

# Vorbereitungsmappe zur Lehrabschlussprüfung

Hauptmodul:  
Elektro- und Gebäudetechnik

---



*Autoren: Ing. Gerhard Graf, Ing. Karl Köstlbauer*

6. Auflage, 2023

Der Inhalt dieses Dokumentes ist urheberrechtlich geschützt. Es ist verboten, den Inhalt oder Teile daraus zu vervielfältigen, weiterzugeben, zu verändern oder zu veröffentlichen. Dies gilt insbesondere für jede Art der Vervielfältigung, der Übersetzung, der Speicherung auf Datenträgern zu kommerziellen Zwecken, sowie für die Verbreitung und Einspeicherung in elektronische Medien wie z. B. Internet, USB-Speichermedien, Smartphone oder CD Rom.

Logo: shutterstock.com

**Bestellmöglichkeit:** [www.e-lap.at](http://www.e-lap.at)

Das vorliegende Buch dient zu Vorbereitung auf das Fachgespräch bei der Lehrabschlussprüfung im modularen Lehrberuf

### **“Elektrotechnik - Elektro- und Gebäudetechnik”.**

Die Themen wurden auf Bundesebene zusammengestellt und dienen als Grundlage für eine **einheitliche Prüfung in Österreich**. Sie stellen das Gerüst und den Leitfaden zur Gestaltung des Fachgespräches dar.

Zu den Hauptthemen gibt es eine Unterteilung in Unterthemen und somit eine ganzheitliche Zusammenstellung des Stoffgebietes.

Alle für das Fachgespräch relevanten Stoffgebiete sind hier bearbeitet und schaffen so einen Überblick für die Prüfung.

Anhand der Unterthemen (Fragen) kann man erkennen, welche Bereiche für das jeweilige Thema wichtig sind.

Das Durcharbeiten des ganzen Themenbereiches ist notwendige Voraussetzung für das Bestehen der Lehrabschlussprüfung.

Innerhalb der Prüfungsgebiete sind die jeweiligen Hauptthemen mit Prioritäten (1 bis 3) versehen.

Diese haben folgende Bedeutung:

1. **Priorität 1:** K.O. -Kriterien (unbedingt notwendiges Wissen für den positiven Abschluss der Prüfung)
2. **Priorität 2:** Normalanforderungen
3. **Priorität 3:** Einsatzgebiete, für eine zweifelsfreie Bewertung

Sollten Aufgabenstellungen mit der Priorität 1 nicht gelöst werden können, ist das Fachgespräch als nicht bestanden zu beurteilen.

Natürlich ist auch ausreichendes Wissen zu allen Themen notwendig, um das Fachgespräch positiv abzuschließen.

Selbstverständlich können auch andere Themen bei der Lehrabschlussprüfung herangezogen werden. Dies liegt im Ermessen der Prüfungskommission.

Es können aber auch landesspezifische Themen (bedingt durch die einzelnen EVUs) in das Fachgespräch einfließen.

Diese Vorbereitungsmappe dient als ein “Roter Faden” zur Prüfungsvorbereitung für den Kandidaten.

Die neue ÖVE E8101 wurde bereits berücksichtigt!

