

	DIN EN 62822-2 (VDE 0545-23)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 25.160.30 Elektrische Schweißeinrichtungen – Bewertung in Bezug auf Begrenzungen der Exposition von Personen gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz) – Teil 2: Lichtbogenschweißeinrichtungen (IEC 62822-2:2016); Deutsche Fassung EN 62822-2:2016 Electric welding equipment – Assessment of restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz) – Part 2: Arc welding equipment (IEC 62822-2:2016); German version EN 62822-2:2016 Matériels de soudage électrique – Évaluation des restrictions relatives à l'exposition humaine aux champs électromagnétiques (0 Hz à 300 GHz) – Partie 2: Matériels de soudage à l'arc (IEC 62822-2:2016); Version allemande EN 62822-2:2016 Gesamtumfang 43 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2016-05-04 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2017-04-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 62822-2 (VDE 0545-23):2015-01.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 361 „Lichtbogenschweißeinrichtungen (Schmelzschweißen)“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 26 „Electric welding“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1 (1 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-851:2008	a	–
EN 60974-1	IEC 60974-1	DIN EN 60974-1 (VDE 0544-1)	VDE 0544-1
EN 60974-6	IEC 60974-6	DIN EN 60974-6 (VDE 0544-6)	VDE 0544-6

Tabelle NA.1 (2 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 61786-1	IEC 61786-1	DIN EN 61786-1 (VDE 0848-786-1)	VDE 0848-786-1
–	IEC 61786-2	–	–
EN 62135-1	IEC 62135-1	DIN EN 62135-1 (VDE 0545-1)	VDE 0545-1
EN 62226-2-1:2005	IEC 62226-2-1:2004	DIN EN 62226-2-1 (VDE 0848-226-2-1):2005-09	VDE 0848-226-2-1
EN 62311	IEC 62311	DIN EN 62311 (VDE 0848-211)	VDE 0848-211
EN 62822-1	IEC 62822-1	DIN EN 62822-1 (VDE 0545-22)	VDE 0545-22
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60974-1 (VDE 0544-1), Lichtbogenschweißeinrichtungen – Teil 1: Schweißstromquellen

DIN EN 60974-6 (VDE 0544-6), Lichtbogenschweißeinrichtungen – Teil 6: Schweißstromquellen mit begrenzter Einschaltdauer

DIN EN 61786-1 (VDE 0848-786-1), Messung von magnetischen Gleichfeldern und von elektrischen und magnetischen Wechselfeldern von 1 Hz bis 100 kHz im Hinblick auf die Exposition von Personen – Teil 1: Anforderungen an Messgeräte

DIN EN 62135-1 (VDE 0545-1), Widerstandsschweißeinrichtungen – Teil 1: Sicherheitsanforderungen für die Konstruktion, Herstellung und Errichtung

DIN EN 62226-2-1 (VDE 0848-226-2-1):2005-09, Sicherheit in elektrischen oder magnetischen Feldern im niedrigen und mittleren Frequenzbereich – Verfahren zur Berechnung der induzierten Körperstromdichte und des im menschlichen Körper induzierten elektrischen Feldes – Teil 2-1: Exposition gegenüber magnetischen Feldern – 2D-Modelle (IEC 62226-2-1:2004); Deutsche Fassung EN 62226-2-1:2005

DIN EN 62311 (VDE 0848-211), Bewertung von elektrischen und elektronischen Einrichtungen in Bezug auf Begrenzungen der Exposition von Personen in elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz)

DIN EN 62822-1 (VDE 0545-22), Bewertung von Einrichtungen zum Widerstandsschweißen, Lichtbogenschweißen und artverwandten Prozessen in Bezug auf die bei der Exposition von Personen durch elektromagnetische Felder anzuwendenden Basisgrenzwerte (0 Hz bis 300 GHz) – Teil 1: Produktfamiliennorm

**Elektrische Schweißeinrichtungen –
Bewertung in Bezug auf Begrenzungen der Exposition von Personen
gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz) –
Teil 2: Lichtbogenschweißeinrichtungen
(IEC 62822-2:2016)**

