

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

Vom 26. Juni 2013 (ABl. L 179, S. 1)  
berichtigt am 13. Mai 2015 (ABl. L 120, S. 62)  
in Kraft getreten am 29. Juni 2013

DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN UNION - HABEN FOLGENDE  
RICHTLINIE ERLASSEN:

**KAPITEL I  
ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN**

**Artikel 1  
Gegenstand und Geltungsbereich**

(1) Mit dieser Richtlinie, der 20. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG, werden Mindestanforderungen für den Schutz der Arbeitnehmer gegen tatsächliche oder mögliche Gefährdungen ihrer Gesundheit und Sicherheit durch Einwirkung von elektromagnetischen Feldern während ihrer Arbeit festgelegt.

(2) Diese Richtlinie umfasst alle bekannten direkten biophysikalischen Wirkungen und indirekten Auswirkungen, die durch elektromagnetische Felder hervorgerufen werden.

(3) Die in dieser Richtlinie festgelegten Expositionsgrenzwerte betreffen nur die wissenschaftlich nachgewiesenen Zusammenhänge zwischen direkten biophysikalischen Kurzzeitwirkungen und der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern.

(4) Diese Richtlinie umfasst nicht die vermuteten Langzeitwirkungen.

Die Kommission verfolgt laufend die neuesten wissenschaftlichen Entwicklungen. Die Kommission prüft eine angemessene politische Reaktion, gegebenenfalls einschließlich der Vorlage eines Vorschlags für einen Rechtsakt, um derartigen Wirkungen zu begegnen, wenn gesicherte wissenschaftliche Nachweise für vermutete Langzeitwirkungen verfügbar werden. Über ihren Bericht nach Artikel 15 hält die Kommission das Europäische Parlament und den Rat diesbezüglich auf dem Laufenden.

(5) Diese Richtlinie betrifft nicht die Gefährdungen durch das Berühren von unter Spannung stehenden Leitern.

(6) Die Richtlinie 89/391/EWG findet unbeschadet strengerer oder spezifischerer Bestimmungen der vorliegenden Richtlinie für den gesamten in Absatz 1 genannten Bereich weiterhin in vollem Umfang Anwendung.

**Artikel 2  
Begriffsbestimmungen**

Für die Zwecke dieser Richtlinie bezeichnet der Ausdruck

- a) „elektromagnetische Felder“ statische elektrische, statische magnetische sowie zeitvariable elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder mit Frequenzen bis 300 GHz;

**Version 01/2015**

**Vorschriftensammlung der Gewerbeaufsicht Baden-Württemberg**

## ArbSch 2.1.20

- b) „direkte biophysikalische Wirkungen“ die Wirkungen, die im menschlichen Körper durch dessen Anwesenheit in einem elektromagnetischen Feld unmittelbar hervorgerufen werden, einschließlich
- i) thermische Wirkungen, wie etwa Gewebeerwärmung durch Energieabsorption aus elektromagnetischen Feldern im Gewebe,
  - ii) nichtthermische Wirkungen, wie etwa die Stimulation von Muskeln, Nerven oder Sinnesorganen. Diese Wirkungen können die mentale und körperliche Gesundheit exponierter Arbeitnehmer nachteilig beeinflussen. Ferner kann die Stimulation von Sinnesorganen zu vorübergehenden Symptomen wie Schwindelgefühl oder Phosphenen führen. Diese Wirkungen können eine zeitlich befristete Belästigung verursachen oder das Wahrnehmungsvermögen oder andere Hirn- oder Muskelfunktionen beeinflussen und damit die Fähigkeit von Arbeitnehmern beeinträchtigen, sicher zu arbeiten (das heißt Sicherheitsrisiken), und
  - iii) Ströme durch die Gliedmaßen;
- c) „indirekte Auswirkungen“ durch das Vorhandensein eines Gegenstands in einem elektromagnetischen Feld ausgelöste Wirkungen, die eine Gefahr für Sicherheit oder Gesundheit hervorrufen können, wie etwa
- i) Störungen bei elektronischen medizinischen Vorrichtungen und Geräten, einschließlich Herzschrittmachern und anderen implantierten oder am Körper getragenen medizinischen Geräten;
  - ii) Verletzungsrisiko durch die Projektilwirkung ferromagnetischer Gegenstände in statischen Magnetfeldern;
  - iii) Auslösung von elektrischen Zündvorrichtungen (Detonatoren);
  - iv) Brände und Explosionen, verursacht durch die Entzündung von entzündlichen Materialien durch Funkenbildung aufgrund von induzierten Feldern, Kontaktströmen oder Funkenentladungen; und
  - v) Kontaktströme;
- d) „Expositionsgrenzwerte“ Werte, die auf der Grundlage biophysikalischer und biologischer Erwägungen festgelegt wurden, insbesondere auf der Grundlage wissenschaftlich nachgewiesener kurzzeitiger und akuter Wirkungen, also thermischer Wirkungen und elektrischer Stimulation von Gewebe;
- e) „Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen“ diejenigen Expositionsgrenzwerte, bei deren Überschreitung Arbeitnehmer gesundheitsschädlichen Wirkungen wie etwa thermischer Erwärmung oder der Stimulation von Nerven- und Muskelgewebe ausgesetzt sein können;
- f) „Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen“ diejenigen Expositionsgrenzwerte, deren Überschreitung vorübergehende Störungen der Sinnesempfindungen von Arbeitnehmern und geringfügige Veränderungen ihrer Hirnfunktionen hervorrufen kann;
- g) „Auslöseschwellen“ operative Werte, die festgelegt wurden, damit einfacher nachgewiesen werden kann, dass die relevanten Expositionsgrenzwerte eingehalten werden, oder damit gegebenenfalls die in dieser Richtlinie festgelegten relevanten Schutz- oder Präventionsmaßnahmen ergriffen werden.

In Anhang II werden im Zusammenhang mit Auslöseschwellen folgende Begriffe verwendet:

- i) Bei elektrischen Feldern bezeichnen die Ausdrücke „niedrige Auslösewerte“ und „hohe Auslöseschwellen“ die Werte, die sich auf die in dieser Richtlinie festgelegten spezifischen Schutz- oder Präventionsmaßnahmen beziehen, und
- ii) bei magnetischen Feldern bezeichnen der Ausdruck „niedrige Auslöseschwellen“ die auf die Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen bezogenen Werte und der Ausdruck „hohe Auslöseschwellen“ die auf die Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen bezogenen Werte.

### **Artikel 3 Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen**

(1) Die physikalischen Größen im Zusammenhang mit der Einwirkung von elektromagnetischen Feldern sind in Anhang I aufgeführt. Die Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche und sensorische Wirkungen und die Auslöseschwellen sind in den Anhängen II und III festgelegt.

(2) Die Mitgliedstaaten schreiben vor, dass die Arbeitgeber dafür sorgen, dass die Exposition der Arbeitnehmer gegenüber elektromagnetischen Feldern für nichtthermische Wirkungen auf die in Anhang II aufgeführ-

ten Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen und für sensorische Wirkungen und für thermische Wirkungen auf die in Anhang III aufgeführten Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen und für sensorische Wirkungen begrenzt wird. Die Einhaltung der Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen und für sensorische Wirkungen wird durch Anwendung der relevanten Expositionsbewertungsverfahren nach Artikel 4 bestimmt. Übersteigt die Exposition der Arbeitnehmer gegenüber elektromagnetischen Feldern die Expositionsgrenzwerte, so ergreift der Arbeitgeber unverzüglich Maßnahmen gemäß Artikel 5 Absatz 8.

(3) Wird nachgewiesen, dass die relevanten Auslöseschwellen gemäß den Anhängen II und III nicht überschritten werden, so gilt dies für die Zwecke dieser Richtlinie als Einhaltung der Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen und für sensorische Wirkungen durch den Arbeitgeber. Überschreitet die Exposition die Auslöseschwellen, so ergreift der Arbeitgeber Maßnahmen nach Artikel 5 Absatz 2, es sei denn, die nach Artikel 4 Absätze 1, 2 und 3 durchgeführte Überprüfung erbringt den Nachweis, dass die relevanten Expositionsgrenzwerte nicht überschritten werden und Sicherheitsrisiken ausgeschlossen werden können.

Ungeachtet des Unterabsatzes 1 kann die Exposition folgende Werte überschreiten:

- a) die niedrigen Auslöseschwellen für elektrische Felder (Anhang II Tabelle B1), wenn dies aus praxis- oder verfahrensbedingten Gründen gerechtfertigt ist, sofern entweder die Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen (Anhang II Tabelle A3) nicht überschritten werden oder
  - i) die Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen (Anhang II Tabelle A2) nicht überschritten werden;
  - ii) übermäßige Funkenentladungen und Kontaktströme (Anhang II Tabelle B3) durch spezifische Schutzmaßnahmen im Sinne des Artikels 5 Absatz 6 verhindert werden und
  - iii) die Arbeitnehmer über die in Artikel 6 Buchstabe f genannten Situationen unterrichtet wurden;
- b) die niedrigen Auslöseschwellen für magnetische Felder (Anhang II Tabelle B2), wenn dies aus praxis- oder verfahrensbedingten Gründen gerechtfertigt ist, und zwar einschließlich im Kopf- und Rumpfbereich, während der Arbeitszeit, sofern entweder die Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen (Anhang II Tabelle A3) nicht überschritten werden oder
  - i) die Überschreitung der Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen nur vorübergehender Natur ist;
  - ii) die Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen (Anhang II Tabelle A2) nicht überschritten werden;
  - iii) Maßnahmen gemäß Artikel 5 Absatz 9 ergriffen werden, wenn vorübergehende Symptome nach Buchstabe a des genannten Absatzes auftreten, und
  - iv) die Arbeitnehmer über die in Artikel 6 Buchstabe f genannten Situationen unterrichtet wurden.

