

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe, physikalische Größen, Einheiten und Abkürzungen	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Physikalische Größen und Einheiten	10
3.3 Abkürzungen	11
4 Bewertungsverfahren	11
5 Sammlung von technischen Daten.....	14
6 Verfahren zur Bewertung der Exposition von Arbeitnehmern.....	14
6.1 Allgemeines	14
6.2 Bewertung der Exposition im Hinblick auf äußere Felder	15
6.2.1 Allgemeines	15
6.2.2 Oberschwingungen des Magnetfelds	16
6.2.3 Oberschwingungen des elektrischen Felds	16
6.3 Numerische Berechnung von im menschlichen Körper induzierten elektrischen Feldern.....	16
7 Bewertung auf Einhaltung der Expositionsgrenzwerte für die Allgemeinbevölkerung.....	17
8 Bewertung auf Einhaltung der Auslöseschwellen	17
8.1 Allgemeines	17
8.2 Vereinfachte Kriterien für die Übereinstimmung mit Auslöseschwellen.....	20
8.2.1 Allgemeines	20
8.2.2 Magnetfelder.....	20
8.2.3 Elektrische Felder.....	21
8.3 Bewertung mit Hilfe von Messungen oder Berechnungen.....	22
8.3.1 Allgemeines	22
8.3.2 Magnetfelder.....	22
8.3.3 Elektrische Felder.....	24
9 Bewertung auf Einhaltung von Expositionsgrenzwerten	26
9.1 Allgemeines	26
9.2 Vereinfachte Kriterien für die Übereinstimmung mit Expositionsgrenzwerten	27
9.2.1 Allgemeines	27
9.2.2 Magnetfelder.....	27
9.2.3 Elektrische Felder.....	28
9.3 Bewertung unter Verwendung von Dosimetrie und Betrachtungen für inhomogene Felder.....	29
10 Exposition gegenüber Gleichfeldern	30
11 Exposition gegenüber Kontaktströme	30
12 Exposition während kurzzeitiger (transienter) und Fehlerbedingungen.....	31

	Seite
13	Zusätzliche Anforderungen an den Arbeitgeber 31
13.1	Besonders gefährdete Arbeitnehmer 31
13.2	Andere Anforderungen 33
Anhang A (informativ) Bewertung von Oberschwingungen in Magnetfeldern 34	
A.1	Einleitung 34
A.2	Bewertungsverfahren unter Nutzung des Gesamtexpositionsindizes 34
A.3	Bewertungsverfahren unter Nutzung der gewichteten Spitzenwertfunktion 36
A.4	Vereinfachtes Bewertungsverfahren für öffentliche Netze 39
Anhang B (normativ) 50-Hz-Magnetfeldquellen in der Umgebung von Betriebsmitteln (Geräten, Einrichtungen) und Anlagen für die Erzeugung, Übertragung und Verteilung von elektrischer Energie 41	
B.1	Allgemeines 41
B.2	Ströme in einzelnen Leitern 41
B.3	Ströme in Stromkreisen 43
B.4	Bewertung der Exposition gegenüber Magnetfeldern 44
B.5	Checkliste für die Bewertung der Übereinstimmung von Magnetfeldern mit den Anforderungen 46
Anhang C (informativ) Beispiele für die Anwendung der verschiedenen Bewertungskriterien 48	
C.1	Bewertungskriterien für Induktoren mit Luftspalt: vereinfachte Berechnung des Magnetfelds unter einer Selbstinduktivität mit Luftspalt 48
C.2	Bewertung von isolierten Kabeln: Berechnung der Konformitätsabstände für typische XLPE-Kabel 50
C.3	Bewertung der Exposition gegenüber elektrischen Feldern für verschiedene Koppelbedingungen 52
Anhang D (informativ) Verfahren für die Ableitung der dem Expositionsgrenzwert äquivalenten Felder (<i>LEF</i>) 55	
D.1	Einleitung 55
D.2	Verfahren 55
D.3	Auswahl des Referenzmodells 56
D.4	Referenzorgane und -daten 56
D.5	Bewertung der Unsicherheit 57
