

# Kapitel 13

# Regeln der Technik

## 13.2

# Repetitionen

# Personenschutz

**Verfasser:**

Hans-Rudolf Niederberger  
Elektroingenieur FH/HTL  
Vordergut 1, 8772 Nidfurn  
055 - 654 12 87

**Ausgabe:**

September 2009

**1 Schlaufenwiderstand in der Hausinstallation**

Beschreiben Sie den Schleifenwiderstand in einem Kurzschlusskreis. Machen Sie eine Skizze des Kurzschlusskreises und berechnen Sie für einen Stromkreis (Lampen-Zuleitung) mit D- Sicherung 10A den zulässigen Schlaufenwiderstand, dass der Personenschutz erfüllt ist (NIN muss verwendet werden). Welcher Leitungslänge von  $1,5mm^2$  entspricht dies?

2,76Ω

Nach der Errichtung einer Niederspannungsanlage ist unter anderem eine Messung der Schleifenimpedanz mit Netzfrequenz zur Kontrolle der Einhaltung der Abschaltbedingungen durchzuführen.

Abschaltbedingungen bei 230V im System TN (NIN 4.1.1.3.2)

Endstromkreise ≤ 32A 0,4s  
 Stromkreise > 32A 5s  
 Verteilerstromkreise 5s

**Auslösewerte von Überstromunterbrechern mit Auslösezeit ≤ 0,4 s**

Nennstrom [ A ]	DIAZED [ A ]	NH gG gL [ A ]	LS L/B [ A ]	LS V/C [ A ]	LS D/Z [ A ]
6	34	47	30	60	120
8	-	-	-	80	-
10	55	79	50	100	200
13		101	65	130	260
16	80	123	80	160	320
20	120	156	100	200	400
25	160	213	125	250	500
32/35	240	316	160	320	640
40	280	360	200	400	800
50	350	479	250	500	1000
63	510	662	315	630	1260

**Auslösewerte von Überstromunterbrechern mit Auslösezeit ≤ 5,0 s**

Nennstrom [ A ]	DIAZED träge [ A ]	NH gG gL [ A ]	LS L/B 1) [ A ]	LS V/C 1) [ A ]	LS D/Z 1) [ A ]
6	21	28	30	60	
8	-	-	-	50	-
10	38	47	50	80	100
13		60	65	90	100
16	60	70	80	100	110
20	75	85	100	150	150
25	100	118	125	170	170
32/35	150	173	160	220	220
40	160	200	200	250	250
50	220	260	250	300	300
63	280	350	315	500	500
80	380	472			
100	480	573			
125		750			
160		995			
200		1350			
250		1600			
315		2200			
400		2750			
500		3900			
630		5100			

1) Tabelle ABB- CMC

**2 Schlaufenwiderstand in der Hausinstallation**

Beschreiben Sie den Schleifenwiderstand in einem Kurzschlusskreis. Machen Sie eine Skizze des Kurzschlusskreises und berechnen Sie für einen Stromkreis (UV-Zuleitung) mit DIN- Sicherung 63A den zulässigen Schlaufenwiderstand, dass der Personenschutz erfüllt ist (NIN darf nicht verwendet werden).

0,4337Ω

Nach der Errichtung einer Niederspannungsanlage ist unter anderem eine Messung der Schleifenimpedanz mit Netzfrequenz zur Kontrolle der Einhaltung der Abschaltbedingungen durchzuführen.

Abschaltbedingungen bei 230V im System TN (NIN 4.1.1.3.2)

Endstromkreise ≤ 32A 0,4s  
 Stromkreise > 32A 5s  
 Verteilerstromkreise 5s

**Auslösewerte von Überstromunterbrechern mit Auslösezeit ≤ 0,4 s**

Nennstrom [ A ]	DIAZED [ A ]	NH gG gL [ A ]	LS L/B [ A ]	LS V/C [ A ]	LS D/Z [ A ]
6	34	47	30	60	120
8	-	-	-	80	-
10	55	79	50	100	200
13		101	65	130	260
16	80	123	80	160	320
20	120	156	100	200	400
25	160	213	125	250	500
32/35	240	316	160	320	640
40	280	360	200	400	800
50	350	479	250	500	1000
63	510	662	315	630	1260

