

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.....	13
6 Verfahren zur Bewertung der Exposition von Arbeitnehmern.....	14
6.1 Allgemeines	14
6.2 Bewertung der Exposition im Hinblick auf äußere Felder	14
6.2.1 Allgemeines	14
6.2.2 Oberschwingungen des Magnetfelds	15
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.....	16
8 Bewertung auf Einhaltung der Auslöseschwellen	17
8.1 Allgemeines	17
8.2 Vereinfachte Kriterien für die Übereinstimmung mit Auslöseschwellen.....	19
8.2.1 Allgemeines	19
8.2.2 Magnetfelder.....	19
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.....	23
9 Bewertung auf Einhaltung von Expositionsgrenzwerten	24
9.1 Allgemeines	24
9.2 Vereinfachte Kriterien für die Übereinstimmung mit Expositionsgrenzwerten	25
9.2.1 Allgemeines	25
9.2.2 Magnetfelder.....	26
9.2.3 Elektrische Felder.....	27
9.3 Bewertung unter Verwendung von Dosimetrie und Betrachtungen für inhomogene Felder.....	28
10 Exposition gegenüber Gleichfeldern	29
11 Exposition gegenüber Kontaktströme	29
12 Exposition während kurzzeitiger Transienten und Fehlerbedingungen	30
13 Zusätzliche Anforderungen an den Arbeitgeber.....	30

	Seite
13.1	Besonders gefährdete Arbeitnehmer 30
13.2	Andere Anforderungen..... 31
Anhang A (informativ) Bewertung von Oberschwingungen in Magnetfeldern 32	
A.1	Einleitung..... 32
A.2	Bewertungsverfahren unter Nutzung des Gesamtexpositionsindex (<i>TEI</i>) 32
A.3	Bewertungsverfahren unter Nutzung der gewichteten Spitzenwertfunktion 34
A.4	Vereinfachtes Bewertungsverfahren für öffentliche Netze..... 36
Anhang B (normativ) 50-Hz-Magnetfeldquellen in der Umgebung von Betriebsmitteln (Geräten, Einrichtungen) und Anlagen für die Erzeugung, Übertragung und Verteilung von elektrischer Energie 38	
B.1	Allgemeines..... 38
B.2	Ströme in einzelnen Leitern 38
B.3	Ströme in Stromkreisen..... 40
B.4	Bewertung der Exposition gegenüber Magnetfeldern..... 41
B.5	Checkliste für die Bewertung der Übereinstimmung von Magnetfeldern mit den Anforderungen..... 43
Anhang C (informativ) Beispiele für die Anwendung der verschiedenen Bewertungskriterien 45	
C.1	Bewertungskriterien für Induktoren mit Luftspalt: vereinfachte Berechnung des Magnetfelds unter einer vertikalen Selbstinduktivität mit Luftspalt..... 45
C.2	Bewertung von isolierten Kabeln: Berechnung der Konformitätsabstände für typische XLPE-Kabel 47
C.3	Bewertung der Exposition gegenüber elektrischen Feldern für verschiedene Koppelbedingungen 49
Anhang D (informativ) Verfahren für die Ableitung der dem Expositionsgrenzwert äquivalenten Felder (<i>LEFs</i>)..... 52	
D.1	Einleitung..... 52
D.2	Verfahren..... 52
D.3	Auswahl des Referenzmodells..... 53
D.4	Referenzorgane und -daten 53
D.5	Bewertung der Unsicherheit..... 54
D.6	Ableitung des dem Expositionsgrenzwert äquivalenten Felds (<i>LEF</i>)..... 55
Anhang E (informativ) Betrachtungen zu magnetischen Gleichfeldern in Elektrizitätsversorgungsunternehmen..... 56	
E.1	Einleitung..... 56
E.2	Exposition von Arbeitnehmern gegenüber magnetischen Gleichfeldern in Elektrizitätsversorgungsunternehmen..... 56
E.3	Punkte für die Aufmerksamkeit 56
Anhang F (informativ) Kontaktströme..... 57	
F.1	Einleitung..... 57
F.2	Einfluss von elektrischen Feldern 57
F.2.1	Allgemeines..... 57
F.2.2	Isolierte Person (auf erdfreiem Potential), kapazitive Kopplung zur Erde bzw. Masse 57