(4) Ungeachtet der Absätze 2 und 3 kann die Exposition folgende Werte überschreiten:

- a) die Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen (Anhang II Tabelle A1) während der Arbeitszeit, wenn dies aus praxis- oder verfahrensbedingten Gründen gerechtfertigt ist, sofern
  - i) ihre Überschreitung nur vorübergehender Natur ist;
  - ii) die Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen (Anhang II Tabelle A1) nicht überschritten werden;
  - iii) spezifische Schutzmaßnahmen gemäß Artikel 5 Absatz 7 ergriffen wurden;
  - iv) Maßnahmen gemäß Artikel 5 Absatz 9 ergriffen werden, wenn vorübergehende Symptome nach Buchstabe b des genannten Absatzes auftreten, und
  - v) die Arbeitnehmer über die in Artikel 6 Buchstabe f genannten Situationen unterrichtet wurden;
- b) die Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen (Anhang II Tabelle A3 und Anhang III Tabelle A2) während der Arbeitszeit, wenn dies aus praxis- oder verfahrensbedingten Gründen gerechtfertigt ist, sofern
  - i) ihre Überschreitung nur vorübergehender Natur ist;
  - ii) die Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen (Anhang II Tabelle A2 und Anhang III Tabelle A1 und Tabelle A3) nicht überschritten werden;

## ArbSch 2.1.20

- iii) Maßnahmen gemäß Artikel 5 Absatz 9 ergriffen werden, wenn vorübergehende Symptome nach Buchstabe a des genannten Absatzes auftreten, und
- iv) die Arbeitnehmer über die in Artikel 6 Buchstabe f genannten Situationen unterrichtet wurden.

### KAPITEL II PFLICHTEN DER ARBEITGEBER

#### Artikel 4 Bewertung der Risiken und Ermittlung der Exposition

(1) Im Rahmen seiner Pflichten gemäß Artikel 6 Absatz 3 und Artikel 9 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG nimmt der Arbeitgeber eine Bewertung sämtlicher Risiken für die Arbeitnehmer, die durch elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz hervorgerufen werden, und erforderlichenfalls eine Messung oder Berechnung der elektromagnetischen Felder vor, denen die Arbeitnehmer ausgesetzt sind.

Unbeschadet des Artikels 10 der Richtlinie 89/391/EWG und des Artikels 6 dieser Richtlinie kann diese Bewertung auf Anfrage im Einklang mit den einschlägigen Rechtsvorschriften der Union und der Mitgliedstaaten öffentlich gemacht werden. Werden im Zuge einer derartigen Bewertung personenbezogene Daten von Arbeitnehmern verarbeitet, so muss jede Veröffentlichung insbesondere die Bestimmungen der Richtlinie 95/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. Oktober 1995 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und zum freien Datenverkehr<sup>(1)</sup> und der nationalen Rechtsvorschriften jener Mitgliedstaaten, die diese Richtlinie umsetzen, erfüllen. Sofern kein überwiegendes öffentliches Interesse an einer Offenlegung besteht, können öffentliche Stellen, die im Besitz einer Ausfertigung der Bewertung sind, einen Antrag auf Zugang zu der Bewertung oder einen Antrag auf Veröffentlichung der Bewertung verweigern, wenn die Offenlegung den Schutz der wirtschaftlichen Interessen des Arbeitgebers, einschließlich derjenigen, die das geistige Eigentum betreffen, beeinträchtigen würde. Arbeitgeber können sich unter denselben Bedingungen im Einklang mit den einschlägigen Rechtsvorschriften der Union und der Mitgliedstaaten weigern, die Bewertung offenzulegen oder öffentlich zu machen.

(2) Für die Zwecke der Bewertung nach Absatz 1 dieses Artikels ermittelt und bewertet der Arbeitgeber elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz und berücksichtigt dabei den in Artikel 14 genannten Leitfadens und sonstige relevante Normen oder Leitlinien des betreffenden Mitgliedstaats, einschließlich expositionsbezogener Datenbanken. Ungeachtet der in diesem Artikel genannten Pflichten der Arbeitgeber ist der Arbeitgeber auch berechtigt, gegebenenfalls die von den Geräteherstellern oder -vertreibern gemäß Unionsrecht für die Geräte angegebenen Emissionswerte und andere geeignete sicherheitsbezogene Daten zu berücksichtigen, einschließlich einer Risikobewertung, wenn diese auf die Expositionsbedingungen am Arbeitsplatz oder Aufstellungsort anwendbar sind.

(3) Ist es nicht möglich, die Einhaltung der Expositionsgrenzwerte aufgrund von leicht zugänglichen Informationen zuverlässig zu bestimmen, wird die Exposition anhand von Messungen oder Berechnungen bewertet. In diesem Fall werden bei der Bewertung die gemäß einschlägiger bewährter Verfahren ermittelten Mess- oder Berechnungsunsicherheiten berücksichtigt, wie zum Beispiel numerische Fehler, Quellenmodellierung, Phantomgeometrie und die elektrische Eigenschaften von Geweben und Werkstoffen.

(4) Die in den Absätzen 1, 2 und 3 dieses Artikels genannten Bewertungen, Messungen und Berechnungen werden von fachkundigen Diensten oder Personen in angemessenen Zeitabständen geplant und durchgeführt, wobei die Anleitungen dieser Richtlinie und insbesondere die Artikel 7 und 11 der Richtlinie 89/391/EWG hinsichtlich der erforderlichen entsprechend befähigten Dienste oder Personen sowie der Anhörung und Beteiligung der Arbeitnehmer zu berücksichtigen sind. Die aus den Bewertungen, Messungen oder Berechnungen der Exposition resultierenden Daten werden in einer geeigneten, rückverfolgbaren Form gespeichert, so dass eine spätere Einsichtnahme gemäß den innerstaatlichen Rechtsvorschriften und Praktiken möglich ist.

---

<sup>(1)</sup> ABI. L 281 vom 23.11.1995, S. 31.

(5) Bei der Risikobewertung berücksichtigt der Arbeitgeber gemäß Artikel 6 Absatz 3 der Richtlinie 89/391/EWG insbesondere Folgendes:

- a) die in Artikel 3 und den Anhängen II und III dieser Richtlinie genannten Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche und sensorische Wirkungen und Auslöseschwellen;
- b) Frequenz, Ausmaß, Dauer und Art der Exposition, einschließlich der Verteilung über den Körper des Arbeitnehmers und über den Raum des Arbeitsplatzes;
- c) alle direkten biophysikalischen Wirkungen;
- d) alle Auswirkungen auf die Gesundheit und Sicherheit besonders gefährdeter Arbeitnehmer, insbesondere der Arbeitnehmer, die aktive oder passive implantierte medizinische Geräte tragen, etwa Herzschrittmacher, der Arbeitnehmer, die medizinische Geräte am Körper tragen, etwa Insulinpumpen, sowie schwangerer Arbeitnehmerinnen;
- e) alle indirekten Auswirkungen;
- f) Verfügbarkeit von Ersatzausrüstungen, die so ausgelegt sind, dass das Ausmaß der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern verringert wird;
- g) einschlägige Informationen auf der Grundlage der in Artikel 8 genannten Gesundheitsüberwachung;
- h) vom Gerätehersteller bereitgestellte Informationen;
- i) weitere relevante gesundheits- und sicherheitsbezogene Informationen;
- j) Exposition gegenüber Mehrfachquellen;
- k) gleichzeitige Exposition gegenüber Feldern mit mehreren Frequenzen.

(6) An öffentlich zugänglichen Arbeitsplätzen ist es nicht erforderlich, die Expositionsbewertung durchzuführen, wenn bereits eine Bewertung gemäß den Vorschriften zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern erfolgt ist, wenn die in diesen Vorschriften festgelegten Grenzwerte in Bezug auf die Arbeitnehmer eingehalten werden und wenn Sicherheits- und Gesundheitsrisiken ausgeschlossen sind. Werden Arbeitsmittel, die zur Benutzung durch die Allgemeinheit bestimmt sind und Unionsrecht zu Produkten entsprechen, die ein höheres Sicherheitsniveau vorschreiben als die vorliegende Richtlinie, bestimmungsgemäß für die Allgemeinheit verwendet, und werden keinen anderen Arbeitsmittel verwendet, gelten diese Bedingungen als erfüllt.

(7) Der Arbeitgeber muss im Besitz einer Risikobewertung gemäß Artikel 9 Absatz 1 Buchstabe a der Richtlinie 89/391/EWG sein und ermitteln, welche Maßnahmen gemäß Artikel 5 der vorliegenden Richtlinie zu treffen sind. Die Risikobewertung kann eine Begründung des Arbeitgebers einschließen, warum eine detaillierte Risikobewertung aufgrund der Art und des Umfangs der Risiken im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern nicht erforderlich ist. Die Risikobewertung ist regelmäßig zu aktualisieren, insbesondere wenn bedeutsame Veränderungen eingetreten sind, so dass sie veraltet sein könnte, oder falls sich eine Aktualisierung aufgrund der Ergebnisse der in Artikel 8 genannten Gesundheitsüberwachung als erforderlich erweist.

## **Artikel 5**

### **Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung der Risiken**

(1) Unter Berücksichtigung des technischen Fortschritts und der Verfügbarkeit von Mitteln zur Begrenzung der Erzeugung von elektromagnetischen Feldern am Entstehungsort ergreift der Arbeitgeber die notwendigen Maßnahmen, um sicherzustellen, dass die Gefährdung durch elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz ausgeschlossen oder auf ein Mindestmaß reduziert wird.

Die Verringerung der Gefährdung durch Einwirkung von elektromagnetischen Feldern stützt sich auf die in Artikel 6 Absatz 2 der Richtlinie 89/391/EWG festgelegten allgemeinen Grundsätze der Gefahrenverhütung.