D.6	Ableitung des dem Expositionsgrenzwert äquivalenten Felds (<i>LEF</i>) 58
Anhang E (informativ) Betrachtungen zu magnetischen Gleichfeldern in Elektrizitätsversorgungsunternehmen 59	
E.1	Einleitung 59
E.2	Exposition von Arbeitnehmern gegenüber magnetischen Gleichfeldern in Elektrizitätsversorgungsunternehmen 59
E.3	Punkte für die Aufmerksamkeit 59
Anhang F (informativ) Kontaktströme 60	
F.1	Einleitung 60
F.2	Einfluss von elektrischen Feldern 60

	Seite
F.2.1 Allgemeines	60
F.2.2 Isolierte Person (auf erdfreiem Potential), kapazitive Kopplung zur Erde bzw. Masse	60
F.2.3 Person auf Erdpotential, isoliertes Objekt	62
F.2.4 Funkenentladungen	63
F.3 Einfluss von Magnetfeldern	63
F.3.1 Allgemeines	63
F.3.2 Arbeiten in der Nachbarschaft von unter Spannung stehenden Stromkreisen	63
F.4 Zusammenfassung	64
Anhang G (informativ) Exposition während transienter und Fehlerbedingungen	65
G.1 Einleitung	65
G.2 Fehler	65
G.2.1 Übersicht	65
G.2.2 Kurzschlussströme während Fehlerzuständen	65
G.2.3 Vorbeugung von und Schutz gegen Fehler	65
G.2.4 Exposition gegenüber Magnetfeldern während Fehlerzuständen	66
G.3 Schalttransiente	66
G.4 Blitzeinschläge	66
G.5 Einschaltströme	67
G.6 Übereinstimmung von kurzzeitigen Ereignissen mit der (EMF-)Richtlinie	67
Literaturhinweise	68
Bilder	
Bild 1 – Allgemeines Flussdiagramm des Verfahrens zur Bewertung der Übereinstimmung mit den Anforderungen	14
Bild 2 – Niedrige und hohe Auslöseschwellen für magnetische Felder im Frequenzbereich von 1 Hz bis 20 kHz	18
Bild 3 – Niedrige und hohe Auslöseschwellen für elektrische Felder im Frequenzbereich von 1 Hz bis 20 kHz	19
Bild 4 – Bewertung auf Einhaltung von Auslöseschwellen für Magnetfelder	23
Bild 5 – Bewertung auf Einhaltung von Auslöseschwellen für elektrische Felder	26
Bild 6 – Risikobewertung für besonders gefährdete Arbeitnehmer	32
Bild A.1 – Auf ein Magnetfeld, das von einer Niederspannungseinspeisung erzeugt wurde, angewandtes <i>TEI</i> -Verfahren	35
Bild A.2 – Nicht sinusförmige drei-Achsen-Magnetfeldexposition in der Nähe der Anregungseinheit eines 400-MW-Gasgenerators	36
Bild A.3 – Für die Anwendung der Bewertung der gewichteten Spitzenwerte verwendet Filterfunktion	37
Bild C.1 – Zur Begrenzung von Oberschwingungen einer Kondensatorbank verwendete Luftspulen	50
Bild C.2 – Verschiedene Situationen der Einkopplung eines elektrischen Felds in einen menschlichen Körper (die gestrichelten Linien zeigen die ungefähren Äquipotenziallinien)	52
Bild C.3 – Arbeitnehmer, der einen Mast hochklettert, wobei ein Kontaktstrom durch die Füße fließt	53
Bild F.1 – Kapazitive Kopplung bei einer isolierten Person, die einem elektrischen Feld ausgesetzt ist	61

	Seite
Bild F.2 – Kontakt mit einer geerdeten Struktur und Ersatzschaltkreis.....	61
Bild F.3 – Kontaktstrom bei einer geerdeten Person, die ein isoliertes Fahrzeug berührt.....	62
Tabellen	
Tabelle 1 – Physikalische Größen und Einheiten	11
Tabelle 2 – Betriebsmittel (Geräte, Einrichtungen) oder Arbeitsplätze, von denen angenommen wird, dass sie die Referenzwerte für die Exposition der Allgemeinbevölkerung, d. h. 100 μ T oder 5 kV/m bei 50 Hz, erfüllen (aus Tabelle 3.2 des Anwendungsleitfadens [10]).....	17
