

# ÖVE EN 60071-2

Die beigeschlossene Europäische Norm von CENELEC  
EN 60071-2:1996 hat den Status von

ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN  
FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

---

Beschluß IS 144, 1998 10 08

**Isolationskoordination  
Teil 2: Anwendungsrichtlinie  
(IEC 71-2:1996)**

ICS: 29.080.00

ÖSTERREICHISCHER VERBAND FÜR ELEKTROTECHNIK



Fachausschuß IS  
Installationsmaterial und Schaltgeräte



Copyright OVE

ICS 29.080.01

Ersatzvermerk: Ersatz für HD 540.2 S1:1991 und HD 540.3 S1:1991 (teilweise)

Deskriptoren: Isolationskoordination, Hochspannungsnetz, Spannungsbeanspruchung, Isoliervermögen, Schutzeinrichtung, Koordination zwischen Isolationsbeanspruchung und Isoliervermögen

Deutsche Fassung  
**Isolationskoordination**  
Teil 2: Anwendungsrichtlinie  
(IEC 71-2:1996)

Insulation co-ordination  
Part 2: Application guide  
(IEC 71-2:1996)

Coordination de l'isolement  
Partie 2: Guide d'application  
(CEI 71-2:1996)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1996-10-01 angenommen.

Die 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

**CENELEC**

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

**Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel**

## Vorwort

Der Text des Schriftstücks 28/115/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe von IEC 71-2, ausgearbeitet von dem IEC TC 28 „Insulation co-ordination“, wurde der IEC CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 1996-10-01 als EN 60071-2 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt HD 540.2 S1:1991 und – gemeinsam mit EN 60071-1:1995 – HD 540.3 A1:1991.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muß (dop): 1997-09-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 1997-09-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm sind die Anhänge A und ZA normativ und die Anhänge B bis J informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

## Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 71-2:1996 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

## Inhalt

	Seite
<b>Vorwort</b> .....	2
<b>Anerkennungsnotiz</b> .....	2
<b>1 Allgemeines</b> .....	5
1.1 Anwendungsbereich .....	5
1.2 Normative Verweisungen .....	5
1.3 Verwendete Formelzeichen .....	5
<b>2 Repräsentative Spannungsbeanspruchungen im Betrieb</b> .....	9
2.1 Ursache und Klassifizierung von Spannungsbeanspruchungen .....	9
2.2 Eigenschaften von Überspannungsschutzgeräten .....	10
2.3 Repräsentative Spannungen und Überspannungen .....	11
<b>3 Koordinationsstehspannung</b> .....	23
3.1 Eigenschaften der Isolationsfestigkeit .....	23
3.2 Auswahlkriterium .....	26
3.3 Verfahren der Isolationskoordination .....	26
<b>4 Erforderliche Stehspannung</b> .....	33
4.1 Allgemeines .....	33
4.2 Atmosphärisch bedingte Korrektur .....	33
4.3 Sicherheitsfaktoren .....	35

