

# Netzsystem TT versus TN

## Welches Netzsystem ist zweckmäßig anwendbar?

Ein »System nach Art der Erdverbindung« ist ein Wechsel- oder Gleichstromsystem zum einen mit symbolhafter Bezeichnung der Erdung oder Nichterdung des Versorgungssystems, beispielsweise an seinem Neutral- oder Sternpunkt, und zum anderen der Erdung der Körper elektrischer Betriebsmittel in der Verbraucheranlage. Ein »System nach Art der Erdverbindung« umfasst also immer das Versorgungssystem und die Verbraucheranlage.

Eine Frage im Rahmen der Rubrik Praxisprobleme hinsichtlich der Anwendung eines TT-Systems hinter einem TN-System zeigt, dass offensichtlich bei einigen Fachleuten Unklarheiten bestehen hinsichtlich der Bedeutung des Begriffs »Netzsystem« – oder besser »System nach Art der Erdverbindung«. Der Beitrag versucht daher zunächst, diesen Begriff und sodann den Aufbau verschiedener Systeme nach Art der Erdverbindung gemäß DIN VDE 0100-100:2009-06 zu erläutern.

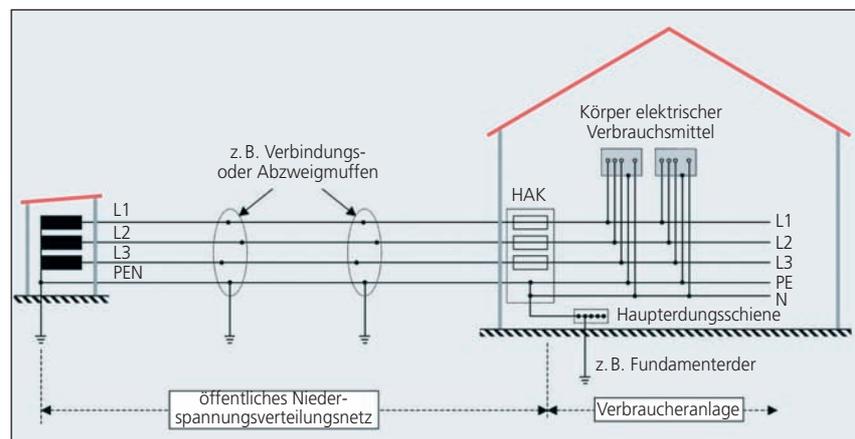
Unser Leser H.-W. B. aus Nordrhein-Westfalen richtete sich mit folgender Fragestellung an die Redaktion »de«: »Aus der Kombination der Art der Erdung und der Schutzrichtung entsteht die Kennzeichnung der Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme sowie des Schutzes durch Abschaltung oder Meldung. In Deutschland wird bevorzugt das TN-System (bei geschlossener Bebauung), in einigen Bereichen wird bei offener Bebauung das TT-System ab Hausanschlusskasten (HAK) in Verbraucheranlagen laut TAB 2007 vorgeschrieben. Im Verteilungsnetz wird fast ausschließlich das TN-C-System angewendet. Die Schnittstelle zwischen Verteilungsnetz und Verbraucheranlage ist der Hausanschlusskasten (HAK).

In einem Installateurrundschreiben (Mai 2009) informiert der VNB e.on Westfalen Weser über eine einheitliche Netzform ab 6/2009 im Versorgungsgebiet. Zitat: »Das Niederspannungsnetz wird bei e.on Westfalen Weser nach Art der Erdverbindung (Netz-System) als TN-C-System betrieben. Der PEN-Leiter ist hier grün-gelb gekennzeichnet. Im TN-System wird ab dem Hausanschlusskasten die Netzform TN-S-System angewendet. Aus Gründen der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) muss die Hauptleitung fünfadrig ausgeführt werden. Die Aufteilung in PE- und N-Leiter erfolgt an den PEN-Klemmen des Hausanschlusskastens.«