Tabelle 3 – Auslöseschwellen bei 50 Hz.....	19
Tabelle 4 – Betriebsmittel (Geräte, Einrichtungen) oder Arbeitsplätze, von denen angenommen wird, dass sie die niedrigen Auslöseschwellen für 50-Hz-Magnetfelder einhalten (<i>Situationen mit stromführenden Leitern nicht betrachtet</i>)	20
Tabelle 5 – Betriebsmittel (Geräte, Einrichtungen) oder Arbeitsplätze, die eine weitergehende Bewertung mit Blick auf 50-Hz-Magnetfelder erfordern	21
Tabelle 6 – Betriebsmittel (Geräte, Einrichtungen) oder Arbeitsplätze, von denen angenommen wird, dass sie die niedrigen Auslöseschwellen (10 kV/m) für elektrische Felder mit 50 Hz einhalten	21
Tabelle 7 – Betriebsmittel (Geräte, Einrichtungen) oder Arbeitsplätze, von denen angenommen wird, dass sie die Expositionsgrenzwerte für Magnetfelder mit 50 Hz in Bezug auf sensorische Wirkungen einhalten (<i>den vereinfachten Kriterien für die Übereinstimmung mit den Anforderungen für das in Anhang D gegebene Beispiel für LEF folgend</i>).....	28
Tabelle 8 – Betriebsmittel (Geräte, Einrichtungen), die eine weitergehende Bewertung im Hinblick auf die Expositionsgrenzwerte für Magnetfelder mit 50 Hz für sensorische Wirkungen erfordern (<i>den vereinfachten Kriterien für die Übereinstimmung mit den Anforderungen für das in Anhang D gegebene besondere Beispiel für LEF folgend</i>).....	28
Tabelle 9 – Betriebsmittel (Geräte, Einrichtungen) oder Arbeitsplätze, von denen angenommen wird, dass sie die Expositionsgrenzwerte für elektrische Felder mit 50 Hz einhalten (<i>den vereinfachten Kriterien für die Übereinstimmung mit den Anforderungen für das in Anhang D gegebene Beispiel für LEF folgend</i>).....	29
Tabelle 10 – Betriebsmittel (Geräte, Einrichtungen) oder Arbeitsplätze, die von vornherein die Grenzwerte für magnetische Gleichfelder einhalten.....	30
Tabelle A.1 – Filterparameter für verschiedene Frequenzen.....	38
Tabelle B.1 – Konformitätsabstand in m (gerundete Werte) zur Mitte eines einzelnen Leiters, bei dem die niedrige Auslöseschwelle oder das in Anhang D berechnete Beispiel für das dem Expositionsgrenzwert äquivalente Feld in Bezug auf sensorische Wirkungen eingehalten wird	42
Tabelle B.2 – Konformitätsabstand in m (gerundete Werte) zur Mitte eines einzelnen Leiters, bei dem die hohe Auslöseschwelle oder das in Anhang D berechnete Beispiel für das dem Expositionsgrenzwert äquivalente Feld in Bezug auf gesundheitliche Wirkungen eingehalten wird	43
Tabelle B.3 – Maximale im Körper eines Arbeitnehmers induzierte magnetische Feldwerte beim Kontakt mit typischen Hochspannungskabeln	45
Tabelle C.1 – Mindest-Konformitätsabstand (D_{lim}) für eine Auswahl von repräsentativen Kabeln	51
Tabelle D.1 – Vergleich von repräsentativen Modellen des männlichen Körpers.....	56
Tabelle D.2 – Induzierte elektrische Feldstärke (in mV/m, 99. Perzentil) für das Referenzmodell (MAXWELL)	57
Tabelle D.3 – Rechenunsicherheit für das Magnetfeld im Hinblick auf die Exposition des Zentralnervensystems.....	58
Tabelle D.4 – Dem Expositionsgrenzwert äquivalente Felder (LEFs) (kleinster Wert des gleichförmigen Felds, das den Expositionsgrenzwerten entspricht).....	58