Electric welding equipment –
Assessment of restrictions related to human
exposure to electromagnetic fields (0 Hz to 300
GHz) –
Part 2: Arc welding equipment
(IEC 62822-2:2016)

Matériels de soudage électrique –
Évaluation des restrictions relatives à
l'exposition humaine aux champs
électromagnétiques (0 Hz à 300 GHz) –
Partie 2: Matériels de soudage à l'arc
(IEC 62822-2:2016)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2016-05-04 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2016 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62822-2:2016 D

Vorwort

Der Text des Dokuments 26/584/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 62822-2, erarbeitet vom TC 26 „Electric welding“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 62822-2:2016 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2017-03-16
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2019-09-16

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62822-2:2016 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 62226-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62226-1 .
IEC 62226-2-1:2004	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62226-2-1:2005 (nicht modifiziert).
IEC 62311	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62311 .

Inhalt

Seite

Vorwort	2
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe und Abkürzungen.....	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Mengen und Einheiten	8
3.3 Konstante	8
4 Anforderungen.....	8
5 Bewertungsverfahren	8
5.1 Allgemeine Betrachtungen	8
5.1.1 Zeitliche Mittelwertbildung	8
5.1.2 Räumliche Mittelwertbildung externer Feldwerte	8
5.1.3 Räumliche Mittelwertbildung von intrakorporalen Werten	9
5.1.4 Einrichtungen mit gepulstem oder nicht-sinusförmigem Schweißstrom	9
5.1.5 Betrachtungen für die Spektralanalyse	11
5.1.6 Bewertungsunsicherheit.....	13
5.2 Messen externer Feldwerte.....	13
5.2.1 Allgemeines.....	13
5.2.2 Messeinrichtungen	14
5.3 Berechnung externer Feldwerte.....	14
5.3.1 Allgemeines.....	14
5.3.2 Quellen-Modell und Berechnungsgleichung	14
5.4 Berechnung intrakorporaler Werte	14
5.4.1 Allgemeines.....	14
5.4.2 Quellenmodell	15
5.4.3 Körpermodell für analytische Berechnungen	15
5.4.4 Anatomische Körpermodelle für numerische Berechnungen	17
6 Bewertungsbedingungen	18
6.1 Bewertungskonfigurationen.....	18
6.1.1 Allgemeines.....	18
6.1.2 Exposition des Kopfes.....	18
6.1.3 Exposition des Rumpfes	20
6.1.4 Exposition der Gliedmaßen.....	23
6.2 Schweißstrombedingungen.....	26
6.2.1 Allgemeines.....	26
6.2.2 Einzel-Betriebsart.....	27
6.2.3 Mehrere Betriebsarten	27

6.2.4	Leistungsvermögen der Stromquelle im Worst Case	28
6.2.5	Stromwelligkeit	28
7	EMF-Datenblatt und Bewertungsbericht	28
Anhang A (informativ)	Beispiel für die Struktur eines EMF-Datenblattes	30
Anhang B (informativ)	Bewertungsbeispiel für das höchste Leistungsvermögen der Stromquelle	31
B.1	Beschreibung der Einrichtungen	31
B.2	Messung des Schweißstroms und Spektralanalyse	31
B.3	Bewertung nicht-thermischer Wirkungen	32
Anhang C (informativ)	Summation mit genäherten und stückweise linearen Grenzwerten	36
Anhang D (informativ)	Koppelfaktoren für zahlreiche Abstände und Scheibenradien	37
Literaturhinweise		38
Anhang ZA (normativ)	Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	39

