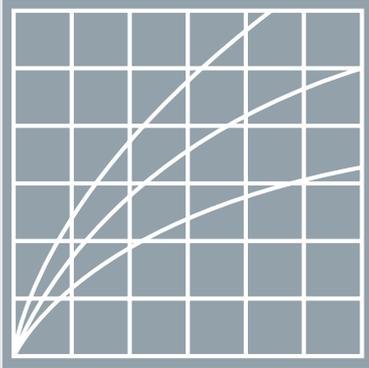


## Inhaltsverzeichnis



	<b>Seite</b>
Elektrotechnische Formeln und Werte	<b>5.02</b>
Abmessungen Installationsmaterial	<b>5.03</b>
Kennbuchstaben Betriebsmittel	<b>5.04</b>
Installationscode IC	<b>5.04</b>
Aufstellung der Elektroinstallation nach BPK	<b>5.05</b>
Planung und Schemasymbole	<b>5.05</b>
Leuchtstofflampen pro Leitungsschutzschalter	<b>5.09</b>
Lampenlast Relais und Schütze	<b>5.10</b>
Motorenbemessungsströme	<b>5.11</b>
Kurzschlussströme	<b>5.12</b>
Normtransformatoren	
Strombelastbarkeit und Überstromschutz	<b>5.13</b>
Isolationsmessung	<b>5.14</b>
Selektivität und Koordination	<b>5.18</b>
Fehlerstromschutzschaltung	<b>5.20</b>
Erdung- und Potentialausgleich	<b>5.23</b>
Steckdosen	<b>5.24</b>
Schaltgerätekombination	<b>5.26</b>
Elektrische Maschinen	<b>5.28</b>
IP-Schutzsystem	<b>5.31</b>
Material- und Gerätekennzeichen	<b>5.35</b>
Neue Aderfarben	<b>5.36</b>

*Die Unterlagen wurden aufgrund der gültigen Normen  
geprüft. Für Fehler wird keine Haftung übernommen.  
Im Zweifelsfall gelten die gültigen Normen.*

*Inhalte von Seite 5.14 bis 5.35 mit freundlicher  
Genehmigung aus "Messen gemäss NIN 2005"  
(Werner Berchtold dipl. El. Ing. HTL).*



## Aussendurchmesser in mm

### TT-Kabel, CH-N1VV-U (Draht) CH-N1VV-R (Seil)

mm <sup>2</sup>	1x	2x	3x	4x	5x	6x	7x	8x	10x	12x	16x	21x	27x
1.5	4.4	6.7	7.2	7.8	8.6	9.6	9.6	11.2	12	12.5	16.2	18.2	21
2.5	5	8.1	8.6	9.5	10.5	12.9	12.8	14.2	16.7	17.3	19.4	22	25
4	5.6	9.3	10	11	12.2		13.6						
6	5.7	10.4	11.2	13.2	13.9		15.3						
10	7.8	14	14.2	17.5	18.9		22						
16	8.9	17.2	18.5	20.4	22.4				U72	x0.5	Abg.	x0.8	Abg.
25	10.8	21	25	24.7	27.5				1x4	4.1	5.7	4.5	5.5
35	12.1	23	26	27.8	30.6				2x4	6.3	8.9	6.5	7.5
50	13.9			32.4	35.9				3x4	6.3	9.6	6.5	9
70	15.9			39.9	40.9				5x4	8	11.7	8.5	12
95	18.5				47.7				7x4	8.6	12.6	-	-
150	22.7								10x4	11.2	16.3	11.5	16
185	25.4								20x4	13.5	20.1	13.2	21
240	28.7								30x4	16.2	25.1		

### TD-Kabel, NO5VV-F

0.75		6.4	6.8	7.4	8.3								
1		6.6	7	8.1	8.8	9.9	10.8	11.3	12.7	13.2	14.8	17	
1.5		7.6	7.6	9.3	10.3	11.3	11.8	12.8	14.5	15.5	17.3	20	
2.5		9.4	10.2	11.2	12.4	14.2							

## Innendurchmesser Installationsrohre

Rohr							Maximale Anzahl isolierter Leiter									
M	KIR	ER	AI	KRH	KRF	KRFG	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50
Grösse (Ø mm)																
16	13.3	13.2	14		11.1	10.4	4	3								
20	17.2	16.8	18	15.8	14.5	14.1	7	6	4	2	1	1				
25	21.5	21.8	22.6	20.6	18.6	18.4	14	12	7	4	3	-	1	1	1	
32	28.2	28.8	29.4	27	24.4	23.6			7	5	3	2	-	-	-	1
40	35.8	36.8	37.4	34	31.4	-				7	5	5	2	2	2	2
50	45.5	46.8	47.2	43.5	39.9	-					7	7	5	5	3	3
63	57.8	59.4	60	56	51.3	-							7	6	5	5

## Kabelverschraubungen

Metrische Gewinde	Bohrungs-durchmesser
M6	6.5
M8	8.5
M10	10.5
M12	12.5
M16	16.5
M20	20.5
M25	25.5
M32	32.5
M40	40.5
M50	50.5
M63	64.5
M75	75.5

## Installationskanäle

Grösse	Maximale Anzahl isolierte Kabel			
	Ø 6.9mm	Ø 8.2mm	Ø 10mm	Ø 12.2mm
LF15015	2	1	1	0
LF20020	3	2	1	1
LF20035	6	4	3	2
LF30045	13	9	6	4
LF40040	16	11	7	5
LF40060	23	16	11	7
LF40090	38	26	18	12
LF60060	35	25	16	11
LF60150	91	64	42	29
LF60190	117	82	55	37
LF60230	143	100	68	45

Kennbuchstaben für die Art eines Betriebsmittels

Kennbuchstaben	Betriebsmittel	Beispiele
A	Baugruppen	Verstärker, Gerätekombinationen
B	Umsetzer von nichtelektr. auf elektr. Grössen und umgekehrt	Messumformer, Drehfeldgeber, Winkelgeber
C	Kondensatoren	Kompensations-, Entstör-, Anlauf- Kondensatoren
D	Verzögerungs- und Speichereinrichtungen, binäre Elemente	Verzögerungsleitungen, bi- und monostabile Elemente, Kernspeicher, Register
E	Verschiedenes	Beleuchtung, Heizung sowie Einrichtungen, die nicht in der Tabelle erfasst sind
F	Schutzeinrichtungen	Sicherungen, Auslöser, Sperren
G	Generatoren, Stromversorgung	Batterie, Netzgerät, Oszillatoren
H	Meldeeinrichtungen	Leuchtmelder, akustische Melder
K	Relais, Schütze	Zeitrelais, Haupt- und Hilfsschütze
L	Induktivitäten	Drosselspulen, Zündspulen
M	Motoren	Wechsel-, Drehstrom-, Gleichstrommotoren
P	Messgeräte, Prüfeinrichtungen	Anzeigende, schreibende, zählende Messeinrichtungen
Q	Starkstromschaltgeräte	Trenner, Leistungsschalter, Hauptschalter
R	Widerstände	Einstellbare und feste Widerstände, Shunts, Heissleiter, usw.
S	Hilfsschalter, Wähler	Drucktaster, Steuerschalter, Drehwähler
T	Transformatoren	Strom- und Spannungswandler, Steuer-, Netz- und Schutztransformatoren
U	Modulatoren, Umsetzer elektr. Grössen	Frequenzwandler, Umformer, Demodulator, Codierungseinrichtungen
V	Röhren, Halbleiter	Elektronenröhren, Dioden, Gasentladungsröhren
W	Übertragungswege	Wellenleiter, Sammelschiene, Kabel
X	Klemmen, Steckvorrichtungen	Klemm- und Lötleisten, Stecker, Steckdosen
Y	Elektrisch betätigte mechanische Einrichtungen	Bremsen, Kupplungen, pneumatische Ventile
Z	Abschluss, Filter, Begrenzer	Kabelnachbildungen, Dynamikregler

Installationscodes

Installationscodes für sichtbare Installation (AP)

IC 11 Auf Holz, Gipsplatten, rohe Böden, rohe Decken, nicht zu bearbeitenden Montagegrund und dgl.

IC 12 Auf Backstein, Kalksandstein, Beton, Kunststoffe, glasfaserverstärkten Polyester, Feinblech, Anker- und Profilschienen und dgl.

IC 13 Auf Metallkonstruktion.

Installationscodes für verdeckte, nicht sichtbare Installation (UP)

IC 20 In bereits vorhandene Gräben, Schlitze, Öffnungen, Bohrungen, Einlasskästen und dgl.

IC 21 In Gipsplatten, Kunststoffe, Dämmstoffe, Deckenschalungen und dgl.; in Schlitze, Öffnungen und Bohrungen, welche nach Angaben des Elektrountemehmers bauseits erstellt werden.

IC 22 In Wände mit Hohlraum, Backstein, Wandschalungen und dgl., in Deckenschalungen mit eingelegtem Dämmstoff; mit Erstellen der Ausschnitte.

IC 23 In Kalksandstein, Holzbalken, Sichtmauerwerk, Decken mit Hohlraum und dgl.; allfällige Zuputzarbeiten bauseits.

Installationscodes für das Einbauen von Apparaten (EB)

IC 31 In nicht zu bearbeitenden Montagegrund, modulare Kombinationen und dgl.; Bohrungen und Ausschnitte werden bauseits erstellt.

IC 32 In Kunststoffe, weiche Baustoffe und dgl.; mit Erstellen der Bohrungen und Ausschnitte.

IC 33 In Feinblech und dgl.; mit Erstellen der Bohrungen und Ausschnitte.

Installationscodes für das Einziehen oder Einlegen von Drähten und Kabeln (EZ)

IC 52 In Rohre, Kanäle mit Ordnungstrennung und dgl.

IC 53 In bereits vorhandene Rohre, weiche Drähte oder Kabel enthalten; auf Kabelleitern und Gitter-Kabeikanälen und dgl. Kabel einzeln oder in kleinen Bündeln befestigen, mit Ordnungstrennung.

Installationscodes für das Anschliessen von bauseits vorhandenen Anlagen, Maschinen oder Apparaten (AS)

IC 71 An Steck-, Press- und Schneidklemmen und dgl.

IC 72 An Schraubklemmen, mit Lötverbindung und dgl.

IC 73 Mit Schweissverbindung, Kabelschuhen und dgl.

Für jede der 5 Gruppen von Installationsarten (AP, UP, EB, EZ, AS) sind gemäss NPK Kapitel 511, je nach Schwierigkeitsgrad abgestuft, zwei bis vier Installationscodes definiert.

## Aufstellung der Elektroinstallation gemäss BPK

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>23 Elektroanlagen</li> <li>230 Übergangsposition</li> <li>231 Zentrale Starkstromanlagen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>.0 Hochspannungsanlagen</li> <li>.1 Hauptverteilungen, Messungen</li> <li>.2 Blindstromkompensationsanlagen</li> <li>.3 Notstromversorgungen</li> <li>.4 Zuleitungen bis Hauptverteiler</li> <li>.5 Erdungen</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>232 Starkstrominstallationen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>.0 Haupt- und Steigleitungen</li> <li>.1 Lichtinstallationen, Leuchtenmontage</li> <li>.2 Kraft- und Wärmeinstallationen</li> <li>.3 Unterverteilungen</li> <li>.4 Steuer- und Regulierteiln</li> </ul> </li> <li>233 Leuchten- und Lampenlieferung</li> <li>234 Elektrogeräte</li> </ul> |
|--|--|

## Plansymbole

Schalter und Steckdosen		Leitungen		Leuchten	
	Ausschalter 1-3 polig		allgemein		Anschluss-Stelle für Leuchte
	Stufenschalter Sch 1		in Hohldecke		Deckenleuchte mit Glühlampe
	Umschalter Sch 2		in oder auf Wand		Wandlampe mit Glühlampe
	Wechselschalter Sch 3		in oder auf Beton		Notleuchte
	Polwenderschalter Sch 6		in Überbeton		Fluoreszenzlampe einflammig
	Taster		Deckenkanal		Fluoreszenzlampe zweiflammig
	Steckdose allgemein*		Bodenkanal		Fehlerstromschutzschalter
	Steckdose mit Schutzkontakt		Brüstungskanal		Ableiter
	Steckdose Typ 12, 3-fach		Leitungskreuzung ohne Verbindung		Hausanschlusskasten
	Steckdose J15		Abzweigung mit Verbindung (Dose)		Endverschluss für Kabel
	Stecker mit Schnur		3x1,5 mm <sup>2</sup> Leitung mit 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> AP verlegt		Verbraucher
<p>*in der Praxis wird häufig für die Steckdose T12 das allgemeine Symbol und für T13 das Symbol mit Schutzkontakt verwendet. Man verwendet aber auch nur das allgemeine Symbol und bezeichnet jede Steckdose einzeln.</p>			4x4 mm <sup>2</sup> Leitung mit 4 x 4 mm <sup>2</sup> AP verlegt		Haushaltsapparat allgemein
			flexible Leitung		Heizapparat evtl. mit Leistungsangabe
			Koaxial-Aderpaar		Heisswasserspeicher
			Lichtinstallation		Kochherd
			Kraftinstallation		Ventilator
			Wärmeinstallation		Kühlgerät
			Schwachstrominstallation	Schutz- und Verteilgeräte	
			Telefoninstallation		Sicherung allgemein
			Antenne oder Elektroakustik		1P Sicherung einpolig 10 A Gr. I
			Leitung nach oben oder von oben		3P+N Sicherung dreipolig 25 A Gr. II
	Leitung nach unten oder von unten		3P+N Sicherung NHS 400 A		
	Leitung durchgehend oder Steigleitung		Neutralleitertrenner sep. montiert		
			Sicherungsautomat		

## Strom- und Spannungsarten

	Gleichstrom
	Gleichstromnetz mit Mittelleiter 220/110 V
	Wechselstrom
	Gleich- oder Wechselstrom
	Wechselstrom mit Frequenzangabe
	3-Phasen-Wechselstrom mit Neutraleiter, 50 Hz, 400/230 V
	3-Phasen-Wechselstrom, 50 Hz, direkt geerdet, mit getrenntem Neutral- und Schutzleiter
	Positive Polarität
	Negative Polarität

## Veränderlichkeit

	Lineare Verstellbarkeit
	Nichtlineare Verstellbarkeit
	Temperaturabhängigkeit
	Verstellbarkeit in 5 Stufen
	Automatische Regelung

## Wirkung und Abhängigkeit

	Thermische Wirkung
	Elektromechanische Wirkung
	Magnetische Wirkung
	Verzögerung
	Strahlung, z.B. Licht