**Auslösewerte von Überstromunterbrechern mit Auslösezeit ≤ 5,0 s**

Nennstrom [ A ]	DIAZED träge [ A ]	NH gG gL [ A ]	LS L/B 1) [ A ]	LS V/C 1) [ A ]	LS D/Z 1) [ A ]
6	21	28	30	60	
8	-	-	-	50	-
10	38	47	50	80	100
13		60	65	90	100
16	60	70	80	100	110
20	75	85	100	150	150
25	100	118	125	170	170
32/35	150	173	160	220	220
40	160	200	200	250	250
50	220	260	250	300	300
63	280	350	315	500	500
80	380	472			
100	480	573			
125		750			
160		995			
200		1350			
250		1600			
315		2200			
400		2750			
500		3900			
630		5100			

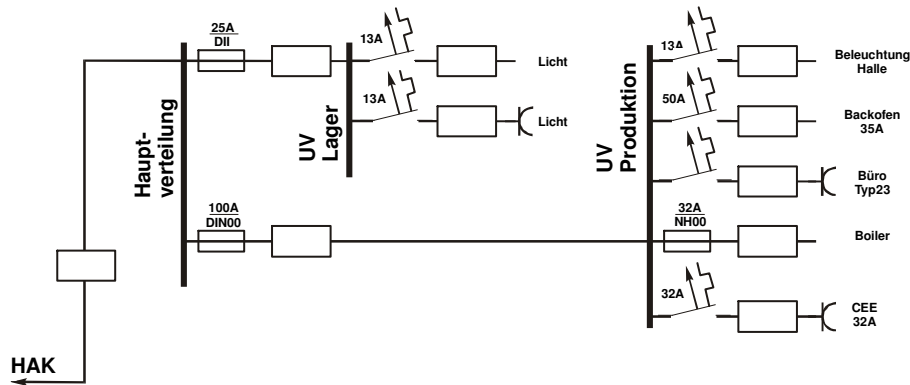
2) Tabelle ABB- CMC

### 3 Auslösezeiten Überstromunterbrecher und RCD-Schutz

Tragen Sie die richtigen Werte:  $0,4s$ ,  $5s$  und  $RCD$  oder Kombinationen in die entsprechenden Kästchen ein!

Auswahl:

0,4     5     RCD



Wann ist die automatische Abschaltung im Fehlerfall innert  $5s$  vorzusehen?

**Steckdosen > 32A und Verteilerstromkreise  $\geq$  32A müssen  
 im Fehlerfall innert 5s abschalten.**

Wann ist die automatische Abschaltung im Fehlerfall innert  $0,4s$  vorzusehen?

**Steckdosen  $\leq$  32A und Verteilerstromkreise < oder gleich  
 32A müssen  
 innert 0,4 Sekunden im Fehlerfall abschalten.**

Wann müssen Abgänge ab einer SK mit FI geschützt sein?