	Seite
<b>5 Bemessungsspannung und Prüfverfahren</b> .....	36
5.1 Allgemeines .....	36
5.2 Prüf-Umrechnungsfaktoren .....	37
5.3 Bestimmung des Stehvermögens der Isolation durch Typprüfungen .....	37
<b>6 Spezielle Betrachtungen für Freileitungen</b> .....	40
6.1 Allgemeines .....	40
6.2 Isolationskoordination für Betriebsspannungen und zeitweilige Überspannungen .....	41
6.3 Isolationskoordination für langsam ansteigende Überspannungen .....	41
6.4 Isolationskoordination für Blitzüberspannungen .....	41
<b>7 Besondere Überlegungen zu Umspannstationen</b> .....	42
7.1 Allgemeines .....	42
7.2 Isolationskoordination für Überspannungen .....	43
<b>Anhänge</b>	
<b>Anhang A (normativ): Luftstrecken zur Sicherstellung einer festgelegten Stehstoßspannung in Anlagen</b> .....	45
<b>Anhang B (informativ) Bestimmung zeitweiliger Überspannungen infolge von Erdfehlern</b> .....	48
<b>Anhang C (informativ): Weibull-Wahrscheinlichkeitsverteilungen</b> .....	51
<b>Anhang D (informativ): Bestimmung der repräsentativen, langsam ansteigenden Überspannungen für das Einschalten und Wiedereinschalten von Leitungen</b> .....	55
<b>Anhang E (informativ): Übertragung von Überspannungen in Transformatoren</b> .....	63
<b>Anhang F (informativ): Blitzüberspannungen</b> .....	69
<b>Anhang G (informativ): Berechnung der Durchschlagfestigkeit von Luftstrecken aus Versuchsergebnissen</b> .....	75
<b>Anhang H (informativ): Beispiele zum Verfahren der Isolationskoordination</b> .....	79
<b>Anhang J (informativ): Literaturhinweise</b> .....	100
<b>Anhang ZA (normativ): Normative Verweisungen auf Internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen</b> .....	101
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1: Empfohlene Kriechstrecken .....	28
Tabelle 2: Prüf-Umrechnungsfaktoren für den Bereich I zur Umrechnung der erforderlichen Steh-Schaltstoßspannungen (Scheitelwerte) in Kurzzeit-Stehwechselspannungen (Effektivwerte) und Steh-Blitzstoßspannungen (Scheitelwerte) .....	37
Tabelle 3: Prüf-Umrechnungsfaktoren für den Bereich II zur Umrechnung der erforderlichen Kurzzeit-Stehwechselspannungen (Effektivwerte) in Steh-Schaltstoßspannungen (Scheitelwerte) .....	37
Tabelle 4: Selektivität der Prüfverfahren B und C nach IEC 60-1 .....	38
Tabelle A.1: Abhängigkeit von Bemessungs-Blitzstoßspannungen und Mindest-Luftstrecken .....	46
Tabelle A.2: Abhängigkeit von Bemessungs-Schaltstoßspannungen und Mindest-Luftstrecken Leiter gegen Erde .....	47
Tabelle A.3: Abhängigkeit von Bemessungs-Schaltstoßspannungen und Mindest-Luftstrecken Leiter gegen Leiter .....	47
Tabelle C.1: Zuordnung von Durchschlagwahrscheinlichkeit und Durchschlagspannungen für eine Isolierung und für 100 parallele Isolierungen .....	53
Tabelle F.1: Korona-Dämpfungsfaktoren $K_{co}$ .....	70
Tabelle F.2: Faktor A für verschiedene Freileitungen .....	74