(2) Werden die in Artikel 3 sowie in den Anhängen II und III genannten relevanten Auslöseschwellen überschritten und erbringt die nach Artikel 4 Absätze 1, 2 und 3 durchgeführte Überprüfung nicht den Nachweis, dass die relevanten Expositionsgrenzwerte nicht überschritten werden und dass Sicherheitsrisiken ausgeschlossen werden können, erarbeitet und realisiert der Arbeitgeber auf der Grundlage der in Artikel 4 genannten Risikobewertung einen Aktionsplan, der technische und/oder organisatorische Maßnahmen zur

## ArbSch 2.1.20

Vermeidung einer die Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche und sensorische Wirkungen überschreitenden Exposition enthält, wobei er insbesondere Folgendes berücksichtigt:

- a) alternative Arbeitsverfahren, die die Notwendigkeit einer Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern verringern;
- b) die Auswahl von Arbeitsmitteln, die weniger starke elektromagnetische Felder emittieren, unter Berücksichtigung der auszuführenden Arbeit;
- c) technische Maßnahmen zur Verringerung der Emission von elektromagnetischen Feldern, erforderlichenfalls auch unter Einsatz von Verriegelungseinrichtungen, Abschirmungen oder vergleichbaren Gesundheitsschutzvorrichtungen;
- d) angemessene Abgrenzungs- und Zugangskontrollmaßnahmen, wie zum Beispiel Signale, Aufschriften, Bodenmarkierungen, Schranken, zur Zugangsbeschränkung oder -kontrolle;
- e) im Falle der Exposition gegenüber elektrischen Feldern: Maßnahmen und Verfahren zur Beherrschung von Funkenentladungen und Kontaktströmen durch technische Mittel und durch Unterweisung der Arbeitnehmer;
- f) angemessene Wartungspläne für Arbeitsmittel, Arbeitsplätze und Arbeitsplatzsysteme;
- g) Gestaltung und Auslegung der Arbeitsstätten und Arbeitsplätze;
- h) Begrenzung von Dauer und Intensität der Exposition; und
- i) Verfügbarkeit angemessener persönlicher Schutzausrüstung.

(3) Auf der Grundlage der in Artikel 4 genannten Risikobewertung erarbeitet und realisiert der Arbeitgeber einen Aktionsplan, der technische und/oder organisatorische Maßnahmen zur Verhinderung aller Risiken für besonders gefährdete Arbeitnehmer und aller Risiken aufgrund indirekter Auswirkungen, die in Artikel 4 genannt sind, enthält.

(4) Zusätzlich zur Unterrichtung gemäß Artikel 6 dieser Richtlinie passt der Arbeitgeber gemäß Artikel 15 der Richtlinie 89/391/EWG die im vorliegenden Artikel genannten Maßnahmen je nach Bedarf an die Erfordernisse der besonders gefährdeten Arbeitnehmer und gegebenenfalls an die individuellen Risikobewertungen an, insbesondere für Arbeitnehmer, die erklärt haben, dass sie ein aktives oder passives implantiertes medizinisches Gerät tragen, wie einen Herzschrittmacher, oder ein am Körper getragenes medizinisches Gerät verwenden, wie eine Insulinpumpe, oder für schwangere Arbeitnehmerinnen, die den Arbeitgeber von ihrer Schwangerschaft in Kenntnis gesetzt haben.

(5) Auf der Grundlage der in Artikel 4 genannten Risikobewertung werden Arbeitsplätze, an denen Arbeitnehmer voraussichtlich elektromagnetischen Feldern ausgesetzt sein werden, die die Auslöseschwellen überschreiten, mit einer geeigneten Kennzeichnung gemäß den Anhängen II und III sowie der Richtlinie 92/58/EWG des Rates vom 24. Juni 1992 über Mindestvorschriften für die Sicherheits- und/oder Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz (Neunte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)<sup>(1)</sup> versehen. Die betreffenden Bereiche werden abgegrenzt und der Zugang zu ihnen wird gegebenenfalls eingeschränkt. Ist der Zugang zu diesen Bereichen aus anderen Gründen auf geeignete Weise eingeschränkt und sind die Arbeitnehmer über die Risiken aufgrund elektromagnetischer Felder unterrichtet, so sind speziell auf elektromagnetische Felder ausgerichtete Kennzeichnungen und Zugangsbeschränkungen nicht erforderlich.

(6) Ist Artikel 3 Absatz 3 Buchstabe a anwendbar, so werden spezifische Schutzmaßnahmen getroffen, wie zum Beispiel die Unterweisung der Arbeitnehmer gemäß Artikel 6 und die Verwendung technischer Mittel und persönlicher Schutzausrüstung, einschließlich der Erdung von Arbeitsgegenständen, den Schutz des Arbeitnehmers gegen elektrischen Schlag (Potentialausgleich) und gegebenenfalls gemäß Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe a der Richtlinie 89/656/EWG des Rates vom 30. November 1989 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen durch Arbeitnehmer bei der Arbeit (Dritte Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)<sup>(2)</sup> die Verwendung von isolierenden Schuhen und Isolierhandschuhen sowie von Schutzkleidung.

<sup>(1)</sup> ABl. L 245 vom 26.8.1992, S. 23.

<sup>(2)</sup> ABl. L 393 vom 30.12.1989, S. 18.

(7) Ist Artikel 3 Absatz 4 Buchstabe a anwendbar, so werden spezifische Schutzmaßnahmen, wie zum Beispiel eine Kontrolle der Bewegungen, ergriffen.

(8) Die Exposition der Arbeitnehmer darf die Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche und sensorische Wirkungen nicht überschreiten, es sei denn, die Bedingungen entweder gemäß Artikel 10 Buchstabe a oder c oder gemäß Artikel 3 Absatz 3 oder Artikel 3 Absatz 4 sind erfüllt. Werden die Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen und für sensorische Wirkungen trotz der vom Arbeitgeber durchgeführten Maßnahmen überschritten, so trifft der Arbeitgeber unverzüglich Maßnahmen, um die Exposition auf einen Wert unterhalb der Expositionsgrenzwerte zu senken. Der Arbeitgeber ermittelt und erfasst, warum die Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen und für sensorische Wirkungen überschritten wurden, und passt die Schutz- und Präventionsmaßnahmen entsprechend an, um ein erneutes Überschreiten der Grenzwerte zu vermeiden. Die geänderten Schutz- und Präventionsmaßnahmen werden in einer geeigneten, rückverfolgbaren Form gespeichert, so dass eine spätere Einsichtnahme gemäß den nationalen Rechtsvorschriften und Praktiken möglich ist.

(9) Ist Artikel 3 Absätze 3 und 4 anwendbar und meldet der Arbeitnehmer das Auftreten von vorübergehenden Symptomen, so aktualisiert der Arbeitgeber erforderlichenfalls die Risikobewertung und die Präventionsmaßnahmen. Vorübergehende Symptome können Folgendes umfassen:

- a) Sinnesempfindungen und Wirkungen auf die Funktion des im Kopf gelegenen Teils des Zentralnervensystems, die durch zeitvariable magnetische Felder hervorgerufen werden, und
- b) durch statische Magnetfelder hervorgerufenen Wirkungen, wie etwa Schwindel oder Übelkeit.

#### **Artikel 6**

#### **Unterrichtung und Unterweisung der Arbeitnehmer**

Unbeschadet der Artikel 10 und 12 der Richtlinie 89/391/EWG stellt der Arbeitgeber sicher, dass die Arbeitnehmer, die wahrscheinlich einer Gefährdung durch elektromagnetische Felder bei der Arbeit ausgesetzt sind, und/oder ihre Vertreter alle erforderlichen Informationen und Unterweisungen im Zusammenhang mit dem Ergebnis der Risikobewertung nach Artikel 4 der vorliegenden Richtlinie erhalten, die sich insbesondere auf Folgendes erstrecken:

- a) aufgrund der Anwendung dieser Richtlinie ergriffene Maßnahmen;
- b) die Werte und Konzepte der Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen, die damit zusammenhängende Gefährdung und die getroffenen Präventionsmaßnahmen;
- c) die möglichen indirekten Wirkungen einer Exposition;
- d) die Ergebnisse der Bewertungen, Messungen und/oder Berechnungen der Expositionsniveaus gegenüber elektromagnetischen Feldern gemäß Artikel 4 dieser Richtlinie;
- e) wie gesundheitsschädliche Wirkungen einer Exposition zu erkennen und wie sie zu melden sind;
- f) möglicherweise auftretende vorübergehende Symptome und Empfindungen, die mit Wirkungen im zentralen oder peripheren Nervensystem verknüpft sind;
- g) Voraussetzungen, unter denen die Arbeitnehmer Anspruch auf eine Gesundheitsüberwachung haben;
- h) sichere Arbeitsverfahren zur Minimierung der Gefährdung aufgrund der Exposition;
- i) besonders gefährdete Arbeitnehmer im Sinne von Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe d und Artikel 5 Absätze 3 und 4 dieser Richtlinie.

#### **Artikel 7**

#### **Anhörung und Beteiligung der Arbeitnehmer**

Die Anhörung und Beteiligung der Arbeitnehmer und/oder ihrer Vertreter erfolgt gemäß Artikel 11 der Richtlinie 89/391/EWG.

**KAPITEL III  
SONSTIGE BESTIMMUNGEN**

**Artikel 8  
Gesundheitsüberwachung**

(1) Im Interesse der Prävention und Früherkennung jeglicher gesundheitsschädlicher Wirkungen aufgrund der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern wird gemäß Artikel 14 der Richtlinie 89/391/EWG eine angemessene Gesundheitsüberwachung durchgeführt. Gesundheitsakten und ihrer Verfügbarkeit werden im Einklang mit den innerstaatlichen Rechtsvorschriften und/oder Praktiken sichergestellt.