**Steckdosen < oder gleich 32A müssen mittels FI geschützt  
 werden.**

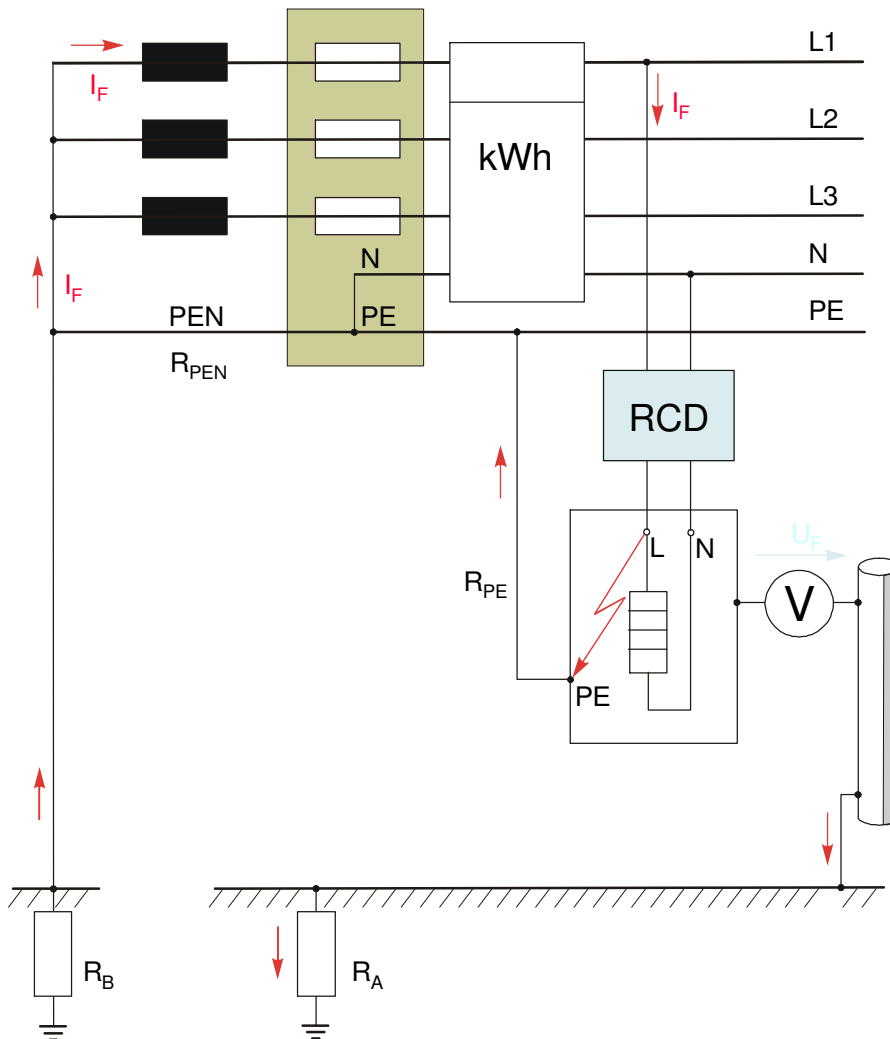
Wann kann bei einem Abgang ab einer SK auf den FI-Schutz verzichtet werden?

**Steckdosen welche nicht frei zugänglich sind und Leitungen  
 > 32A brauchen keinen FI!**

#### 4 Netzfehler ohne Schutzpotentialausgleich

Der Schutzpotentialausgleich ist eine Teilmassnahme für den Schutz vor dem elektrischen Schlag. Der genannte Potentialausgleich verbindet in einer Verbraucheranlage den Fundamenterder über die Haupterdungsschleife mit allen fremden leitfähigen Teilen sowie dem PE- oder PEN-Leiter des EVU-Netzes.

Zu den leitfähigen Teilen gehören z.B. metallene Rohrleitungen für Gas und Wasser, Zentralheizungsanlagen und Metallteile der Gebäudekonstruktion. Wie wird durch den Schutzpotentialausgleich erreicht, dass im Fehlerfall bis zum Abschaltmoment durch die Schutzeinrichtung sowie beim Versagen der angewandten Schutzmassnahmen keine Gefährdung des Menschen durch einen Stromschlag besteht?



