

# Netzformen

## I. Inhaltsverzeichnis

### Inhaltsverzeichnis

I. Inhaltsverzeichnis .....	1
II. Einleitung .....	1
III. Bedeutung der Buchstaben .....	2
1. TN-Systeme .....	2
2. TT-System .....	6
5. IT-System .....	7

## II. Einleitung

Drei verkettete Spannungsquellen bilden das Drehstromnetz. Zum Transport der elektrischen Energie von der Quelle zum Verbraucher sind vier Leitungen erforderlich. Als Quelle kann auch die Sekundärseite des speisenden Transformators angesehen werden.

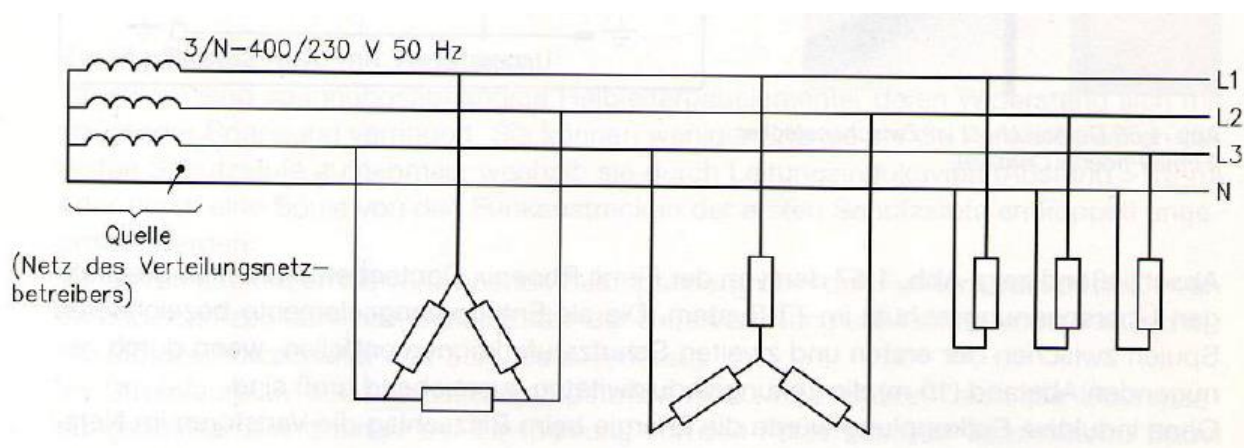
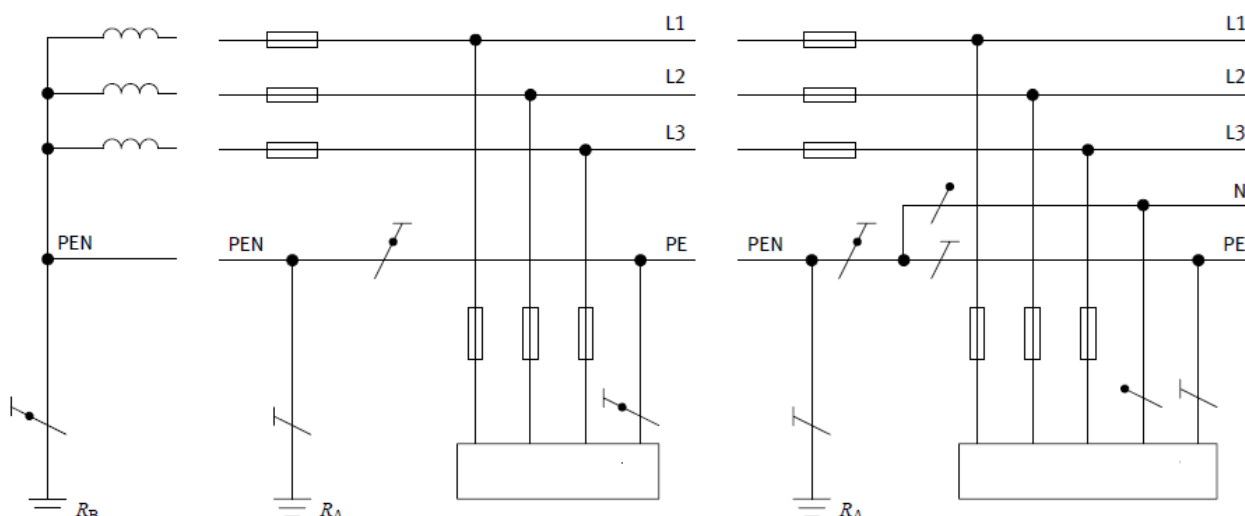