Im besagten Versorgungsgebiet wurde bis zum 1.6.2009 mit ganz wenigen Ausnahmen das TT-System in der Verbraucheranlage vorgeschrieben. Der Versorgungsbereich ist ein Mischgebiet, ländlicher Raum mit einigen kleinen Städten (ca. 20000 Einwohner) und drei größeren Städten (bis 70000 Ein-

wohner). Die drei größeren Städte verfügen über eigene Stadtwerke, die als VNB auftreten. Diese VNBs wollen weiterhin das TT-System in der Verbraucheranlage angewendet wissen. In einer

Stadt gibt es folgende Besonderheit: Ca. 30% des Stadtgebiets betreibt e-on Westfalen als VNB, der Rest wird von den Stadtwerken bedient. Der Extremfall kann an einer Straße im peripheren



**Bild 1:** Beispiel für ein TN-C-S-System. Im Niederspannungsnetz kann der PEN-Leiter mehrfach geerdet sein

### KENNBUCHSTABEN

Erster Buchstabe	Zweiter Buchstabe	Weitere Buchstaben (falls notwendig)
Beziehung des Stromversorgungssystems zur Erde	Beziehung der Körper elektrischer Verbrauchsmittel zur Erde	Anordnung des Neutralleiters und des Schutzleiters
T – Direkte elektrische Verbindung eines Punktes zur Erde	T – Direkte elektrische Verbindung der Körper zur Erde	S – Neutralleiter- und Schutzleiterfunktion sind in getrennten Leitern vorgesehen
I – Entweder keine Verbindung eines Punktes zur Erde oder eine Verbindung mit Erde über eine hohe Impedanz	N – Direkte elektrische Verbindung der Körper mit dem geerdeten Punkt des Stromversorgungssystems	C – Neutralleiter- und Schutzleiterfunktion sind in einem Leiter vereinigt (PEN-Leiter)

**Kennbuchstaben für die symbolhafte Bezeichnung von Systemen nach Art der Erdverbindung**

Stadtgebiet auftreten. Die linke Straßenseite muss das TN-System, die rechte Straßenseite das TT-System anwenden. Hierzu meine Fragen:

- 1) Gibt es technische Gründe, dass in den Städten weiterhin das TT-System ab dem HAK angewendet werden muss? (Widerspruch bei dichter Bebauungsweise)
- 2) Welche Netzzrückwirkungen sind in den verschiedenen Netzen zu erwarten?
- 3) Ist es zweckmäßig, in einem Versorgungsgebiet zwei Netzsysteme zu betreiben?
- 4) Ist mit Störungen (Spannungsverschleppungen) beim Betrieb zweier Netzsysteme zu rechnen?
- 5) Ist im Zusammenhang mit der Anwendung der DIN VDE 0100-410 (2007-06) das TN-System kostengünstiger?
- 6) Ist die Behauptung gerechtfertigt, dass das TN-System einen höheren Sicherheitsstandard hat als das TT-System?«

## Übliche Versorgungssysteme

Zu dieser komplexen Fragestellung möchte sich der Autor dieses Beitrags in etwas größerem Umfang äußern: Die eingangs erwähnten »Systeme nach Art der Erdverbindung« beschreiben immer symbolhaft sowohl das Versorgungssystem als auch die Verbraucheranlage. Die hierfür eingeführten Kennbuchstaben zeigt die **Tabelle** auf Seite 30. Der erste Kennbuchstabe steht für die Beziehung des Versorgungssystems zur Erde. Der zweite Kennbuchstabe steht für die Beziehung der Körper elektrischer Betriebsmittel in der (Verbraucher)Anlage zur Erde. Wir wollen in der weiteren Betrachtung nur auf Wechselstromsysteme eingehen und dabei auch nur die in der Anfrage genannten TN- und TT-Systeme betrachten.