## Befehlsgeräte und Methoden

	Handantrieb
	Handantrieb mit Schutz gegen zufällige Berührung
	Betätigung durch Ziehen
	Betätigung durch Drücken
	Betätigung durch Drehen
	Betätigung durch Annähern
	Betätigung durch Berühren
	Betätigung durch Handrad
	Betätigung durch Füße
	Betätigung durch Hebel
	Betätigung durch Handgriff wegnehmbar
	Betätigung durch Schlüssel
	Betätigung durch Kurbel
	Betätigung durch Nockensteuerung
	Hydraulischer oder pneumatischer Antrieb mit Richtungsangabe
	Elektromagnetischer Antrieb
	Steuerung durch thermischen Effekt

	Antrieb durch Elektromotor
	Steuerung durch elektrische Uhr
	Steuerung durch Flüssigkeitspegel
	Steuerung durch Ereigniszähler
<b>Erde, Masse, Potentialausgleich</b>	
	Erde, allgemeines Symbol
	Schutzerde
	Masse
	Potentialausgleich
<b>Kontakte</b>	
	Schliesskontakt (Arbeitskontakt)
	Öffnungskontakt (Ruhekontakt)
	Umschaltkontakt mit Unterbrechung
	Zwei-Weg-Umschaltkontakt
	Umschaltkontakt mit Überbrückung
	Wischkontakt a während des Anzugs schliessend b während der Ruhestellung schliessend c in beiden Richtungen schliessend
	Schliesskontakt mit a vorzeitiger Schliessung b verzögerter Schliessung
	Öffnungskontakt mit a vorzeitiger Öffnung b verzögerter Öffnung
	Arbeitskontakt mit verzögerter Schliessung
	Ruhekontakt mit a verzögerter Schliessung b verzögerter Öffnung
	Kontakt mit automatischer Rückstellung a Schliesskontakt b Öffnungskontakt
	Schliesskontakt ohne Rückstellung
	Handbetätigter Schalter
	Druckknopfschalter
	Drehknopfschalter
	Endschalter a Schliesskontakt b Öffnungskontakt
	Temperaturabhängiger Kontakt a Schliesskontakt b Öffnungskontakt
	Selbstöffnender Thermokontakt (z.B. Bimetall)
	Kontakt bei einem Thermorelais

## Leiter und Verbindungselemente

	Stromkreis, allgemeine Darstellung für Leitungen, Kabel
	Schutzleiter, PE-Leiter
	PEN-Leiter
	Neutralleiter
	Einpolige Darstellung für 3 Leiter
	Wechselstromkreis, 230 V, 2 Leiter mit 16 mm <sup>2</sup> aus Cu
	Dreiphasenwechselstromleitung 50 Hz, 400 V, 3 Polleiter von 120 mm <sup>2</sup> und Neutralleiter von 50 mm <sup>2</sup>
	Leiter mit Abschirmung
	Flexibler Leiter
	Verdrillte Leiter
	3 Leiter in einem Kabel
	Koaxialpaar
	Steckdose oder Steckbuchse
	Stecker oder Steckerstift
	Steckdose und Stecker (5-polig)

## Geräte

	Schütz a Schliesskontakt b Öffnungskontakt
	Schütz mit automatischer Auslösung
	Leistungsschalter
	Trenner
	Lasttrenner
	Lasttrenner mit automatischer Auslösung
	Überstromunterbrecher (Sicherung) allgemeines Symbol
	Sicherung mit mechanischer Meldeeinrichtung

	Sicherung mit Meldekontakt
	Schalter mit eingebauter Sicherung
	Trennsicherung
	Lasttrennsicherung
	Ableiter
	Relais, allgemeines Symbol
	Relais a abfallverzögert b anzugverzögert
	Widerstand, allgemeines Symbol
	Verstellbarer Widerstand
	Spannungsabhängiger Widerstand (Varistor)
	Verstellbarer Widerstand in Ausschaltstellung
	Spannungsteiler mit beweglichem Abgriff
	Widerstand mit zwei festen Abgriffen
	Shunt
	Heizelement
	Kondensator, allgemeines Symbol
	Transformator mit zwei Wicklungen, Spannungswandler
	Element oder Akkumulator. Der lange Strich stellt den positiven Pol, der kurze den negativen dar.
	Batterie von Elementen oder Akkumulatoren
	Diode, allgemeines Symbol
	Varistor, Diac
	Triac, Zweirichtungs-Thyristortriode
	Fotowiderstand
	Fotodiode

	* wird durch eines der folgenden Buchstabensymbole ersetzt: C = Einanker-Umformer G = Generator GS = Synchrongenerator M = Motor MG = Motor- oder Generatorbetrieb MS = Synchronmotor — = Gleichstrom ~ = Wechselstrom
	Gleichstromwandler
	Gleichrichter
	Doppelweggleichrichter
	Wechselrichter
	Gleich-/Wechselrichter
	Messgerät, allgemeines Symbol a Anzeigender Apparat b Registrierender Apparat c Zähler * wird die zu messende Grösse eingetragen
	Lampe, Signallampe Lampenfarbe    Lampentyp RD = rot        Ne = Neon YE = gelb       Xe = Xenon GN = grün       Na = Natriumdampf BU = blau       Hg = Quecksilber WH = weiss      I = Jod IN = Glühlampe FL = Leuchtstoffl. IR = Infrarot UV = Ultraviolett LED = Leuchtdiode
	Leuchtmelder, blinkend
	Anzeigeorgan, elektromagnetisch
	Stellungsanzeiger, elektromagnetisch
	Hupe
	Klingel
	Einschlagwecker
	Sirene
	Summer, Schnarrer

EIB- Symbole	
	BA Busankoppler
	DR Drossel
	SV Spannungsversorgung
	NG Netzgerät, Spannungsversorgung mit integrierter Drossel
	LK Linienkoppler
	BK Bereichskoppler LV Linienverstärker
	RS232 (V24) Datenschnittstelle RS232
	GAT Externe Schnittstelle * ISDN * SPS * FB (Feldbus) * DCF77
	Sensor a Kennzeichnung der Anwendersoftware b Physikalische Eingangsgrösse
	Binärsensor Binäreingang Eingabeterminal Taster-Schnittstelle b Physikalische Eingangsgrösse und Kennzeichnung der Eingangskanäle
	Tastensensor Taster
	Temperatursensor
	Temperaturmelder Temperaturwertschalter Raumthermostat
	Bewegungssensor PIR = Passiv Infrarot US = Ultraschall
	Bewegungsmelder
	Uhr Zeitgeber Zeitsensor
	Schaltuhr Zeitschaltuhr Zeitschalter
	Schaltaktor Schaltgerät Binärausgang Ausgabeterminal
	Jalousieaktor Jalousieschalter
	Dimmaktor Schalt-/Dimmaktor

# Anzahl Leuchtstofflampen pro Leitungsschutzschalter

## Anzahl Leuchtstofflampen pro Leitungsschutzschalter

Ausführung		induktiv						Parallel kompensiert						Duo				
Leistung in W		9/11	18	24/26	36	58	9/11	13/18	18	18/24	26	36	58	24/26	18	36	58	
LS-Charakteristik	Nennstrom	Baureihe (Tridonic)																
		TC	TC-D	TDL	TC-L	TL	TL	TC	TC-D	TC	TC-L	TC-D	TL	TL	TC-L	TL	TC	TL
				TC-L	T	TC-L						T	TC-L		T	TC-L	TC-L	
B	10	62	47	27	30	23	14	71	71	32			32	20	60	54	46	28
	13	81	61	35	39	30	19	93	93	41			41	26	78	70	60	37
	16	100	75	43	48	37	23	114	114	51			51	32	96	86	74	46
	20	125	94	53	60	46	28	144	144	64			64	41	120	106	92	56
	25	156	115	66	75	57	36	179	179	79			79	51	150	132	114	72
C	10	62	47	27	30	23	14	99	99	44			44	27	60	54	46	28
	13	81	61	35	39	30	19	129	129	81			58	36	78	70	60	37
	16	100	75	43	48	37	23	159	159	71			71	44	96	86	74	46
	20	125	94	53	60	46	28	201	201	89			89	56	120	106	92	56
	25	156	115	66	75	57	36	250	250	110			110	71	150	132	114	72

Ausführung		EVG T16						EVG T26					
Leistung in W		28W		35W		54W		18W		36W		58W	
Flammig		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Baureihe		PC T5 PRO (Tridonic)						PC T8 PRO (Tridonic)					
B	10	22	9	23	10	15	7	23	22	23	10	16	7
	13	39	14	40	15	23	10	40	40	40	15	23	10
	16	40	15	40	15	25	12	70	70	70	21	33	13
	20	45	18	70	22	40	15	70	70	70	22	40	15
C	10	44	18	46	20	30	14	46	44	46	20	32	14
	13	78	28	80	30	46	20	80	80	80	30	46	20
	16	80	30	80	30	50	24	104	140	140	42	66	26
	20	90	36	140	44	80	30	110	140	140	44	80	30

Ausführung		EVG T16, dimmbar						EVG T26, dimmbar					
Leistung in W		28W		35W		54W		18W		36W		58W	
Flammig		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Baureihe		PCA T5 ECO/EXCEL (Tridonic)						PCA T8 ECO/EXCEL (Tridonic)					
B	10	16	8	16	8	11	7	15	10	15	5	10	5
	13	25	11	25	11	16	11	25	15	25	10	15	10
	16	36	15	36	15	22	14	40	20	35	15	20	15
	20	40	17	40	17	25	17	40	23	38	15	23	15
C	10	32	16	32	16	22	14	30	20	30	10	20	10
	13	50	22	50	22	32	22	50	30	50	20	30	20
	16	72	30	70	30	44	28	80	40	70	30	40	30
	20	80	34	80	34	50	34	80	46	76	30	46	30

Lampenart	Leistung	Relais		Schütze					
		16 A	25 A	40 A	63 A				
Glühlampen - 230 V Lampen mit oder ohne Halogen	40 W	45	50	100	120				
	60 W	30	35	75	105				
	75 W	24	28	65	90				
	100 W	18	21	45	65				
	150 W	12	14	33	45				
	200 W	9	10	25	35				
	300 W	5	6	16	23				
	500 W	3	4	10	14				
1000 W	1	2	5	7					
- Halogen-Niedervoltlampen (12 oder 24 V) mit elektronischem Transformator	20 W	70	80	160	240				
	50 W	28	40	80	120				
	75 W	19	26	52	78				
	100 W	14	20	40	60				
	150 W	9	13	26	39				
Leuchtstofflampen - unkompensiert	15 W	29	50	110	150				
	18 W	25	42	80	130				
	30 W	25	35	70	110				
	36 W	24	30	60	90				
	58 W	14	20	40	60				
- parallel kompensiert	15 W	25	Cmax 112 µf	30	Cmax 135 µf	45	Cmax 202 µf	60	Cmax 270 µf
	18 W	25	112 µf	30	135 µf	45	202 µf	60	270 µf
	30 W	20	90 µf	25	112 µf	40	180 µf	55	247 µf
	36 W	20	90 µf	25	112 µf	40	180 µf	55	247 µf
	58 W	15	67 µf	17	76 µf	22	99 µf	40	180 µf
- Duo Schaltung	2 x 18 W	40	Cmax 2,7 µf	45	Cmax 2,7 µf	90	Cmax 2,7 µf	140	Cmax 2,7 µf
	2 x 20 W	40	2,7 µf	45	2,7 µf	90	2,7 µf	140	2,7 µf
	2 x 36 W	22	3,4 µf	26	3,4 µf	50	3,4 µf	100	3,4 µf
	2 x 40 W	22	3,4 µf	26	3,4 µf	50	3,4 µf	100	3,4 µf
	2 x 58 W	12	5,3 µf	13	5,3 µf	23	5,3 µf	50	5,3 µf
	2 x 65 W	12	5,3 µf	13	5,3 µf	23	5,3 µf	50	5,3 µf
- mit elektronischen Vorschaltgeräten	18 W	30	35	60	80				
	36 W	26	30	32	45				
	58 W	15	17	25	30				
Leuchtstofflampen - Duoschaltung mit elektronischen Vorschaltgeräten	2 x 18 W	15	17	30	40				
	2 x 36 W	13	15	16	22				
	2 x 58 W	8	9	12	15				
- Sparlampen unkompensiert	7 W	50	55	100	130				
	10 W	45	50	90	115				
	18 W	40	42	65	90				
	26 W	25	27	50	80				
- Sparlampen mit elektronischen Vorschaltgeräten	11 W	80	85	110	150				
	15 W	60	63	100	130				
	20 W	50	52	70	110				
	23 W	40	42	60	100				
Entladungslampen - Quecksilberdampf Hochdrucklampen, unkompensiert	50 W	11	12	36	50				
	80 W	9	10	27	38				
	125 W	7	8	19	26				
	250 W	3	3	10	14				
	400 W	1	2	7	10				
- Quecksilberdampf Hochdrucklampen, kompensiert	50 W	9	Cmax 63 µf	10	Cmax 70 µf	25	Cmax 175 µf	30	Cmax 210 µf
	80 W	7	49 µf	8	58 µf	21	147 µf	25	175 µf
	125 W	5	50 µf	6	60 µf	14	140 µf	17	170 µf
	250 W	3	54 µf	3	54 µf	7	126 µf	9	162 µf
	400 W	1	25 µf	2	50 µf	4	100 µf	6	150 µf
- gemischte Lampentypen	100 W	9	10	22	33				
	160 W	6	7	19	27				
	250 W	3	4	11	15				
	400 W	1	2	8	11				
- Natriumdampf Hochdrucklampen unkompensiert	70 W	9	10	20	30				
	150 W	5	6	10	15				
	250 W	3	4	6	10				
	400 W	1	2	4	6				
- Natriumdampf Hochdrucklampen kompensiert	70 W	5	Cmax 60 µf	6	Cmax 72 µf	15	Cmax 180 µf	20	Cmax 240 µf
	150 W	3	54 µf	3	54 µf	9	162 µf	16	192 µf
	250 W	1	32 µf	2	64 µf	5	160 µf	7	224 µf
	400 W	-	- µf	1	50 µf	3	150 µf	5	250 µf