Bilder

Bild 1 – Stückweise lineare und genäherte Grenzwert-Amplituden	11
Bild 2 – Stückweise lineare und genäherte Summenfunktion-Phasenwinkel	11
Bild 3 – Spektralsynthese für die Validierung der Analyse	12
Bild 4 – Äquivalente Wellenform für sich nicht wiederholende Signale	12
Bild 5 – Leitende Scheibe in einer homogenen magnetischen Flussdichte	15
Bild 6 – Elektrische Leitfähigkeit für homogene Körpermodelle	16
Bild 7 – Feldmessung an Kopfposition	18
Bild 8 – Feldberechnung an Kopfposition	19
Bild 9 – Analytische Berechnung intrakorporaler Maße für den Kopf	19
Bild 10 – Numerische Berechnung intrakorporaler Maße für den Kopf	20
Bild 11 – Feldmessung an Rumpfposition	21
Bild 12 – Feldberechnung an Rumpfposition	21
Bild 13 – Analytische Berechnung intrakorporaler Maße für den Rumpf	22
Bild 14 – Numerische Berechnung intrakorporaler Maße für den Rumpf	23
Bild 15 – Feldmessung an Gliedmaßenpositionen, Hand und Schenkel	23
Bild 16 – Feldberechnung bei Gliedmaßen-Positionen, Hand und Schenkel	24
Bild 17 – Analytische Berechnung intrakorporaler Maße für Hand und Schenkel	25
Bild 18 – Numerische Berechnung intrakorporaler Maße für Hand und Schenkel	26
Bild B.1 – Beispiel 1 – Stromwelligkeit	31
Bild B.2 – Beispiel 1 – Höchstes Stromquellen-Leistungsvermögen	32
Bild B.3 – Beispiel 1 – EI-Berechnungselement	33
Bild B.4 – Beispiel 1 – Zusammenfassung der EI-Berechnung	34
Bild B.5 – Beispiel 1 – EMF-Datenblatt	35
Bild C.1 – EI-Vergleich mit genäherten und stückweise linearen Werten	36

Tabellen

Tabelle 1 – Phasenwinkel der Gewichtungsfunktion oder der Summenfunktion	9
Tabelle 2 – Durchmesser und Koppelfaktoren für 2D-Modelle (Scheibe).....	15
Tabelle D.1 – Koppelfaktoren für zahlreiche Abstände und Scheibenradien.....	37

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62822 gilt für Einrichtungen zum Lichtbogenschweißen und für verwandte Prozesse, die für den beruflichen Gebrauch durch Fachleute und für den Gebrauch durch Laien gebaut werden.

ANMERKUNG 1 Typische verwandte Prozesse sind Elektrolichtbogenschneiden und Lichtbogensprühen.

Diese Norm legt Verfahren für die Bewertung der Exposition von Schweißern gegenüber magnetischen Feldern fest, die durch Lichtbogenschweißen erzeugt werden. Sie deckt nicht-thermische biologische Wirkungen im Frequenzbereich von 0 Hz bis 10 MHz ab und definiert genormte Prüfverfahren.

ANMERKUNG 2 In diesem Dokument wird der Begriff „Feld“ durchgängig für „Magnetfeld“ verwendet.

ANMERKUNG 3 Für die Expositionsbewertung von Elektromagnetischen Feldern und thermischen Wirkungen gelten die in der Fachgrund-Norm IEC 62311 oder den entsprechenden Grundnormen festgelegten Methoden.

In dieser Grundnorm werden keine Methoden für die Arbeitsplatzbewertung hinsichtlich der Gefährdungen durch elektromagnetische Felder (EMF) definiert. Jedoch können die sich aus der Anwendung dieser Grundnorm ergebenden EMF-Daten bei der Arbeitsplatzbewertung hilfreich sein.

Für Produkte, für die diese Norm gilt, können weitere Normen gelten. Insbesondere diese Norm ist nicht dafür vorgesehen, elektromagnetische Verträglichkeit mit anderen Einrichtungen nachzuweisen. Sie spezifiziert nur Produktsicherheitsanforderungen, die sich speziell auf die Exposition von Personen durch elektromagnetische Felder beziehen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050-851:2008, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 851: Electric welding*

IEC 60974-1, *Arc welding equipment – Part 1: Welding power sources*

IEC 60974-6, *Arc welding equipment – Part 6: Limited duty equipment*

IEC 61786-1, *Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings – Part 1: Requirements for measuring instruments*

IEC 61786-2, *Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings – Part 2: Basic standard for measurements*

IEC 62822-1, *Electric welding equipment – Assessment of restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz) – Part 1: Product Family Standard*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-851 für Elektroschweißen, IEC 60974-1, IEC 60974-6 und die folgenden Begriffe.