Abb. 1: Verbraucher am Drehstromnetz[E1NS]

### III. Bedeutung der Buchstaben



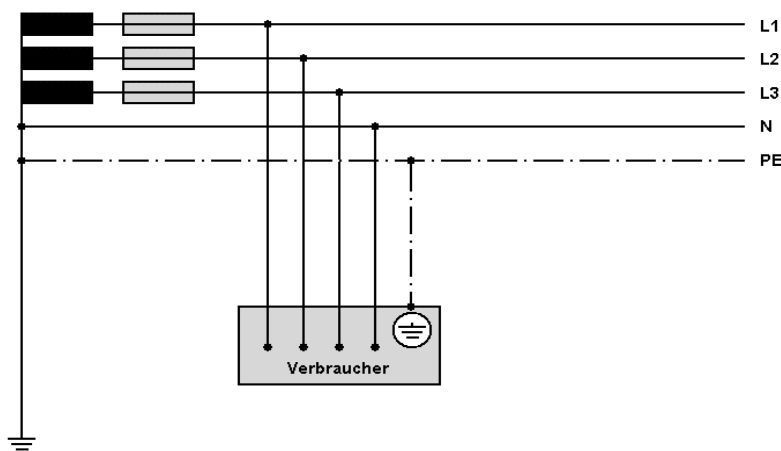
<b>Erster Buchstabe</b> Beziehung des Stromversorgungssystems zur Erde	<b>Zweiter Buchstabe</b> Beziehung der Körper von elektrischen Betriebsmitteln der elektrischen Anlage zur Erde	<b>Weitere Buchstaben</b> Anordnung des Neutralleiters und des Schutzleiters
<b>T</b> ( <i>frz. Terre</i> ) Direkte Verbindung eines Punkts zur Erde.	<b>T</b> ( <i>frz. Terre</i> ) Direkte Verbindung der Körper zur Erde, unabhängig von der etwa bestehenden Erdung eines Punkts des Stromversorgungssystems.	<b>S</b> ( <i>frz. Séparé</i> ) Schutzfunktion, die durch einen vom Neutralleiter oder von dem geerdeten Außenleiter getrennten ( <i>separat</i> ) Leiter vorgesehen wird.
<b>I</b> ( <i>frz. Isolé</i> ) Entweder alle aktiven Teile von Erde getrennt oder ein Punkt über eine hohe Impedanz mit Erde verbunden.	<b>N</b> ( <i>frz. Neutre</i> ) Direkte elektrische Verbindung der Körper mit dem geerdeten Punkt des Stromversorgungssystems.	<b>C</b> ( <i>frz. Combiné</i> ) Neutralleiter- und Schutzleiterfunktion, kombiniert in einem einzigen Leiter (PEN-Leiter).

### 1. TN-Systeme

**Erdschlüsse** in TN-Netzen führen bei ausreichender **Niederohmigkeit** zu Erdschlussströmen, die die vorgeschaltete **Sicherung** zum Ansprechen bringen. Hochohmige Erdschlüsse dagegen erzeugen einen Erdschlussstrom, der die Sicherung nicht unbedingt zum Ansprechen bringt. Diese Erdströme, auch Fehlerströme genannt, sind besonders gefährlich, da sie zu **Stromunfällen** oder zu Anlagenbränden führen können. Aus diesem Grund ist zur Erkennung eines Erdschlusses eine empfindliche Überwachung erforderlich, die mit einer Fehlerstromüberwachungseinrichtung in Form von **Fehlerstromschutzschaltern** (FI-Schalter bzw. RCD<sup>1</sup>) erfolgt.

<sup>1</sup> Residual-Current Device (Differenzstrom-Schutzeinrichtung)

## 1.1 TN-S-System



In einem **TN-S-System** (frz. *Terre Neutre Séparé*) sind separate Neutraleiter und Schutzleiter vom Transformator bis zu den Verbrauchsmitteln geführt.