Viel Erfolg wünschen die

Autoren

|  |           |
|--|-----------|
| VORWORT  | 3         |
| INHALTSVERZEICHNIS   | 4         |
| <b>SCHUTZMAßNAHMEN</b>   | <b>6</b>  |
| DAS 3-STUFIGE ELEKTROSCHUTZKONZEPT   | 6         |
| N U L L U N G  | 8         |
| FI – SCHUTZSCHALTUNG (FEHLERSTROM-SCHUTZSCHALTUNG)                             | 13        |
| ZUSÄTZLICHER SCHUTZ (ZUSATZSCHUTZ)   | 18        |
| BRANDSCHUTZ  | 20        |
| ERDUNG – FUNDAMENTERDER  | 21        |
| POTENZIALAUSGLEICH - POTENZIALSTEUERUNG  | 24        |
| ÜBERPRÜFUNG ELEKTRISCHER SCHUTZMAßNAHMEN                                       | 27        |
| GEFAHREN UND WIRKUNGEN DES ELEKTRISCHEN STROMES                                | 31        |
| GESETZE UND BESTIMMUNGEN   | 32        |
| SICHERHEITSREGELN  | 35        |
| VERMEIDUNG VON UNFÄLLEN – GEFAHRENUNTERWEISUNG                                 | 36        |
| GEBOTS-, VERBOTS- UND WARNZEICHEN  | 38        |
| NETZFORMEN (NETZSYSTEME)   | 39        |
| KURZ-, KÖRPER- UND ERDSCHLUSS  | 41        |
| FEHLERSPANNUNG – BERÜHRUNGSSPANNUNG  | 42        |
| GERÄTE – SCHUTZKLASSEN   | 43        |
| HANDBEREICH  | 44        |
| SCHUTZISOLIERUNG   | 45        |
| KLEINSPANNUNG (ELV: EXTRA-LOW-VOLTAGE)   | 46        |
| SCHUTZTRENNUNG   | 49        |
| ISOLATIONSÜBERWACHUNGSSYSTEM   | 50        |
| ERDERSPANNUNGEN  | 51        |
| <b>INSTALLATIONSTECHNIK</b>  | <b>52</b> |
| LEITUNGSSCHUTZ, KURZSCHLUSSSCHUTZ, ÜBERLASTUNGSSCHUTZ                          | 52        |
| ÜBERPRÜFEN ELEKTRISCHER ANLAGEN  | 58        |
| GRUNDREGELN BEI ELEKTROINSTALLATIONEN  | 63        |
| SCHUTZARTEN  | 64        |
| AUSWAHL VON BETRIEBSMITTELN UND MATERIAL IN ABHÄNGIGKEIT DER ÄUßEREN EINFLÜSSE | 66        |
| ÜBERSPANNUNGSSCHUTZ  | 67        |
| LEITUNGEN FÜR FESTE VERLEGUNG  | 69        |
| BEWEGLICHE LEITUNGEN   | 70        |
| ERDKABEL   | 71        |
| LEITUNGSVERLEGUNG UND LEITUNGSBEMESSUNG  | 72        |
| SCHALTER UND STECKVORRICHTUNGEN  | 74        |
| ROHRE, INSTALLATIONSKANÄLE   | 77        |
| HAUSANSCHLUSS  | 79        |
| ZÄHLERVERTEILERSCHRÄNKE  | 81        |
| INSTALLATION VOR DER MESSEINRICHTUNG   | 82        |
| MESSEINRICHTUNG  | 83        |
| INSTALLATION NACH DER MESSEINRICHTUNG  | 84        |
| TARIFSTEUER- UND SCHALTGERÄTE  | 85        |
| RÄUME UND ORTE MIT BADEWANNE ODER DUSCHE                                       | 86        |
| FEUCHTE UND NASSE BEREICHE BZW. RÄUME  | 88        |
| ANLAGEN IM FREIEN  | 89        |
| RÄUME UND KABINEN MIT SAUNAHEIZANLAGEN   | 90        |
| SCHWIMMBECKEN UND SPRINGBRUNNEN  | 92        |
| BRANDGEFÄHRDETE RÄUME  | 93        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>BAUSTELLEN</b>  | <b>94</b>  |
| <b>GARAGEN, ARBEITSGRUBEN UND UNTERFLURANLAGEN</b>   | <b>95</b>  |
| <b>ELEKTRISCHE ANLAGEN VON LANDWIRTSCHAFTLICHEN UND GARTENBAULICHEN BETRIEBSSTÄTTEN</b>                      | <b>96</b>  |