(2) Im Einklang mit den innerstaatlichen Rechtsvorschriften und Praktiken werden die Ergebnisse der Gesundheitsüberwachung in einer geeigneten Form aufbewahrt, so dass eine spätere Einsichtnahme möglich ist, wenn Vertraulichkeitsanforderungen eingehalten werden. Die einzelnen Arbeitnehmer haben auf Verlangen Zugang zu ihrer Gesundheitsakte.

Werden von einem Arbeitnehmer unerwünschte oder unerwartete gesundheitliche Auswirkungen gemeldet oder in allen Fällen, in denen eine Exposition über den Expositionsgrenzwerten festgestellt wird, stellt der Arbeitgeber sicher, dass dem betroffenen Arbeitnehmer im Einklang mit den nationalen Rechtsvorschriften und Praktiken eine angemessene ärztliche Untersuchung oder persönliche medizinische Überwachung zugeht.

Eine derartige Untersuchung oder Überwachung wird zu einer vom Arbeitnehmer gewählten Zeit zur Verfügung gestellt, und sämtliche damit verbundenen Kosten werden nicht vom Arbeitnehmer getragen.

**Artikel 9  
Sanktionen**

Die Mitgliedstaaten sehen angemessene Sanktionen vor, die bei einem Verstoß gegen die aufgrund dieser Richtlinie erlassenen nationalen Rechtsvorschriften zu verhängen sind. Die Sanktionen müssen wirksam, verhältnismäßig und abschreckend sein.

**Artikel 10  
Ausnahmen**

(1) Abweichend von Artikel 3, aber unbeschadet des Artikels 5 Absatz 1 gilt Folgendes:

- a) die Expositionsgrenzwerte können überschritten werden, wenn die Exposition mit der Aufstellung, Prüfung, Anwendung, Entwicklung und Wartung von Geräten für bildgebende Verfahren mittels Magnetresonanz für Patienten im Gesundheitswesen oder damit verknüpften Forschungsarbeiten in Zusammenhang steht, sofern alle folgenden Voraussetzungen erfüllt sind:
  - i) Die nach Artikel 4 durchgeführte Risikobewertung hat gezeigt, dass die Expositionsgrenzwerte überschritten werden,
  - ii) nach dem Stand der Technik sind alle technischen und/oder organisatorischen Maßnahmen durchgeführt worden,
  - iii) die Umstände rechtfertigen hinreichend eine Überschreitung der Expositionsgrenzwerte,
  - iv) die spezifischen Merkmale des Arbeitsplatzes, der Arbeitsmittel oder der Arbeitsmethoden wurden berücksichtigt, und
  - v) der Arbeitgeber weist nach, dass die Arbeitnehmer weiterhin vor gesundheitsschädlichen Wirkungen und Sicherheitsrisiken geschützt sind, unter anderem, indem er sicherstellt, dass die Anleitungen für die sichere Verwendung, die der Hersteller gemäß der Richtlinie 93/42/EWG des Rates vom 14. Juni 1993 über Medizinprodukte<sup>(1)</sup> bereitgestellt hat, eingehalten werden;

<sup>(1)</sup> ABl. L 169 vom 12.7.1993, S. 1.

- b) Die Mitgliedstaaten können gestatten, dass ein gleichwertiges oder spezifischeres Schutzsystem für das Personal angewandt wird, das in operativen militärischen Einrichtungen beschäftigt oder an militärischen Aktivitäten beteiligt ist, einschließlich gemeinsamer internationaler militärischer Übungen, sofern gesundheitsschädliche Wirkungen und Sicherheitsrisiken vermieden werden.
- c) Die Mitgliedstaaten können unter hinreichend begründeten Umständen und nur so lange, wie diese hinreichenden Gründe bestehen, gestatten, dass die Expositionsgrenzwerte in bestimmten Sektoren oder für bestimmte Tätigkeiten, die außerhalb des Anwendungsbereichs der Buchstaben a und b liegen, zeitweilig überschritten werden. Im Sinne dieses Buchstabens bezeichnet der Ausdruck „hinreichend begründete Umstände“ Umstände, bei denen folgende Voraussetzungen erfüllt sind:
  - i) Die nach Artikel 4 durchgeführte Risikobewertung hat ergeben, dass die Expositionsgrenzwerte überschritten werden,
  - ii) nach dem Stand der Technik sind alle technischen und/oder organisatorischen Maßnahmen durchgeführt worden,
  - iii) die spezifischen Merkmale des Arbeitsplatzes, der Arbeitsmittel oder der Arbeitsmethoden wurden berücksichtigt, und
  - iv) der Arbeitgeber weist nach, dass die Arbeitnehmer weiterhin vor gesundheitsschädlichen Wirkungen und Sicherheitsrisiken geschützt sind, hierzu gehört auch die Anwendung vergleichbarer, spezifischerer und international anerkannter Normen und Leitlinien.

(2) Die Mitgliedstaaten unterrichten die Kommission in dem Bericht nach Artikel 15 über alle Abweichungen gemäß Absatz 1 Buchstaben b und c und über die Gründe, die sie rechtfertigen.

### **Artikel 11 Technische Änderungen der Anhänge**

- (1) Der Kommission wird die Befugnis übertragen, gemäß Artikel 12 delegierte Rechtsakte zu erlassen, um rein technische Änderungen der Anhänge vorzunehmen, die dazu dienen,
- a) den zur technischen Harmonisierung und Normung im Bereich von Auslegung, Bau, Herstellung oder Konstruktion von Arbeitsmitteln und/oder Arbeitsstätten erlassenen Verordnungen und Richtlinien Rechnung zu tragen;
  - b) dem technischen Fortschritt, der Entwicklung der am besten geeigneten Normen oder Spezifikationen und neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen auf dem Gebiet der elektromagnetischen Felder Rechnung zu tragen;
  - c) die Auslöseschwellen anzupassen, wenn neue wissenschaftliche Erkenntnisse vorliegen, sofern die Arbeitgeber weiterhin an die in den Anhängen II und III festgelegten bestehenden Expositionsgrenzwerte gebunden sind.

(2) Der Kommission wird die Befugnis übertragen, gemäß Artikel 12 einen delegierten Rechtsakt zu erlassen, um in Anhang II die ICNIRP Leitlinien zur Begrenzung der Exposition gegenüber elektrischen Feldern, die durch die Bewegung des menschlichen Körpers in einem statischen magnetischen Feld sowie durch zeitlich variierende Magnetfelder von unter 1 Hz induziert werden, einzufügen, sobald sie verfügbar sind.

(3) Ist dies im Fall von Änderungen gemäß den Absätzen 1 und 2 aus Gründen äußerster Dringlichkeit erforderlich, so findet das Verfahren gemäß Artikel 13 auf delegierte Rechtsakte, die gemäß dem vorliegenden Artikel erlassen werden, Anwendung.

### **Artikel 12 Ausübung der Befugnisübertragung**

(1) Die Befugnis zum Erlass delegierter Rechtsakte wird der Kommission unter den in diesem Artikel festgelegten Bedingungen übertragen.

## **ArbSch 2.1.20**

(2) Die Befugnis zum Erlass delegierter Rechtsakte gemäß Artikel 11 wird der Kommission für einen Zeitraum von fünf Jahren ab dem 29. Juni 2013 übertragen. Die Kommission erstellt spätestens neun Monate vor Ablauf des Zeitraums von fünf Jahren einen Bericht über die Befugnisübertragung. Die Befugnisübertragung verlängert sich stillschweigend um Zeiträume gleicher Länge, es sei denn, das Europäische Parlament oder der Rat widersprechen einer solchen Verlängerung spätestens drei Monate vor Ablauf des jeweiligen Zeitraums.

(3) Die Befugnisübertragung gemäß Artikel 11 kann vom Europäischen Parlament oder vom Rat jederzeit widerrufen werden. Der Beschluss über den Widerruf beendet die Übertragung der in diesem Beschluss angegebenen Befugnis. Er wird am Tag nach seiner Veröffentlichung im *Amtsblatt der Europäischen Union* oder zu einem im Beschluss über den Widerruf angegebenen späteren Zeitpunkt wirksam. Die Gültigkeit von delegierten Rechtsakten, die bereits in Kraft sind, wird von dem Beschluss über den Widerruf nicht berührt.

(4) Sobald die Kommission einen delegierten Rechtsakt erlässt, übermittelt sie ihn gleichzeitig dem Europäischen Parlament und dem Rat.

(5) Ein delegierter Rechtsakt, der gemäß Artikel 11 erlassen wurde, tritt nur in Kraft, wenn weder das Europäische Parlament noch der Rat innerhalb einer Frist von zwei Monaten nach Übermittlung dieses Rechtsakts an das Europäische Parlament und den Rat Einwände erhoben haben oder wenn vor Ablauf dieser Frist das Europäische Parlament und der Rat beide der Kommission mitgeteilt haben, dass sie keine Einwände erheben werden. Auf Initiative des Europäischen Parlaments oder des Rates wird diese Frist um zwei Monate verlängert.

### **Artikel 13 Dringlichkeitsverfahren**

(1) Delegierte Rechtsakte, die nach diesem Artikel erlassen werden, treten umgehend in Kraft und sind anwendbar, solange keine Einwände gemäß Absatz 2 erhoben werden. Bei der Übermittlung eines delegierten Rechtsakts an das Europäische Parlament und den Rat werden die Gründe für die Anwendung des Dringlichkeitsverfahrens, das im Zusammenhang mit der Gesundheit und dem Schutz der Arbeitnehmer steht, angegeben.

(2) Das Europäische Parlament oder der Rat können gemäß dem Verfahren des Artikels 12 Absatz 5 Einwände gegen einen delegierten Rechtsakt erheben. In diesem Fall hebt die Kommission den Rechtsakt umgehend nach der Übermittlung des Beschlusses des Europäischen Parlaments oder des Rates, Einwände zu erheben, auf.