Ein TN-S-System ist sicherer als das TN-C- bzw. TN-C-S-System. Die Probleme, die dort aus einem unterbrochenen PEN-Leiter resultieren können, treten hier nicht auf, der Schutz ist erheblich besser gewährleistet. Tritt ein

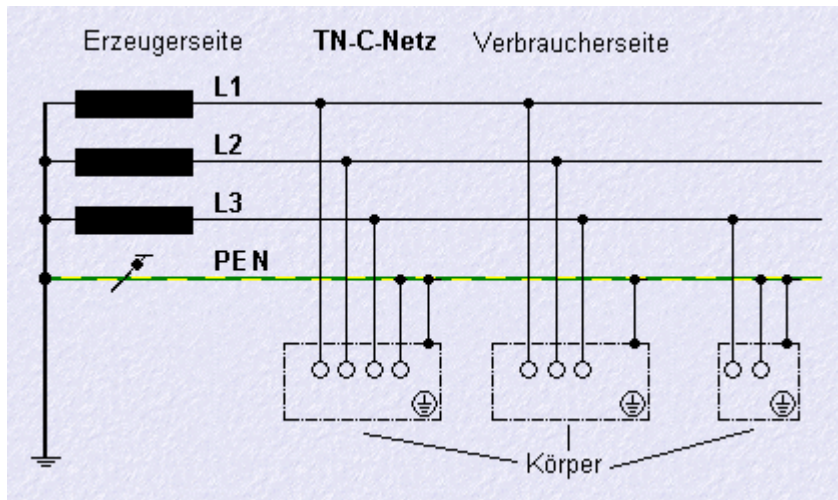
Körperschluss auf, d. h. die Spannung eines Außenleiters gelangt an das Metallgehäuse eines elektrischen Betriebsmittels, so entspricht dies einem **Kurzschluss**, da das Metallgehäuse über den Schutzleiter mit dem geerdeten Sternpunkt des Trafos verbunden ist. In diesem Fall schaltet die vorgeschaltete Sicherung sofort den Stromkreis ab.

### Zulässigkeit des TN-S-System:

- Vorwiegend in größeren gewerblichen Anlagen, die üblicherweise mit **Mittelspannung** versorgt werden und mit eigenen Transformatoren ausgestattet sind (entspricht dann einem TN-C-S-System).
- Ältere Stadt- und Vorstadthäuser in Großbritannien werden häufig per TN-S-System versorgt.

**Der Schutzleiter (PE) darf ausschließlich als Schutzleiter verwendet werden! Es dürfen über ihn keine Betriebsströme geführt werden!**

## 1.2. TN-C-System



In einem **TN-C-System** (frz. *Terre Neutre Combiné*) wird ein **PEN-Leiter** eingesetzt, der gleichzeitig Schutzleiter (PE) und **Neutralleiter** (N) ist.

**Gefahr:** Wenn ein PEN-Leiter in einer Installation unterbrochen wird, liegt an den leitfähigen Gehäusen der vor der Unterbrechungsstelle angeschlossenen Geräte – bedingt durch die Verbindung vom Außenleiter zum PEN-Leiter im Gerät die volle Außenleiterspannung gegen Erde an, also in der Regel 230 V. Ein TN-C-System in Haushalten, wie vor Jahrzehnten noch häufig installiert, stellt deshalb eine erhebliche potentielle **Gefahrenquelle** dar.