Ohmscher Leitungswiderstand vom Transformator bis zum Betriebsmittel

$$R_L = 0,7\Omega$$

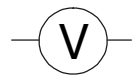
Schutzleiter und PEN-Leiter

$$R_{PE} = 0,05\Omega$$

$$R_{PEN} = 0,65\Omega$$

$$R_B = 1,1\Omega$$

$$R_A = 0,7\Omega$$



Widerstand des Messgerätes

$$R_M = \infty\Omega$$

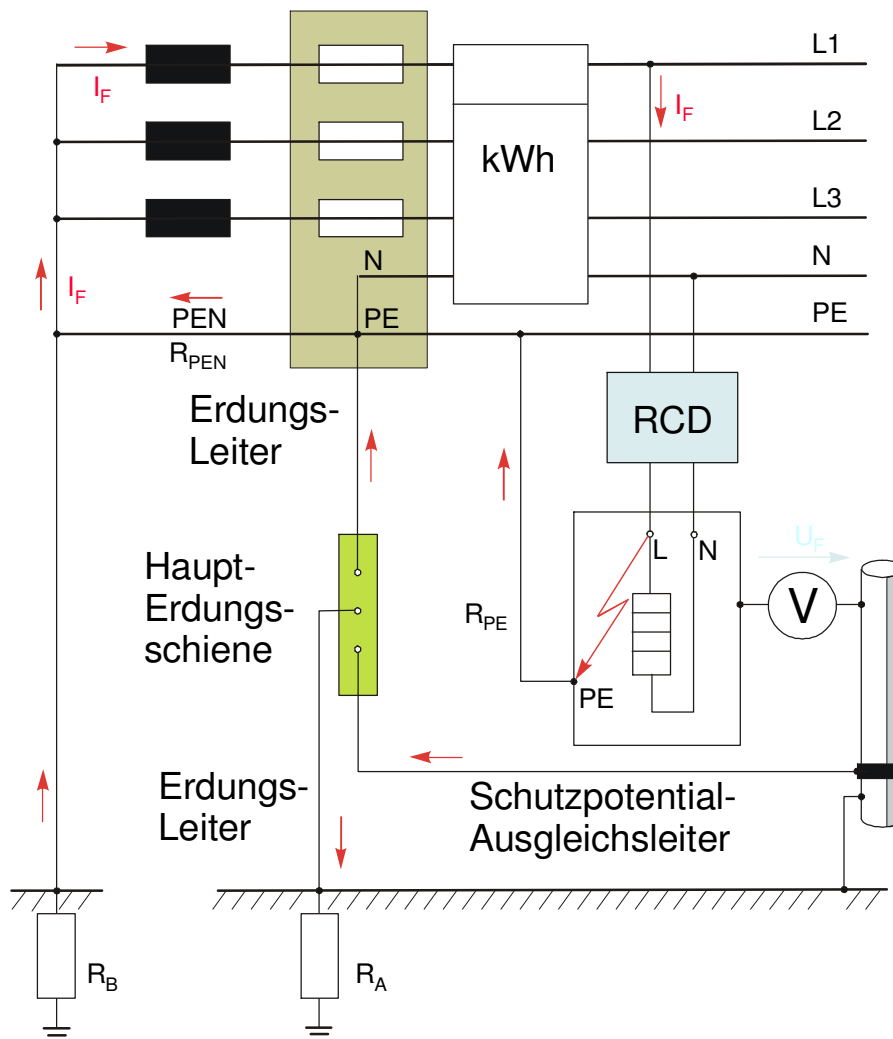
Der angegebene Stromlaufplan gibt in vereinfachter Darstellung die Verbraucheranlage ohne Schutzpotentialausgleich (SPA) an. Als Schutzmassnahme wird die automatische Abschaltung der Stromversorgung im Fehlerfall durch einen Fehlerstromschutzschalter eingesetzt.

- Erarbeiten Sie für den Fehlerfall das Ersatzschaltbild des Fehlerkreises.
- Berechnen Sie den Fehlerstrom ( $I_F$ ) im Fehlerfall!
- Ermitteln Sie die Berührungsspannung ( $U_F$ ) im Fall des Isolationsfehlers!

## 5 Netzfehler mit Schutzpotentialausgleich

Der Schutzpotentialausgleich ist eine Teilmassnahme für den Schutz vor dem elektrischen Schlag. Der genannte Potentialausgleich verbindet in einer Verbraucheranlage den Fundamenterder über die Haupterdungsschiene mit allen fremden leitfähigen Teilen sowie dem PE- oder PEN-Leiter des EVU-Netzes.