## **KAPITEL IV SCHLUSSBESTIMMUNGEN**

### **Artikel 14 Leitfäden**

Um die Durchführung dieser Richtlinie zu erleichtern stellt die Kommission spätestens sechs Monate vor dem 1. Juli 2016 nicht verbindliche Leitfäden bereit. Diese Leitfäden beziehen sich insbesondere auf die folgenden Punkte:

- a) Ermittlung der Exposition unter Berücksichtigung geeigneter europäischer oder internationaler Normen, einschließlich
  - Berechnungsmethoden für die Bewertung von Expositionsgrenzwerten,
  - der örtlichen Mittelung externer elektrischer und magnetischer Felder,

- einer Anleitung für den Umgang mit Mess- und Berechnungsunsicherheiten;
- b) Anleitung für den Nachweis der Einhaltung der Vorschriften bei besonderen Formen ungleichmäßiger Exposition in bestimmten Situationen, gestützt auf fundierte dosimetrische Grundlagen;
- c) Beschreibung der „Methode gewichteter Spitzenwerte“ für niederfrequente Felder und der „Summation von multifrequenten Feldern“ für hochfrequente Felder;
- d) Durchführung der Risikobewertung und - wann immer möglich - Bereitstellung vereinfachter Methoden unter besonderer Berücksichtigung der Bedürfnisse von KMU;
- e) Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung der Risiken, einschließlich spezifischer Präventivmaßnahmen entsprechend dem Ausmaß der Exposition und den Merkmalen des Arbeitsplatzes;
- f) Festlegung dokumentierter Arbeitsverfahren sowie spezifischer Maßnahmen zur Unterrichtung und Unterweisung von Arbeitnehmern, die während der Ausübung von unter Artikel 10 Absatz 1 Buchstabe a fallenden Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Magnetresonanztomographie elektromagnetischen Feldern ausgesetzt sind;
- g) Evaluierung von Expositionen im Frequenzbereich von 100 kHz bis 10 MHz, wenn sowohl thermische als auch nichtthermische Wirkungen zu berücksichtigen sind;
- h) Anleitung für die ärztlichen Untersuchungen und die medizinische Überwachung, für die der Arbeitgeber gemäß Artikel 8 Absatz 2 Sorge zu tragen hat.

Die Kommission arbeitet dabei eng mit dem Beratenden Ausschuss für Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz zusammen. Das Europäische Parlament wird regelmäßig unterrichtet.

#### **Artikel 15 Überprüfung und Bericht**

Der Bericht über die praktische Durchführung dieser Richtlinie wird unter Berücksichtigung von Artikel 1 Absatz 4 gemäß Artikel 17a der Richtlinie 89/391/EWG erstellt.

#### **Artikel 16 Umsetzung**

(1) Die Mitgliedstaaten setzen die erforderlichen Rechts- und Verwaltungsvorschriften in Kraft, um dieser Richtlinie bis zum 1. Juli 2016 nachzukommen.

Bei Erlass dieser Vorschriften nehmen die Mitgliedstaaten in den Vorschriften selbst oder durch einen Hinweis bei der amtlichen Veröffentlichung auf diese Richtlinie Bezug. Die Mitgliedstaaten legen die Einzelheiten der Bezugnahme fest.

(2) Die Mitgliedstaaten teilen der Kommission den Wortlaut der wichtigsten innerstaatlichen Rechtsvorschriften mit, die sie auf dem unter diese Richtlinie fallenden Gebiet erlassen.

#### **Artikel 17 Aufhebung**

(1) Die Richtlinie 2004/40/EG wird mit Wirkung vom 29. Juni 2013 aufgehoben.

(2) Bezugnahmen auf die aufgehobene Richtlinie gelten als Bezugnahmen auf diese Richtlinie und sind nach Maßgabe der Entsprechungstabelle in Anhang V zu lesen.

**Artikel 18  
Inkrafttreten**

Diese Richtlinie tritt am Tag ihrer Veröffentlichung im *Amtsblatt der Europäischen Union* in Kraft.

**Artikel 19  
Adressaten**

Diese Richtlinie ist an die Mitgliedstaaten gerichtet.

## ANHANG I

**PHYSIKALISCHE GRÖSSEN IM ZUSAMMENHANG MIT DER EXPOSITION GEGENÜBER  
ELEKTROMAGNETISCHEN FELDERN**

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

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 ( $\text{Vm}^{-1}$ ). Es muss zwischen der Feldstärke eines in der Umgebung auftretenden elektrischen Felds und der Feldstärke, wie sie im Körper (in situ) infolge einer Exposition gegenüber der Umgebungsfeldstärke auftritt, unterschieden werden.

Strom durch die Gliedmaßen ( $I_L$ ) bezeichnet den Strom in den Gliedmaßen einer Person, die elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 10 MHz bis 100 MHz ausgesetzt ist 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.

Kontaktstrom ( $I_C$ ) bezeichnet einen Strom, der beim Kontakt einer Person mit einem Gegenstand in einem elektromagnetischen Feld fließt. Er wird in Ampere (A) ausgedrückt. Ein stationärer Kontaktstrom tritt bei einem kontinuierlichen Kontakt zwischen einer Person und einem Gegenstand in einem elektromagnetischen Feld auf. Im Augenblick der Herstellung eines solchen Kontakts kann es zu einer Funkenentladung mit entsprechenden transienten Strömen kommen.

Die elektrische Ladung (Q) ist die entsprechende Größe, die für Funkenentladungen verwendet und in Coulomb (C) ausgedrückt wird.

Die magnetische Feldstärke (H) ist eine Vektorgröße, die neben der magnetischen Flussdichte zur Beschreibung des magnetischen Feldes in jedem Raumpunkt dient. Sie wird in Ampere pro Meter ( $\text{Am}^{-1}$ ) ausgedrückt.

Die magnetische Flussdichte (B) ist eine Vektorgröße, aus der sich eine Kraft auf bewegte Ladungen ergibt; sie wird in Tesla (T) ausgedrückt. Im leeren Raum und in biologischem Material können magnetische Flussdichte und magnetische Feldstärke anhand der Äquivalenz der magnetischen Feldstärke  $H = 1 \text{ Am}^{-1}$  mit der magnetischen Flussdichte  $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$  (ungefähr 1,25 Mikrottesla) umgerechnet werden.

Die Leistungsdichte (S) ist die entsprechende Größe, die für sehr hohe Frequenzen benutzt wird, bei denen die Eindringtiefe in den Körper gering ist. Die Leistungsdichte ist der senkrecht zu einer Oberfläche auftretende Energiefluss, geteilt durch die Fläche. Sie wird ausgedrückt in Watt pro Quadratmeter ( $\text{Wm}^{-2}$ ).

Die spezifische Energieabsorption (SA) ist die je Masseneinheit biologischen Gewebes absorbierte Energie; sie wird ausgedrückt in Joule pro Kilogramm ( $\text{J/kg}^{-1}$ ). In dieser Richtlinie wird sie zur Festlegung von Grenzen für Wirkungen gepulster Mikrowellenstrahlung benutzt.

Die spezifische Energieabsorptionsrate (SAR), gemittelt über den ganzen Körper oder Teile davon, ist die Rate, mit der Energie je Masseneinheit des Körpergewebes absorbiert wird; sie wird ausgedrückt in Watt pro Kilogramm ( $\text{Wkg}^{-1}$ ). Die Ganzkörper-SAR ist eine weithin akzeptierte Größe, um schädliche Wärmewirkungen zu einer Hochfrequenz-(HF)-Exposition in Beziehung zu setzen. Neben der mittleren Ganzkörper-SAR sind lokale SAR-Werte notwendig, um übermäßige Energiekonzentrationen in kleinen Körperbereichen infolge besonderer Expositionsbedingungen zu bewerten und zu begrenzen. Beispiele hierfür sind durch HF im niedrigen MHz-Bereich (wie sie beispielsweise von dielektrischen Erwärmungsgeräten abgegeben werden) exponierte und im Nahfeld einer Antenne exponierte Personen.

Von diesen Größen lassen sich magnetische Flussdichte (B), Kontaktstrom ( $I_C$ ), Strom durch Gliedmaßen ( $I_L$ ), elektrische Feldstärke (E), magnetische Feldstärke (H) sowie Leistungsdichte (S) direkt messen.

ANHANG II

NICHTTHERMISCHE WIRKUNGEN

EXPOSITIONSGRENZWERTE UND AUFLÖSESCHWELLEN IM FREQUENZBEREICH  
VON 0 Hz BIS 10 MHz

A. EXPOSITONSGRENZWERTE

Expositionsgrenzwerte unter 1 Hz (Tabelle A1) sind Grenzwerte für statische Magnetfelder, die nicht durch das Körpergewebe beeinflusst werden.

Expositionsgrenzwerte für Frequenzen von 1 Hz bis zu 10 MHz (Tabelle A2) sind Grenzen für elektrische Felder, die im Körper infolge einer Exposition gegenüber zeitvariablen elektrischen und magnetischen Feldern induziert werden.

Expositionsgrenzwerte für eine externe magnetische Flussdichte von 0 bis zu 1 Hz

Die Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen sind die Grenzwerte für normale Arbeitsbedingungen (Tabelle A1) und beziehen sich auf Schwindelgefühle und andere physiologische Symptome aufgrund einer Störung des Gleichgewichtsorgans, wie sie hauptsächlich dann auftritt, wenn Personen sich in einem statischen magnetischen Feld bewegen.