# Motorbemessungsströme von Drehstrommotoren

Richtwerte für Käfigläufer

Motorleistung			230 V			400 V			500 V			690 V		
kW	cos	η %	Motorbemessungsstrom	Sicherung Anlauf direkt	Y/Δ									
			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0.06	0.7	58	0.37	2		0.21	2		0.17	2		0.12	2	
0.09	0.7	60	0.54	2		0.31	2		0.25	2		0.18	2	
0.12	0.7	60	0.72	2	2	0.41	2		0.33	2		0.24	2	
0.18	0.7	62	1.04	4	2	0.6	2		0.48	2		0.35	2	
0.25	0.7	62	1.4	4	2	0.8	4	2	0.7	2		0.5	2	
0.37	0.7	66	2	6	4	1.1	4	2	0.9	2	2	0.7	2	
0.55	2	69	2.7	10	4	1.5	4	4	1.2	4	2	0.9	4	2
0.75	0.7	74	3.2	10	4	1.9	6	4	1.5	4	2	1.1	4	2
1.1	0.8	74	4.6	10	6	2.6	6	4	2.1	6	4	1.5	4	2
1.5	1	74	6.3	16	10	3.6	6	4	2.9	6	4	2.1	6	4
2.2	0.8	78	8.7	20	10	5	10	6	4	10	4	2.9	10	4
3	1	80	11.5	25	6	6.5	16	10	5.3	16	6	3.8	10	4
4	0.8	83	14.8	32	16	8.5	20	10	6.8	16	10	4.9	16	6
5.5	2	86	19.6	32	25	11.3	25	16	9	20	16	6.5	16	10
7.5	0.8	87	26.4	50	32	15.2	32	16	12.1	25	16	8.8	29	10
11	2	87	38	80	40	21.7	40	25	17.4	32	20	12.6	25	16
15	0.8	88	51	100	63	29.3	63	32	23.4	50	25	17	32	20
18.5	4	88	63	125	80	36	63	40	28.9	50	32	20.9	32	25
22	0.8	92	71	125	80	41	80	50	33	63	32	23.8	50	25
30	4	92	96	200	100	55	100	63	44	80	50	32	63	32
37	0.8	92	117	200	125	68	125	80	54	100	63	39	80	50
45	6	93	141	250	160	81	160	100	65	125	80	47	80	63
55	0.8	93	173	250	200	99	200	125	79	160	80	58	100	63
75	6	94	233	315	250	134	200	160	107	200	125	78	160	100
90	0.8	94	279	400	315	161	250	200	129	200	160	93	160	100
110	6	94	342	500	400	196	315	200	157	250	160	114	200	125
132	0.8	95	401	630	500	231	400	250	184	250	200	134	250	160
160	0.8	95	486	630	630	279	400	315	224	315	250	162	250	200
200	7	95	607	800	630	349	500	400	279	400	315	202	315	250
250	0.8	95				437	630	500	349	500	400	253	400	315
315	0.8	96				544	800	630	436	630	500	316	500	400
400	7	96				683	1000	800	547	800	630	396	630	400
450	0.8	96				769	1000	800	615	800	630	446	630	630
500	8	97										491	630	630
560	0.8	97										550	800	630
630	8	97										618	800	630

Kleinstrommögliche Kurzschlussicherung für Drehstrommotoren

Der max. Wert richtet sich nach dem Schaltgerät bzw. Motorschutzrelais

Die Motorbemessungsströme gelten für normale innen- und oberflächengekühlte Drehstrommotoren mit 1500 min<sup>-1</sup>

Direkter Anlauf: Anlaufstrom max. 6 x Motorbemessungsstrom, Anlaufzeit max. 5 s.

Y/Δ - Anlauf: Anlaufstrom max. 2 x Motorbemessungsstrom, Anlaufzeit 15 s.

Motorschutzrelais im Strang auf 0.58 x Motorbemessungsstrom einstellen.

Sicherungsbemessungsströme bei Y/Δ-Anlauf gelten auch für Drehstrommotoren mit Schleifringläufer.

Bei höherem Bemessungs-, Anlaufstrom und/oder längerer Anlaufzeit grössere Sicherung verwenden.

Tabelle gilt für "träge" bzw. "gL"-Sicherungen (DIN VDE 0636)

Bei NH-Sicherungen mit aM-Charakteristik wird Sicherung = Bemessungsstrom gewählt.

## Bemessungsströme und Kurzschlussströme von Normtransformatoren

Bemessungsspannung									
400/231 V				525 V			690/400 V		
U <sub>N</sub>									
Kurzschlussspannung									
U <sub>K</sub>	4%		6%	4%		6%	4%		6%
Bemessungsleistung	Bemessungsstrom	Kurzschlussstrom		Bemessungsstrom	Kurzschlussstrom		Bemessungsstrom	Kurzschlussstrom	
I <sub>N</sub>	I <sub>K''</sub>			I <sub>N</sub>	I <sub>K''</sub>		I <sub>N</sub>	I <sub>K''</sub>	
kVA	A	A	A	A	A	A	A	A	A
50	72	1805		55	1375		42	1042	
100	144	3610	2406	110	2750	1833	84	2084	1392
160	230	5776	3850	176	4400	2933	133	3325	2230
200	288	7220	4812	220	5500	3667	168	4168	2784
250	360	9025	6015	275	6875	4580	210	5220	3560
315	455	11375	7583	346	8660	5775	263	6650	4380
400	578	14450	9630	440	11000	7333	363	8336	5568
500	722	18050	12030	550	13750	9166	420	10440	7120
630	910	22750	15166	693	17320	11550	526	13300	8760
800	1156		19260	880		14666	672		11136
1000	1444		24060	1100		18333	840		13920
1250	1805		30080	1375		22916	1050		17480
1600	2312		38530	1760		29333	1330		22300
2000	2888		48120	2200		36666	1680		27840

# Strombelastbarkeit und Überstromschutz

Strombelastbarkeit und Überstromschutz nach NIN bei 30 Grad Celsius Umgebungstemperatur (3 PVC-isolierte Leiter)												Leiter		Querschnitt	
Referenz-Verlegearten												PE	L < 16	PE = L	
													L = 25/35	PE = 16	
A Einzelleiter im UP-Rohr in einer wärmedämmenden Wand A2 Kabel im UP-Rohr in einer wärmedämmenden Wand B Einzelleiter im AP-Rohr auf Holzwand oder im UP-Rohr in Beton/Mauerwerk B2 Kabel im AP-Rohr oder im UP-Rohr in Beton/Mauerwerk Kabel im geschlossenen Kabelkanal / gebündelt im Kabelkanal Kabel in Hohldecke/Hohlboden												N und PEN	keine Reduktion (Grund: Oberwellen)		
												Erdungsleiter	50% min. 16 max. 50		
C Kabel auf Wand oder einlagig verlegt auf nicht gelochte Kabelwanne E Kabel einlagig verlegt auf gelochte Kabelwanne / Kabelpritsche												Hauptpotentialausgleichsleiter	50% PE min. 6 max. 25 mit Blitzschutz min. 10		
												Überbrückung	wenn nötig, wie HPA		
Überstromschutz von Stromkreisen mit nicht definierten Betriebsströmen														Bemessung der Fehlerstromschutzschalter	
Ref. VA	A	A2				B	B2					C	E		
Anzahl	1	1	2-3	4-8	1	1	2-4	5-10	>10	>1	>1				
10 A	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5				
13 A	1.5	1.5	2.5	2.5	1.5	1.5	2.5	2.5	2.5	1.5	1.5				
16 A	2.5	2.5	4	4	1.5	2.5	2.5	4	4	1.5	1.5				
20 A	4	4	6	6	2.5	2.5	4	4	6	2.5	2.5				
25 A	4	6	10	10	4	4	6	6	10	4	4				
32 A	6	10	16	16	6	6	10	10	16	6	4				
40 A	10	10	16	25	10	10	16	16	16	10	6	Anzahl Stromkreise	Gleichzeitigkeitsfaktor		
53 A	25	25	35	50	16	16	25	35	35	16	16	2 und 3	0.8		
80 A	35	35	50	70	25	25	50	50	70	25	25	4 und 5	0.7		
100 A	50	50	70	95	35	35	70	70	95	35	35	6 bis 9	0.6		
160 A	95	120	185	185	70	95	120	120	150	70	70	10 und mehr	0.5		
200 A	150	185	240	300	95	120				95	95				

Strombelastbarkeit bei definierten Verbrauchern (in Ampère) (Gleichzeitigkeitsfaktor 1)  
Die vorgeschlagene Sicherung (1 max.) garantiert die Abschaltung bei Kurzschluss

A	I max	L max	A				A2		B	B2			C			E		
mm2	A	m	1	1	2-3	4-8	1	1	2-4	5-10	>10	1	2-4	>4	1	2-4	>4	
1.5	25	60	13	13	9	7	15	15	10	8	6	17	13	12	18	14	13	
2.5	32	70	18	17	12	9	21	20	13	10	8	24	18	17	25	19	18	
4	50	90	24	23	16	12	28	27	18	14	10	32	24	22	34	26	24	
6	63	100	31	29	20	15	36	34	22	17	13	41	31	29	43	33	31	
10	100	130	42	39	27	20	50	46	30	23	17	57	43	40	60	46	43	
16	125	160	56	52	36	27	68	62	40	31	24	76	57	53	80	62	58	
25	125	190	73	68	48	35	89	80	52	40	30	96	72	67	101	78	73	
35	160	220	89	83	58	43	110	99	64	50	38	119	89	83	126	97	91	
50	200	240	108	99	69	51	134	118	77	59	45	144	108	101	153	118	110	
70	250	260	136	125	88	65	171	149	97	75	57	184	138	129	196	151	141	
95	315	280	164	150	105	78	207	179	116	90	68	223	167	156	238	183	171	
120	400	290	188	172	120	89	239	206	134	103	78	259	194	181	276	213	199	
150	500	300	216	196	137	102	Beachte unbedingt: Leitung gegen Überstrom und Kurzschlusschützen					299	224	209	319	246	230	
185	500	310	245	223	156	116						341	256	239	364	280	262	
240	630	320	286	261	183	136						403	302	282	430	331	310	
300	630	340	328	298	209	155						464	348	325	497	383	358	

## Grundsätze

Messwerte gelten pro Stromkreis bei nicht angeschlossenen Geräten.  
Messungen zwischen L-L und L-N sind nicht erforderlich. (NIN 6.1.3.3.1)

Das Messgerät muss bei der Prüfspannung min. 1 mA Messstrom aufweisen.

## Prüfspannungen & Isolationswiderstände für Altanlagen (bis 1996)

Nennspannung	Prüfspannung Min. 100 V bei 50 kΩ	Min.Iso.Widerstand L / N gegen PE
bis 300 V gegen PE	500 V DC	0,25 MΩ
Nass- & Korr. Räume	500 V DC	0,05 MΩ
> 300 V gegen PE	500 V DC	0,50 MΩ
Nass- & Korr. Räume	500 V DC	0,25 MΩ

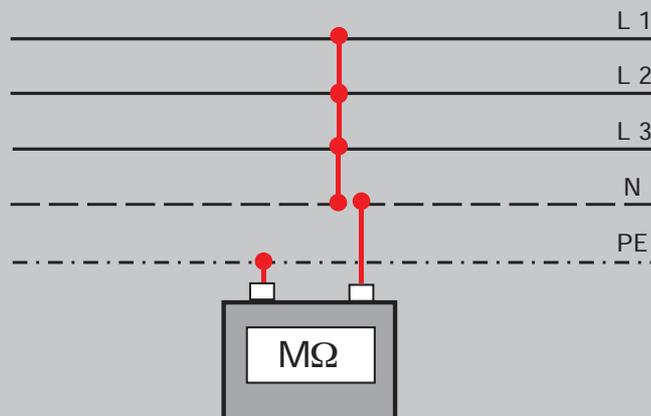
## Prüfspannungen & Isolationswiderstände für Neuanlagen (NIN)

Nennspannung	Prüfspannung Min. 1 mA	Min.Iso.Widerstand L / N gegen PE
SELV und PLV	250 V DC	0,25 MΩ
50 bis 500 V	500 V DC	0,50 MΩ
über 500 V	1000 V DC	1,0 MΩ
Schutztrennung	500 V DC	1,0 MΩ

## Geräte und Maschinen

El. Maschinen	1000 V DC	1,0 MΩ
Schaltgeräte- kombinationen	500 V DC	1,0 KΩ/V
Geräte Kat. I	500 V DC	1,0 MΩ
Kat. II	500 V DC	2,0 MΩ
Kat. III	500 V DC	0,25 MΩ

Isolationsmessung bei elektronischen Geräten ?  
Zuerst L1/ L2/ L3/ N kurzschliessen und dann messen.

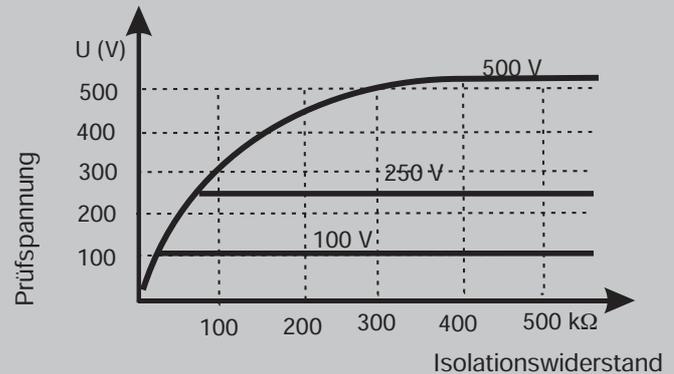


Der Profi Tip:  
Zuerst N-PE messen, wenn Isolationswert ungenügend ist, Messung abbrechen und zuerst Geräte abtrennen und Messung wiederholen.

Wie ist das Vorgehen bei einer Isolationsmessung ?

1. Isolationsmessung anmelden
2. Spannung freischalten & prüfen
3. N-Trenner öffnen
4. Schalter einschalten
5. Brücken L1 /L2 /L3 /N einlegen
6. Funktionsprüfung Messgerät
7. Messen
8. N-Trenner schliessen
9. Schalter ausschalten
10. Spannung einschalten
11. Anlage kontrollieren

Kennlinie eines Isolationsmessgerätes



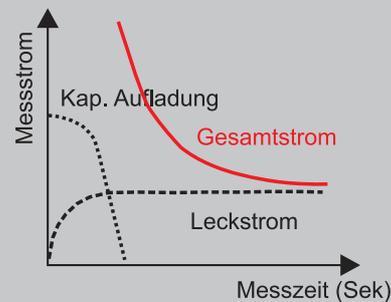
N-Trenner zu spät geschlossen → Schaden

Praktische Hinweise



- Der Isolationswert ist erst erreicht wenn die Aufladung beendet ist (Sek. bis Minuten). Nach Messung entladen.
- Überspannungsableiter vor Messbeginn demontieren.
- Heizkörper und Kochplatten zuerst austrocknen.
- Isolationswiderstand ist temperaturabhängig.  
z.B. Iso. Messwert bei 20°C 1 MΩ verdoppelt sich bei 30°C auf 2 MΩ und halbiert sich auf 0,5 MΩ bei 10°C.