| <b>INSTALLATIONSBESTIMMUNGEN FÜR BRENNBARE BAUSTOFFE UND HOHLWÄNDE</b>                                       | <b>97</b>  |
| <b>MÖBEL</b>   | <b>98</b>  |
| <b>BELEUCHTUNGSANLAGEN IM FREIEN</b>   | <b>99</b>  |
| <b>LUFTDICHTHE ELEKTROINSTALLATION</b>   | <b>99</b>  |
| <b>DOKUMENTATION EINER ELEKTRISCHEN ANLAGE (ANLAGENBUCH)</b>   | <b>100</b> |
| <b>ISOLATIONSPRÜFUNG</b>   | <b>101</b> |
| <b>ERDUNGSANLAGEN</b>  | <b>102</b> |
| <b>STÖRUNGSSUCHE IN ELEKTRISCHEN ANLAGEN</b>   | <b>104</b> |
| <b>ERSATZSTROMVERSORGUNGEN</b>   | <b>105</b> |
| <b>EXPLOSIONSGEFÄHRDETE RÄUME</b>  | <b>106</b> |
| <b>BLITZSCHUTZ</b>   | <b>107</b> |
| <br>   |            |
| <b>GERÄTE, MASCHINEN UND ANLAGENTECHNIK</b>  | <b>112</b> |
| <hr/>  |            |
| <b>ELEKTROTECHNISCHE KURZZEICHEN</b>   | <b>112</b> |
| <b>ANSCHLUSS EINES WECHSEL- UND DREHSTROMMOTORS</b>  | <b>113</b> |
| <b>ANLASSMÖGLICHKEITEN UND DREHZAHLSSTEUERUNGEN</b>  | <b>117</b> |
| <b>LEISTUNGSSCHILDANGABEN</b>  | <b>118</b> |
| <b>MOTORSCHUTZSCHALTER</b>   | <b>119</b> |
| <b>SCHÜTZ</b>  | <b>120</b> |
| <b>TRANSFORMATOREN</b>   | <b>122</b> |
| <b>MESSBEREICHSERWEITERUNG – STROMWANDLER</b>  | <b>125</b> |
| <b>PRÜFUNG INSTANDGESETZTER HAUSHALTSGERÄTE (ORTSVERÄNDERLICHER VERBRAUCHER)</b>                             | <b>126</b> |
| <b>STRUKTURIERTE VERKABELUNG</b>   | <b>129</b> |
| <b>GALVANISCHE ELEMENTE UND AKKUMULATOREN</b>  | <b>131</b> |
| <b>PHASENKOMPENSATION</b>  | <b>133</b> |
| <b>LEISTUNGEN IM DREHSTROMKREIS BEI LEITER- ODER STRANGAUSFALL</b>   | <b>134</b> |
| <b>DREHSTROMMOTOR AM EINPHASENNETZ</b>   | <b>135</b> |
| <b>BETRIEBSARTEN ELEKTRISCHER MASCHINEN</b>  | <b>136</b> |
| <b>LICHTTECHNISCHE GRUNDGRÖßEN</b>   | <b>137</b> |
| <b>LAMPENTYPEN</b>   | <b>138</b> |
| <b>STROMKREISE FÜR NIEDERVOLTlampEN</b>  | <b>143</b> |
| <b>SCHALTUNG VON LEUCHTSTOFFlampEN</b>   | <b>144</b> |
| <b>GRUNDLEGENDE EIGENSCHAFTEN VERSCHIEDENER GASENTLADUNGSLAMPEN</b>  | <b>145</b> |
| <b>GRUNDLEGENDES ÜBER FLUCHTWEG- UND SICHERHEITSBELUCHTUNGEN</b>   | <b>148</b> |
| <b>ELEKTROWÄRMERGEGERÄTE</b>   | <b>149</b> |
| <b>HEIßWASSERBEREITUNG</b>   | <b>150</b> |
| <b>HEIZUNGSANLAGEN – STEUERUNG UND REGELUNG</b>  | <b>151</b> |
| <b>PHOTOVOLTAIK</b>  | <b>152</b> |
| <b>BRANDMELDEANLAGEN – LEITUNGSINSTALLATIONSBESTIMMUNGEN</b>   | <b>154</b> |
| <b>MINDESTAUSSTATTUNG - MÖGLICHKEITEN EINER KNX-ANLAGE</b>   | <b>155</b> |
| <b>SPS-KLEINSTEUERUNGEN</b>  | <b>156</b> |
| <br>   |            |
| <b>ANHANG</b>  | <b>157</b> |
| <hr/>  |            |
| <b>MINDESTAUSSTATTUNG NACH ÖVE/ÖNORM 8015</b>  | <b>157</b> |
| <b>AUSWAHL VON FEHLERSTROMSCHUTZSCHALTER</b>   | <b>158</b> |
| <b>ÜBERSICHTSTABELLE ZUR ÜBERPRÜFUNG DER SCHUTZMAßNAHMEN NULLUNG, FI-SCHUTZSCHALTUNG SOWIE ZUSATZSCHUTZ.</b> | <b>159</b> |
| <b>BILDZEICHEN:</b>  | <b>160</b> |