Tabelle G.1:	Funkenstreckenfaktoren $K$ von typischen Leiter-Erde-Anordnungen für langsam ansteigende Überspannungen (nach [1] und [2]) . . . . .	78
Tabelle G.2:	Funkenstreckenfaktor für typische Leiter-Leiter-Anordnungen . . . . .	78
Tabelle H.1:	Zusammenfassung der minimal erforderlichen Stehspannungen, gewonnen für Beispiel H.1.1 (Teil 1, ohne Kondensatorschaltung in der entfernten Station (Station 2)) . . . .	84
Tabelle H.2:	Zusammenfassung der minimal erforderlichen Stehspannungen aus Beispiel H.1.2 (Teil 2, mit Schalten einer Kondensatorbank in der entfernten Station (Station 2)) . . . . .	86
Tabelle H.3:	Werte zum Isolationskoordinationsverfahren für Beispiel H.3 . . . . .	99
<b>Bilder</b>		
Bild 1:	Bereiche der 2 %-Werte langsam ansteigender Überspannungen am Leitungsende beim Einschalten und Wiedereinschalten der Leitung . . . . .	15
Bild 2:	Verhältnis zwischen den 2 %-Werten von langsam ansteigenden Leiter-Leiter- und Leiter-Erde-Überspannungen . . . . .	16
Bild 3:	Schema für den Anschluß des Überspannungsableiters an das Schutzobjekt . . . . .	22
Bild 4:	Durchschlagwahrscheinlichkeit einer selbstheilenden Isolierung bei linear geteilter Ordinate . . .	29
Bild 5:	Durchschlagwahrscheinlichkeit einer selbstheilenden Isolierung bei Gaußgeteilter (normalverteilter) Ordinate . . . . .	29
Bild 6:	Bestimmung des deterministischen Koordinationsfaktors $K_{cd}$ . . . . .	30
Bild 7:	Zur Berechnung der Fehlerwahrscheinlichkeit . . . . .	31
Bild 8:	Fehlerwahrscheinlichkeit einer äußeren Isolierung für langsam ansteigende Überspannungen in Abhängigkeit vom statistischen Koordinationsfaktor $K_{cs}$ . . . . .	32
Bild 9:	Die Abhängigkeit des Exponenten $m$ im atmosphärischen Korrekturfaktor von der Koordinations-Steh-Schaltstoßspannung . . . . .	34
Bild 10:	Wahrscheinlichkeit $P$ für das Bestehen der Prüfung eines Betriebsmittels, abhängig von der Differenz $K$ zwischen der aktuellen Stehstoßspannung $U_{10}$ und der Bemessungs-Stoßspannung $U_w$ . . . . .	39
Bild 11:	Beispiel einer schematischen Schaltanlagenanordnung für die örtliche Zuordnung von Überspannungsbeanspruchungen (siehe 7.1) . . . . .	42
Bild B.1:	Erdfehlerfaktoren $k$ , abhängig von $X_0/X_1$ , für $R_1/X_1 = R = 0$ . . . . .	48
Bild B.2:	Abhängigkeit zwischen $R_0/X_1$ und $X_0/X_1$ für konstante Werte des Erdfehlerfaktors $k$ , wobei $R_1 = 0$ ist . . . . .	49
Bild B.3:	Abhängigkeit zwischen $R_0/X_1$ und $X_0/X_1$ für konstante Werte des Erdfehlerfaktors $k$ , wobei $R_1 = 0,5 X_1$ ist . . . . .	49
Bild B.4:	Abhängigkeit zwischen $R_0/X_1$ und $X_0/X_1$ für konstante Werte des Erdfehlerfaktors $k$ , wobei $R_1 = X_1$ ist . . . . .	50
Bild B.5:	Abhängigkeit zwischen $R_0/X_1$ und $X_0/X_1$ für konstante Werte des Erdfehlerfaktors $k$ , wobei $R_1 = 2 X_1$ ist . . . . .	50
Bild C.1:	Diagramm für die Reduzierung der Stehspannung paralleler Isolierungen . . . . .	54
Bild D.1:	Beispiel für bivariable Komponenten von Leiter-Leiter-Überspannungen bei konstanter Wahrscheinlichkeitsdichte (2 %-Wert-Tangente) . . . . .	59
Bild D.2:	Prinzipdarstellung zur Bestimmung der repräsentativen Leiter-Leiter-Überspannung $U_{pre}$ . . . . .	60
Bild D.3:	Schematische Darstellung einer Isolierungsanordnung Leiter-Leiter-Erde . . . . .	60
Bild D.4:	Darstellung der 50 %-Überschlag-Schaltstoßspannung einer Leiter-Leiter-Erde-Isolation . . . . .	61
Bild D.5:	Neigungswinkel $\Phi$ der Kennlinie der Leiter-Leiter-Isolation im Bereich b, abhängig vom Verhältnis der Leiter-Leiter-Luftstrecke $D$ zur Höhe $H_1$ über dem Erdboden . . . . .	62
Bild E.1:	Verteilte Wicklungskapazitäten eines Transformators und die Ersatzschaltung für die Wicklungen	67
Bild E.2:	Werte des Faktors $J$ , der den Einfluß der Schaltgruppe auf die induktiv übertragene transiente Überspannung beschreibt . . . . .	68

## 1 Allgemeines

### 1.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 71 ist eine Anwendungsrichtlinie und gilt für die Auswahl von Isolationspegeln für Betriebsmittel oder Anlagen elektrischer Drehstromnetze. Ihr Zweck besteht darin, eine Anleitung für die Bestimmung von Bemessungstehspannungen in den Bereichen I und II der IEC 71-1 zu geben und die Zusammenhänge der Bemessungswerte mit den genormten höchsten Spannungen für Betriebsmittel zu begründen.