Zu den leitfähigen Teilen gehören z.B. metallene Rohrleitungen für Gas und Wasser, Zentralheizungsanlagen und Metallteile der Gebäudekonstruktion. Wie wird durch den Schutzpotentialausgleich erreicht, dass im Fehlerfall bis zum Abschaltmoment durch die Schutzeinrichtung sowie beim Versagen der angewandten Schutzmassnahmen keine Gefährdung des Menschen durch einen Stromschlag besteht?



Ohmscher  
Leitungswiderstand  
vom Transformator bis  
zum Betriebsmittel

$$R_L = 0,7\Omega$$

Schutzleiter und  
PEN-Leiter

$$R_{PE} = 0,05\Omega$$

$$R_{PEN} = 0,65\Omega$$

$$R_B = 1,1\Omega$$

$$R_A = 0,7\Omega$$



Widerstand des  
Messgerätes

$$R_M = \infty\Omega$$

Der angegebene Stromlaufplan gibt in vereinfachter Darstellung die Verbraucheranlage mit Schutzpotentialausgleich (SPA) an. Als Schutzmassnahme wird die automatische Abschaltung der Stromversorgung im Fehlerfall durch einen Fehlerstromschutzschalter eingesetzt.





- Erarbeiten Sie für den Fehlerfall das Ersatzschaltbild des Fehlerkreises.
- Berechnen Sie den Fehlerstrom ( $I_F$ ) im Fehlerfall!
- Ermitteln Sie die Berührungsspannung ( $U_F$ ) im Fall des Isolationsfehlers!
- Welche Schlussfolgerung ziehen Sie, wenn Sie die Resultate mit der Aufgabe 4 vergleichen?





TD 13 2 101  (18-39)	Frage Wie gross darf die Fehlerspannung in Hausinstallationen maximal sein?  Beschreiben Sie den Begriff: - Fehlerspannung und - Berührungsspannung.	Vorschrift Literatur  F2.3 2.2.1.17 2.1.2.2	Antwort 50V AC, bei höheren Spannungen maximal 0,4s bzw. 5 Sekunden.  Die Fehlerspannung ist die Spannung die bei einem Isolationsfehler zwischen der neutralen Erde und einem Körper auftritt  Die Berührungsspannung, ist die Spannung die zwischen gleichzeitig berührbaren Teilen während eines Isolationsfehlers auftritt.
-------------------------------------	---	--	---

TD 13 2 102  (18-09) S3 E05	Frage Wie gross darf der Berührungsstrom (Körperstrom) im Maximum sein?	Vorschrift Literatur  2.1.3.7 4.1.1.3 F2.8.3	Antwort maximal 0,5mA bei 50Hz  Definition des Körperstromes  $U_N$ Nennspannung $I_b$ Berührungsstrom $U_b$ Berührungsspannung $t_{aus}$ Ausschaltzeit des $\ddot{U}u$
--	--	---	---



TD 13 2 103	Frage Welche Maximale Spannung, kann als nicht gefährlich bezeichnet werden?	Vorschrift Literatur  4.1.4.2	Antwort Spannungsbereich I  50VAC bei 50Hz 120VDC
----------------------	---	--	---

TD 13 2 104  (2-02)  E05 M04 M05	Frage Unter welchen Bedingungen gilt der Grundsatz betreffend Personenschutz als erfüllt?	Vorschrift Literatur  4.1.1	Antwort Betriebsspannung max. 50VAC  oder Berührungsstrom < 0,5mA  Fehlerspannung < 50V  Bei Fehler- > 50V $t \leq 0,4s$ bzw. $\leq 5s$
---	--	--------------------------------------	--

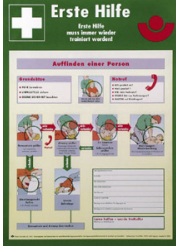



TD	Frage	Vorschrift Literatur	Antwort
13 2 104	Zähle 4 Massnahmen auf, welche gefährliche Fehler- und Berührungsspannungen, sowie gefährliche Berührungsströme verhindern!	4.1	 Sonderisolierung  Isolierter Standort  Fehlerstromschutzschaltung  Schutztrennung
s3	(Zeichnen Sie zu Schtzmassnahmen ein zugehöriges Zeichnungssymbol auf „wenn vorhanden“)		
E05 M03 M04 M05			