# Schutzmaßnahmen

## Das 3-stufige Elektroschutzkonzept

OVE 8101 Teil 4

Priorität: 1

### Erkläre das 3-stufige Elektroschutzkonzept!

Um eine hohe Sicherheit zu erreichen, wurde speziell in Österreich ein System der 3-fachen Sicherheit entwickelt.

Dieses besteht aus:

- Basisschutz
- Fehlerschutz
- Zusätzlicher Schutz (Zusatzschutz)

Der **Basisschutz** soll das Berühren von Teilen, die Betriebsspannung führen, verhindern (direktes Berühren).

Der **Fehlerschutz** soll das Auftreten von Spannungen an Gehäusen und Geräten, wenn die Basisisolierung defekt ist, verhindern (Schutz bei indirektem Berühren).

Der **zusätzliche Schutz** soll bei Versagen von Basis- und Fehlerschutz wirksam werden.

|   |  |
|---|--|
| <b>3. zusätzlicher Schutz (Zusatzschutz)</b><br>soll bei Versagen von Basis- und Fehlerschutz vor gefährlichem elektrischen Schlag schützen | Fehlerstromschutzschalter mit $I_{\Delta N} \leq 30\text{mA}$<br>Potentialausgleich  |
| <b>2. Fehlerschutz</b><br>soll bei einem Isolationsfehler zwischen aktivem Leiter und dem Körper wirksam werden.                            | Nullung<br>Schutzisolierung<br>Schutz- und Funktionskleinspannung<br>Schutztrennung<br>Fehlerstrom-Schutzschaltung<br>Isolationsüberwachungssystem<br>Überstrom-Schutzerdung |
| <b>1. Basisschutz</b><br>verhindert das Berühren aktiver Bauteile   | Basisisolierung<br>Abdeckung<br>Montage außer Handbereich  |

## **Wie erzielt man den Basisschutz?**

Es müssen alle aktiven Leiter (leitende Teile, die Betriebsspannung führen) im gesamten Verlauf isoliert sein oder durch Bauart, Lage, Anordnung von Schutzvorrichtungen gegen direktes Berühren geschützt sein.

Der Schutz gegen Berührung kann erreicht werden durch:

- Isolierung
- Abdeckung (Gehäuse)
- Montage außer Handbereich

Isolierstoffe werden hauptsächlich bei Leitungen angewandt.

Wird durch Luft isoliert (Heizspiralen, Verteilern, Anschlussklemmen), so muss durch Abdeckungen isoliert werden.

Die Montage von aktiven Leitern außerhalb des Handbereiches ist ebenfalls ein Berührungsschutz (Freileitungen).

Die Betriebsisolierung muss immer vor starker Erwärmung und mechanischer Beschädigung geschützt werden.

Dazu ist die richtige Auswahl der Geräte und der Leitungen notwendig:

Leitungen richtig absichern, verlegen, usw.

Geräte entsprechend der Beanspruchung auswählen

Gewisse Überzüge (Lack, Email, usw.) gelten nicht als ausreichender Schutz gegen Berührung.

## **Was versteht man unter Fehlerschutz ?**

Darunter versteht man alle Maßnahmen zum Schutz von Personen und Nutztieren vor Gefahren, die sich beim einfachen Isolationsfehler aus einer Berührung mit berührbaren oder fremden, leitfähigen Teilen ergeben können.

## **Wie erreicht man einen Fehlerschutz ?**

Der Fehlerschutz kann durch folgende Schutzmaßnahmen erreicht werden:

- Schutzisolierung
- Schutz- und Funktionskleinspannung
- Schutztrennung
- Nullung
- FI-Schutzschaltung
- Isolationsüberwachungssystem

## **Was versteht man unter Zusatzschutz ?**

Der Zusatzschutz ist eine ergänzende Maßnahme zum Verringern der Gefahren für Personen und Nutztiere, die sich ergeben können, wenn sowohl Basis- als auch Fehlerschutz versagen.

## **Wie wird der Zusatzschutz erreicht ?**

Der Zusatzschutz wird erreicht durch:

- FI-Schutzschalter  $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$
- Zusätzlichen Potenzialausgleich

## **Wie wird die Schutzmaßnahme Nullung hergestellt?**

Bei der Schutzmaßnahme Nullung werden die Gehäuse der zu schützenden Betriebsmittel mit dem PEN-Leiter verbunden.

Der PEN-Leiter ist im Netz oft geerdet und wird in der Verbrauchieranlage mit dem Potenzialausgleich verbunden.

Bei Leitungsquerschnitten unter  $10 \text{ mm}^2$  muss der PEN-Leiter in einem PE-Leiter und einen N-Leiter aufgeteilt werden.

Der Mindestquerschnitt für den PEN-Leiter beträgt daher  $10 \text{ mm}^2$ .

