand der Technik angewendet werden.

Tabelle A2.9: Auslöseschwellen für Kontaktströme I_K bei berührendem Kontakt

Frequenz	Spitzenwert des stationären zeitveränderlichen Kontaktstroms I_K (mA)
Bis 3 kHz	1
$3 \text{ kHz} \leq f < 45 \text{ kHz}$	$f / 3\,000$
$45 \text{ kHz} \leq f < 100 \text{ kHz}$	15
$100 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	15

Anmerkung: f ist die Frequenz in Hertz (Hz).

Tabelle A2.10: Auslöseschwellen der magnetischen Flussdichte B bei statischen Magnetfeldern für die Beeinflussung von implantierten aktiven oder am Körper getragenen medizinischen Geräten, z. B. Herzschrittmacher

Magnetische Flussdichte B (mT)	
Untere Auslöseschwelle	Obere Auslöseschwelle
0,5	1

Tabelle A2.11: Auslöseschwellen der magnetischen Flussdichte B für die Projektilwirkung von ferromagnetischen Gegenständen im Streufeld von Anlagen mit hohen statischen Magnetfeldern (> 100 mT)

Magnetische Flussdichte B (mT)		
Untere Auslöseschwelle	Obere Auslöseschwelle	
	aktiv geschirmte Magnete	sonstige Magnete
3	30	60

Anhang 3

Thermische Wirkungen: Expositionsgrenzwerte und Auslöschwellen für zeitveränderliche elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 100 kHz bis 300 GHz

1. Expositionsgrenzwerte

Tabelle A3.1: Expositionsgrenzwerte der spezifischen Absorptionsrate *SAR* für gesundheitliche Wirkungen von elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 100 kHz bis 6 GHz

Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen	Spezifische Absorptionsrate <i>SAR</i> (W/kg)
Ganzkörpermittelwert der <i>SAR</i>	0,4
Lokale <i>SAR</i> -Wärmebelastung für Kopf und Rumpf	10
Lokale <i>SAR</i> -Wärmebelastung für Gliedmaßen	20

Anmerkung 1: Die *SAR*-Werte sind über ein Sechs-Minuten-Intervall zu mitteln.

Anmerkung 2: Lokale *SAR*-Werte sind über 10 g eines beliebigen zusammenhängenden Körpergewebes zu mitteln.

Tabelle A3.2: Expositionsgrenzwert der Leistungsdichte S für gesundheitliche Wirkungen bei Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 6 GHz bis 300 GHz

Frequenzbereich	Expositionsgrenzwert der Leistungsdichte S (W/m ²)
$6 \text{ GHz} \leq f \leq 300 \text{ GHz}$	50

Anmerkung 1: Die Leistungsdichte wird über jedes Flächenelement von 20 cm² gemittelt. Die maximale örtliche Leistungsdichte, gemittelt über 1 cm², darf das 20-fache des Wertes von 50 W/m², also 1 kW/m², nicht überschreiten. Leistungsdichten im Frequenzbereich von 6 GHz bis 10 GHz werden über Sechs-Minuten-Intervalle gemittelt. Oberhalb von 10 GHz wird die Leistungsdichte über ein beliebiges Zeitintervall von jeweils $68/f^{1,05}$ -Minuten gemittelt (wobei f die Frequenz in GHz ist).

Tabelle A3.3: Expositionsgrenzwert der lokalen spezifischen Energieabsorption SA für sensorische Wirkungen von gepulsten elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 0,3 GHz bis 6 GHz (Mikrowellenhören)

Frequenzbereich	Expositionsgrenzwert der lokalen spezifischen Energieabsorption SA (mJ/kg)
$0,3 \text{ GHz} \leq f \leq 6 \text{ GHz}$	10

Anmerkung 1: Die zu mittelnde Gewebemasse für lokale SA beträgt 10 g.

Anmerkung 2: Die sensorische Wirkung des Mikrowellenhörens kann nur bei Pulsbreiten kleiner als 30 μs auftreten.

