

DIN EN 61472-2
(VDE 0682-100-2)
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 13.260

Einsprüche bis 2019-01-16

Entwurf

Arbeiten unter Spannung –
Mindest-Arbeitsabstände –
Ein Bestimmungsverfahren für Wechselspannungsnetze im
Spannungsbereich von 1,0 bis 72,5 kV
(IEC 78/1232/CD:2018);
Text Deutsch und Englisch

Live working –
 Minimum approach distances –
 A method of determination for AC system 1,0 to 72,5 kV
 (IEC 78/1232/CD:2018);
 Text in German and English

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-11-16 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 26 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Inhalt	Seite
Nationales Vorwort.....	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Faktoren, die den Mindest-Arbeitsabstand beeinflussen	6
5 Bestimmung des elektrischen Mindestabstands, Du	7
Anhang A (informativ) Überspannungen	9
Anhang B (informativ) Ergonomische Betrachtung	12
Literaturhinweise.....	14

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 78/1232/CD:2018 „Live working – Minimum approach distances – A method of determination for AC system 1,0 to 72,5 kV“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 78 „Live working“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 214 „Ausrüstungen und Geräte zum Arbeiten unter Spannung“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

**Arbeiten unter Spannung –
Mindest-Arbeitsabstände –
Ein Bestimmungsverfahren für Wechselspannungsnetze im Spannungsbereich von
1,0 bis 72,5 kV**

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt ein Verfahren zur Bestimmung des Mindest-Arbeitsabstands für Arbeiten unter Spannung für Anlagen von 1 kV bis einschließlich 72,5 kV fest, das zum Schutz der Arbeiter vor Netzüberspannungen erforderlich ist. Diese Norm berücksichtigt Netzüberspannungen und die Arbeitsabstände in Luft zwischen Ausrüstung und/oder Personen auf unterschiedlichen Potentialen.

Die nach dem in dieser Norm beschriebenen Verfahren ermittelte erforderliche Stehspannung und die ermittelten Mindest-Arbeitsabstände werden nur dann zur Verwendung empfohlen, wenn die folgenden Arbeitsbedingungen vorliegen:

- die Mitarbeiter sind für das Arbeiten unter Spannung oder in der Nähe von unter Spannung stehenden Leitungen ausgebildet und qualifiziert;
- die Betriebsbedingungen so eingestellt sind, dass die statistische Überspannung den für die Bestimmung der erforderlichen Stehspannung gewählten Wert nicht überschreitet;
- die transienten Überspannungen sind die bestimmenden Überspannungen;
- die Werkzeugisolierung hat keinen durchgängigen Feuchtigkeitfilm auf der Oberfläche;
- es wird kein Blitz im Umkreis von 10 km um den Arbeitsort beobachtet;
- der Einfluss von leitfähigen Geräteteilen ist berücksichtigt.

ANMERKUNG In einigen Ländern wurden spezielle Verfahren entwickelt, um das Arbeiten mit Oberflächenfeuchtigkeit an Werkzeugen bei Verteilungsspannungen (unter 50 kV) unter Spannung zu ermöglichen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die, durch Verweisung in diesem Text, Bestandteil dieser Internationalen Norm sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle normativen Dokumente unterliegen der Überprüfung. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf dieser Internationalen Norm basieren, werden gebeten, zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten normativen Dokumente angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

IEC 61477:2001, *Live working – Minimum requirements for the utilization of tools, devices and equipment*

IEC 60071-1:1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 61472: 2013, *Live working – Minimum approach distances for a.c. systems in the voltage range 72,5 kV to 800 kV – A method of calculation*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

höchste Betriebsspannung eines Netzes (U_s)

größter Wert der Betriebsspannung (Leiter-Leiter-Spannung), der zu einem beliebigen Zeitpunkt an einem beliebigen Punkt des Netzes bei Normalbetrieb auftritt

Anmerkung 1 zum Begriff: Transiente Überspannungen und permanente Induktion aus benachbarten Leitungen werden nicht berücksichtigt. [IEV 601-01-23 geändert]

[QUELLE: IEC 60050-601:1985, 601-01-23 modifiziert]

3.2

transiente Überspannung

schwingende oder nicht schwingende, in der Regel stark gedämpfte Überspannung mit einer Dauer von einigen Millisekunden oder weniger [IEV 604-03-13]

3.3

Nenn-Netzspannung

ein geeigneter Näherungswert der Spannung, der zur Bezeichnung oder Identifizierung eines Netzes verwendet wird.