Ladeströme bei Iso. Messung



Wie prüft man das Isolationsmessgerät ?

1. Messleitungen kurzschliessen → Anzeige 0 MΩ
2. Messleitungen offen → Anzeige ∞ MΩ

Isolationsmessung beim EIB Bussystem ?

Wann muss gemessen werden ?

Wenn Buskabel kombiniert mit Installationsdrähten im gleichen Rohr, in Abzweigboxen oder unter gleichem Mantel liegen. (SELV) NIN 6.1.3.3.2

Wann sind nach NIN Isolationsmessungen erforderlich ?

1. Bei Neu- & Umbauten vor Inbetriebnahme.
2. Bei allen 1- bis 10 jährigen periodischen Kontrollen.

Vorgehen beim Isolationsmessen ?

1. Hauptgruppe, Pol- und N-Leiter abtrennen. Spannungsfreiheit prüfen.
2. Überspannungsableiter abtrennen (Messwerte werden verfälscht).
3. Isolationsmessung N-PE durchführen, bei Erdschluss, Fehler beheben.
4. Wenn kein Fehler, Iso.-Messung mit ≥ 250 VDC an L-PE und PE-Bus.  
Min. Isolationswiderstand PE-Bus ≥ 0,25 MΩ.
5. Zuerst N-Trenner, nachher Überstromunterbrecher schliessen.

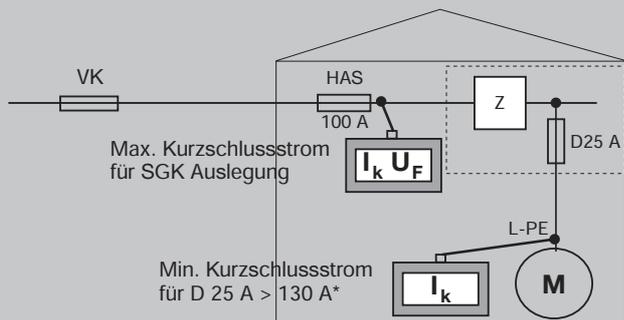
Ausnahmen: (Siehe UVEK Verordnung Art. 10)

- Bei Anlagen mit 20-jähriger Kontrollperiode.
- Bei Stromkreisen mit Fehlerstromschutzschalter.
- Bei Ableitstrom- statt Isol. Messungen.

Vorsicht

Keine Messungen zwischen L-Bus, einzelnen Buskabeln, L-N und L-L, die Elektronischen Bauteile könnten beschädigt werden.

## Praktische Messung der Kurzschlussströme



\* gemäss Tabell für D 25 A = 100 A + Messtoleranz 30% = 130 A. Alle Werte in den SINA eintragen.

Wie werden grosse Kurzschlussströme richtig gemessen ?

Wichtig bei Messung der max. Kurzschlussströme in leistungsstarken Netzen:



1. Messgerät misst Impedanz
2. Messgeräte hat grossen Messstrom (Netzmessgerät)
3. vor der Messung, Abgleichen der Messleitungen
4. Kleine Übergangswiderstände an den Messspitzen
5. Mittelwert aus min. 4- 7 Messwerten bilden.

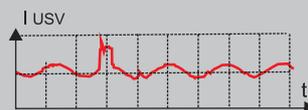
- Profi-Tip:
- Kurzschlussstrom L-PE ist 50% des max.  $I_{k3}$  polig
  - $I_k > 3$  kA nur mit Netzmessgeräte (Maxtest, Panensa usw.) messbar ( $Z_s < 76$  m $\Omega$ )
  - $I_k$  in 16 2/3 Hz Netzen messen mit Maxtest, Profitest, CA
  - Messungen in 690 V Netzen mit Fluke möglich.

## Kurzschlussstrommessungen nach USV Anlagen ?

Die Ausgangsimpedanz einer USV ist variabel. Bei Messströmen von einigen Amper werden nur die Filterentladungen gemessen. Die Messwerte am Ausgang einer USV Anlagen sind nicht die realen Kurzschlussströme der USV.

- Profi-Tip: Kurzschlussströme bei Netz Betrieb, mit eingeschaltetem Netzbypassschalter messen.
- Kurzschlussströme nach USV beim Hersteller erfragen.
- Faustformel: Max. Sicherung nach USV < 20%  $I_N$  USV.

Beispiel:



Ausgangsstrom einer USV



Wann braucht es ein Mess- und Prüfprotokoll ?

Zu jedem Sicherheitsnachweis sind Mess- und Prüfprotokolle beizulegen.

Erstellung bei:

- Neuanlagen durch Konz.Installateur.
- Periodischen Kontrollen durch unabhängige Kontrollstelle.

Musterprotokolle  
siehe [@](http://www.electrosuisse.ch.weiterbildung)

Die Mess- und Prüfprotokolle sind pro Zähler im Wohnungsbau und bei Industrie- und Gewerbebauten pro Verteilung auszustellen.

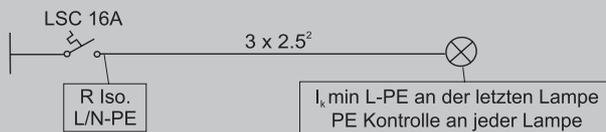
Legende:

\* Sollwerte siehe Tabellen für Isolationsmessung (Seite 5.14) und Schlaufenmessung (5.16)

- Profi-Tip: - Prüfung des PE- Anschlusses mit der Niederohmmessung
- Schutzleiterwiderstand  $\leq 1\Omega$  (oder Taschenlampe)
  - Wichtige Kontrolle: PE ist spannungsfrei
  - Die Messung des  $I_k$  max. ist meistens nicht erforderlich
  - Bei FI(RCD) Schutz ist keine Schlaufenmessung erforderlich.

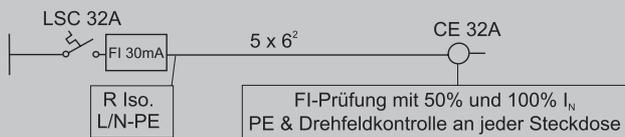
Mustermesswerte

**Lichtgruppe A Tdc Kabel 3x 2,5<sup>2</sup>**



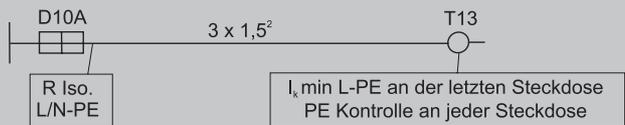
Messwerte	$I_k$ min.	$\geq 100A^*$ bei 5 Sek.
	R Iso.	$\geq 0.5 M\Omega^*$ bei 500VDC

**Steckdosen CE 32 mit FI-Schutz Tdc Kabel 5x 6<sup>2</sup>**



Messwerte	FI- Prüfung	$I_N$ 50% keine Auslösung
		$I_N$ 100% Auslösung innert $\leq 0.3$ Sek.*
	R Iso.	$\geq 0.5 M\Omega^*$ bei 500VDC
	Drehfeld	rechts

**Steckdosen T13 Tdc Kabel 3x 1,5<sup>2</sup>**



Messwerte	$I_k$ min.	$\geq 55A^*$ bei 0.4 Sek.
	R Iso.	$\geq 0.5 M\Omega^*$ bei 500VDC

Max. Vorsicherung für Leitungsschutzschalter  
(Back-up Schutz)

bei  $I_K \geq I_N$  Nennschaltvermögen LS max. Vorsicherung  
NHS gL

LS Nennstrom	max.NHS bei 6 kA LS	max.NHS bei 10 kA LS
4 - 6 A	60 A	
10 - 20 A	100 A	100 A
25 - 32 A	100 A	125 A
40 - 63 A	125 A	125 A (160 A)
80 - 125 A		160 A

NH- Sicherungssystem

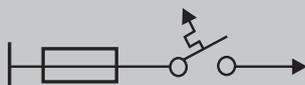
Betriebsklassen 400 V/ 500 V/ 690 VAC 640 V DC

Baugrösse	00	2 bis	160 A
	0	2 bis	160 A
	1	2 bis	250 A
	2	25 bis	400 A
	3	100 bis	630 A
	4 a	400 bis	1250 A

NEOZED-Sicherungssystem

(Nur für instruierte Personen zulässig)

Selektivität Sicherung-Leitungsschutzschalter  
 $I_k > 1,5 \text{ kA}$



LS Minimale. vorgeschaltete Sicherung DIAZED NHS Selektiv bis max.  $I_K$

10 A	25 A	32 A	960 A
13 A	25 A	40 A	960 A
16 A	35 A	50 A	1100 A
20 A	35 A	50 A	1100 A
25 A	35 A	50 A	1000 A
32 A	50 A	63 A	1400 A

Einstellung von Leistungsschalter

Therm. Auslöser ( $1,35 I_N$  innert 2 h)  
Einstellung auf  $I_N$  des Verbrauchers oder Leitung  
(Berechnung)

Magn. Auslöser (Prüfung durch Messung  $I_k$  min. L-PE)  
Generatorschutz:

2 bis  $4 I_N$  max. auf den min. Kurzschlussstrom

Leitungs- & Trafoschutz:

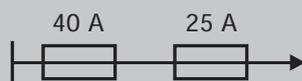
3 bis  $6 I_N$  max. auf den min. Kurzschlussstrom

Motorschutz:

6 bis  $12 I_N$  max. auf den min. Kurzschlussstrom

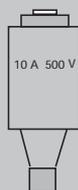
Selektivität Sicherung-Sicherung

Bei gleichen Typen ist die vorgeschaltete Sicherung 1.6 x Nennstrom höher zu wählen



Kennmelder von DIAZED Sicherungen

2 A	Rosa	25 A	Gelb
4 A	Braun	35 A	Schwarz
6 A	Grün	50 A	Weiss
10 A	Rot	63 A	Kupfer
16 A	Grau	80 A	Silber
20 A	Blau	100 A	Rot



Sicherungstypen

gL/gl/ gG Ganzbereich Kabel- und Leitungsschutz

gR Ganzbereich Halbleiterschutz

gT Ganzbereich Trafoschutz

aR Teilbereichs Halbleiterschutz, Ausschaltstrom  $\geq 2,7 \times I_N$

aM Teilbereichs Schaltgeräteschutz, Ausschaltstrom  $\geq 4 \times I_N$

## Koordination

### Definition

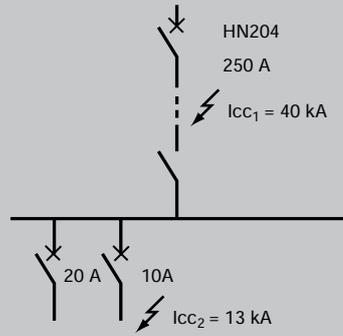
Diese Technik ermöglicht die Anwendung einer Schutzeinrichtung mit einem Schaltvermögen, das niedriger ist als der an dieser Stelle erwartete Kurzschlussstrom, falls eine andere Einrichtung vorgeschaltet ist, die das erforderliche Schaltvermögen hat und die Durchlassenergie des vorgeschalteten LS-Schalters ausgeschaltet werden kann.

Die Schaltvermögen der verschiedenen Kombinationen sind in der Tabelle auf der Seite 271 im Hauptkatalog angegeben. Die Koordination kann für zwei Einrichtungen angewendet werden, die im gleichen Schrank oder in verschiedenen Schränken angeordnet sind. Diese Technik hat die wirtschaftliche Optimierung einer elektrischen Anlage zum Ziel.

## Beispiel

### Vorgeschaltete Schutzeinrichtung

- Leistungsschalter HN204 mit  $I_n = 250\text{ A}$  und einem Schaltvermögen von  $40\text{ kA}$



### Nachgeschaltete Schutzeinrichtungen

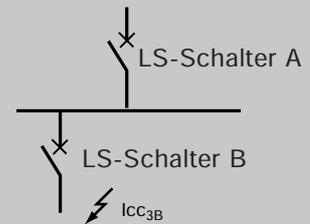
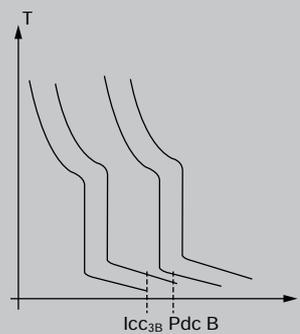
- Welchen LS-Schalter kann man hinter dem Leistungsschalter HN204 einbauen, wenn der Wert von  $I_{cc2} = 13\text{ kA}$  ist?
- Für Abgänge von  $10\text{ A}$  und  $20\text{ A}$  kann die LS-Schaltreihe MCN verwendet werden.
- Ihr Schaltvermögen in Kombination mit einem vorgeschalteten Leistungsschalter HN204 beträgt  $20\text{ kA}$ .

## Selektivität

### Definition

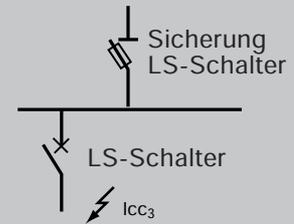
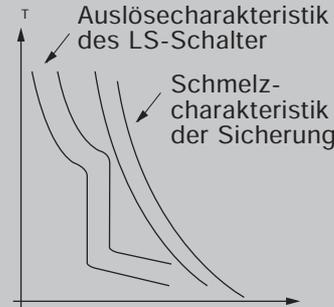
Diese Technik, die zur Erhöhung der Betriebsflexibilität elektrischer Anlagen verwendet wird, besteht darin, nur die Schutzeinrichtung unmittelbar vor dem Fehler ansprechen zu lassen, ohne die übrigen Leitungen zu beeinträchtigen. Man unterscheidet zwei Selektivitätsarten:

- Totale Selektivität
- Partielle Selektivität



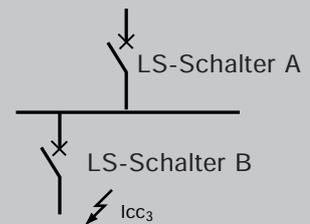
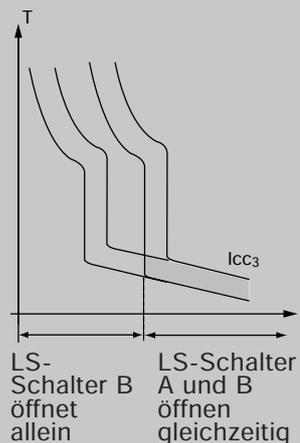
### 1. Totale Selektivität

- Die Selektivität zwischen zwei Schutzeinrichtungen wird total genannt, wenn für jeden Fehlerstrom, der kleiner oder gleich dem Schaltvermögen der nachgeschalteten Schutzeinrichtungen (Ausschaltvermögen B) ist, die Schutzeinrichtung, die sich direkt vor dem Fehler befindet, allein ausschaltet.
- Bei der Kombination von zwei LS-Schaltern ist die Selektivität total, wenn die Ausschaltenergie des nachgeschalteten LS-Schalters (B) kleiner ist als die Nichtausschaltenergie des vorgeschalteten LS-Schalters (A).
- Bei der Kombination einer Sicherung mit einem LS-Schalter besteht totale Selektivität, wenn die Auslösecharakteristik des LS-Schalters vollständig unterhalb der Schmelzcharakteristik der Sicherung liegt.