Sowohl der PEN-Leiter als auch der PE-Leiter sind grün/gelb gekennzeichnet. Der PEN-Leiter muss **zusätzlich** an den Leitungsenden mit blau gekennzeichnet werden.

Der Hauptpotenzialausgleich muss mit einer Erdungsanlage mit angemessener Erderwirkung verbunden sein (z.B. Fundamenterder).

Wenn dies nicht der Fall ist, so ist eine Erdungsanlage mit folgendem Mindestausmaß nachzurüsten:

- Horizontalerder mit mindestens 10 m Länge oder
- Vertikalerder mit mindestens 4,5 m Länge oder
- Gleichwertige Erderkombination

## **Wie funktioniert die Schutzmaßnahme Nullung?**

Bei einem Körperschluss in einem Betriebsmittel an beliebiger Stelle des Netzes, muss gewährleistet sein, dass der Fehlerstrom die automatische Abschaltung der vorgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtung bewirkt.

Ein besonderer Vorteil der Nullung besteht darin, dass die Fehlerspannung bis zur Ausschaltung des fehlerhaften Anlageteils relativ gering ist (max. die halbe Nennspannung, im Allgemeinen noch wesentlich weniger!).

## **Welche Bedingungen müssen bei der Schutzmaßnahme Nullung erfüllt werden?**

Es müssen 3 Bedingungen erfüllt werden:

- Ausschaltbedingung
- Erdungsbedingung
- Verlegungsbedingung



## Was besagt die Ausschaltbedingung?

Fehlerhafte Stromkreise müssen bei Auftreten eines Kurz- oder Körperschlusses innerhalb geforderter Zeiten ausgeschaltet werden. Dies erfolgt mittels Überstromschutzeinrichtungen.

### **Ausschaltbedingung für Verteilungsnetze:**

Für Verteilungsnetze mit Nennspannungen bis 400/230 V gilt:  $Z_S \cdot 1,6 \cdot I_N \leq U_0$

Für Verteilungsnetze mit höheren Nennspannungen gilt:  $Z_S \cdot 2,5 \cdot I_N \leq U_0$

### **Ausschaltbedingung für Endstromkreise bis einschließlich 32 A Nennstrom:**

Die Ausschaltzeit darf 0,4 s für Stromkreise mit Nennspannung bis 230 V gegen Erde, sowie 0,2 s für Stromkreise mit Nennspannung bis 400 V gegen Erde nicht überschreiten.

Der erforderliche Ausschaltstrom  $I_A$  ergibt sich aus dem Nennstrom  $I_N$  der Überstromschutzeinrichtung multipliziert mit dem Ausschaltstromfaktor „m“ (5 – 20) für Kurz- und Körperschluss.

$$I_A = I_N \times m$$

$$Z_S \leq \frac{U_0}{I_A} \quad \text{Alternativ: } Z_S \cdot I_A \leq U_0 \quad \text{oder: } I_K \geq I_A \quad \text{weil: } I_K = \frac{U_0}{Z_S}$$

### **Ausschaltbedingung für Endstromkreise über 32 A Nennstrom:**

Die Ausschaltzeit darf 5 s nicht überschreiten.

Der erforderliche Ausschaltstrom  $I_A$  ergibt sich aus dem Nennstrom  $I_N$  der Überstromschutzeinrichtung multipliziert mit dem Ausschaltstromfaktor „m“ (3,5) für Kurz und Körperschluss.

$$Z_S \leq \frac{U_0}{I_A} \quad \text{Alternativ: } Z_S \cdot I_A \leq U_0 \quad \text{oder: } I_K \geq I_A \quad \text{weil: } I_K = \frac{U_0}{Z_S}$$

### **Wann ist die erste Nullungsbedingung erfüllt?**

Die erste Nullungsbedingung (Ausschaltbedingung) gilt nach OVE E 8101 Teil 6 als erfüllt, wenn folgende Bedingung eingehalten ist:

$$Z_S \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_0}{I_A}$$

Durch Umwandlung dieser Formel ergibt sich für die Praxis folgende Regel: Die Ausschaltbedingung ist als erfüllt anzusehen, wenn der gemessene Kurzschlussstrom 1,5 mal so groß ist wie der Ausschaltstrom des Überstromschutzorgans.

$$I_K \geq I_N \times m \times 1,5$$

- U<sub>0</sub> ... Nennspannung gegen Erde
- Z<sub>S</sub> ... Impedanz der Fehlerschleife
- I<sub>N</sub> ... Nennstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung
- I<sub>A</sub> ... Ausschaltstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung
- I<sub>K</sub> ... Kurzschlussstrom
- m ... Ausschaltstromfaktor

### **Was ist zu tun, wenn die Ausschaltbedingung nicht erfüllt werden kann?**

Kann in Verbraucheranlagen die Ausschaltbedingung nicht eingehalten werden, weil der Schleifenwiderstand des Endstromkreises zu hoch ist, so darf zur Einhaltung der Ausschaltbedingung eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung verwendet werden.