Die Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen unter kontrollierten Arbeitsbedingungen (Tabelle A1) gelten befristet während der Arbeitszeit, wenn dies aus praxis- oder verfahrensbedingten Gründen gerechtfertigt ist, sofern Vorsorgemaßnahmen wie eine Kontrolle der Bewegungen und eine Unterrichtung der Arbeitnehmer festgelegt wurden.

**Tabelle A1**  
**Expositionsgrenzwerte für externe magnetische Flussdichte ( $B_0$ ) bis zu 1 Hz**

	Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen
Normale Arbeitsbedingungen	2 T
Lokale Exposition von Gliedmaßen	8 T
	Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen
Kontrollierte Arbeitsbedingungen	8 T

Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen bei internen elektrischen Feldstärken von 1 Hz bis 10 MHz

Die Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen (Tabelle A2) beziehen sich auf die elektrische Stimulation des gesamten peripheren und autonomen Nervengewebes im Körper, einschließlich des Kopfes.

**Tabelle A2**  
**Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen bei internen elektrischen Feldstärken von 1 Hz bis 10 MHz**

Frequenzbereich	Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen
$1 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$1,1 \text{ Vm}^{-1}$ (Spitzenwert)
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$3,8 \times 10^{-4} f \text{ Vm}^{-1}$ (Spitzenwert)

Anmerkung A2-1: f ist die Frequenz in Hertz (Hz).

Anmerkung A2-2: Die Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen bei internen elektrischen Feldern sind örtliche Spitzenwerte im gesamten Körper der exponierten Person.

Anmerkung A2-3: Die Expositionsgrenzwerte sind Spitzenwerte im Zeitverlauf und entsprechen bei sinusförmigen Feldern den mit einem Faktor von  $\sqrt{2}$  multiplizierten Effektivwerten (RMS-Werten). Bei einem nicht sinusförmigen Feld basiert die gemäß Artikel 4 durchgeführte Expositionsberechnung auf der Methode gewichteter Spitzenwerte (Gewichtung im Zeitbereich), wie in den in Artikel 14 genannten Leitfäden dargelegt; es können aber auch andere wissenschaftlich nachgewiesene und validierte Expositionsberechnungsverfahren herangezogen werden, vorausgesetzt sie führen zu annähernd gleichwertigen und vergleichbaren Ergebnissen.

Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen bei internen elektrischen Feldstärken von 1 Hz bis 400 Hz

Die Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen (Tabelle A3) beziehen sich auf die Wirkungen elektrischer Felder auf das zentrale Nervensystem im Kopf, d. h. Phosphene der Netzhaut und geringfügige vorübergehende Veränderungen bestimmter Hirnfunktionen.

**Tabelle A3**  
**Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen bei internen elektrischen Feldstärken von 1 Hz bis 400 Hz**

Frequenzbereich	Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen
$1 \text{ Hz} \leq f < 10 \text{ Hz}$	$0,7/f \text{ Vm}^{-1}$ (Spitzenwert)
$10 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$	$0,07 \text{ Vm}^{-1}$ (Spitzenwert)
$25 \text{ Hz} \leq f \leq 400 \text{ Hz}$	$0,0028 f \text{ Vm}^{-1}$ (Spitzenwert)

Anmerkung A3-1: f ist die Frequenz in Hertz (Hz).

Anmerkung A3-2: Die Expositionsgrenzwerte für interne elektrische Felder sind örtliche Spitzenwerte im Kopf der exponierten Person.

Anmerkung A3-3: Die Expositionsgrenzwerte sind Spitzenwerte im Zeitverlauf und entsprechen bei sinusförmigen Feldern den mit dem Faktor  $\sqrt{2}$  multiplizierten Effektivwerten (RMS-Werten). Bei einem nicht sinusförmigen Feld basiert die gemäß Artikel 4 durchgeführte Expositionsberechnung auf der Methode gewichteter Spitzenwerte (Gewichtung im Zeitbereich), wie in den in Artikel 14 genannten Leitfäden dargelegt; es können aber auch andere wissenschaftlich nachgewiesene und validierte Expositionsberechnungsverfahren herangezogen werden, vorausgesetzt sie führen zu annähernd gleichwertigen und vergleichbaren Ergebnissen.

## B. AUSLÖSESCHWELLEN

Die folgenden physikalischen Größen und Werte werden zur Angabe der Auslöseschwellen herangezogen, die festgelegt werden, damit mittels vereinfachter Bewertung sichergestellt werden kann, dass die einschlägigen Expositionsgrenzwerte eingehalten werden, oder um anzugeben, ab wann die relevanten Schutz- oder Präventivmaßnahmen gemäß Artikel 5 zu ergreifen sind:

- niedrige Auslöseschwelle (E) und hohe Auslöseschwelle (E) für die elektrische Feldstärke (E) von zeitvariablen elektrischen Feldern wie in Tabelle B1 angegeben;
- niedrige Auslöseschwelle (B) und hohe Auslöseschwelle (B) für die magnetische Flussdichte (B) von zeitvariablen magnetischen Feldern wie in Tabelle B2 angegeben;
- Auslöseschwelle ( $I_c$ ) für den Kontaktstrom wie in Tabelle B3 angegeben;
- Auslöseschwelle ( $B_0$ ) für die magnetische Flussdichte statischer magnetischer Felder wie in Tabelle B4 angegeben.

Die Auslöseschwellen entsprechen den am Arbeitsplatz in Abwesenheit des Arbeitnehmers berechneten oder gemessenen Werten von elektrischen und magnetischen Feldern.

Auslöseschwellen für die Exposition gegenüber elektrischen Feldern

## ArbSch 2.1.20

Die niedrigen Auslöseschwellen (vgl. Tabelle B1) für externe elektrische Felder basieren auf der Begrenzung des internen elektrischen Felds auf Werte unter den Expositionsgrenzwerten (vgl. Tabellen A2 und A3) und auf der Begrenzung von Funkenentladungen in die Arbeitsumwelt.

Bei Unterschreitung der hohen Auslöseschwellen überschreitet das interne elektrische Feld die Expositionsgrenzwerte (vgl. Tabellen A2 und A3) nicht, und störende Funkenentladungen werden vermieden, sofern die Schutzmaßnahmen nach Artikel 5 Absatz 6 ergriffen wurden.

**Tabelle B1**  
**Auslöseschwellen für die Exposition gegenüber elektrischen Feldern von 1 Hz bis 10 MHz**

Frequenzbereich	niedrige Auslöseschwelle für die elektrische Feldstärke (E) ( $Vm^{-1}$ ) (RMS)	hohe Auslöseschwelle für die elektrische Feldstärke (E) ( $Vm^{-1}$ ) (RMS)
$1 \leq f < 25$ Hz	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
$25 \leq f < 50$ Hz	$5,0 \times 10^5/f$	$2,0 \times 10^4$
$50 \text{ Hz} \leq f < 1,64$ kHz	$5,0 \times 10^5/f$	$1,0 \times 10^6/f$
$1,64 \leq f < 3$ kHz	$5,0 \times 10^5/f$	$6,1 \times 10^2$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10$ MHz	$1,7 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$

Anmerkung B1-1: f ist die Frequenz in Hertz (Hz).

Anmerkung B1-2: Die niedrige Auslöseschwelle (E) und die hohe Auslöseschwelle (E) ergeben sich aus den Effektivwerten (quadratischer Mittelwert) der elektrischen Feldstärke; diese entsprechen bei sinusförmigen Feldern den Spitzenwerten geteilt durch  $\sqrt{2}$ . Bei nicht sinusförmigen Feldern basiert die gemäß Artikel 4 durchgeführte Expositionsberechnung auf der Methode gewichteter Spitzenwerte (Gewichtung im Zeitbereich), wie in den in Artikel 14 genannten Leitfäden dargelegt; es können aber auch andere wissenschaftlich nachgewiesene und validierte Expositionsberechnungsverfahren herangezogen werden, vorausgesetzt sie führen zu annähernd gleichwertigen und vergleichbaren Ergebnissen.

Anmerkung B1-3: Die Auslöseschwellen stellen die am Standort des Körpers des Arbeitnehmers berechneten oder gemessenen Höchstwerte dar. Dadurch ergibt sich für alle ungleichmäßigen Expositionsbedingungen eine konservative Bewertung der Exposition und die automatische Einhaltung der Expositionsgrenzwerte. Zur Vereinfachung der gemäß Artikel 4 durchzuführenden Bewertung der Einhaltung der Expositionsgrenzwerte im Fall spezifischer ungleichmäßiger Bedingungen werden in den in Artikel 14 genannten Leitfäden Kriterien für die örtliche Mittelung der gemessenen Felder nach anerkannten Dosimetrieverfahren festgelegt. Bei einer räumlich stark begrenzten Quelle im Abstand von einigen Zentimetern von einem Körper wird das induzierte elektrische Feld im Einzelfall dosimetrisch ermittelt.

Auslöseschwellen für die Exposition gegenüber magnetischen Feldern

Niedrige Auslöseschwellen (vgl. Tabelle B2) werden bei Frequenzen unter 400 Hz aus den Expositionsgrenzwerten für sensorische Wirkungen (vgl. Tabelle A3) abgeleitet, Auslöseschwellen für Frequenzen über 400 Hz werden aus den Expositionsgrenzwerten für gesundheitliche Wirkungen interner elektrischer Felder (vgl. Tabelle A2) abgeleitet.

Hohe Auslöseschwellen (vgl. Tabelle B2) werden aus den Expositionsgrenzwerten für gesundheitliche Wirkungen interner elektrischer Felder in Bezug auf die elektrische Stimulation von peripherem und autonomem Nervengewebe in Kopf und Rumpf (vgl. Tabelle A2) abgeleitet. Durch die Einhaltung der hohen Auslöseschwellen wird sichergestellt, dass die Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen nicht überschritten werden; Wirkungen im Zusammenhang mit Phosphenen der Netzhaut und geringfügigen vorübergehenden Veränderungen bei Hirnfunktionen sind jedoch möglich, wenn die Exposition des Kopfes die niedrigen Auslöseschwellen für Expositionen bis 400 Hz übersteigt. In diesem Fall findet Artikel 5 Absatz 6 Anwendung.