### 2. Partielle Selektivität

- Die Selektivität zwischen zwei Schutzeinrichtungen wird partiell genannt, wenn beide Schutzeinrichtungen oberhalb von bestimmten Fehlerstromwerten (direkter Kurzschluss) gleichzeitig ansprechen.
- Die Tabellen auf den Seiten 272- 274 im Hager Hauptkatalog geben die Maximalwerte der Fehlerströme an, für welche die Selektivität zwischen den beiden Schutzeinrichtungen gewährleistet ist. Oberhalb dieser Werte können die beiden Schutzeinrichtungen gleichzeitig ansprechen.



### Beispiel:

- Kombination einer Sicherung NH 00 gl  $63\text{ A}$  (vorgeschaltet) mit einem LS-Schalter MBN  $6\text{ kA } 32\text{ A}$  (nachgeschaltet). Aufgrund der Tabelle (Seite 274) sind die beiden Einrichtungen für Fehlerströme selektiv, die nicht höher als  $2,5\text{ kA}$  sind.

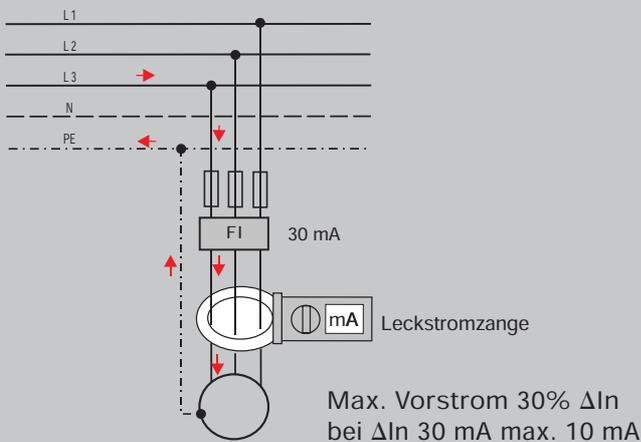
## Messung des Ableitstromes bei FI Schutzschaltung

Die Vorstrommessung zur Überprüfung vorhandener Fehlerströme erfolgt mit einer Leckstromzange.

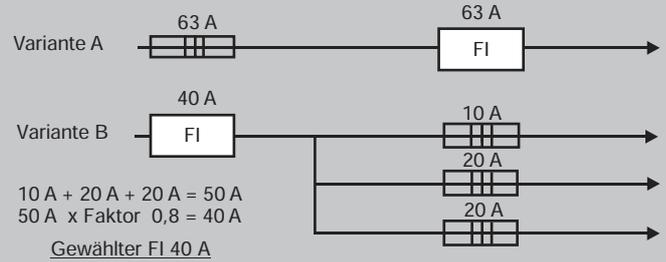
Anwendung: Wenn der FI-Schalter aus ungeklärten Gründen auslöst.

- Vorgehen
1. Isolationsmessung, wenn genügend
  2. Messung mit ansteigendem Prüfstrom = Vorstrom
  3. Max. zulässiger Vorstrom 30% Messschema  $\Delta I_n$ .

## Messschema



## Dimensionierung von Fehlerstromschutzschalter (RCD\*)



Bedingungen bei nachgeschalteten Sicherungen / LS (NIN 5.3.2.6.2) (zur Variante B)



1. FI und Überstromunterbrecher in gleicher Verteilung oder Max. 1m Verbindungsleitung FI-Überstromunterbrecher und
2. Grösster Überstromunterbrecher  $\leq$  Stromstärke FI Schalter
3. Summe Abgänge x Gleichzeitigkeitsfaktor = min. FI Grösse

## Gleichzeitigkeitsfaktoren

Abgänge	Gleichzeitigkeitsfaktor
2 bis 3	= Faktor 0,8
4 bis 5	= Faktor 0,7
6 bis 9	= Faktor 0,6
über 10	= Faktor 0,5

## Ursachen von Fehlauslösungen von FI Schutzschaltern ?

Was ist der Fehler ?	Mögliche Ursachen z.B.
FI schaltet aus, wenn Verbraucher zugeschaltet werden	N und PE vertauscht oder N hat Erdschluss
Prüftaste funktioniert nicht	FI hat keine Spannung / FI defekt
FI löst zu früh aus	Es fliesst ein Fehlerstrom (mit ansteigendem Strom messen); FI ist defekt / Messbereich falsch

## Max. Erdungswiderstände bei Fehlerstromschutzschaltung

Wenn in Anlagen ein TT Netz erstellt wird z.B. bei Waldhütten ist eine Sondererde zu erstellen mit folgenden min. Widerständen:  
 10 mA FI Schalter bei 50 V Berührungsspannung:  
 $R \leq 5 \text{ k}\Omega$

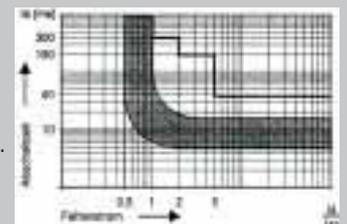
30 mA FI Schalter bei 50 V Berührungsspannung:  
 $R \leq 1,667 \text{ k}\Omega$

300 mA FI Schalter bei 50 V Berührungsspannung:  
 $R \leq 0,167 \text{ k}\Omega$

## Abschaltkennlinien von FI-Schalter

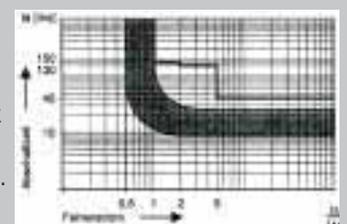
### Unverzögerter FI

Standartausführung  
 Fehlerstrom Abschaltzeiten  
 1 x  $\Delta I_n$   $0,006 \leq t_a \leq 0,3 \text{ Sek.}$   
 2 x  $\Delta I_n$   $0,006 \leq t_a \leq 0,15$   
 5 x  $\Delta I_n$   $0,006 \leq t_a \leq 0,04$



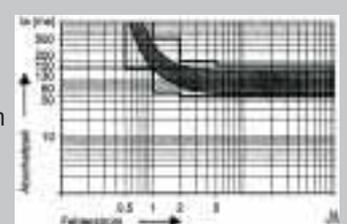
### Kurzzeitverzögerter HI $\text{G}$

Abschaltverzögert, erhöhte Stossstromfestigkeit  
 Fehlerstrom Abschaltzeiten  
 1 x  $\Delta I_n$   $0,015 \leq t_a \leq 0,3 \text{ Sek.}$   
 2 x  $\Delta I_n$   $0,01 \leq t_a \leq 0,13$   
 5 x  $\Delta I_n$   $0,01 \leq t_a \leq 0,04$

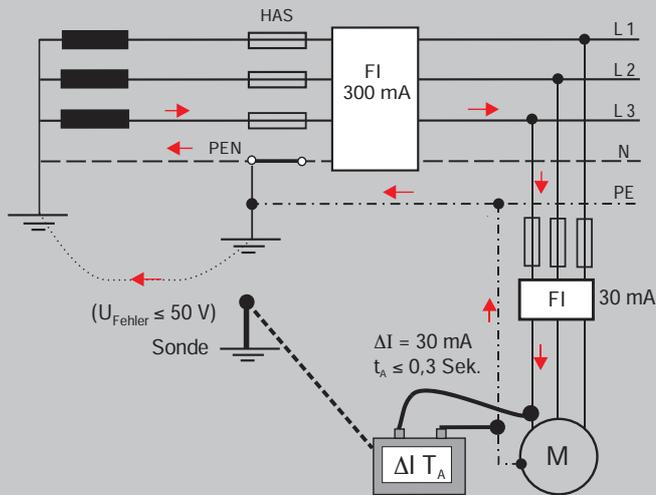


### Selektiver FI $\text{S}$

Selektiv zu nachgeschalteten FI Fehlerstrom Abschaltzeiten  
 1 x  $\Delta I_n$   $0,13 \leq t_a \leq 0,5 \text{ Sek.}$   
 2 x  $\Delta I_n$   $0,06 \leq t_a \leq 0,2$   
 5 x  $\Delta I_n$   $0,05 \leq t_a \leq 0,15$



## Prüfung der Fehlerstromschutzschaltung (RCD\*)



**Grenzwerte:**  
 Keine Auslösung  $\leq 50\% \Delta I_n$   
 Auslösung 300 mA FI  $\leq 0,5$  Sek.  $1 \times \Delta I_n \leq 0,3$  Sek.  
 Fehlerspannung  $\leq 50$  V (25 V)

Messmethode	Impulsmethode*	Ansteigender Prüfstrom
Fehlerspannung*	JA	JA
Auslösestrom	NEIN	JA
Auslösezeit*	JA	NEIN
50% Prüfung*	JA	JA
Anwendung	Schlusskontrolle	Fehlersuche, Ausschaltstrom bestimmen

\*FI Prüfung für den Sicherheitsnachweis mit Impulsmessmethode

**Funktionsprüfung**  
 Die Funktionsprüfung erfolgt durch Betätigen der Prüftaste am FI.  
 Richtwert für Prüfperiode gemäss VDE: Prüfung alle 6-12 Monate.

## Prüfungsablauf

1. Isolationsmessung	→ keine Verbindung N - PE i.O.
2. Prüftaste drücken	→ Auslösung des FI i.O.
Prüfung am Ende der Leitung, an der Steckdose / am Gerät	
3. Prüfung mit 50% $\Delta I_n$	→ keine Auslösung des FI i.O.
4. Prüfung mit 100% $\Delta I_n$ 10-30 mA	→ Auslösung FI $\leq 300$ ms i.O.
$\Delta I_n$ 300 mA	→ Auslösung FI $\leq 500$ ms i.O.
5. Dimensionierung des FI-Schutzschalters kontrollieren.	

Auslöseprüfung bei jeder Steckdose oder Verbraucher  
 Schlaufenmessung gegen PE ist nicht erforderlich.

Wo müssen FI-Schutzschalter verwendet werden ? (NIN 4.7.2.3)

Raumart	Installationen		Steckdosen	
Bade- und Duschenräume		30 mA		30 mA
Feuchte- und nasse Räume			≤ 32 A	30 mA
Korrosive Räume		300 mA	≤ 32 A	30 mA
Feuergefährliche Räume		300 mA		300 mA
Aussensteckdosen			≤ 32 A	30 mA
Baustellen			≤ 32 A	30 mA
Provisorische Anlagen	≤ 32 A	30 mA	≤ 32 A	30 mA
Campingplätze				30 mA
Tragbare Geräte im Freien				30 mA
Beleuchtungsanlagen im Freien		30 mA <sup>°</sup>		
Versuchs- und Prüffelder			≤ 32 A	30 mA
Chemische Laboratorien (EKAS Richtlinien 1871)			≤ 32 A	30 mA
Enge leitende Räume, Behälter		30 mA		30 mA
Landwirtschaftliche Betriebe		300 mA		30 mA
Endstromkreise (empfohlen)		30 mA		
Medizinische Räume				
Räume Kat. 2		30 mA		30 mA
Räume Kat. 3		30 mA		30 mA
Räume Kat. 4		30 mA <sup>**</sup>	≥ 16 A	30 mA
Ex-Zonen				
Zone 0 und 1		100/300 mA <sup>***</sup>	≤ 32 A	30 mA <sup>*</sup>
Zone 2		100/300 mA <sup>***</sup>	≤ 32 A	30 mA <sup>*</sup>
Wärmekabel (ohne Schutzart d)		300 mA		
Zonen 20/21/22		300 mA		300 mA
Schwimmbäder				
Bereich 2		30 mA		30 mA
Leuchten Schutzklasse I		30 mA		
Festplätze, Märkte, Messen usw.				
Ausstellungen, Shows, Stände		300 mA	≤ 32 A	30 mA
Fahrgeschäfte				
Anlagen im Handbereich	≤ 32 A	30 mA	≤ 32 A	30 mA
Anlagen ausserhalb Handbereich	≤ 32 A	300 mA <sup>°°</sup>	≤ 32 A	300 mA <sup>°°</sup>
Zuleitungen im Handbereich	≤ 32 A	30 mA		
Musikanlagen FIK mit Alarm				300 mA
Wärmekabel				
Im Freien, feucht oder nass		30 mA		
Ohne leitende Abschirmung		30 mA		
Besondere Anlagen		gemäss DIN VDE 0100		
Vorführstände für Leuchten		30 mA		30 mA
Springbrunnen und Teichpumpen		30 mA		30 mA
Ersatzstromversorgungsanlagen		500 mA		
Unterrichtsräume mit Labor				30 mA

Legende

- \* Gilt für freizügig verwendbare Steckdosen Zone 1 und 2
- \*\* Wenn nicht am IT-Netz angeschlossen
- \*\*\* Kann entfallen, bei Überwachung durch elektr. instr. Personal
- ° Gilt nicht für Strassen- Zufahrt- und Parkplatzbeleuchtungen
- °° Vom Hersteller eingebaute 500 mA FI sind zugelassen

# Erdungsanlagen Potentialausgleich

## Erdungsanlagen

### Bänderder

Min. Länge	$L = 2 \times \varphi E / R_E$ (m)
Querschnitt	Min. 50 mm <sup>2</sup> Cu (z.B. 30 x 3 mm CU) Min. 75 mm <sup>2</sup> FE
Verlegetiefe	Min. 70 cm
Notwendige Erdoberfläche	$A = I^2 \times R_E / 7000$ (m <sup>2</sup> )

### Tiefenerder

Min. Länge	$L = \varphi E / R_E$ (m)
Min. Abstand der Tiefenerder	2 x Tiefenerderlänge
Legende:	I = Erdschlussstrom (A) R <sub>E</sub> = Erderwiderstand z.B. 1,6 Ω φE = Spez. Erdwiderstand (Ωm)

### Fundamenterder (SEV 4113)

Min. Querschnitte	75 mm <sup>2</sup> FE = 2 x 8 mm Ø Armierungseisen
Var.	Min. 1 x 10 mm Ø Armierungseisen
Var.	Min. 25 x 3 mm Bandstahl
Verlegetiefe	Min. 70 cm
Anschlussleitung	Min. 2 x 50 mm Cu für Anlageerde

### Erdungsleitungen

Querschnitte	Min. 16 mm <sup>2</sup> offen verlegt Min. 50 mm <sup>2</sup> im Boden oder Beton
Erdungsleitung (Nullungserdl.)	Min. 16 mm <sup>2</sup> , max. 50 mm <sup>2</sup> 50% des Polleiterquerschnittes der Hausleitung
Querschnitte für Anlagen ≥ 1 kV	gemäss 2 poligem Kurzschlussstrom

## Potentialausgleich

Messung von Potentialausgleich-, zusätzlichem Potentialausgleich und Erdleiter (Niederohmmessung)

Messgerät	Spannung	Strom
Niederohmmessgerät	4 bis 24 VDC	≥ 0,2 A +/- und -/+
Trenntrafo	4 bis 24 VAC	≥ 5 A



Beachte Ohmmeter sind nicht zulässig !