In diesem Falle muss jedoch zusätzlich der Ausschaltstrom mindestens das 2,5-fache des Nennstromes der Überstrom-Schutzeinrichtung betragen, damit der betreffende Stromkreis auch bei einem Kurzschluss innerhalb einer angemessenen Zeit ausgeschaltet wird.

### **Was besagt die Erdungsbedingung?**

Der PEN-Leiter des Netzes ist nahe der Trafostation und nahe den Enden der Netzausläufer zu erden (Betriebserdung!). Dies ist vom Netzbetreiber zu erfüllen.

Als Netzausläufer gelten Abzweige mit einer Länge von mehr als 100m.

Stationäre Verbraucheranlagen müssen einen Anlagenerder aufweisen, der vorzugsweise als Fundamenterder ausgeführt wird.

Wird kein Fundamenterder ausgeführt, ist eine Erdungsanlage in korrosionsbeständiger Ausführung gefordert, für die folgende Mindestausmaße erreicht werden müssen.

- Horizontaler der mit mindestens 10 m Länge oder
- Vertikaler der mit mindestens 4,5 m Länge oder
- Gleichwertige Erderkombination

Ein bestimmter Mindestwert für den Erdungswiderstand ist hier nicht erforderlich.

## Was besagt die Verlegungsbedingung?

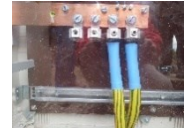
Der PEN-Leiter darf weder einpolig unterbrochen noch durch einpolige Überstrom-Schutzeinrichtungen geschützt werden.

Ist der PEN-Leiter zusammen mit dem Außenleiter schaltbar, so muss das betreffende Schaltstück beim **Einschalten voreilen** und beim **Ausschalten nacheilen**.

In Verbraucheranlagen ist der PEN-Leiter, der bei neu zu errichtenden Anlagen nur mehr bis zum Anschlusspunkt der Nullungsverbindung geführt wird, wie ein Außenleiter zu isolieren und in einer gemeinsamen Umhüllung mit den Außenleitern zu führen.

Isolierte PEN-Leiter sind in ihrem **gesamten** Verlauf **grün-gelb** zu kennzeichnen und an den Leitungsenden **zusätzlich** mit **blau**.

Bis zu einem Außenleiterquerschnitt von 16 mm<sup>2</sup> Cu ist der PEN-Leiter mit gleichem Querschnitt auszuführen.



Durch die zunehmende Belastung der PEN-Leiter mit Oberschwingungsströmen wird bei höheren Querschnitten empfohlen, keine Querschnittverminderung vorzunehmen.

## Welche Netzsysteme bezeichnen die Schutzmaßnahme Nullung und wie unterscheiden sie sich?

Die Nullung wird als „TN- Netzsystem“ bezeichnet.

Wobei der erste Buchstabe „T“ eine direkte Erdung über einen oder mehrere Betriebserder bedeutet.

Der zweite Buchstabe „N“ bedeutet, dass die Körper direkt mit der Betriebserde der Stromquelle verbunden sind.

Die zusätzlichen Buchstaben bedeuten:

„C“ (combined) = kombiniert, Neutralleiter und PE-Leiter kombiniert in einem Leiter = PEN-Leiter

„S“ (separated) = getrennt, Neutralleiter und PE-Leiter als getrennte Leiter geführt.

Z.B.: TN-C oder TN-S

oder TN-C-S (im Verteilernetz und Verteilleitungen als TN-C und im Bereich der Verbraucheranlage als TN-S – System geführt).

## Wo wird die Schutzmaßnahme Nullung angewandt?

In Österreich wird durch die Nullungsverordnung die Schutzmaßnahme Nullung generell zur Anwendung gebracht.

Die Schutzmaßnahme Nullung darf nur in einem TN-Netz angewandt werden, in dem die Nullungsbedingungen erfüllt sind.