3.1.1

Basisgrenzwerte

Expositionsgrenzwert

direkt auf nachgewiesenen Auswirkungen auf die Gesundheit und auf biologischen Erwägungen beruhende Grenzwerte in Bezug auf die Exposition durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder

3.1.2

Expositionsindex

EI

Ergebnis der Expositionsbewertung gegenüber sowohl einem sinusförmigen als auch nicht-sinusförmigen EMF (elektromagnetische Felder), angegeben als Bruchteil oder Prozentsatz der zulässigen Werte

Anmerkung 1 zum Begriff: Bruchteile größer als 1 (100 %) geben eine Überschreitung der zulässigen Werte wieder.

3.1.3

Allgemeinbevölkerung

Personen jeden Alters und variierendem Gesundheitszustand

Anmerkung 1 zum Begriff: Unterschiedliche Altersstufen und der Gesundheitszustand können die Empfindlichkeit Einzelner gegenüber EMF erhöhen.

3.1.4

Exposition der Allgemeinbevölkerung

Exposition von Mitgliedern der Allgemeinbevölkerung gegenüber EMF

Anmerkung 1 zum Begriff: In vielen Fällen ist sich die Allgemeinbevölkerung der Exposition gegenüber EMF nicht bewusst.

3.1.5

Gesundheitswirkungen

nachteilige Auswirkungen wie Erwärmung oder thermische Stimulation von Nerven und Muskelgewebe als eine Folge der Exposition von Personen gegenüber EMF

3.1.6

intrakorporal

im Inneren des Körper gelegen oder auftretend

3.1.7

Laie

Bediener, der nicht in Ausübung seines Berufes schweißt und der nur geringfügig oder nicht formell im Schweißen unterwiesen ist

[Quelle: IEC 60050-851:2008, 851-11-14, modifiziert – „Lichtbogenschweißen“ wurde durch „Schweißen“ ersetzt]

3.1.8

nicht-thermische Wirkungen

Stimulation von Muskeln, Nerven oder Sinnesorganen als eine Folge der Exposition von Personen gegenüber EMF

3.1.9

berufliche Exposition

Exposition von Arbeitern gegenüber EMF an ihren Arbeitsplätzen, im Allgemeinen unter bekannten Bedingungen und als Ergebnis der Ausführung ihrer regulären oder zugeordneten beruflichen Tätigkeiten

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Arbeiter ist jede Person, die von einem Arbeitgeber angestellt wurde, einschließlich Praktikanten und Auszubildende.

3.1.10

Referenzwerte

Auslöseschwellen

von den Basisgrenzwerten abgeleitete, direkt messbare Größen für die praktische Durchführung der Expositionsbewertung

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Einhalten der Referenzwerte stellt sicher, dass die entsprechenden Basisgrenzwerte eingehalten werden. Wenn die Referenzwerte überschritten werden, liegt aber nicht notwendigerweise eine Überschreitung der Basisgrenzwerte vor.

3.1.11

sensorische Wirkungen

vorübergehend gestörte sensorische Wahrnehmungen und geringfügige Änderungen der Hirnfunktionen als eine Folge der Exposition von Personen gegenüber einem EMF

3.2 Mengen und Einheiten

Die international anerkannten SI-Einheiten werden durchgängig in diesem Dokument verwendet.