Max. Widerstandswerte für Potentialausgleich-Schutzleiter-Verbindungen

Hauptpotentialausgleichsleiter	≤ 2 Ω
Maschinen bis 1000 V	≤ 0,1 Ω
Instandsetzung von Geräten	≤ 0,3 Ω
Leuchten	≤ 0,2 Ω
Elektromotorische Antriebe	≤ 0,1 Ω
Elektromedizinische Geräte	≤ 0,2 Ω
Niederohmigkeit von Installationen	≤ 1 Ω
Praxiswert	

Querschnitte von Hauptpotentialausgleichsleiter PA  
Min. 50 % Querschnitt des Hauptschutzleiters und

Min. Querschnitt von PA-Leiter	≥ 6 mm <sup>2</sup> ≥ 10 mm <sup>2</sup> mit Blitzschutz
Max. Querschnitt von PA-Leiter	25 mm <sup>2</sup>

Querschnitte von zusätzlichen Potentialausgleichsleiter ZPA

Min. 50 % Querschnitt des Objekt-Schutzleiters und	
Min. Querschnitt von ZPA-Leiter	≥ 2,5 mm <sup>2</sup> mech.geschützt verlegt ≥ 4 mm <sup>2</sup> ungeschützt verlegt
Max. Querschnitt von ZPA-Leiter	25 mm <sup>2</sup>

## Wie ist das Vorgehen ?

1. Kontrolle der Anschlüsse ( L / N / PE )
2. Kontrolle der Spannungsfreiheit des PE Anschlusses ⚡
3. Kontrolle der Schutzbedingungen zwischen L - PE (Auslösung innert 0,4 Sek. oder mit FI innert 0,3 Sek.)
4. Kontrolle des Drehfeldes ↻
5. Funktions- und Spannungskontrolle (L-N / L-L / N-PE)

## Wie dürfen Steckdosen abgesichert werden ? (NIN Art. 5.1.2.1.2)



10 A max. Vorsicherung:  
 ≤ 13 A im Wohnbau  
 ≤ 16 A in Gewerbe & Industrie

Ab 16 A max. Vorsicherung ≤ Nennstrom der Steckdose 32 A  
 CEE- Steckdosen max. 35 A  
 Absicherung

## Schutzarten der Steckvorrichtungen

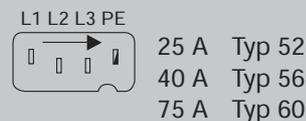
Steckdosen mit Schutzkragen T 13 (NIN 4.7.2.2.4) obligatorisch in feuchten, nassen, korr. Räumen, Badezimmern, Aussensteckdosen, Werkstätten und Arbeitsplätzen.

IP X0	Kein besond. Schutz	Trockene Räume
IP 21	▲ Tropfwassergeschützt	Feuchte Räume
IP 44	▲ Spritzwassergeschützt	Baustellen, Landwirtschaft Feuergef. Räume ohne Staub
IP 67	▲▲ Wasserdicht Feuergef.	Feuergef. Räume mit Staub Nasse Räume

## Steckdosentypen und Drehfelder (Rechtsdrehfeld)

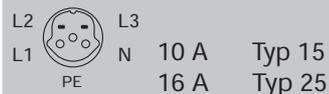
Steckdosenbild Typ  
 von vorne

Nicht für Neuanlagen



Vertrieb dieser Steckdosen- Typen noch bis 1.7.2008!

Steckdosenbild Typ  
 von vorne



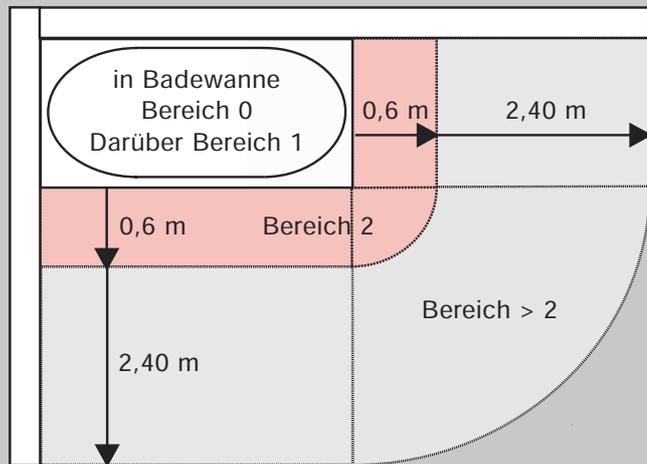
Fett = empfohlene Typen

## Kennfarben der CEE Steckvorrichtungen

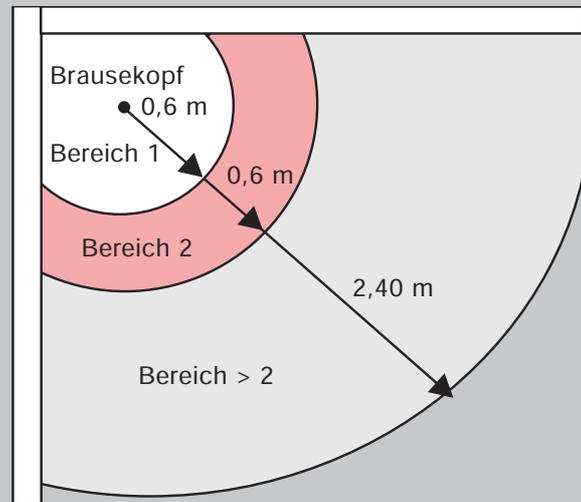
Spannung	Farbe	Spannung	Farbe
20 - 50 V	Violett	380 - 480 V	Rot
40 - 50 V	Weiss	500 - 690 V	Schwarz
100 - 130 V	Gelb	Frequenz	
200 - 250 V	Blau	60 - 500 Hz	Grün

Gemäss NIN 2005

Bereiche mit Badewanne



Bereiche mit Dusche



Die Bereiche 1 und 2 enden in 2,25 m Höhe

	Bereiche			
	0	1	2	> 2
<b>Kabel und Leitungen</b>				
Keine Leitungen für fremde Räume	X	X		
UP Leitungen min. 6 cm UP verlegt (nur für festangeschlossene Apparate im Bereich)	X	X	X	
Keine AP Leitungen	X	X	X	
Alle Leitungen mit PE Leiter (inkl. Schalterleitungen)	X	X	X	
<b>Geforderte Schutzmassnahmen</b>				
Schutzkleinspannung ≤ 12 V für Lampen und Geräte im Wasser, Spannungsquelle nicht im Bereich 0	X			
Schutzkleinspannung ≤ 25 V mit Berührungsschutz Spannungsquelle nicht im Bereich 1		X		
ZPA (4 mm <sup>2</sup> wenn kein Hauptpotentialausgleich vorh.) für Metall-Wanne, Leitungen usw.	X	X	X	
30 mA Fehlerstromschutz für gesamte Installation		X	X	X
<b>Apparate und Geräte</b>				
Geräte und Lampen mit Schutzkleinspannung ≤ 12 V Spannungsquelle nicht im Bereich 0	X			
Geräte und Lampen mit Schutzkleinspannung ≤ 25 V Spannungsquelle nicht im Bereich 1		X		
Ortsfeste Wassererwärmer (Boiler)	X	X	X	X
Ortsfeste Abluftventilatoren		X	X	X
Ortsfeste Heizkörper			X	X
Übrige Verbraucher				X
Steckdosen T13 mit Schutzkontakt und 30 mA FI				X
Schalter			X	X
Lampen und Leuchten			X	X
Lampen über 2.25 m Höhe		X		
<b>Schutzarten für Apparate und Geräte (DIN 40050)</b>				
Schutzart IP X7	X			
IP X4		X	X	
IP X1				X
Whirlpool Abdeckung IP X2		X	X	

Schaltanlagentypen EN 60 439

Typengeprüfte Schaltgerätekombinationen (TSK)  
Musterkombination wurde typengeprüft.

Partiel typengeprüfte Schaltgerätekombinationen (PTSK)

Der Nachweis z.B. der Kurzschlussfestigkeit erfolgt durch Berechnung.

TSK oder PTSK für Laien zugänglich  
Bis  $U_n \leq 300$  V und max. Bemessungsstrom  $\leq 125$  A.  
Max Vorsicherung 250 A.  
Keine NH-Sicherungen und Einschübe zulässig.  
Vollständige Abdeckung erforderlich min. IP 2XC

TSK oder PTSK für instruierte Personen  
Nur mit Schloss oder Werkzeug zugänglich (z.B. 4-Kant Schlüssel)  
Schutzabdeckung IP 2X für Türeingbauten und vor Hauptschalter  
Zu bedienende Betriebsmittel im Umkreis von 60 mm Abdeckung IP 4X  
Empfehlung alles fingersicher abdecken

Technische Daten, Aufschriften und Unterlagen

Erforderliche Aufschriften

Hersteller und Adresse	Typenbezeichnung, Auftragsnummer
------------------------	-------------------------------------

Erforderliche Technische Daten

Angewendete Normen	IP Schutzart, Schutzmassnahmen
--------------------	-----------------------------------

Nennspannung, Frequenz	Nennstrom
------------------------	-----------

Kurzschlussfestigkeit	
$I_{cp}$ Bemessungskurzschlussstrom (Eff. Wert)	1 Sekundenwert

$I_{pk}$ Scheitelwert des Bemessungskurzschlussstromes	$I_{pk} = I_{cp} \times n$
--	----------------------------

oder

Max. Vorsicherung  .....A

Technische Unterlagen:

Bedienungsanleitung für Aufstellung, Wartung und Betrieb

Stückliste mit Produktebeschreibungen und Einstellwerten

Steuerungsunterlagen wie Schema, Steuerprogramme usw.

Schutzart der Gehäuse von Schaltgerätekombinationen

Aussenhülle	min. IP 2X oder IP XXB
Haushaltanwendung	min. IP 2XC
Trockene Räume	min. IP 20
Feuchte Räume	min. IP 21
Nasse Räume	min. IP 23
Staubige Räume	min. IP 65

Prüfberichte

Herstellereklärung und Prüfberichte umfassend  
Typenprüfbericht und Stückprüfprotokoll

Stückprüfung für TSK und PTSK umfasst:

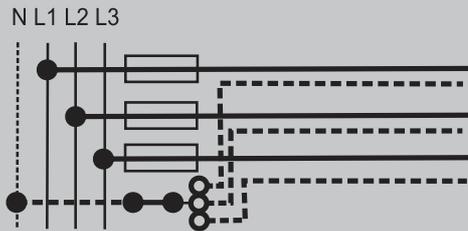
- Prüfung der Verdrahtung und Funktionskontrolle
- Isolationsprüfung mit 500 VDC Min. Isolationswert 1000 W/V
- Schutzmassnahmen (Schutzleiterverbindungen und Schraubenkontr.)

## Anordnung und Montage von Schaltgerätekombinationen SGK

Montagehöhe  
 für Betriebsmittel und Anzeigergeräte 0,4 bis 2.0 m  
 für NOT-AUS Tasten 0,8 bis 1.6 m

### Abgangsklemmen ab Verteilungen

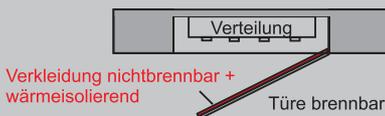
Es müssen Klemmen vorgesehen werden so dass pro Gruppe jeder N- und PE-Leiter einzeln angeschlossen werden kann.



### Schaltgerätekombinationen gegen brennbare Gebäudeteile

1. Ausführung in geschlossenem Kasten aus nichtbrennbarem (BKZ 6 bzw. 6q)\* oder schwerbrennbarem Material (BZK 5)\* oder
2. Schaltgeräte die gegen brennbare Teile offen sind, brauchen eine nichtbrennbare und wärmeisolierende Verkleidung (EI 30)

#### Beispiel: Offene Verteilung in Mauernische



- \* Brennbarkeitsklassen VKF
- 5 schwerbrennbar
  - 6q quasi nichtbrennbar
  - 6 nichtbrennbar

Schaltgerätekombinationen in MFH dürfen nicht unter Wohnräumen montiert werden (NISV Strahlungsverordnung)

## Wo sind N- Trenner erforderlich ?

N-Trenner oblig.: Übergang TN-C / TN-S Netz, Hausanschluss- & Bezügersicherungen. Bei den übrigen Abgängen

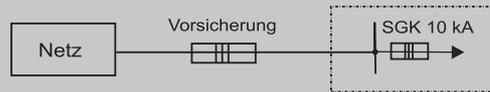
Abgänge  $\leq 25$  A N-Trenner empfohlen  
 Abgänge  $> 25$  A Anschluss auf SS mit Einpressmuttern bevorzugt

## Welche Vorsicherung erfüllt den geforderten Kurzschlusschutz ?

### Die Herstellerangaben für die SGK

- Max. Bemessungsstossstromfestigkeit  $I_{pk}$
- Max. Bemessungskurzzeitstromfestigkeit  $I_{cp}$

Z.B.  $I_{cp}$  10 kA  $I_{pk}$  17 kA welche max. gG Vorsicherung ist zu wählen?