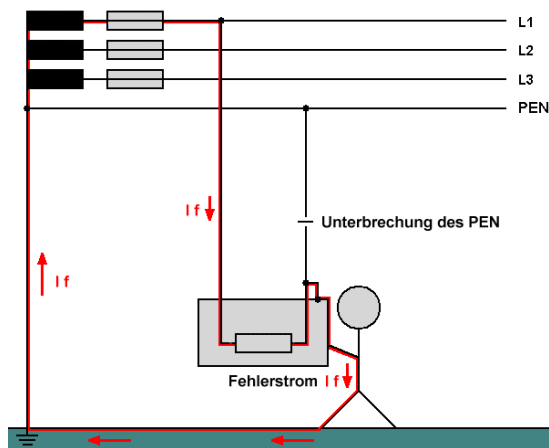
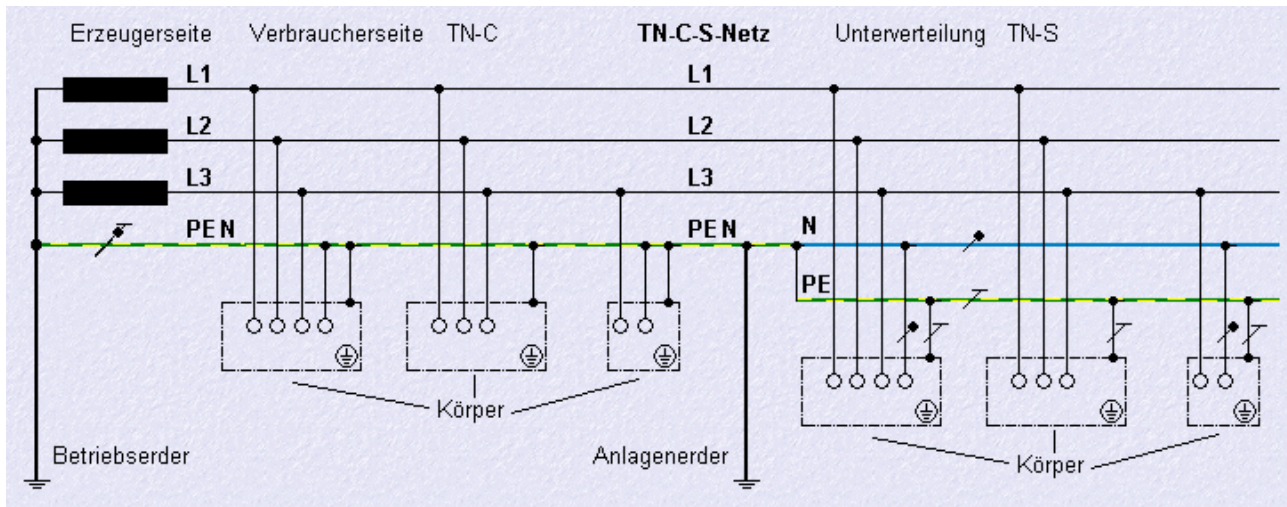


Abb.: **Gefahren der klassischen Nullung:** Wird der PEN-Leiter irgendwo unterbrochen, liegt die volle Netzspannung an den Metallgehäusen aller angeschlossenen elektrischen Betriebsmittel!

### Zulässigkeit des TN-C-System:

- Bei Leitern mit einem **Querschnitt** von mindestens 10 mm<sup>2</sup> **Kupfer** oder 16 mm<sup>2</sup> **Aluminium**. Die Beschränkung wurde festgelegt, um die Wahrscheinlichkeit eines unterbrochenen PEN-Leiters gering zu halten.
- Für Altinstallationen mit geringerem Querschnitt besteht **Bestandsschutz**, wenn keine wesentlichen Änderungen vorgenommen werden

### 1.3. TN-C-S-System



Ein **TN-C-S-System** (frz. *Terre Neutre Combiné Séparé*) setzt sich aus einem **TN-C-System** vorzugsweise für das Verteilungsnetz des Energieversorgers und einem **TN-S-System** in der Kundenanlage zusammen. Gemäß **TAB<sup>2</sup> 2007** Punkt 6.1 (10) erfolgt die Aufteilung des PEN Leiters in einen **Schutzleiter „PE“** und einen **Neutralleiter „N“** möglichst im Hauptstromversorgungssystem. Dieser Punkt kennzeichnet den Übergang vom TN-C-System zum TN-S-System. Ab dem Übergang zum TN-S-System werden Schutzleiter (PE) und Neutralleiter (N) im weiteren Leitungsverlauf strikt getrennt geführt, und gemäß DIN VDE 0100-540:2007-06 (Punkt 543.4.3) ist es nicht zulässig, den Neutralleiter im weiteren Leitungsverlauf mit irgendeinem anderen geerdeten Teil der Anlage zu verbinden oder wieder mit dem Schutzleiter zusammenzuführen.