2. Auslöseschwellen

Tabelle A3.4: Auslöseschwellen für elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 100 kHz bis 300 GHz

Frequenzbereich	Effektivwert der elektrischen Feldstärke E (V/m)	Effektivwert der magnetischen Feldstärke H (A/m)	Mittelwert der Leistungsdichte S (W/m ²)
$100 \text{ kHz} \leq f < 1 \text{ MHz}$	614	$1,63 \cdot 10^6 / f$	—
$1 \text{ MHz} \leq f < 10 \text{ MHz}$	$614 \cdot 10^6 / f$	$1,63 \cdot 10^6 / f$	—
$10 \text{ MHz} \leq f < 400 \text{ MHz}$	61,4	0,163	10
$400 \text{ MHz} \leq f < 2 \text{ GHz}$	$3,07 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{f}$	$8,14 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{f}$	$25 \cdot 10^{-9} \cdot f$
$2 \text{ GHz} \leq f < 300 \text{ GHz}$	137,3	0,364	50

Anmerkung 1: f ist die Frequenz in Hertz (Hz).

Anmerkung 2: Die Auslöseschwellen für E , H und S werden bis 10 GHz über ein Sechs-Minuten-Intervall gemittelt. Über 10 GHz werden die Auslöseschwellen für E , H und S über ein beliebiges Zeitintervall von jeweils $68/f^{1,05}$ -Minuten gemittelt (wobei f die Frequenz in GHz ist).

Anmerkung 3: Die Leistungsdichte wird über ein beliebiges exponiertes Flächenelement von 20 cm² gemittelt. Die maximale örtliche Leistungsdichte, gemittelt über 1 cm², sollte das 20-fache des Wertes von 50 W/m², also 1 kW/m², nicht überschreiten.

Anmerkung 4: Bei Hochfrequenzpulsen im Frequenzbereich zwischen 100 kHz und 10 MHz berechnen sich die Spitzenwerte für die elektrischen Feldstärken E durch Interpolation des 1,5-fachen Wertes der Auslöseschwelle bei 100 kHz und des 32-fachen Wertes bei 10 MHz in Tabelle A3.4. Bei Frequenzen über 10 MHz überschreitet die über die Impulsbreite gemittelte Leistungsdichte S_{eq} nicht das Tausendfache der

Auslöseschwellen oder die Feldstärken nicht das 32-fache der entsprechenden Auslöseschwellen.

Anmerkung 5: Zur Vereinfachung der im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 3 durchzuführenden Bewertung der Exposition können Mess- oder Berechnungsverfahren mit definierter räumlicher Mittelung nach dem Stand der Technik angewendet werden.

Tabelle A3.5: Auslöseschwellen für stationäre Kontaktströme I_K und induzierte Ströme durch die Gliedmaßen I_G im Frequenzbereich von 100 kHz bis 110 MHz

Frequenzbereich	Effektivwert des stationären zeitveränderlichen Kontaktstroms I_K (mA)	Effektivwert des induzierten Stroms durch eine beliebige Gliedmaße I_G (mA)
$100 \text{ kHz} \leq f < 10 \text{ MHz}$	40	—
$10 \text{ MHz} \leq f \leq 110 \text{ MHz}$	40	100

Anmerkung: Die Auslöseschwellen I_K und I_G werden jeweils über ein Sechs-Minuten-Intervall gemittelt.

Impressum

Herausgeber:
Bundesministerium für Arbeit und Soziales
Referat Information, Monitoring, Bürgerservice, Bibliothek
53107 Bonn

Stand: Dezember 2016

Titelbild: © Amprion GmbH / Daniel Schumann

Wenn Sie Bestellungen aufgeben möchten:

Best.-Nr.: A 232

Telefon: 030 18 272 272-1
Telefax: 030 18 10 272 272 1

Schriftlich: Publikationsversand der Bundesregierung
Postfach 48 10 09
18132 Rostock

E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
Internet: <http://www.bmas.de>

Gehörlosen/Hörgeschädigten-Service:
E-Mail: info.gehoerlos@bmas.bund.de
Telefax: 030 221 911 017
Gebärdentelefon: gebaerdentelefon@sip.bmas.buergerservice.bund.de

Druck: Hausdruckerei BMAS, Bonn

Wenn Sie aus dieser Publikation zitieren wollen, dann bitte mit genauer Angabe des Herausgebers, des Titels und des Stands der Veröffentlichung. Bitte senden Sie zusätzlich ein Belegexemplar an den Herausgeber.