Die Auslöseschwellen für die Exposition von Gliedmaßen werden aus den Expositionsgrenzwerten für gesundheitliche Wirkungen interner elektrischer Felder in Bezug auf die elektrische Stimulation von Gliedmaßengewebe abgeleitet, wobei berücksichtigt wird, dass das magnetische Feld weniger stark an die Gliedmaßen als an den gesamten Körper gekoppelt ist.

**Tabelle B2**  
**Auslöseschwellen für die Exposition gegenüber magnetischen Feldern**  
**von 1 Hz bis 10 MHz**

Frequenzbereich	Niedrige Auslöseschwellen für magnetische Flussdichte (B)( $\mu$ T) (RMS)	Hohe Auslöseschwellen für magnetische Flussdichte (B)( $\mu$ T) (RMS)	Magnetische Flussdichte: Auslöseschwellen für die Exposition von Gliedmaßen gegenüber einem lokalen Magnetfeld ( $\mu$ T) (RMS)
$1 \leq f < 8$ Hz	$2,0 \times 10^5/f^2$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$8 \leq f < 25$ Hz	$2,5 \times 10^4/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$25 \leq f < 300$ Hz	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$300 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$3,0 \times 10^5/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$

Anmerkung B2-1: f ist die Frequenz in Hertz (Hz).

Anmerkung B2-2: Niedrige Auslöseschwellen und hohe Auslöseschwellen ergeben sich aus den Effektivwerten (quadratischer Mittelwert), die bei sinusförmigen Feldern den Spitzenwerten geteilt durch  $\sqrt{2}$  entsprechen. Bei nicht sinusförmigen Feldern basiert die gemäß Artikel 4 durchgeführte Expositionsberechnung auf der Methode gewichteter Spitzenwerte (Gewichtung im Zeitbereich), wie in den in Artikel 14 genannten Leitfäden dargelegt; es können aber auch andere wissenschaftlich nachgewiesene und validierte Expositionsberechnungsverfahren herangezogen werden, vorausgesetzt sie führen zu annähernd gleichwertigen und vergleichbaren Ergebnissen.

Anmerkung B2-3: Die Auslöseschwellen für die Exposition gegenüber magnetischen Feldern stellen die Höchstwerte am Standort des Körpers des Arbeitnehmers dar. Dadurch ergibt sich für alle ungleichmäßigen Expositionsbedingungen eine konservative Bewertung der Exposition und die automatische Einhaltung der Expositionsgrenzwerte. Zur Vereinfachung der gemäß Artikel 4 durchzuführenden Bewertung der Einhaltung der Expositionsgrenzwerte im Falle spezifischer ungleichmäßiger Bedingungen werden in den in Artikel 14 genannten Leitfäden Kriterien für die örtliche Mittelung der gemessenen Felder nach anerkannten Dosimetrieverfahren festgelegt. Im Fall einer räumlich stark eingegrenzten Quelle innerhalb eines Abstands von einigen Zentimetern von einem Körper wird das induzierte elektrische Feld im Einzelfall dosimetrisch ermittelt.

**Tabelle B3**  
**Auslöseschwellen für Kontaktstrom ( $I_c$ )**

Frequenz	Auslöseschwelle ( $I_c$ ) für stationären zeitvariablen Kontaktstrom (mA) (RMS)
Bis 2,5 kHz	1,0
$2,5 \leq f < 100$ kHz	0,4f
$100 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ 000 kHz}$	40

Anmerkung B3-1: f ist die Frequenz in Kilohertz (kHz).

Auslöseschwellen für die magnetische Flussdichte statischer magnetischer Felder

**Tabelle B4**  
**Auslöseschwellen für die magnetische Flussdichte statischer magnetischer Felder**

Gefahrenquelle	Auslöseschwelle ( $B_0$ )
Beeinflussung von implantierten aktiven Geräten z. B. Herzschrittmacher	0,5 mT
Verletzungsrisiko durch Anziehung und Projektilwirkung im Streufeld von Quellen mit hohen Feldstärken (> 100 mT)	3 mT

ANHANG III

THERMISCHE WIRKUNGEN

EXPOSITIONSGRENZWERTE UND AUSLÖSESCHWELLEN IM FREQUENZBEREICH VON 100 kHz BIS 300 GHz

A. EXPOSITIONSGRENZWERTE

Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen bei Frequenzen von 100 kHz bis 6 GHz (Tabelle A1) sind Grenzwerte für die je Masseneinheit des Körpergewebes absorbierte Energie und Leistung aufgrund der Exposition gegenüber elektrischen und magnetischen Feldern.

Expositionsgrenzwerte für sensorische Wirkungen bei Frequenzen von 0,3 bis 0,6 GHz (Tabelle A2) sind Grenzwerte für von einer kleinen Masse des Kopfgewebes absorbierte Energie aufgrund der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern.

Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen bei Frequenzen von über 6 GHz (Tabelle A3) sind Grenzwerte für die Leistungsdichte einer auf die Körperoberfläche auftreffenden elektromagnetischen Welle.

**Tabelle A1**  
**Expositionsgrenzwert für gesundheitliche Wirkungen bei Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern von 100 kHz bis 6 GHz**

Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen	Gemittelte SAR-Werte über Sechsminuten-Intervalle
Expositionsgrenzwert für Ganzkörper-Wärmebelastung, ausgedrückt als gemittelte SAR im Körper	0,4 Wkg <sup>-1</sup>
Expositionsgrenzwert für die lokale Wärmebelastung in Kopf und Rumpf, ausgedrückt als lokale SAR im Körper	10 Wkg <sup>-1</sup>
Expositionsgrenzwert für die lokale Wärmebelastung in Gliedmaßen, ausgedrückt als lokale SAR in Gliedmaßen	20 Wkg <sup>-1</sup>

Anmerkung A1-1: Die zu mittelnde Gewebemasse für lokale SAR-Werte beträgt 10 g eines beliebigen zusammenhängenden Körpergewebes; die so ermittelten SAR-Maximalwerte sollten für die Expositionsabschätzung herangezogen werden. Diese 10 g Gewebe sollen eine Masse zusammenhängenden Gewebes mit nahezu gleichen elektrischen Eigenschaften sein. Hinsichtlich der Bestimmung einer Masse zusammenhängenden Gewebes wird eingeräumt, dass dieses Konzept bei der numerischen Dosimetrie angewandt werden kann, bei direkten physikalischen Messungen jedoch unter Umständen Schwierigkeiten bereitet. Es kann eine einfache geometrische Form, beispielsweise eine kubische oder kugelförmige Gewebemasse, verwendet werden.

Expositionsgrenzwert für sensorische Wirkungen bei Frequenzen von 0,3 bis 6 GHz

Dieser Expositionsgrenzwert für sensorische Wirkungen (Tabelle A2) bezieht sich auf die Unterbindung von Höreffekten, die durch die Exposition des Kopfes gegenüber gepulsten Mikrowellen bedingt sind.

**Tabelle A2**  
**Expositionsgrenzwert für sensorische Wirkungen bei Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern von 0,3 bis 6 GHz**

Frequenzbereich	Lokale spezifische Energieabsorption (SA)
0,3 ≤ f ≤ 6 GHz	10 mJkg <sup>-1</sup>

Anmerkung A2-1: Die zu mittelnde Gewebemasse für lokale SA beträgt 10 g.

**Tabelle A3**  
**Expositionsgrenzwert für gesundheitliche Wirkungen bei Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern von 6 GHz bis 300 GHz**

Frequenzbereich	Expositionsgrenzwerte für gesundheitliche Wirkungen in Relation zur Leistungsdichte
6 GHz ≤ f ≤ 300 GHz	50 Wm <sup>-2</sup>

Anmerkung A3-1: Die Leistungsdichte wird über jedes Flächenelement von 20 cm<sup>2</sup> gemittelt. Die maximale örtliche Leistungsdichte, gemittelt über 1 cm<sup>2</sup>, sollte das 20fache des Wertes von 50 Wm<sup>-2</sup> nicht überschreiten. Leistungsdichten von 6 bis 10 GHz werden über Sechs-Minuten-Intervalle gemittelt. Bei mehr als 10 GHz wird die Leistungsdichte über ein beliebiges Zeitintervall von jeweils 68/f<sup>1,05</sup> - Minuten gemittelt (wobei f die Frequenz in GHz ist), um die mit steigender Frequenz immer geringer werdende Eindringtiefe auszugleichen.

**B. AUSLÖSESCHWELLEN**

Die folgenden physikalischen Größen und Werte werden zur Angabe der Auslöseschwellen herangezogen, die festgelegt werden, damit mittels vereinfachter Bewertung sichergestellt werden kann, dass die einschlägigen Expositionsgrenzwerte eingehalten werden, oder um anzugeben, ab wann die relevanten Schutz- oder Präventivmaßnahmen gemäß Artikel 5 zu ergreifen sind:

- Auslöseschwelle (E) für die elektrische Feldstärke E eines zeitvariablen elektrischen Felds wie in Tabelle B1 angegeben;
- Auslöseschwelle (B) für die magnetische Flussdichte B eines zeitvariablen magnetischen Felds wie in Tabelle B1 angegeben;
- Auslöseschwelle (S) für die Leistungsdichte elektromagnetischer Wellen wie in Tabelle B1 angegeben;
- Auslöseschwelle (I<sub>c</sub>) für Kontaktstrom wie in Tabelle B2 angegeben;
- Auslöseschwelle (I<sub>L</sub>) für Strom durch die Gliedmaßen wie in Tabelle B2 angegeben.