### TN-System – geerdetes Versorgungssystem

Ein TN-System ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Punkt des Versorgungssystems – das ist meistens der Sternpunkt des Verteilungsnetztransformators – direkt geerdet ist. Die Körper elektrischer Betriebsmittel in der Verbraucheranlage sind über Schutzleiter mit diesem Punkt verbunden. Im (öffentlichen) Stromversorgungssystem darf dieser Schutzleiter allerdings auch mehrfach geerdet sein. Die Verteilungsnetzbetreiber (VNB) machen ggf. von dieser Möglichkeit Gebrauch, um einen ausreichend niedrigen Betriebserdungswiderstand zu erreichen (**Bild 1**). Je nach Art der Anordnung von Neutral- und Schutzleiter unterscheidet man folgende TN-Systeme:

- Das **TN-S-System**, bei dem im gesamten System nach Art der Erdverbindung ein vom Neutralleiter getrennter Schutzleiter verwendet wird.
- Das **TN-C-System**, bei dem im gesamten System nach Art der Erdverbindung Neutralleiter- und Schutzleiterfunktion in einem Leiter kombiniert sind (PEN-Leiter).
- Das **TN-C-S-System**, bei dem in einem Teil des Systems nach Art der Erdverbindung Neutralleiter- und Schutzleiterfunktion kombiniert sind (meistens im Verteilungsnetz) und in einem anderen Teil des

Systems (meistens in der Verbraucheranlage) getrennte Neutral- und Schutzleiter verwendet werden.

#### **TT-System – geerdet an nur einem Punkt**

Im TT-System ist nur ein Punkt des Versorgungssystems (Verteilungsnetz) geerdet. Im Allgemeinen ist das der Sternpunkt am Verteilungsnetztransformator. Mit diesem Punkt ist der Neutralleiter verbunden. Der Neutralleiter ist somit nur an einem Punkt im Netz mit Erde verbunden. Weitere Erdungen dieses Leiters im Verteilungsnetz sind nicht vorgesehen. Die Körper der

Betriebsmittel in der elektrischen Anlage sind über Schutzleiter mit Erden verbunden, die (elektrisch) unabhängig vom Erder des Versorgungssystems sein müssen (**Bild 2**).

#### **Praxis der Netzbetreiber**

Wenn nun ein Verteilungsnetzbetreiber sein Niederspannungs-Verteilungsnetz mit kombiniertem Schutz- und Neutralleiter betreibt und ab Übergabepunkt in die Verbraucheranlage (Hausanschlusskasten) die Aufteilung dieser Funktionen auf jeweils eigene Leiter (Neutral- und Schutzleiter) ver-

langt, so ist solch ein Netzaufbau grundsätzlich möglich. Das System nach Art der Erdverbindung stellt dann ein TN-C-S-System dar. Die Aufteilung auf getrennte Neutral- und Schutzleiter in einem Gebäude ab Hausanschlusskasten (HAK) oder in einer elektrischen Anlage ist aus Gründen der elektromagnetischen Verträglichkeit absolut wünschenswert.

Falsch dagegen ist es, davon zu sprechen, dass eine elektrische Verbraucheranlage, die aus einem Verteilungsnetz (TN-System) mit kombiniertem Neutral- und Schutzleiter versorgt wird, ab dem Übergabepunkt (HAK) im TT-System ausgeführt werden soll. Der Begriff »System nach Art der Erdverbindung« erlaubt solche Anlagen nicht. Entweder es wird ein TN-System angewendet oder es kommt ein TT-System zu Einsatz.

#### **Unschärfe Begriffsauslegung**

Doch was steckt hinter einer solchen, vom Anfragenden beschriebenen Forderung eines Verteilungsnetzbetreibers? Dieser VNB betreibt sein öffentliches Niederspannungsverteilungsnetz im Allgemeinen als Vierleitersystem (Drehstromsystem) und verbindet einen Leiter des Systems mit dem geerdeten Sternpunkt des Verteilungsnetztransformators. Um einen niedrigen Betriebserdungswiderstand zu erreichen, wird nun dieser geerdete Leiter überall dort, wo die Möglichkeit besteht, im Verteilungsnetz zusätzlich geerdet. Nach Definition kann es sich dann jedoch nur um ein TN-System handeln. Der mehrfach geerdete Leiter ist ein PEN-Leiter.