Der Netzbetreiber muss das betreffende Netz dafür freigeben.

Innerhalb eines elektrisch versorgten Objekts ist für Neuanlagen gemäß ÖVE/ÖNORM die gesamte Installation als TN-S-System auszuführen.

Ist die Anwendung der Nullung nicht möglich, weil schlechte Netz- und Erdungsverhältnisse vorliegen, so ist die FI-Schutzschaltung anzuwenden.

## Welche Vor- und Nachteile bietet die Nullung?

### **Vorteile:**

Einfach und billig.

Große Betriebssicherheit (im Fehlerfall schaltet nur der fehlerhafte Stromkreis aus, Isolationsfehler des N-Leiters gegen Erde führen zu keiner Abschaltung und sind gefahrlos).

Berührungsspannung ist auf unter 100 V herabgesetzt.

### **Nachteile:**

Durch die hohen Abschaltströme kann es zu starken Erwärmungen der Fehlerstelle kommen (Brandgefahr!).

Körperschlüsse, die einen Teil des Betriebswiderstandes betreffen, können zu starker Erwärmung des Verbrauchsgerätes führen, ohne dass die Überstromsicherung ausschaltet (Brandgefahr!).

Bei Unterbrechung des PEN-Leiters kann es zu Spannungsverschleppungen kommen.

## Welche Installationsvorschriften sind bei der Nullung zu beachten?

Es sind die Verlegungs- und Erdungsbedingungen zu beachten.

Auch bei Erweiterung älterer Anlagen ist nach den neuesten Vorschriften zu installieren (Trennung PE- und N-Leiter unter 10 mm<sup>2</sup>).

Es muss bei jeder Verbrauchsanlage der Anlagenerder mit dem Hauptpotenzialausgleich (Potenzialausgleichsschiene) verbunden werden.

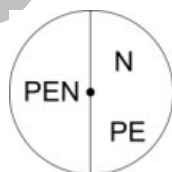
Der Anlagenerder (Hauptpotenzialausgleich) ist bei der ersten Möglichkeit (Sicherungs- und Verteilerkasten) mit dem PEN-(PE-)Leiter zu verbinden.

Diese Verbindung nennt man Nullungsverbindung.

Je nach örtlichen Gegebenheiten kann diese Nullungsverbindung auf verschiedene Art durchgeführt werden.

## Wie muss das Vorhandensein der Nullungsverbindung gekennzeichnet werden?

Am Ort der Nullungsverbindung muss **sichtbar** folgendes Kennzeichen angebracht sein:



## Welche Gefahren können bei Unterbrechung des PEN-Leiters entstehen?

Je nachdem, wo die Unterbrechung erfolgt, kann es zur **Spannungsverschleppung** an die Gehäuse und Schutzkontakte kommen.

Im Gebäudebereich ist durch den Querschnitt unter 10 mm<sup>2</sup> (Aufteilung N- und PE-Leiter) und der Verwendung von Klemmschienen diese Gefahr praktisch nicht mehr gegeben.

Die Unterbrechung des N-Leiters führt zu einem Betriebsausfall, die Unterbrechung des PE-Leiters im Fehlerfall zu einer Fehlerspannung.

## Erkläre den grundsätzlichen Aufbau der FI-Schutzschaltung?

Die FI-Schutzschaltung besteht aus:

- FI-Schutzschalter
- Erder
- Erdung der Gehäuse mit dem Schutzleiter

Der FI-Schutzschalter besteht grundsätzlich aus:

- Summenstromwandler
- Schaltschloss mit Auslöser
- Kontaktblock
- Prüftaste mit Begrenzungswiderstand
- Taste oder Hebel für mechanische Auslösung
- Anschlussklemmen, Gehäuse
- Zusätzlich können noch elektronische Komponenten vorhanden sein, welche z.B: hochfrequente oder gleichgerichtete Fehlerströme erkennen.

Alle Leitungen, die der Stromversorgung dienen, müssen durch den Fehlerstromschutzschalter geführt werden.

Nach dem Fehlerstromschutzschalter müssen alle Leiter gegen Erde isoliert sein.

Die zu schützenden Betriebsmittel müssen vorschriftsmäßig geerdet werden.

Die Erdung erfolgt in der Regel über den Schutzerdungsleiter.

Der PE-Leiter wird beim TT-Netz mit einem passenden Anlagenerder, beim TN-Netz mit dem PEN-Leiter verbunden.