[QUELLE: IEC 60038:2009, 3.1]

3.4

bezogene statistische Leiter-Erde-Überspannung (ue_2)

bezogene Leiter-Erde-Überspannung, die mit einer Wahrscheinlichkeit von 2 % überschritten wird

3.5

bezogene Leiter-Leiter-Überspannung (up_2)

bezogene Leiter-Leiter-Überspannung, die mit einer Wahrscheinlichkeit von 2 % überschritten wird

3.6

statistische Überspannung (U_2)

Überspannung, die mit einer Wahrscheinlichkeit von 2 % überschritten wird

3.7

Mindest-Arbeitsabstand (D_A)

elektrischer und ergonomischer Mindestabstand in Luft, der zwischen jedem Körperteil eines Arbeiters oder einem leitfähigen Werkzeug, das direkt gehandhabt wird, und jeder Ausrüstung mit unterschiedlichen Potentialen einzuhalten ist

3.8

elektrischer Abstand (D_U)

elektrische Komponente des Mindest-Arbeitsabstands zwischen zwei Elektroden, die spannungsführende und/oder geerdete Geräte darstellen, die erforderlich ist, um Funkenüberschläge bei der stärksten elektrischen Beanspruchung, die unter den gewählten Bedingungen auftreten wird, zu verhindern

3.9

ergonomischer Abstand (D_E)

Abstand in Luft, zusätzlich zum elektrischen Abstand, um unbeabsichtigte Bewegungen und Fehleinschätzungen der Abstände bei der Durchführung von Arbeiten zu berücksichtigen

[QUELLE: IEC 60050-651:2014, 651-21-13]

3.10

Mindest-Arbeitsabstand, D_A

Der Mindest-Arbeitsabstand, D_A , wird bestimmt durch:

$$D_A = D_U + D_E \quad (1)$$

Dabei ist

D_U der erforderliche elektrische Mindestabstand.

D_E der erforderliche ergonomische Abstand und hängt von den Arbeitsabläufen, dem Ausbildungsstand, der Qualifikation der Arbeiter, der Bauart und nicht vorhersehbaren Ereignissen wie versehentlichen Bewegungen sowie Fehlern bei der Abschätzung von Abständen ab (Einzelheiten siehe [Anhang B](#)).

4 Faktoren, die den Mindest-Arbeitsabstand beeinflussen

4.1 Kontrolle von Systemüberspannungen

Die maximale Amplitude der Überspannungen im Arbeitsbereich kann durch die übliche Praxis, die Leistungsschalter-Wiedereinschaltgeräte außer Betrieb zu setzen, oder durch die Verwendung von Schutzfunkenstrecken oder Überspannungsableitern reduziert werden.

4.2 Statistische Überspannung

Die elektrische Beanspruchung im Arbeitsbereich muss bekannt sein. Die elektrische Beanspruchung wird durch die statistische Überspannung beschrieben, die an der Arbeitsstelle auftreten kann. In einem dreiphasigen Wechselspannungsnetz ist diese statistische Überspannung U_{e2} zwischen Leiter und Erde:

$$U_{e2} = \sqrt{2} / \sqrt{3} U_s u_{e2} \quad (2)$$

Dabei ist

U_s die höchste Spannung des Netzes;

u_{e2} die statistische Leiter-Erde-Überspannung, angegeben als pu-Wert.

Ähnlich:

$$U_{p2} = \sqrt{2} / \sqrt{3} U_s u_{p2} \quad (3)$$

Dabei ist

u_{p2} die statistische Leiter-Leiter-Überspannung, angegeben als pu-Wert.

Sind die Leiter-Leiter-Werte nicht als pu-Werte verfügbar, kann mit folgender Gleichung ein Näherungswert aus u_{e2} abgeleitet werden:

$$u_{p2} = 1,35 u_{e2} + 0,45 \quad (4)$$

Zu berücksichtigen sind transiente Überspannungen, die durch Systemfehler und Schaltvorgänge verursacht werden, unabhängig davon, ob sie auf den Leitungen an denen gearbeitet wird oder auf benachbarten Leitungen oder zugehörigen Geräten auftreten.

Die Werte der statistischen Überspannungen sollen diejenigen sein, die durch transiente Netzwerkanalysatoren (TNA) oder digitale Computerstudien gemessen oder bestimmt werden. Liefern solche Studien nicht die statistischen Überspannungen (2-%-Werte), sondern nur die "Abbruchwerte" ohne die statistische Verteilung, kann die Umwandlung der Abbruchwerte in 2-%-Werte erfolgen. Anwendung und typische Werte der statistischen Überspannungen sind in [Anhang A](#) aufgeführt, wenn keine anderen Werte verfügbar sind.