Dennoch fordert nun dieser Verteilungsnetzbetreiber ab Hausanschlusskasten den Betrieb der Anlage in einem TT-System. Abgesehen da-

von, dass offensichtlich die Bedeutung des Begriffs »System nach Art der Erdverbindung« falsch ausgelegt wird, ist mit dieser Forderung eigentlich nur gemeint, dass in der Verbrauchieranlage ein eigenes Erdungssystem zu errichten ist. Der Verteilungsnetzbetreiber gestattet es nicht, dass sein PEN-Leiter benutzt wird – z.B. für die Anwendung von Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag.

Möglicherweise bestehen Bedenken in Bezug auf die Dauerhaftigkeit von PEN-Leiterverbindungen oder der dauerhaft ausreichenden Niederohmigkeit des PEN-Leiters, so dass die langfristige Wirksamkeit einer Schutzmaßnahme, die sich auf den PEN-Leiter abstützt, nicht verantwortet werden kann. Solche Bedenken können beispielsweise bestehen, wenn das Niederspannungs-Verteilungsnetz als Freileitungsnetz ausgeführt ist und möglicherweise mit PEN-Leiterunterbrechungen aufgrund von Seilriss zu rechnen ist. In Niederspannungs-Kabelnetzen gibt es solche Bedenken im Allgemeinen jedoch nicht.

### Umgang mit dem PEN-Leiter

Dieser Verteilungsnetzbetreiber deklariert nun den PEN-Leiter seines Niederspannungs-Verteilungsnetzes als Neutralleiter, kennzeichnet diesen am Übergabepunkt wahrscheinlich entsprechend und verlangt nun die Errichtung eines eigenen Schutzerdungssystems für die Verbrauchieranlage. Darf er das? Nun, ein Blick in den Musterwortlaut der technischen Anschlussbedingungen TAB 2007 für den Anschluss an das Niederspannungsnetz führt uns zu den Aussagen des Kapitels 12 »Auswahl von Schutzmaßnahmen«. Es heißt dort unter anderem: *»(1) Der Netzbetreiber erteilt Auskunft über das vorhandene Netzsystem. (2) In Neubauten wird ein Fundamenterder nach DIN 18014 eingebaut. (3) Der PEN-Leiter bzw. Neutralleiter (N) darf nicht als Erdungsleiter für Schutz- und Funktionszwecke von Erzeugungsanlagen, Antennenanlagen und Blitzschutzanlagen verwendet werden.«*

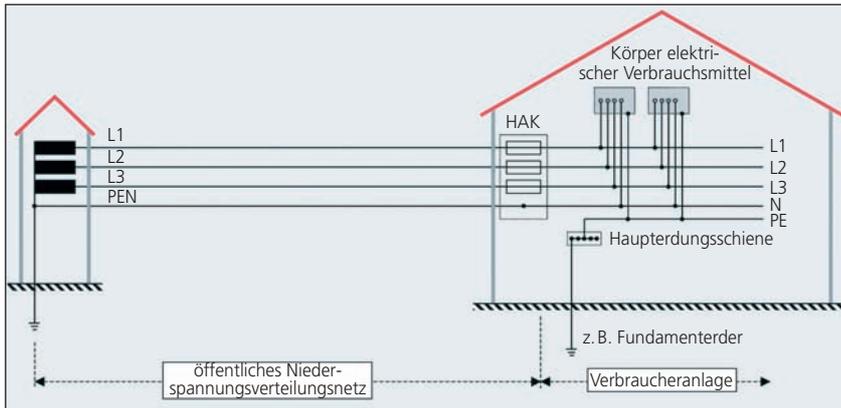
Der Satz (3) schließt die Nutzung des PEN-Leiters im Verteilungsnetz für bestimmte Anwendungen aus. Nicht jedoch für die Anwendung einer Schutzmaßnahme gemäß DIN VDE 0100-410. Außerdem muss unabhängig von der Art des Systems nach Art der Erdverbindung in der Verbrauchieranlage ein

Erder, der Fundamenterder nach DIN 18014, vorhanden sein. Das heißt, eigentlich gibt es keinen Grund, den PEN-Leiter nicht für die Anwendung einer Schutzmaßnahme nach DIN VDE 0100 410 zu nutzen, zumal dieser PEN-Leiter noch durch das Erdungssystem in der Verbrauchieranlage unterstützt wird.