Diese Zusammenhänge gelten nur für Zwecke der Isolationskoordination. Anforderungen zur Personensicherheit werden in dieser Anwendungsrichtlinie nicht behandelt.

Die Richtlinie umfaßt Drehstromnetze mit Nennspannungen über 1 kV. Die hier abgeleiteten oder vorgeschlagenen Werte sind im allgemeinen auch nur für solche Netze anzuwenden. Die angegebenen Verfahren sind jedoch auch für Zweiphasen- oder Einphasennetze gültig.

Die Richtlinie umfaßt Isolierungen Leiter gegen Erde und Leiter gegen Leiter sowie Längsisolierungen.

Diese Anwendungsrichtlinie ist nicht zur Behandlung von Stückprüfungen vorgesehen. Diese sind von den zuständigen Gerätekomitees festzulegen.

Der Inhalt dieser Richtlinie folgt dem in Bild 1 der IEC 71-1 angegebenen Flußdiagramm der Isolationskoordination. Die Abschnitte 2 bis 5 entsprechen den Schritten in diesem Flußdiagramm und enthalten ausführliche Informationen zur Vorgehensweise bei der Isolationskoordination, die zur Festlegung der erforderlichen Stehspannungspegel führt.

Die Richtlinie unterstreicht die Notwendigkeit, jede Ursache sowie alle Klassen und Arten von Spannungsbeanspruchungen im Betrieb, unabhängig vom Bereich der höchsten Spannung für Betriebsmittel, von Anfang an zu verfolgen. Erst beim letzten Schritt der Isolationskoordination, der Auswahl der genormten Stehspannungen, gilt das Prinzip, eine bestimmte Betriebsbeanspruchung durch eine genormte Stehspannung zu berücksichtigen. Bei diesem letzten Schritt verweist die Richtlinie auf die in IEC 71-1 eingehaltene Wechselbeziehung zwischen den genormten Isolationspegeln und der höchsten Spannung für Betriebsmittel.

Die Anhänge enthalten Beispiele und ausführliche Informationen, welche die im Haupttextteil beschriebenen Konzeptionen sowie die verwendeten grundsätzlichen analytischen Verfahren erläutern oder untermauern.

### 1.2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch die Hinweise in diesem Text auch für diesen Teil der IEC 71 gelten. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf dieser Anwendungsrichtlinie basieren, sind gehalten, nach Möglichkeit die neuesten Ausgaben der nachfolgend aufgeführten Normen anzuwenden. IEC- und ISO-Mitglieder verfügen über Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

IEC 56:1987	High-voltage alternating-current circuit-breakers
IEC 60-1:1989	High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements
IEC 71-1:1993	Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules
IEC 99-1:1991	Surge arresters – Part 1: Non-linear resistor type gapped surge arresters for a.c. systems
IEC 99-4:1991	Surge arresters – Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems
IEC 99-5:1996	Surge arresters – Part 5: Selection and application recommendations – Section 1: General
IEC 505:1975	Guide for the evaluation and identification of insulation systems of electrical equipment
IEC 507:1991	Artificial pollution test on high-voltage insulators to be used on a.c. systems
IEC 721-2-3:1987	Classification of environmental conditions – Part 2: Environmental conditions appearing in nature – Air pressure
IEC 815:1986	Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions

### 1.3 Verwendete Formelzeichen

Dieser Abschnitt enthält eine Liste der Formelzeichen, die entsprechend ihrer jeweiligen Definition in dieser Richtlinie verwendet werden. Dem Formelzeichen ist die üblicherweise verwendete Einheit beigefügt, dimensionslose Größen werden durch [–] angegeben.

Manche Größen sind als bezogene Werte (p.u.) angegeben. Eine bezogene Größe ist das Verhältnis des aktuellen Wertes eines elektrischen Parameters (Spannung, Strom, Frequenz, Leistung, Impedanz ...) zu einem gegebenen Bezugswert desselben Parameters.