#### Zulässigkeit des TN-C-S-Systems:

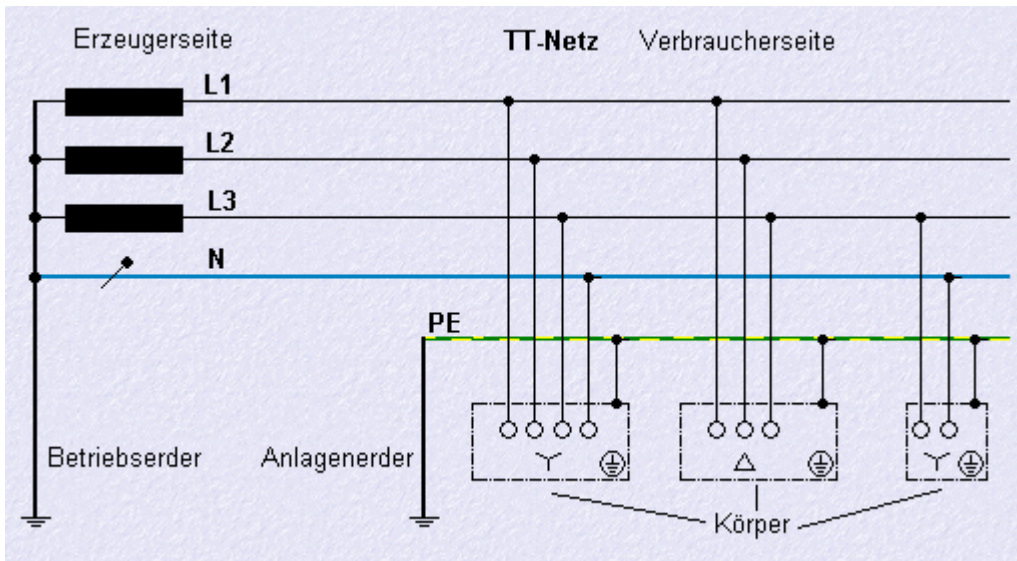
Dieses System ist bei Gebäudeversorgungen in Deutschland, Österreich und der Schweiz weit verbreitet und für Neuinstallationen Standard (siehe auch Vortrag: „Einführung des TN-System bei RWE“)

#### Schutzmaßnahmen im TN-C-S-Systems:

Gemäß DIN VDE 0100-410 müssen Niederspannungsanlagen (dazu zählen auch übliche Kundenanlagen) den Anforderungen an den Fehlerschutz entsprechen. Es sind damit die Maßnahmen „Schutzerdung und Potentialausgleich“, „Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene“ und „Automatische Abschaltung im Fehlerfall“ gemeint. Als „zusätzlichen Schutz für Endstromkreise für den Außenbereich und für Steckdosen“ fordert die DIN VDE 0100-410[6] für Neuanlagen seit der Ausgabe Juni 2007 (mit Übergangsfrist bis Ende Januar 2009) für alle Steckdosen-Stromkreise, welche durch elektrotechnische Laien genutzt werden, einen **Fehlerstromschutzschalter (RCD)** mit einem Bemessungsdifferenzstrom von maximal **30 mA** (in Innenräumen Stromkreise bis 20 A, im Außenbereich für alle Endstromkreise bis 32 A). Für Räume mit Duschen oder Badewannen in Neubauten fordert die DIN VDE 0100-701 bereits seit 1984 für alle Stromkreise (ausgenommen fest angeschlossene Warmwasserbereiter) einen RCD wie oben beschrieben.



## 2. TT-System



Im TT-System ist ein Punkt der Stromquelle direkt geerdet, dazu wird üblicherweise der **Sternpunkt** des einspeisenden **Transformators** wie in einem **TN-System** geerdet. Der an die elektrisch leitfähigen Gehäuse der **Betriebsmittel** in der Verbraucheranlage angeschlossene **Schutzleiter** ist aber nicht bis an diesen Sternpunkt geführt, sondern separat mit eigenen Erden RA (Anlagenerder) verbunden. Diese sind von der Erdung RB (**Betriebserde**) im Verteilungsnetz getrennt.

### Zulässigkeit des TT-Systems:

- Wird z.B. oft bei der Bahn verwendet, um Rückwirkungen vom **16 $\frac{2}{3}$ -Hz-Netz** auf das 50-Hz-Netz zu vermeiden.
- In Deutschland betreiben heute noch einige **Verteilnetzbetreiber** (VNB) im größeren Umfang TT-Systeme, wie beispielsweise die Regensburger **REWAG** sowie in **Thüringen** die **TEAG** und etliche Stadtwerke.
- Ein TT-Netz ist ebenfalls vorgeschrieben bei ortsveränderlichen Verteileranlagen, wie fliegenden Bauten, z. B. Schaustellerwagen.
- In Frankreich ist das TT-System der Standard für alle Installationen, die aus dem öffentlichen Niederspannungsnetz versorgt werden (Norm NFC 15-100). Ein Fehlerstrom-Schutzschalter (meist 500 mA) wird vom Stromversorger zusammen mit der Hauptsicherung installiert. Sämtliche Stromkreise sind über Fehlerstrom-Schutzschalter mit 30 mA Fehlerstrom abzusichern.
- In Italien ist für die Haushalte das TT-System üblich.
- Wird auch häufig in Belgien eingesetzt.