Physikalische Größe	Symbol	Einheit	Maßeinheit
Stromdichte	J	Ampere je Quadratmeter	$A\ m^{-2}$
Elektrische Leitfähigkeit	σ	Siemens je Meter	$S\ m^{-1}$
Elektrischer Strom	I	Ampere	A
Elektrische Feldstärke	E	Volt je Meter	$V\ m^{-1}$
Frequenz	f	Hertz	Hz
Magnetische Flussdichte	B	Tesla	T ($Vs\ m^{-2}$)
Permeabilität	μ	Henry je Meter	$H\ m^{-1}$

3.3 Konstante

Physikalische Konstante	Symbol	Größenordnung	Maßeinheit
Vakuumpermeabilität	μ_0	$4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$	$H\ m^{-1}$

4 Anforderungen

Die Einrichtungen müssen, wie in [Abschnitt 7](#) festgelegt, nach den in Abschnitt 5 angegebenen Methoden und den in [Abschnitt 6](#) definierten Konfigurationen bewertet werden. Der Ergebnisse sind wie in [Abschnitt 7](#) festgelegt festzuhalten.

5 Bewertungsverfahren

5.1 Allgemeine Betrachtungen

5.1.1 Zeitliche Mittelwertbildung

Die zeitliche Mittelwertbildung der Exposition ist nicht erlaubt für nicht-thermische Wirkungen, es sei denn, geltende nationale und internationale Anforderungen legen Verfahren für die zeitliche Mittelwertbildung fest.

5.1.2 Räumliche Mittelwertbildung externer Feldwerte

Referenzwerte basieren üblicherweise auf der räumlichen Mittelwertbildung des entsprechenden Körperteil. Ist die räumliche Mittelwertbildung der Exposition nicht ausgeschlossen und sind in den geltenden nationalen und internationalen Anforderungen keine Verfahren festgelegt, müssen die in den zutreffenden Unterabschnitten von [6.1](#) angegebenen Verfahren angewandt werden.

5.1.3 Räumliche Mittelwertbildung von intrakorporalen Werten

Ist die räumliche Mittelwertbildung der Exposition nicht ausgeschlossen und sind in den geltenden nationalen und internationalen Anforderungen keine Verfahren festgelegt, müssen die in den zutreffenden Unterabschnitten von 5.3 und 6.1 angegebenen Verfahren angewandt werden.

5.1.4 Einrichtungen mit gepulstem oder nicht-sinusförmigem Schweißstrom

5.1.4.1 Allgemeines

Für die Bewertung von gepulsten und nicht-sinusförmigen Feldern gibt es einige Methoden. Für diese Norm sind nur die in 5.1.4.2 und 5.1.4.3 angegebenen Methoden des gewichteten Spitzenwertes anwendbar. Für weitere Informationen siehe IEC 61786-2. Das Ergebnis dieser Berechnungsverfahren ist der Expositionsindex (EI).

ANMERKUNG Anwendungen der Methode des gewichteten Spitzenwertes im Zeitbereich und im Frequenzbereich sind mathematisch gleichwertig und kommen zu exakt den gleichen Ergebnissen, wenn sie korrekt angewandt werden. In einigen Fällen, z. B. wenn eine große Anzahl an Spektralkomponenten für die Analyse eines Signals berücksichtigt werden muss, kann die Anwendung der Methode im Zeitbereich weniger komplex sein.

Die bei den Methoden des gewichteten Spitzenwertes verwendeten Phasenwinkel sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 – Phasenwinkel der Gewichtungsfunktion oder der Summenfunktion

Proportionalität p_A^a	$1/f^2$	$1/f$	f^0 (konstant)	f
Phasenwinkel φ_l^b	180°	90°	0°	–90°
^a p_A ist der Proportionalitätsfaktor, der die Variation des Basisgrenzwertes/Referenzwertes definiert, wie in den nationalen und internationalen Anforderungen festgelegt. ^b φ_l ist der Phasenwinkel der Gewichtungsfunktion oder der Summenfunktion.				

5.1.4.2 Methode des gewichteten Spitzenwertes im Zeitbereich

Für die Bewertung im Zeitbereich wird ein Bewertungssystem verwendet, das eine Gewichtungsfunktion enthält. Die Bewertung muss auf dem Spitzenwert des gewichteten Signals beruhen. Diese Methode kann sowohl für externe Feldwerte als auch für intrakorporale Metrik verwendet werden.