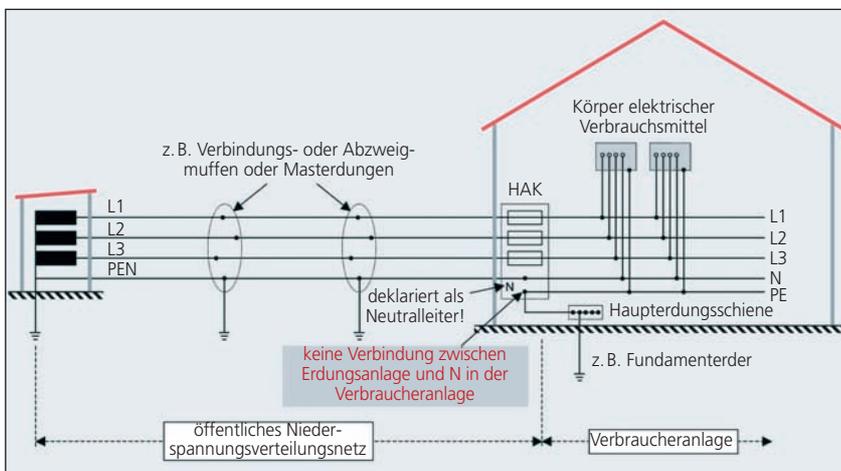
Dennoch kann ein Verteilungsnetzbetreiber zusätzlich zu den Festlegungen des Bundesmusterwortlauts der TAB eigene und weitergehende technische Festlegungen treffen, soweit dies aus Gründen einer sicheren und störungsfreien Versorgung notwendig ist. Diese Notwendigkeit könnte zur Forderung nach eigenständiger und unabhängiger Erdung der Verbrauchieranlage geführt haben. Dennoch bleibt das System eher ein TN-System als ein TT-System (**Bild 3**). Es kann nur dringend geraten werden, in der Verbrauchieranlage am HAK die Verbindung zwischen Neutralleiter (N) und Schutzleiter (PE) herzustellen (**Bild 3**). Sicherheitstechnisch wird die Anlage dadurch auf keinen Fall schlechter, sondern eher verbessert.

### Systeme richtig deklarieren

In innerstädtischen Versorgungsgebieten, die als Kabelnetze ausgeführt sind, wäre eine solche Forderung eines Verteilungsnetzbetreibers durch nichts vernünftig zu begründen. In städtischen Randgebieten oder dörflichen Versorgungsgebieten wäre es jedoch denkbar, dass der Verteilungsnetzbetreiber einen PEN-Leiter aus den geschilderten Gründen nicht für die Anwendung bei einer Schutzmaßnahme zur Verfügung stellen will. Ein reines TT-System wird man allerdings auch dort nicht antreffen. Sehr löblich sind deshalb die Aktivitäten einiger Verteilungsnetzbetreiber in Deutschland und noch mehr in Österreich, die ihre vormaligen »Schein-TT-Systeme« nun wieder als TN-Systeme bezeichnen. Der Errichter der elektrischen Verbrauchieranlage hat nun Handlungssicherheit und kann gemäß den Vorgaben von DIN VDE 0100-410 für die von ihm errichtete Verbrauchieranlage die geeignete Maßnahme zum Schutz gegen elektrischen Schlag auswählen. Für die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme übernimmt er ohnehin die Verantwortung und dokumentiert anhand von Messungen und Prüfungen die Wirksamkeit der Maßnahme im Rahmen der Erstprüfung und Inbetriebnahme.