Die Verwendung des FI-Schutzschalters als allpoliger Hauptschalter ist im Allgemeinen zulässig, nicht jedoch als Ausschaltelinrichtung in NOT-AUS-Stromkreisen.



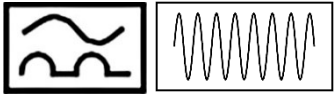
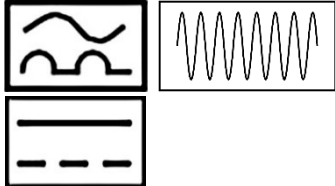
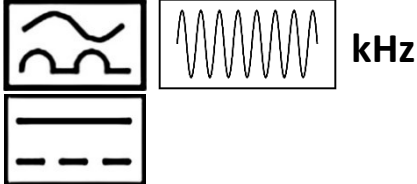
## Welche wichtigen Kenndaten, für die Auswahl und Anwendung, müssen auf dem FI-Schutzschalter angegeben sein?

Auf dem FI-Schutzschalter müssen folgende Daten angegeben sein:

- Bauformen der Auslösecharakteristik:

|                         |  |                            |
|-------------------------|--|----------------------------|
| Es gibt vier Bauformen: | Normal (Standard),                                       | <input type="checkbox"/>   |
|                         | Kurzverzögert (mind. 10ms)                               | <input type="checkbox"/> G |
|                         | Selektiv (mind. 40ms)                                    | <input type="checkbox"/> S |
|                         | Brandschutz (mind. 200ms)<br>(Hauptschutzschalter 0,3 A) | <input type="checkbox"/> M |

- Bemessungsstrom  $I_N$  (Nennstrom  $I_N$ )  
liegt zwischen 10 A und 125 A, sowohl 2- als auch 4-polig.  
Der Bemessungsstrom muss mindestens so groß sein wie der höchste Betriebsstrom.
- Bemessungsspannung  $U_N$  (Nennspannung  $U_N$ )  
Muss mit der Nennspannung des Netzes übereinstimmen (230 V oder 400 V)
- Bemessungsfehlerstrom  $I_{\Delta N}$   
Ist der Fehlerstrom, in welcher der FI-Schutzschalter in kürzester Zeit abschaltet.
- Nennwerte: 10, 30, 100, 300, 500 mA und 1 A
- Sensitivität:  
Gibt an, bei welcher Fehlerstromart eine Auslösung erfolgt.  
Typen: AC, A, F, B, B+
- Bildkennzeichnung

| Typ       | Beschreibung   | Kennzeichnung   |
|-----------|--|---|
| <b>AC</b> | <b>Wechselstromsensitiv</b><br>Fehlerstromschutzeinrichtung (RCCB), sensitiv für sinusförmige Wechselfehlerströme (50/60 Hz), die plötzlich oder langsam ansteigend auftreten.   |    |
| <b>A</b>  | <b>Pulsstromsensitiv</b><br>Fehlerstromschutzeinrichtung, sensitiv für sinusförmige Wechselfehlerströme und pulsierende Gleichfehlerströme (50/60 Hz), die plötzlich oder langsam ansteigend auftreten.  |  |
| <b>F</b>  | <b>Frequenzumrichter geeignet</b><br>Zusätzlich zum vollen Funktionsumfang von „A“ erkennt dieser Typ auch Fehlerströme die aus einem Gemisch von Frequenzen bestehen, wie sie auf der Abgangsseite von Frequenzumrichtern auftreten.  |  |
| <b>B</b>  | <b>Sensitivität entsprechend ÖVE/ÖNORM EN 62423</b><br>Fehlerstromschutzeinrichtung, sensitiv für sinusförmige Wechselfehlerströme und pulsierende, sowie glatte Gleichfehlerströme und Wechselfehlerströme mit Frequenzen bis 1000 Hz, die plötzlich oder langsam ansteigend auftreten. |  |
| <b>B+</b> | <b>Allstromsensitiv</b><br>Bietet zusätzlich zur „B“ Charakteristik erweiterten Brandschutz, hervorgerufen durch hochfrequente Fehlerströme bis 20 kHz.  |  |

- Weitere Zeichen:



Nur in senkrechter Gebrauchslage funktionssicher.



Für die Montage im Freien bestimmt. Die Funktionsfähigkeit ist bis  $-25\text{ °C}$  gewährleistet (normal bis  $-5\text{ °C}$ ).