Zum Vergleich mit gegebenen Expositionspegeln sollte die Gewichtungsfunktion eine Frequenzantwort haben, die den geltenden nationalen und internationalen Anforderungen entspricht, so dass die Gewichtung und Summierung der Spektralkomponenten im Zeitbereich auftritt.

Weitere Information zu dieser Methode sind in IEC 62311 enthalten.

Abschwächung und Phasenwinkel der Gewichtungsfunktionen können durch elektronische oder digitale Filter angenähert werden. Die Abschwächung darf nicht mehr als 3 dB und der Phasenwinkel nicht mehr als 90° von der stückweise linearen Frequenzantwort abweichen. Die stückweise linearen Werte für Phasenwinkel sind in Tabelle 1 angegeben.

5.1.4.3 Methode des gewichteten Spitzenwertes im Frequenzbereich

Für die Bewertung im Frequenzbereich kommt eine phasenkorrigierte Summierung der gewichteten Spektralkomponenten des Signals zur Anwendung. Die Bewertung muss auf dem Spitzenwert des gewichteten Signals beruhen wie in Gleichung (1) gezeigt. Diese Methode kann für externe Feldwerte und intrakorporale Metrik verwendet werden wie in 5.1.5.4 festgelegt.

Die Summe der gewichteten Spektralkomponenten darf den Wert 1 zu keiner Zeit t innerhalb des Bewertungsintervalls, das der Periodendauer eines gepulsten oder nicht-sinusförmigen Signals entsprechen muss, überschreiten. Die bei der Bewertung verwendeten Zeitschritte müssen kleiner oder gleich $1/10$ der Periodendauer der höchsten relevanten Spektralkomponente sein.

$$\left| \sum_i \frac{A_i}{L_i} \cos(2 \cdot \pi \cdot f_i \cdot t + \theta_i + \varphi_i) \right| \leq 1 \quad (1)$$

Dabei ist

- A_i die Amplitude der Spektralkomponente bei der Frequenz f_i ;
- L_i der anwendbare Grenzwert bei der Frequenz f_i
- f_i die Frequenz der Spektralkomponente i ;
- θ_i der Phasenwinkel der Spektralkomponente bei der Frequenz f_i ;
- φ_i der Phasenwinkel der Summenfunktion bei der Frequenz f_i , siehe [Tabelle 1](#).

Amplituden und Phasenwinkel der Grenzwerte für die analytischen und numerischen Verfahren können durch elektronische oder digitale Filter angenähert werden, wobei die Abschwächung nicht mehr als 3 dB abweichen sollte und der Phasenwinkel nicht mehr als 90° von der stückweise linearen Frequenzantwort. Die stückweise linearen Werte für Phasenwinkel sind in [Tabelle 1](#) angegeben.

Die Näherung der stückweise linearen Grenzwerte L_i bei den Frequenzen f_i muss mit komplexen Funktionen wie beispielsweise Gleichung (2) vorgenommen werden. Die Anfangsamplitude V_0 , die Anzahl der Eckkreisfrequenzen und die Position der relevanten Bestimmungen hängen von den anwendbaren Grenzwerten ab.

$$L_i = \left| V_0 \frac{(1 + s_i/\omega_1)(1 + s_i/\omega_2)(1 + s_i/\omega_3)}{(1 + s_i/\omega_4)(1 + s_i/\omega_5)(1 + s_i/\omega_6)} \right| \quad (2)$$

Dabei ist

- s_i berechnet als $j 2 \pi f_i$;
- ω_n ω bei der n^{ten} Eckkreisfrequenz $f_{c\ n}$;
- $f_{c\ n}$ die n^{te} Eckkreisfrequenz.

Ein Beispiel für einen stückweise linearen Grenzwert und die abgeleitete Näherung wird in [Bild 1](#) gezeigt. Das Beispiel zeigt kombinierte Referenzwerte für sensorische und gesundheitliche Wirkungen im Kopf wie in der Europäischen EMF-Richtlinie 2013/35/EU [\[2\]](#)¹⁾ für Arbeitnehmer festgelegt.

¹⁾ Zahlen in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.