**Bild 2: Beispiel für ein TT-System. Im Niederspannungsnetz (im System) ist der Neutralleiter nur einmal geerdet**



**Bild 3: Beispiel für ein TN-System mit separater Erdung der Verbraucheranlage**

**Zusammenfassung**

Echte TT-Systeme wird es m.E. in Deutschland kaum geben. Denkbar wären solche Systeme zur Versorgung abgelegener einzelner elektrischer Verbraucheranlagen, z.B. einzelne Gehöfte, die über eine gewisse Entfernung mit einer Freileitung direkt aus einem sogenannten »Masttransformator« versorgt werden. Doch selbst in einem solchen System ist der Neutralleiter nicht nur am Sternpunkt des Transformators geerdet, sondern häufig auch noch einmal am letzten Mast vor Eintritt in das zu versorgende Gebäude. Damit handelt es sich

hier eben auch nicht um ein TT-System, sondern um ein TN-System.

**Zu Frage 1**

Wie bereits erläutert, sehe ich keine Notwendigkeit, bei dichter städtischer Bebauung das Niederspannungsnetz bis zu den Verbraucheranlagen einschließlich als TT-System zu betreiben.

**Zu Frage 2**

Die Art der zu erwartenden Netzwirkungen in Form von stoßartigen Spannungsabsenkungen, periodischen Spannungsabsenkungen (Flicker) oder Verzerrung des Netzspannungsverlaufes

durch Oberschwingungen ist von der Art des Systems nach Art der Erdverbindung zunächst einmal unabhängig. Maßgebend ist hierbei die Höhe der Netzimpedanz, an der diese Spannungsfälle auftreten und sich dann in den Verbraucheranlagen bemerkbar machen. Das ist aber eher eine Frage der Auslegung des Niederspannungsnetzes.

**Zu Frage 3**

Ich kenne keinen Grund, warum in einem Versorgungsgebiet zwei verschiedene Systeme nach Art der Erdverbindung betrieben werden sollten.

**Zu Frage 4**

Denkbar wären Spannungsverschleppungen über benachbarte Erder. Die Höhe der an benachbarten Erden auftretenden Spannungen wird aber wohl eher gering ausfallen, so dass ich diesem Sachverhalt keine größere Bedeutung beimessen würde.

**Zu Frage 5**

Es geht wohl bei dieser Frage eher um die Kosten für die Anwendung des Schutzes gegen elektrischen Schlag nach DIN VDE 0100-410 als um die Kosten für ein System nach Art der Erdverbindung. Die Wirksamkeit einer Schutzmaßnahme gegen elektrischen Schlag muss gewährleistet sein. Möglicherweise hebt der Anfragende ab auf den Einsatz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen als Abschaltvorrichtungen bei Anwendung der Schutzmaßnahme »Schutz gegen elektrischen Schlag durch automatisches Abschalten der Stromversorgung«. Dazu sei gesagt, dass auch in TN-Systemen Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen für den Schutz gegen elektrischen Schlag vorgeschrieben sind, z.B. für den Zusatzschutz von Steckdosen, die zur allgemeinen Verwendung bestimmt sind.

**Zu Frage 6**

Werden elektrische Anlagen in Übereinstimmung mit den Vorgaben der Errichtungsnormen DIN VDE 0100 errichtet, so ist in jedem Fall die nach allgemeiner fachlicher Auffassung notwendige Sicherheit erreicht, unabhängig davon, aus welchem System nach Art der Erdverbindung diese elektrischen Anlagen gespeist werden.

Dipl.-Ing. Hartmut Zander,  
HEA/BDEW, Berlin

**MEHR INFOS**

**Fachbeiträge zum Thema**

- Zander, H.: Hauptstromversorgungssysteme nach DIN 18015-1 und TAB 2000, Dreiteiliger Fachbeitrag des Autors in den »de«-Ausgaben 5/2003, S. 46 ff., 6/2003, S. 40 ff., und 7/2003, S. 62 ff.
- Zander, H.: Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter, dreiteiliger Fachbeitrag zur Norm DIN VDE 0100-540 (VDE 100-540):2007-06 in den »de«-Ausgaben 11/2007, S. 24 ff., 12/2007, S. 26 ff. und 13-14/2007, S. 38 ff.

**Link zum Thema**  
[www.hea.de](http://www.hea.de)