	Seite
F.2.3 Person auf Erdpotential, isoliertes Objekt	58
F.2.4 Funkenentladungen	59
F.3 Einfluss von Magnetfeldern	60
F.3.1 Allgemeines	60
F.3.2 Arbeiten in der Nachbarschaft von unter Spannung stehenden Stromkreisen	60
F.4 Zusammenfassung	60
Anhang G (informativ) Exposition während Transienten und Fehlerbedingungen	61
G.1 Einleitung	61
G.2 Fehler	61
G.2.1 Übersicht	61
G.2.2 Kurzschlussströme während Fehlerzuständen	61
G.2.3 Vorbeugung von und Schutz gegen Fehler	61
G.2.4 Exposition gegenüber Magnetfeldern während Fehlerzuständen	62
G.3 Schalttransiente	62
G.4 Blitzeinschläge	62
G.5 Einschaltströme	63
G.6 Übereinstimmung von kurzzeitigen Ereignissen mit der (EMF-)Richtlinie	63
Literaturhinweise	64
Bilder	
Bild 1 – Allgemeines Flussdiagramm des Verfahrens zur Bewertung der Übereinstimmung mit den Anforderungen	13
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	18
Bild 4 – Bewertung auf Einhaltung von Auslöseschwellen für Magnetfelder	23
Bild 5 – Bewertung auf Einhaltung von Auslöseschwellen für elektrische Felder	24
Bild 6 – Risikobewertung für besonders gefährdete Arbeitnehmer	31
Bild A.1 – Auf ein Magnetfeld, das von einer Niederspannungseinspeisung erzeugt wurde, angewandtes <i>TEI</i> -Verfahren	33
Bild A.2 – Nicht sinusförmige drei-Achsen-Magnetfeldexposition in der Nähe der Anregungseinheit eines 400-MW-Gasgenerators	33
Bild A.3 – Für die Anwendung der Bewertung der gewichteten Spitzenwerte verwendet Filterfunktion	34
Bild C.1 – Zur Begrenzung von Oberschwingungen einer Kondensatorbank verwendete Luftspulen	47
Bild C.2 – Verschiedene Situationen der Einkopplung eines elektrischen Felds in einen menschlichen Körper (die gestrichelten Linien zeigen die ungefähren Äquipotenziallinien)	49
Bild C.3 – Arbeitnehmer, der einen Mast hochklettert, wobei ein Kontaktstrom durch die Füße fließt	50
Bild F.1 – Kapazitive Kopplung bei einer isolierten Person, die einem elektrischen Feld ausgesetzt ist	57
Bild F.2 – Kontakt mit einer geerdeten Struktur und Ersatzschaltkreis	58
Bild F.3 – Kontaktstrom bei einer geerdeten Person, die ein isoliertes Fahrzeug berührt	59

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, einhalten (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.....	22
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 eines LEF folgend</i>)	26
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 eines LEF folgend</i>).....	27
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 eines LEF folgend</i>)	28
Tabelle 10 – Betriebsmittel (Geräte, Einrichtungen) oder Arbeitsplätze, die von vornherein die Grenzwerte für magnetische Gleichfelder einhalten	29
Tabelle A.1 – Filterparameter für verschiedene Frequenzen.....	35
Tabelle B.1 – Konformitätsabstand in Meter (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 (<i>LEF</i>) in Bezug auf sensorische Wirkungen eingehalten wird	39
Tabelle B.2 – Konformitätsabstand in Meter (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 (<i>LEF</i>) in Bezug auf gesundheitliche Wirkungen eingehalten wird	40
Tabelle B.3 – Maximale im Körper eines Arbeitnehmers induzierte magnetische Feldwerte beim Kontakt mit typischen Hochspannungskabeln	42
Tabelle C.1 – Mindest-Konformitätsabstand (D_{lim}) für eine Auswahl von repräsentativen Kabeln.....	48
Tabelle D.1 – Vergleich von repräsentativen Modellen des männlichen Körpers.....	53
Tabelle D.2 – Induzierte elektrische Feldstärke (in mV/m; 99. Perzentil) für das Referenzmodell (MAXWELL)	54
Tabelle D.3 – Rechenunsicherheit für das Magnetfeld im Hinblick auf die Exposition des Zentralnervensystems	55
Tabelle D.4 – Dem Expositionsgrenzwert äquivalente Felder (<i>LEFs</i>) (kleinster Wert des gleichförmigen Felds, das den Expositionsgrenzwerten entspricht).....	55