$Z_{netz}$	$I_k$	$I_{sicherung\ NHS}$	$I_d\ SGK$
4.62 mΩ	50 kA	63 A	$\leq 10$ kA
9.24 mΩ	25 kA	80 A	$\leq 10$ kA
		100 A	$\leq 10$ kA
		125 A	$\leq 10$ kA

Bei Hauptverteilungen: Berechnung der  $I_c$  Werte oder folgende Absicherungen einhalten:

Bei Trafo bis 1000 kVA 250 A  $\leq 25$  kA  
 315 A  $\leq 31$  kA  
 (Zuleitung  $> 40$  m 25 kA)

Die Angaben entsprechen den TAB für Deutschland

Kennzeichnung der Leiter Empfohlene Farben gemäss EN 60 204-1

Schwarz	Hauptstromkreis für Wechsel- und Gleichstrom
Rot	Steuerstromkreis für Wechselstrom
Blau	Steuerstromkreis für Gleichstrom
Orange	Verriegelungsstromkreis mit Fremdspannung

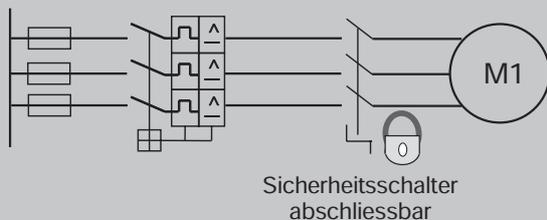
Motorschutzeinrichtungen  
EN 60 204/1/NIN4.7.3.1.2.4

Motoren über 0.5 kW müssen gegen Überlast geschützt werden. In Ex und feuergef. Bereichen sind alle Motoren gegen Überlast zu schützen.

Sicherheitsschalter oder Revisionschalter  
SUVA CE 93-9.d

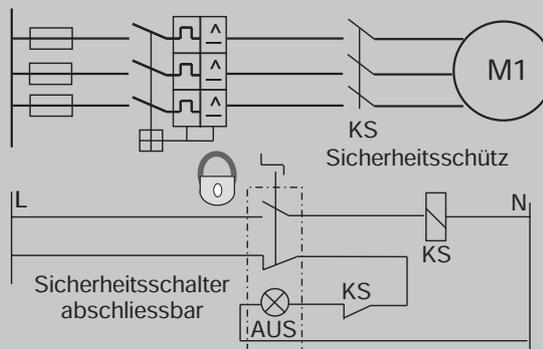
Erforderlich wo mech. bewegte Teile vorhanden sind z.B. Keilriemen, Hebe- und Förderanlagen usw. Anordnung unmittelbar am Eingriffsort. Unterbricht alle gefährlichen Energien. Ausführung schwarz oder grau (rot-gelb, wenn er als Not-Aus verwendet wird) abschliessbar.

Direkte Abschaltung  
Direktes allpoliges Abschalten (bis 3 kW oder  $\leq 16$  A auch als Steckdose zulässig).



Indirekte Abschaltung

Bei Frequenzumformern zuerst Stop FU, durch Steuerung (SPS) und nachher Ausschaltung des Sicherheitsschützes.



EMV Schutzmassnahmen bei Frequenzumformern  
EN 50174-2



- Leitung FU - Motor durchgehende geschirmte Kabel verwenden.
- Kabelschirme beidseitig auflegen (gegen induktive Einkopplung)
- Leistungs- und Steuerkabel separat oder mit Abstand verlegen.
- Netzfilter vor den Frequenzumformern einbauen.

Die Stückprüfung elektr. Maschinen umfasst gemäss EN 60 204-1

1. Schutzleitersystem (Prüfung der Schutzleiterverbindungen)  
Messgerät mit 10 A / 50 Hz Messzeit 10 Sek.

Kleinster wirksamer Schutzleiter	Max. Spg. Abfall
1 mm <sup>2</sup>	3,3 V
1,5 mm <sup>2</sup>	2,6 V
2,5 mm <sup>2</sup>	1,9 V
4 mm <sup>2</sup>	1,4 V
> 6 mm <sup>2</sup>	1,0 V

2. Isolationsprüfung  
Messung mit 500 VDC (1 mA) Grenzwert > 1 MΩ  
Der Isolationswert ist zwischen den Leitern des Leistungskreises und dem Schutzleitersystem zu messen, d.h. zwischen allen spannungsführenden Teilen und Erde (PE).

3. Spannungsprüfung  
Min. 2 x Bemessungsspannung oder 1000 VAC, Quelle > 500 VA zwischen allen spannungsführenden Teilen und Erde (PE).  
Vorsicht: Bauteile oder Geräte ( z.B. Netzfilter ) die nicht für die Prüfspannung bemessen sind, müssen abgeklemmt werden.

4. Prüfung der Restspannung  
Nach Abschaltung der Versorgungsspannung, darf kein berührbares aktives Teil nach 5 Sek. eine Restspannung von ≥ 60 V aufweisen.

Grenzwert nach ≤ 5 Sek. < 60 V  
Bei Steckvorrichtungen ≤ 1 Sek. < 60 V  
Bei ungenügenden Werten: Abdeckungen IP 2X oder IP XXB

5. Funktionsprüfung  
Prüfung aller Funktionen inkl. aller Sicherheits- und Schutzfunktionen. Wie z.B. Not- Aus, FI usw.  
Die Stückprüfung ist mit einem Prüfprotokoll zu belegen.

Die Abnahme vor Ort umfasst:

Kontrolle der Techn. Unterlagen

Kontrolle Netzzuleitung

Elektr. Ausrüstung

Funktionsprüfung & Sichtkontrolle

Prüfpunkte

Steuerungsunterlagen  
Stromlaufplan und Geräteliste  
Bedienungs- & Unterhaltsanleitung  
Konformitätserklärung

Schutzmassnahmen  
Zul. Absicherung und Querschnitte  
Beschriftungen und Zugehörigkeit

Haupt-Schalter, Not-Aus  
Zugänglichkeit, Bedienung  
Schutzart der elektr. Anlagen  
Abdeckungen und Warnschilder  
Netzurückwirkungen  
Steuertrafo bei Anlagen mit mehr als 2 Steuergeräten  
Motorschutz und Einstellungen  
Abschirmmassnahmen z.B. bei FU

Alle Schutzfunktionen

# Landwirtschaftliche Betriebsstätte

Welche Betriebsmittel sind zulässig ? NIN und VKF

Scheunen sind feuergefährliche Räume mit brennbarem Staub.

Staubgeschütztes und staubdichtes Material	min. IP 5X oder IP 6X
Beleuchtung Halogenflutlichtstrahler (Ausnahme bei Heukränen max. 300 W mit Schutzblech)	$\nabla F / \nabla F$ oder $\nabla D$ nicht zulässig
Stromschienen mit Schleifkontakten	nicht zulässig

Leuchtröhren- Anlagen über 1 bis 10 kV EN 50107

- Elektr. Ausrüstung
- Anlageschalter oder Steckdose (bis 16A) bei Trafo
  - Trennung des HS Kreises beim Öffnen des Hochspannungtrafos
  - Erdschlussschutz vorhanden und geprüft
  - Mech. Abdeckung / Leerlaufüberwachung wenn Neon im Handbereich
  - Erdverbindungen (min. 2.5 mm<sup>2</sup>) und PA auf alle Metallteile
  - Überspannungsableiter in der Netzzuleitung wenn über Dach montiert
  - Hochspannungskabel mit mech. Schutz oder Abschirmung
  - Keine Verlegung auf brennbarem Untergrund ohne Schutzmantel
  - Rohre und Kanäle schwerentflammbar und selbstverlöschend
  - Warnaufschrift auf Gehäuse.

Welche Schutzmassnahmen sind erforderlich ?

Schutzmassnahme	Ställe	Scheune
Gesamte Installation	300 mA FI	300 mA FI
Steckdosen	30 mA FI	30 mA FI
Endstromkreise (empfohlen)	30 mA FI	30 mA FI
Potentialausgleich	JA	JA
Zusätzlicher Potentialausgleich	JA	
Transportgeräte	Klasse II oder Trenntrafo oder SELV	
Max. zulässige Fehlerspannung	≤ 25 VAC	
230V elektr. Zaengeräte	Montage ortsfest	
Orstveränderliche Leitungen	mechanisch verstärkter nichtleitender Kabelmantel	
Zusätzlicher mech. Leitungsschutz	JA	
Anschluss schwerer transp. Objekte	≥ 2,5 mm <sup>2</sup>	≥ 2,5 mm <sup>2</sup>
Abstand Blitzschutz (NIN 4.8.2.2.7)		JA
Überlast- und Kurzschlusschutz am Leitungsanfang	JA	JA
Anschlussüberstromunterbrecher	NEIN	NEIN

Elektr. Installationen auf Baustellen (NIN 7.04 und EN 60439-4)

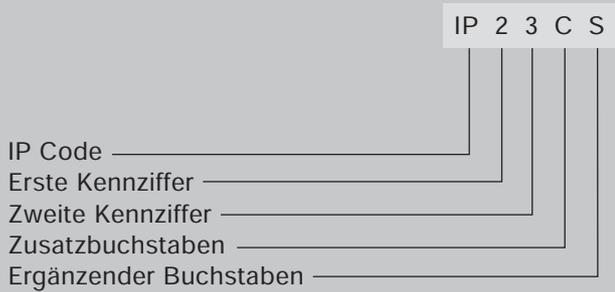
Flexibile Leitungen verstärkt Gdv, PUR/ PUR, PUR/ Gi

Baustromverteiler	Bauart nach EN 60439 Teil 4
Schutzart Aussen / Innen	IP 43 Innen IP 21 (empfohlen IP2XB)
Steckdosen ≤ 32 A	30 mA FI -Schutzschaltung
Anzahl Steckdosen pro FI	max. 6 Steckdosen pro FI-Schalter
Netztrennstelle	Schalter abschliessbar oder hinter Türe
Türe abschliessbar	Schlüssel oder Vierkant
Trenntrafo	nur 1 Verbraucher pro Trafo zulässig
Steckdosenverteiler ≤ 63 A	Steckbar nur mit
Notstromgruppe mit IT-Netz	Steckdosenabgänge keine Isolations-Überwachung nötig

# IP-Schutzsystem

IP- Code

Zusatzbuchstaben für Berührungsschutz  
(Schutzgrad gegen Zugang zu gefährlichen Teilen)



- A Geschützt gegen Zugang mit dem Handrücken  
50 mm Kugel
- B Geschützt gegen Zugang mit dem Finger  
Prüffinger
- C Geschützt gegen Zugang mit Werkzeug  
2,5 mm
- D Geschützt gegen Zugang mit Draht  
1 mm

1. Kennziffer  
Fremdkörper- &  
Berührungsschutz

2. Kennziffer  
Wasserschutz

Ergänzender Buchstaben

- 0 kein Schutz
- 1 Fremdkörper < 50 mm
- 2 Fremdkörper < 12 mm
- 3 Fremdkörper < 2,5 mm
- 4 Fremdkörper < 1 mm
- 5 Staubgeschützt
- 6 staubdicht

- 0 kein Schutz
- 1 Tropfwasser
- 2 schräges Tropfwasser
- 3 Sprühwasser
- 4 Spritzwasser
- 5 Strahlwasser
- 6 Überflutungsschutz
- 7 Schutz beim  
Eintauchen
- 8 Schutz beim  
Untertauchen

- H Hochspannungs- Betriebsmittel
  - M Geprüft gegen schädliche Einwirkung von  
Wasser, im Betrieb (z.B. wenn der Motor läuft)
  - S Geprüft gegen schädliche Einwirkung von  
Wasser, im Stillstand
  - W Geeignet zur Verwendung unter festgelegten  
Wetterbedingungen
- Z.B. Verteilungen müssen min. IP 2XC aufweisen

Leitungsbezeichnungen

Zusätzliche Kennziffern  
IK Code: mechanischer Schlagschutz (EN 50-102)

Alte Bezeichnungen	Neue Bezeichnungen
T-Draht 1,5 <sup>2</sup>	HO7V-U 1x1,5 2
T-Seil 16 <sup>2</sup> gb/gn	HO7V-R 1 G 16
TT-Kabel mit Draht	CH-N1VV-U
TT-Kabel mit Seil	CH-N1VV-R
Td	NO5VV-F
Tdv	CH-N1VT3V-F
Gd	NO5RR-F
Tdc-CLT	CH-N1VVZ4V-U
Tdc-aT	CH-N1VVZ4-R

IK Code	Schlagschutz
00	kein Schutz
01	0,15 joule
02	0,2 joule
03	0,35 joule
04	0,5 joule
05	0,7 joule
06	1 joule
07	2 joule
08	5 joule
09	10 joule
10	20 joule

Wie erfolgt die Prüfung von elektrischen Geräten ?

Prüfung nach Änderungen oder Reparaturen Grenzwerte DIN VDE 0701  
 Wiederholungsprüfung Grenzwerte DIN VDE 0702

Prüfung	Messgerät	Messwerte gemäss VDE 701	VDE 702
1. Isolation	Isolations Messer 500V DC  mit Heizelementen	Kl. I $\geq 1 \text{ M}\Omega$ Kl. II $\geq 2 \text{ M}\Omega$ Kl. III $\geq 0.25 \text{ M}\Omega^*$ Kl. I $\geq 0.3 \text{ M}\Omega$	$\geq 0.3 \text{ M}\Omega$
2. Schutzleiter Widerstand	Niederohmbereich 200 mA DC	Kl. I $\leq 0.3 - 1 \Omega$ bis 5 m $0.3 \Omega$ je weitere 7.5 m + $0.1 \Omega$	Werte VDE 702 wie VDE 701
3. Ersatzableit-Strom**	Geräteprüfer  mit Heizung > 3.5 kW < 6 kW $\geq 6 \text{ kW}$	Kl.I $\leq 3.5 \text{ mA}$ Kl.II $\leq 0.5 \text{ mA}$ Kl.I $\leq 1 \text{ mA/kW}$ Kl.I $\leq 7 \text{ mA}$ Kl.I $\leq 15 \text{ mA}$	
4. Schutzleiter-Ableitstrom	Leckstromzange	$\leq 3.5 \text{ mA}$	
5. Sichtkontrolle	alle Teile	Protokoll erstellen	

\* Messung bei Geräten mit  $P \leq 20 \text{ VA}$  und  $U_N \leq 42 \text{ VAC}$  nicht erforderlich

\*\* Messung nur bei Schutzkl. I mit  $R_{\text{Iso.}} \leq 1 \text{ M}\Omega$  oder neuem Störschutzkonden.