TD	Frage	Vorschrift Literatur	Antwort
13 2 105	Zähle 3 weitere Massnahmen auf, welche gefährliche Fehler- und Berührungsspannungen, sowie gefährliche Berührungsströme verhindern!	4.1	 PA Potentialausgleich ZPA Zusätzlicher PA  Erdanschluss  Armierung Fundamenterder  Leiter als Fundamenterder
s3	(Zeichnen Sie zu Schtzmassnahmen ein zugehöriges Zeichnungssymbol auf „wenn vorhanden“)		
E05 M03 M04 M05			

TD	Frage	Vorschrift Literatur	Antwort
13 2 106	Was für Schutzklassen kennen Sie und wo werden sie angewendet?	2.2.1.49	Schutzklasse 0 kein Schutz bei indirekter Berührung Schutzklasse I Erdanschluss Schutzklasse II Zweite (doppelte) Isolierung Schutzklasse III Anschluss an SELV und PELV
(18-08)			

TD	Frage	Vorschrift Literatur	Antwort
13 2 107	Was muss an den Türen von elektrischen Betriebsräumen angebracht werden?	4.1.2.1 B+E	- Verbotsschilder (A) an Türen elektrischer Betriebsräume  - - Warnzeichen (B) in der Nähe spannungsführender Teile 







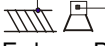

<p>TD 13 2 108</p>	<p>Frage Nennen Sie zwei Orte, wo Anleitungen zur Hilfestellung bei Stromunfällen anzubringen sind!</p> <p>Erste Hilfe</p> 	<p>Vorschrift Literatur 4.1.2.1</p>	<p>Antwort Anleitungen zur Hilfestellung: - Elektrische Betriebsräume - Maschinenräumen von Aufzugsanlagen - Industriebetrieben mit Nennspannungen &gt;300V gegen Erde - Gewerbebetriebe mit Nennspannungen &gt;300V gegen Erde</p> 
<p>TD 13 2 109</p>	<p>Frage In welcher Zeit muss die Fehlerspannung in Hausinstallationen abgeschaltet werden?</p>  Schutzklasse I sind geerdete fest angeschlossene Geräte und Steckdosenstromkreise	<p>Vorschrift Literatur 4.1.3.1.3.4</p>	<p>Antwort 0,4 Sekunden für alle Endstromkreise kleiner 32A bzw. der Schutzklasse I</p>  5 Sekunden für alle Endstromkreise grösser gleich 32A und Verteilerstromkreise
<p>TD 13 2 110  (17-07)</p>	<p>Frage Wie kann der Personenschutz bzw. die Einhaltung der Nullungsart TN-S überprüft werden?</p>	<p>Vorschrift Literatur 6.1.3.3.1 B+E</p>	<p>Antwort Isolationmessung</p>
<p>TD 13 2 111</p>	<p>Frage Was bedeutet Schutztrennung? Nennen Sie Beispiele bzw. Geräte um Schutztrennung zu erreichen!</p>	<p>Vorschrift Literatur 4.1.3.5 4.1.4.1.2</p>	<p>Antwort Durch Schutztrennung eines einzelnen Stromkreises sollen Gefahren beim Berühren von Körpern vermieden werden, die durch einen Fehler in der Grundisolation des Stromkreises unter Spannung gesetzt werden können.</p> <p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherheitstransformatoren (SELV, PELV)</li> <li>- Trennumformer</li> <li>- Motorgeneratoren mit genügend Isolation</li> <li>- Relais, Schützen</li> <li>- Hilfsschalter</li> </ul>

TD	Frage	Vorschrift Literatur	Antwort
13 2 112	Bis zu welcher Spannung dürfen für Niedervolt- Beleuchtungsanlagen blanke Leiter verwendet wer- den?	4.1.4.1.4.3	>25VAC >60VDC
(12-31)			


TD	Frage	Vorschrift Literatur	Antwort
13 2 113	Welche Art Kleinspannungsanlage, SELV oder PELV darf nicht mit dem Schutzleiter verbunden werden?	4.1.4.1.4.1	<b>SELV</b>  Aktive Teile von Stromkreisen für SELV dürfen nicht mit Erde oder mit Aktiven Teilen oder mit Schutzleitern anderer Stromkreise verbunden sein.