4.3 Leitfähiges Schwebendes Objekt (Zwischenelektrode)

Das/die leitfähige(n) schwebende(n) Objekt(e) wird/werden durch den Abstand F , der die Summe aller Abmessungen des/der leitfähige(n) schwebende(n) Objekt(e) ist, in Richtung der Achse der Luftstrecke im Luftspalt berücksichtigt. Dieser Abstand wird bei der Bestimmung des Mindest-Arbeitsabstands, D_A berücksichtigt:

$$D_A = D_U + D_E + F \quad (5)$$

4.4 Isolatoren

Der Einfluss von metallischen Kappen und Stiften von Hängeisolatoren ist vernachlässigbar und muss ignoriert werden.

5 Bestimmung des elektrischen Mindestabstands, Du

Der elektrische Mindestabstand wird aus der Stab-Stab-Stehstoßspannung, Tabelle 1, IEEE 516-2009, bestimmt und in Tabelle 2 und 3 dargestellt. Für Netze, die andere pu-Überspannungsfaktoren verwenden, kann der elektrische Mindestabstand aus Tabelle 1 durch lineare Interpolation abgeleitet werden.

5.1 Beispiel für die Berechnung

Bestimmung des minimalen elektrischen Leiter-Erde-Abstands, Du, für ein 20 kV-Netz. Die höchste Netzspannung für dieses Beispiel ist das 1,05-fache der Nenn-Netzspannung (siehe Anhang A.3); $U_s = 21$ kV. Unter Anwendung des bezogenen statistischen Überspannungsfaktors, $u_{e2} = 3,5$, wird die statistische Überspannung zu $U_{e2} = 73,5$ kV.

Interpolieren aus den Daten von Tabelle 1:

$$77,4 - 66,3 = 11,1 \text{ kV bei } 8 - 6 = 2 \text{ cm}$$

Daher wird der Abstand für 73,5 kV ermittelt durch :

$$20 / 11,1 = 1,8 \text{ mm/kV}$$

$$77,4 - 73,5 = 3,9 \text{ kV}$$

$$3,9 \text{ kV} * 1,8 \text{ mm/kV} = 7 \text{ mm}$$

$$80 - 7 = 73 \text{ mm}$$

Tabelle 1 – Abstand für den Stab-Stab-Spalt von IEEE 516-2009

(TOV) Stab-Stab-Stehstoßspannung (kV Scheitelwert)	60 Hz Stab-Stab- Überschlagspannung (kV Scheitelwert)	Spaltabstand von IEEE Std 4-1995 [B28] (cm)
27,6	25	2
39,8	36	3
50,8	46	4
58,6	53	5
66,3	60	6
77,4	70	8
87,3	79	10
95	86	12
105	95	14
115	104	16
123,8	112	18
132,6	120	20
158	143	25
184,5	167	30
212,2	192	35
240,9	218	40
268,5	243	45
298,4	270	50
355,8	322	60

Tabelle 2 – Elektrischer Leiter-Erde-Abstand für Systemspannungen, 1,0 kV bis einschließlich 72,5 kV, $u_{e2} = 3,5$ ¹⁾

Höchste Netz-Spannung U_s kV (Effektivwert)	Statistische Überspannung U_{e2} kV(Scheitelwert)	Elektrischer Abstand ²⁾ D_U mm
>1,0	2,9	20 ³⁾
12,5	36	27
17,5	50	40
24,0	69	64
26,4	75	76
36,0	103	136
40,5	116	162
52,0	149	232
72,5	207	341

¹⁾ Siehe [Anhang A.5.1](#).
²⁾ IEEE 516-2009, Tabelle 2, (TOV) Stab-Stab-Stehstoßspannung in kV (Scheitelwert).
³⁾ Dieser Abstand liegt außerhalb des Datenbereichs von IEEE 516-2009, Tabelle 2 und wird für die Anwendung als akzeptabel angesehen.

Tabelle 3 Elektrischer Leiter-Leiter-Abstand für Systemspannungen, 1,0 kV bis einschließlich 72,5 kV, $u_{p2} = 5,2$ ¹⁾

Höchste Netz-Spannung U_s kV (Effektivwert)	Statistische Überspannung U_{p2} kV(Scheitelwert)	Elektrischer Abstand ²⁾ D_U mm
>1,0	4,2	20 ³⁾
12,5	53	43
17,5	74	74
24,0	101	133
26,4	112	153
36,0	152	238
40,5	171	275
52,0	220	363
72,5	306	514

¹⁾ $u_{p2} = 1,35 u_{e2} + 0,45$. Siehe [Anhang A.5.1](#).
²⁾ IEEE 516-2009, Tabelle 2, (TOV) Stab-Stab-Stehstoßspannung in kV (Scheitelwert).
³⁾ Dieser Abstand liegt außerhalb des Datenbereichs von IEEE 516-2009, Tabelle 2 und wird für die Anwendung als akzeptabel angesehen.

Andere Abstände können je nach den jeweiligen Systemanforderungen verwendet werden.