Schutzklasse	I mit Schutzleiter ⚡	II Schutzisol. □	mit leitenden Teilen	ohne leitende Teile
Geräteausführung	Einfach	mit Beschaltungen z.B. Werkzeuge, Haushaltgeräte		
Prüfungen / Messung				
1. Sichtkontrolle	JA	JA	JA	JA
2. Funktionskontrolle	JA	JA	JA	JA
3. Isolationsmessung	$\geq 1 \text{ M}\Omega$	$\geq 1 \text{ M}\Omega$	$\geq 2 \text{ M}\Omega$	-
4. Schutzleiterwiderst.	$\leq 0,3 \Omega$	$\leq 0,3 \Omega$	-	-
5. Schutzleiterstrom				
Direktmessung	JA	JA	Berührungsstrom $\leq 0,5 \text{ mA}$	
(Ableit-) Differenzstrom	$\leq 3,5 \text{ mA}$	$\leq 3,5 \text{ mA}$		
Ersatzableitstrom	JA	JA mit Iso. Messung		

Prüfung handgeführter Elektrowerkzeuge VDE 0701 Teil 260

Prüfung	Schutzklasse	I	II	III
1. Isolationswiderstand	500 V DC	$\geq 1 \text{ M}\Omega$	$\geq 2 \text{ M}\Omega$	$\geq 0.25 \text{ M}\Omega$
2. Schutzleiterwiderstand	< 5 m	$\leq 0,3 \Omega$	-	-
3. Spannungsprüfung*	$\leq 3 \text{ Sek.}$	1000 V	3500 V	400 V

\* zwischen aktiven und berührbaren Metallteilen nach Reparaturen

# Prüf- und Sicherheitszeichen Geräte

Kontrollperioden ortsveränderlicher Geräte, Kabel usw. (VBG 4)

Geräte auf Baustellen, Werkstätten und Fabriken alle Jahre

Geräte für Büros und Verwaltungen alle 2 Jahre

Spannungsprüfer (Werksprüfung) alle 6 Jahre

Alle übrigen Schutzmittel, Funktionsprüfung bei jedem Einsatz. Geprüfte Geräte sind mit einem Prüfkleber zu markieren.

Schutzklassen elektr. Betriebsmittel

Schutzklasse I mit Schutzleiter 

Schutzklasse II Schutzisolierung 

Schutzklasse III Schutzkleinspannung bis 50 V AC 

Prüf- und Sicherheitskennzeichen



Sicherheit und Qualität durch den SEV geprüft und überwacht, garantiert branchenspezifische Qualitäts- und Sicherheits-Merkmale.



Sicherheit überprüft und überwacht durch den SEV. Garantiert Übereinstimmung mit intern. Sicherheitsstandart.



Sicherheitszeichen, Sicherheit durch den SEV überprüft. Garantiert die sichere Anwendung der Elektrizität.



Europäisches Konformitätszeichen für Produkte der Elektrotechnik. Das Zeichen bedeutet Konformität mit den europäischen Sicherheitsnormen und wird durch eine Zertifizierungsstelle erteilt. Die Nummer bedeutet z.B. 13 Schweiz / 10 Deutschland / 03 Italien usw.



Zertifizierung nach HAR Verfahren z.B. für Kabel.



Das CE Kennzeichen signalisiert die Übereinstimmung mit den Anforderungen der anwendbaren Richtlinien. Es steht für die staatlichen Überwachungsstellen (Zoll).



Zertifizierung nach KEYMARK - Verfahren Bestätigung der Normenkonformität z.B. Haushaltgeräte.

Konformitätserklärung (NEV Art. 6)

Wer Niederspannungserzeugnisse in Verkehr bringt, muss eine Konformitätserklärung vorlegen können mit folgendem Inhalt:

- In Schweizer Amtssprache oder Englisch
- Name und Adresse des Herstellers oder seiner Vertretung
- Beschreibung des Erzeugnisses
- Angewendete Vorschriften und Normen
- Name und Adresse des Unterzeichners.

## Kennzeichnung von Leuchten

	Leuchten dürfen auf brennbaren Stoffen (Entzündtemperatur > 200°C) montiert werden.
	Leuchten eignen sich für staub- und faserstaubgefährdete Bereiche
	Leuchten eignen sich in und an Möbeln aus brennbaren Stoffen (schwer- und normalentflammbar)
	Leuchten eignen sich für Montage auf Stoffen mit unbekanntem Brandverhalten
	Leuchte nur zur Montage auf nichtentflammbarer Oberfläche
	Einbauleuchte die mit Isoliermaterial abgedeckt werden darf
	Leuchte mit begrenzter Oberflächentemperatur (neues Zeichen gilt für 115 - 180°C)
	Leuchte nur für "self Shielded" Halogen-Glühlampen (Halogenglühlampen mit Glasschutz vor Lampe)
	Mindestabstand zur angestrahlten Fläche in Meter
	Vorschaltgerät zur Montage ausserhalb der Leuchte
	Ballwurfsichere Leuchte

Welche Leuchte darf wo montiert werden ?

Unterlage/ Umgebung	Leuchten	Unabhängiges Zubehör
Nicht brennbar	Alle Leuchtentypen	
Schwer- oder normal entflammbar		
Einbau in Isolation		
Möbeleinbau		
Feuergefährliche Räume		
Mit brennbarem Staub Mühlen, Schreinereie		

Legende:

- 1 Nicht genormte Kombination, Bestätigung vom Hersteller erforderlich
- 2 Nur zulässig, wenn Unterlage normal entflammbar
- 3 Nur zulässig wenn Leuchten inkl. Lampen IP 5X

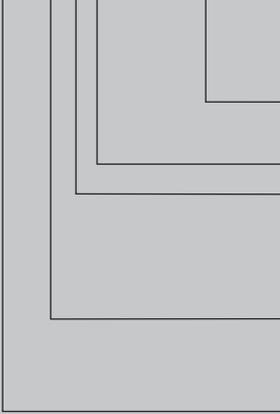
# Material - und Gerätekennezeichen

## Trafokennzeichen Neue Symbole gemäss EN 61 558-2

-  Transformator mit getrennten Wicklungen, nicht kurzschlussfest
-  Transformator mit getrennten Wicklungen, fail safe (bei Überlast oder Kurzschluss fällt Transformator dauerhaft aus)
-  Transformator mit getrennten Wicklungen bedingt kurzschlussfest (Überstromunterbrecher eingebaut)
-  Trenntransformator mit verstärkter Isolierung
-  Transformator mit getrennten Wicklungen, Sekundärspannung ist Kleinspannung
-  Steuertransformator mit getrennten Wicklungen, kurzzeitig überlastbar

## Installations- Rohrkennzeichnung gemäss EN 61 386-1

**1 X X 1 4XXX XX2X XX**



- 1 nicht flammwidrig,
- 2 flammwidrig
- Biegung: 1 starr, 2 flexibel
- Max. Temperatur:  
1 +60°C, 2 +90°C,  
3 +105°C, 4 +120°C,  
5 +150°C, 6 +250°C
- Min. Temperatur 1 +5°C,  
2 -5°C, 3 -15°C,  
4 -15°C, 5 -45°C
- Druckbelastbar:  
1 sehr leicht, 2 leicht,  
3 mittel, 4 schwer,  
5 sehr schwer

## Aderkennzeichnungen von Installationskabel

Gemäss NIN 2005 gültig für Kabel < 1000V, gilt nicht für Netzkabel  
 Übergangsfrist bis 1.4.2006  
 Gilt für steife und flexible Adern, für feste und mobile Verlegung

### 5-polige Kabel

PE	N	L1	L2	L3	
Grün-Gelb	Blau Hellblau	Braun	Schwarz	Grau	

### 4-polige Kabel

PE	L1	L2	L3	
Grün-Gelb	Braun	Schwarz	Grau	

Aderfarbe Blau darf nicht mehr als Polleiter verwendet werden.

### Steuerkabel

Bei Nummerierten Kabel ohne blaue Ader wird die kleinste Nummer als N-Leiter verwendet (NIN 5.1.4.3.5)

## Installationsmaterialkennzeichnung

Kennezeichen  
 Orange

Eigenschaften  
 Hohlwanddose für Schalter und Steckdosen in Hohlwänden

## Harmonisierung der Aderkennzeichnung von Niederspannungskabeln und -leitungen

Steife und flexible Kabel mit bis zu fünf Adern werden hauptsächlich mit Farben gekennzeichnet.

Den Aderfarben sind bestimmte Funktionen zugeordnet, wie Polleiter, Neutralleiter, Schutzleiter. Diese sind im Harmonisierungs-Dokument HD 308 normiert.

Das HD 308 S2:2001 „Kennzeichnung von Adern in Kabelleitungen und flexiblen Leitungen“ wurde am 1. 5. 2001 von Cenelec ratifiziert und ist somit seit diesem Datum auch in der Schweiz gültig. Dieses Harmonisierungsdokument wurde vom CLC/SC 64B „Elektrische Anlagen von Gebäuden: Schutz gegen thermische Einflüsse“ ausgearbeitet.

In der Schweiz wurde dieses Harmonisierungsdokument

von CES/TK 64 „Niederspannungs-Installationen“ behandelt. Der Entwurf dieses Dokumentes wurde im SEV Bulletin 23/2001 zur Kritik ausgeschrieben. Das CES/TK 64 hat dem Entwurf ohne Kommentar zugestimmt. Am 14. 12. 2001 wurde diese neue Fassung im SEV Bulletin 25/2001 als „anerkannte Regel der Technik“ publiziert. Dieses Dokument ersetzt die Ausgabe aus dem Jahr 1976. Es wurde eine Übergangsfrist bis zum 1. 4. 2006 festgelegt (Date of Withdrawal: „spätestes Datum, an dem das Vorgängerdokument zurückgezogen werden muss“). Während dieser Zeit sind also beide Normen gültig und können wahlweise angewendet werden.

## Neue Aderkennzeichnung und Geltungsbereich

Die Aderfarben und die Farbfolgen sind aus den nachstehenden Tabellen ersichtlich. Die Aderfarbe des Schutzleiters bleibt grün und gelb und jene des Neutralleiters blau. Die wesentlichste Änderung betrifft die Einführung des „grauen“ Polleiters, der einen bestehenden Polleiter mit anderer Farbe ablöst.

Neu sind diese Farben sowohl für ortsveränderliche Leitungen als auch für ortsfeste Verlegung anzuwenden. Nicht betroffen sind Kabel mit Nennspannungen grösser als 1kV und Kabel mit mehr als fünf Leitern.

## Wer ist von diesen Änderungen betroffen?

Einerseits beeinflusst diese Änderung die Niederspannungs-Installation, und andererseits müssen diese Änderung auch in den Kabelnormen berücksichtigt werden. In der Schweiz sind die diesbezüglichen Normen in der SEV 1000 „Niederspannungs-Installations-Norm (NIN)“ publiziert. Es ist vorgesehen, die Empfehlungen dieses HDs in der nächsten Ausgabe der NIN zu berücksichtigen. Grundsätzlich sind Installationen nach dem neuen

Farbschema gemäss HD 308 S2:2001 bereits seit dessen Anerkennung im Dezember 2001 zulässig. Das TK 20 übernahm in der Folge die Aufgabe, die HD 308 S2 bei den Kabelprodukten umzusetzen. Alle Niederspannungs-Kabel und -leitungen sollen zukünftig den gleichen Farbcode aufweisen. Dies gilt in allen CENELEC-Mitgliedsländern (EU-Länder, CH, usw.)

## Vorteil und Nutzen der Übergangszeit

In der revidierten SN SEV 1000:2005 (NIN) werden die harmonisierten Aderfarben nach HD 308 unter 5.2.1 Aderkennzeichnungen aufgeführt sein. Nach Ablauf der Übergangsfrist am 1. 4. 2006 muss die Produktion von Kabeln auf die neuen Aderfarben umgestellt sein. Es ist empfehlenswert, die vorhandenen

Vorräte bis zu diesem Termin aufzubauchen. Weil Installationen bereits heute nach dem neuen Farbschema ausgeführt werden können, empfiehlt das CES/TK 20 „Elektrische Kabel“ und das CES/TK 64 „Niederspannungs-Installationen“ den Kabelanbietern, diese Umstellung rasch umzusetzen.

# Vergleich der Aderkennzeichnung mit Farben – alte und neue Ausführung

Aderzahl	alt: ASE 1101.1102 Tabelle 1a (CH)	alt: ASE 1101.1102 Tabelle 2 (CENELEC)	neu: HD 308 S2
	Für feste Verlegung	Für feste oder mobile Verlegung	Für feste und mobile Verlegung
	Adern steif	Adern flexibel	Adern steif oder flexibel
	Phasenfolge / Drehsinn 		

Mit Gelb-Grünem Schutzleiter

3	sw bl ge/gr   	br bl ge/gr   	ge/gr bl br   
4	sw rt bl ge/gr    	sw br bl ge/gr    	ge/gr bl br sw (*)    
4	sw rt ws ge/gr    		ge/gr br sw gr (**)    
5	sw rt ws bl ge/gr     	sw br sw bl ge/gr     	ge/gr bl br sw gr     

Ohne Gelb-Grünem Schutzleiter

2	sw bl  	br bl  	bl br  
3	sw rt ws   	sw br bl   	br sw gr (**)   
4	sw rt ws bl    	sw br sw bl    	bl br sw gr    
5		sw br sw sw bl     	bl br sw gr sw     

(\*) Nur für bestimmte Anwendungen: Gelb-und-Grün, Blau, Braun, Schwarz

(\*\*) Nur für bestimmte Anwendungen: Blau, Braun, Schwarz

Abkürzungen für Farben: ge/gr = Gelb/Grün, bl = Blau, br = Braun, sw = Schwarz, gr = Grau, rt = Rot, ws = Weiss

Funktion	Abkürzung	Alte Aderfarben SEV	Neue Aderfarben HD 308 S2
Polleiter	L	sw Einleiter-Kabel 	sw Einleiter-Kabel 
	3L	sw rt ws Mehrleiter-Kabel   	br sw gr Mehrleiter-Kabel   
Neutralleiter	N	bl 	bl 
Schutzleiter	PE	ge/gr 	ge/gr 

## **TEHALIT**

### **Innovationen für Profis**

Hager Tehalit AG  
Ey 25  
3063 Ittigen-Bern  
Tel. 031 925 30 00  
Fax 031 925 30 05

Hager Tehalit AG  
Glattalstrasse 521  
8153 Rümlang  
Tel. 044 817 71 71  
Fax 044 817 71 75

Hager Tehalit SA  
Chemin du Petit-Flon 31  
1052 Le Mont-sur-Lausanne  
Tél. 021 644 37 00  
Fax 021 644 37 05

[www.hager-tehalit.ch](http://www.hager-tehalit.ch)  
[www.tebis.ch](http://www.tebis.ch)  
[infoch@hager.com](mailto:infoch@hager.com)

**Willkommen im e-Katalog  
auf [www.hager-tehalit.ch/e-katalog](http://www.hager-tehalit.ch/e-katalog)**



**... mehr als 9'000 Produkte online!**