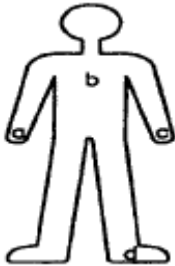
TD	Frage	Vorschrift Literatur	Antwort
13 2 114	In welcher Zeit muss das Überstromschutzorgan eines Steckdosenstromkreises im Fehlerfall aus- schalten?	4.1.3.1.3.3 4.1.3.1.3.5	$\leq 0,4 s$  Festangeschlossene Betriebsmittel $\leq 5 s$
(10-27) E05			

TD	Frage	Vorschrift Literatur	Antwort
13 2 115	Nennen Sie drei Massnahmen, um den Berüh- rungsstrom genügend klein zu halten!	4.1.2 4.1.3 4.1.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonderisolierung, Schutzklasse II </li> <li>• Isolierter Standort, Schutz durch nichtleitende Räume </li> <li>• Schutztrennung, </li> <li>• Fehlerstromschutzschalter </li> </ul>
E00	Das richtige Symbol ist zusätzlich zu zeichnen.		

TD	Frage	Vorschrift Literatur	Antwort
13 2 116 E00	Nennen Sie drei Massnahmen, welche die Fehler- spannung begrenzen oder abschalten!  Das richtige Symbol ist zusätzlich zu zeichnen.	4.1.2 4.1.3 4.1.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erder </li> <li>• Erdung, Potentialausgleich </li> <li>• Nullung, Abschaltung (Leitungsschutz)</li> </ul>

TD	Frage	Vorschrift Literatur	Antwort
13 2 117	Warum werden in Installationen Schutzpotential- ausgleichsleiter (SPA) verlegt?		Damit die Berührungsspannungen im Fehlerfall klein gehalten werden können.

TD	Frage	Vorschrift Literatur	Antwort
13 2 118	Wie hoch ist die Prüfspannung bei Schutzisolie- rung und wie sieht das Kennzeichen der Schutz- isolierung aus?		Die Prüfspannung beträgt 2'000V    Geräte welche Schutzisoliert sind gelten als berührungssicher.

TD	Frage	Vorschrift Literatur	Antwort
13 2 119	Der gefährliche Körperstrom ist von:  		<ul style="list-style-type: none"> <li>a) a nach b</li> <li>b) a nach c</li> <li>c) c nach d</li> <li>d) a nach d</li> </ul> <p>a nach c</p> <p>Der gefährliche Körperstrom führt über das Herz!</p>

<p>TD 13 2 120</p>	<p>Frage Bezogen auf die Stromstärke und deren Einwirkdauer bezeichnet man als Wahrnehmbarkeitsschwelle den Diagrammverlauf bei:</p>	<p>Vorschrift Literatur</p>	<p>Antwort ①</p>									
<p>TD 13 2 121</p>	<p>Frage Welche Abschaltzeiten bei einem Kurzschluss sind nach NIN gefordert?</p>	<p>Vorschrift Literatur NIN 4.1.1.3.2</p>	<p>Antwort Abschaltbedingungen bei 230V im System TN</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Endstromkreise</td> <td>≤ 32 A</td> <td>0,4s</td> </tr> <tr> <td>Stromkreise</td> <td>&gt; 32 A</td> <td>5s</td> </tr> <tr> <td>Verteilerstromkreise</td> <td></td> <td>5s</td> </tr> </table>	Endstromkreise	≤ 32 A	0,4s	Stromkreise	> 32 A	5s	Verteilerstromkreise		5s
Endstromkreise	≤ 32 A	0,4s										
Stromkreise	> 32 A	5s										
Verteilerstromkreise		5s										