Die Auslöseschwellen entsprechen den am Arbeitsplatz in Abwesenheit des Arbeitnehmers als Höchstwert am Standort des Körpers oder des spezifizierten Körperteils berechneten oder gemessenen Feldwerten.

Auslöseschwellen für die Exposition gegenüber elektrischen und magnetischen Feldern

Die Auslöseschwelle (E) und die Auslöseschwelle (B) werden aus dem SAR-Wert oder dem Expositionsgrenzwert für die Leistungsdichte (Tabellen A1 und A3) abgeleitet, auf der Grundlage der Schwellenwerte für die durch Exposition gegenüber (externen) elektrischen und magnetischen Feldern verursachten internen thermischen Wirkungen.

**Tabelle B1**  
**Auslöseschwellen für die Exposition gegenüber elektrischen und magnetischen Feldern von 100 kHz bis 300 GHz**

Frequenzbereich	Auslöseschwelle (E) für die elektrische Feldstärke (Vm <sup>-1</sup> ) (RMS)	Auslöseschwelle (B) für die magnetische Flussdichte (µT) (RMS)	Auslöseschwelle (S) für die Leistungsdichte (Wm <sup>-2</sup> )
100 kHz ≤ f < 1 MHz	6,1 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>6</sup> /f	–
1 ≤ f < 10 MHz	6,1 x 10 <sup>8</sup> /f	2,0 x 10 <sup>6</sup> /f	–
10 ≤ f < 400 MHz	61	0,2	–

Frequenzbereich	Auslöseschwelle (E) für die elektrische Feldstärke ( $Vm^{-1}$ ) (RMS)	Auslöseschwelle (B) für die magnetische Flussdichte ( $\mu T$ ) (RMS)	Auslöseschwelle (S) für die Leistungsdichte ( $Wm^{-2}$ )
$400 \text{ MHz} \leq f < 2 \text{ GHz}$	$3 \times 10^{-3} f^{1/2}$	$1,0 \times 10^{-5} f^{1/2}$	–
$2 \leq f < 6 \text{ GHz}$	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	–
$6 \leq f \leq 300 \text{ GHz}$	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	50

Anmerkung B1-1: f ist die Frequenz in Hertz (Hz).

Anmerkung B1-2:  $(\text{Auslöseschwelle (E)})^2$  und  $(\text{Auslöseschwelle (B)})^2$  werden über ein Sechs-Minuten-Intervall gemittelt. Bei Hochfrequenzpulsen (HF-Pulsen) darf die über die Impulsbreite gemittelte höchste Leistungsdichte das 1 000-fache der entsprechenden Auslöseschwelle (S) nicht überschreiten. Bei Feldern mit mehreren Frequenzen basiert die Analyse auf einer Summation, wie in den in Artikel 14 genannten Leitfäden dargelegt.

Anmerkung B1-3: Die Auslöseschwelle (E) und die Auslöseschwelle (B) stellen die am Standort des Körpers des Arbeitnehmers berechneten oder gemessenen Höchstwerte dar. Dadurch ergibt sich für alle ungleichmäßigen Expositionsbedingungen eine konservative Bewertung der Exposition und die automatische Einhaltung der Expositionsgrenzwerte. Zur Vereinfachung der gemäß Artikel 4 durchzuführenden Bewertung der Einhaltung der Expositionsgrenzwerte im Falle spezifischer ungleichmäßiger Bedingungen werden in den in Artikel 14 genannten Leitfäden Kriterien für die örtliche Mittelung der gemessenen Felder nach anerkannten Dosimetrieverfahren festgelegt. Im Fall einer lokal räumlich stark begrenzten Quelle im Abstand von einigen Zentimetern von einem Körper wird die Einhaltung der Expositionsgrenzwerte im Einzelfall dosimetrisch ermittelt.

Anmerkung B1-4: Die Leistungsdichte wird über ein beliebiges exponiertes Flächenelement von  $20 \text{ cm}^2$  gemittelt. Die maximale örtliche Leistungsdichte, gemittelt über  $1 \text{ cm}^2$ , sollte das 20-fache des Wertes von  $50 \text{ Wm}^{-2}$  nicht überschreiten. Leistungsdichten von 6 bis 10 GHz werden über Sechs-Minuten-Intervalle gemittelt. Über 10 GHz wird die Leistungsdichte über ein beliebiges Zeitintervall von jeweils  $68/f^{1,05}$ -Minuten gemittelt (wobei f die Frequenz in GHz ist), um die bei steigender Frequenz immer kürzer werdende Eindringtiefe auszugleichen.

**Tabelle B2**

**Auslöseschwellen für stationären Kontaktstrom und induzierte Ströme durch die Gliedmaßen**

Frequenzbereich	Auslöseschwelle ( $I_C$ ) für stationären zeitvariablen Kontaktstrom (mA) (RMS)	Auslöseschwelle ( $I_L$ ) für induzierten Strom durch eine beliebige Gliedmaße (mA) (RMS)
$100 \text{ kHz} \leq f < 10 \text{ MHz}$	40	–
$10 \text{ MHz} \leq f \leq 110 \text{ MHz}$	40	100

Anmerkung B2-1:  $(\text{Auslöseschwelle (I}_L\text{)})^2$  wird über ein sechs-Minuten-Intervall gemittelt.

ANHANG IV

Entsprechungstabelle

Richtlinie 2004/40/EG	Diese Richtlinie
Artikel 1 Absatz 1	Artikel 1 Absatz 1
Artikel 1 Absatz 2	Artikel 1 Absätze 2 und 3
Artikel 1 Absatz 3	Artikel 1 Absatz 4
Artikel 1 Absatz 4	Artikel 1 Absatz 5
Artikel 1 Absatz 5	Artikel 1 Absatz 6
Artikel 2 Buchstabe a	Artikel 2 Buchstabe a
–	Artikel 2 Buchstabe b
–	Artikel 2 Buchstabe c
Artikel 2 Buchstabe b	Artikel 2 Buchstaben d, e und f
Artikel 2 Buchstabe c	Artikel 2 Buchstabe g
Artikel 3 Absatz 1	Artikel 3 Absatz 1
Artikel 3 Absatz 2	Artikel 3 Absatz 1
–	Artikel 3 Absatz 2
Artikel 3 Absatz 3	Artikel 3 Absätze 2 und 3
–	Artikel 3 Absatz 4
Artikel 4 Absatz 1	Artikel 4 Absatz 1
Artikel 4 Absatz 2	Artikel 4 Absätze 2 und 3
Artikel 4 Absatz 3	Artikel 4 Absatz 3
Artikel 4 Absatz 4	Artikel 4 Absatz 4
Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe a	Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe b
Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe b	Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe a
–	Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe c
Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe c	Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe d
Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe d	Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe e
Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe d Ziffer i	–
Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe d Ziffer ii	–
Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe d Ziffer iii	–
Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe d Ziffer iv	–
Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe e	Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe f
Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe f	Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe g
–	Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe h
–	Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe i
Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe g	Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe j
Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe h	Artikel 4 Absatz 5 Buchstabe k
–	Artikel 4 Absatz 6

Richtlinie 2004/40/EG	Diese Richtlinie
Artikel 4 Absatz 6	Artikel 4 Absatz 7
Artikel 5 Absatz 1	Artikel 5 Absatz 1
Artikel 5 Absatz 2, Einleitungssatz	Artikel 5 Absatz 2, Einleitungssatz
Artikel 5 Absatz 2 Buchstaben a bis c	Artikel 5 Absatz 2 Buchstaben a bis c
–	Artikel 5 Absatz 2 Buchstabe d
–	Artikel 5 Absatz 2 Buchstabe e
Artikel 5 Absatz 2 Buchstaben d bis g	Artikel 5 Absatz 2 Buchstaben f bis i
–	Artikel 5 Absatz 4
Artikel 5 Absatz 3	Artikel 5 Absatz 5
–	Artikel 5 Absatz 6
–	Artikel 5 Absatz 7
Artikel 5 Absatz 4	Artikel 5 Absatz 8
–	Artikel 5 Absatz 9
Artikel 5 Absatz 5	Artikel 5 Absatz 3
Artikel 6, Einleitungssatz	Artikel 6, Einleitungssatz
Artikel 6 Buchstabe a	Artikel 6 Buchstabe a
Artikel 6 Buchstabe b	Artikel 6 Buchstabe b
–	Artikel 6 Buchstabe c
Artikel 6 Buchstabe c	Artikel 6 Buchstabe d
Artikel 6 Buchstabe d	Artikel 6 Buchstabe e
–	Artikel 6 Buchstabe f
Artikel 6 Buchstabe e	Artikel 6 Buchstabe g
Artikel 6 Buchstabe f	Artikel 6 Buchstabe h
–	Artikel 6 Buchstabe i
Artikel 7	Artikel 7
Artikel 8 Absatz 1	Artikel 8 Absatz 1
Artikel 8 Absatz 2	–
Artikel 8 Absatz 3	Artikel 8 Absatz 2
Artikel 9	Artikel 9
–	Artikel 10
Artikel 10 Absatz 1	Artikel 11 Absatz 1 Buchstabe c
Artikel 10 Absatz 2 Buchstabe a	Artikel 11 Absatz 1 Buchstabe a
Artikel 10 Absatz 2 Buchstabe b	Artikel 11 Absatz 1 Buchstabe b
Artikel 11	–
–	Artikel 12
–	Artikel 13
–	Artikel 14
–	Artikel 15
Artikel 13 Absatz 1	Artikel 16 Absatz 1

## ArbSch 2.1.20

Richtlinie 2004/40/EG	Diese Richtlinie
Artikel 13 Absatz 2	Artikel 16 Absatz 2
–	Artikel 17
Artikel 14	Artikel 18
Artikel 15	Artikel 19
Anhang	Anhang I, Anhang II und Anhang III
–	Anhang IV