### Probleme beim TT-System

Die **Schutzmaßnahme Schutzerdung** ist problematisch, da zum schnellen Ansprechen der **Überstromschutzeinrichtung** sehr hohe **Ströme** nötig sind, wofür wiederum niedrigste Erdungswiderstände benötigt werden. Die dafür erforderlichen niedrigen Erdübergangswiderstände sind nur schwer zu erreichen. Meist gibt es für diesen Aufwand keinen Grund, da andere Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

## Bevorzugte Schutzmaßnahme beim TT-System

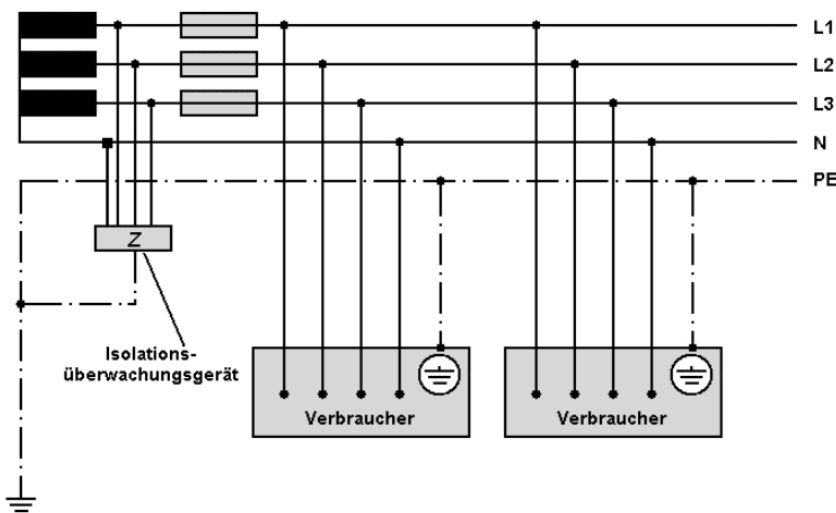
- Fehlerstromschutzschaltung. Bedingung für den Erdungswiderstand:  $R_A \leq \frac{U_B}{I_{\Delta n}}$

$R_A$  = die Summe der Widerstände des Erders;  $U_B$  = max. Berührungsspannung (50 V);

$I_{\Delta n}$  = Bemessungsdifferenzstrom der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung.

**Im TT-Netz ist die Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD) zwingend vorgeschrieben!**

## 5. IT-System



Das IT-Netz ist ein Netz, das nur eine geringe Ausdehnung besitzt. Die geringe Netzgröße ist erforderlich, da das Auffinden einer Fehlerstelle in einem ausgedehnten Netz sehr aufwendig sein kann. Das Netz muss über eine separate Stromversorgung aufgebaut sein. Die Stromversorgung kann entweder über einen Transformator, einen

Generator oder über Batterien erfolgen. Es ist somit möglich, IT-Netze mit Wechselstrom oder mit Gleichstrom zu betreiben.

### Zulässigkeit des IT-Systems:

Man setzt diese Netzart in Operationssälen von Krankenhäusern ein, da hier eine Unterbrechung der Stromversorgung eine Lebensgefahr für den Patienten darstellen würde. Aber auch in Intensivbehandlungsstationen werden IT-Netze verwendet. Des Weiteren finden IT-Netze in Industrieanlagen ihre Anwendung, wenn eine Abschaltung der Stromversorgung zu einer Unterbrechung des Produktionsprozesses führen würde und dadurch einen wirtschaftlichen Schaden verursachen würde. Auch im Bergbau werden IT-Systeme eingesetzt, besonders für lebensnotwendige Apparate.

### Im IT-Netz ist eine Isolationsüberwachungseinrichtung zwingend vorgeschrieben.

Beim IT-Netz ist ein Isolationsüberwachungsgerät nötig, das ständig die Isolation der drei Außenleiter sowie des Neutralleiters gegen Erde misst. Tritt ein Fehler auf, so muss dieser umgehend behoben werden. Tritt zusätzlich ein Isolationsfehler an einem zweiten Außenleiter auf, so ist das meist wie ein Kurzschluss und die Sicherung schaltet den Stromkreis sofort ab.