

# Druckmaschinenanschluss an vorgeschaltetem Verteiler

DIN VDE 0100-200 (VDE 0100 Teil 200), DIN VDE 0100-410 (VDE 0100 Teil 410), DIN VDE 0100-443 (VDE 0100 Teil 443), DIN VDE 0100-540 (VDE 0100 Teil 540), DIN EN 61140 (VDE 0140) und DIN EN 60204-1 (VDE 0113 Teil 1)

## FRAGESTELLUNG

Wir sind ein beratendes Büro für Elektro- und Automatisierungstechnik. Ein Kunde, dessen Druckmaschinenelektronik häufig ausfällt, bat uns, eine Aussage bezüglich der bei ihm vorhandenen Netzqualität zu treffen.

Hierbei stellten wir fest, dass

- viele Verteilungen noch als TN-C-System ausgeführt sind und diese teilweise von einer Verteilung mit TN-S-System versorgt werden,
- jeglicher Überspannungsschutz fehlt und
- es keinen durchgängigen Potentialausgleich aller Verteilungen und Halten gibt.

Der Schaltschrank der Druckmaschine enthält lediglich Anschlüsse für die drei Außenleiter L1, L2 und L3 sowie einen PE. Diese Netzform gibt es nach unserer Meinung streng genommen eigentlich nicht.

Unser erster Gedanke war, dass die vermeintliche PE-Schiene als PEN-Schiene dienen soll. Es sind jedoch ausschließlich grünelbe Adern angeschlossen und alle erkennbaren einphasigen Verbraucher sind hinter einem Steuerstromtrafo abgegriffen, der sekundärseitig nicht geerdet ist. Nun unsere Fragen:

1) Ist die Anlage so überhaupt VDE-konform?

Unserer Meinung nach müssten zumindest an allen Steuerstromtransformatoren sekundärseitig Isolationswächter vorhanden sein.

2) Wir haben in der Haupterdungszuleitung Ströme über 1500 mA gemessen, aber auch in »normalen« Erdbrücken, z.B. zwischen dem metallischen Gehäuse des Leistungsschalters und der Montageplatte, wurden über 1000 mA Ableitströme gemessen.

Befinden sich Ableitströme dieser Größenordnung noch im normalen Bereich?

Kann durch einen direkten Potentialausgleich bzw. Erdung (in der Nähe befindet sich noch ein nicht genutztes Bandeisen) zumindest erreicht werden,

dass die Ableitströme direkt abfließen und sich nicht über alle Verteilungen ausbreiten?

Verschlechtert man die Situation anderenfalls dadurch noch?

3) Eine der Druckmaschinen wird von einer Zuleitung NYM 4 x 35 eingespeist. Die versorgende Hauptverteilung ist als TN-S-System aufgebaut. Die grünelbe Ader wurde in der Hauptverteilung mit blauem Isolierband markiert und auf die N-Schiene angeschlossen. In der Maschinenverteilung wurde diese Ader jedoch an die PE-Schiene angeschlossen.

Ist diese Anschlussart (PE auf N) zulässig?

Ist es korrekt, von einem TN-S-System eine Maschinenverteilung mit L1, L2, L3 PE über ein 4-adriges Kabel zu versorgen?

M. F., Saarland

## ANTWORT

### Zu Aufzählungspunkt 1

Es ist richtig, dass von einer Niederspannungs-Schaltanlage bzw. einem Verteiler, in dem ein »reines« TN-S-System angewendet wird, ein TN-C-Abgang nicht realisiert werden kann. Aufgrund der Hinweise, die sich aus den weiteren Fragen ergeben, könnte jedoch eine andere Betrachtung angestellt werden:

a) Ein Verteiler mit fünf Schienen muss nicht zwangsläufig ein TN-S-Verteiler sein. Meist teilt man erst im Verteiler in Schutz- und Neutralleiter auf. Der Verteiler selbst wird mit einem PEN-Leiter eingespeist, sodass sich zumindest bis zur Aufteilung ein Stück PEN ergibt. Physikalisch und auch normativ ist diese Denkweise nur bedingt richtig. In Wirklichkeit ergibt sich im Schaltschrank durchgängig eine PEN-Schiene, von der eine N-Schiene abgezweigt wird. Erst die Kabel-/Leitungsabgänge werden – soweit notwendig – als TN-S-Abgang ausgeführt. An der PEN-Schiene dürfen Schutzleiter und PEN-Leiter angeschlossen und es dürften auch Neutralleiter in beliebiger Anzahl und Reihenfolge ange-

schlossen werden, d.h. eine separate Neutralleiterschiene ist bei entsprechenden Schienenquerschnitten (dürfte gegeben sein) nicht gefordert.

Eine separate Neutralleiterschiene erleichtert jedoch – insbesondere bei der Wiederholungsprüfung – die Messung des Isolationswiderstands der Neutralleiter gegen Schutzleiter/Erde.

b) Von einem Verteiler mit einem TN-S-System, TN-C-System oder TN-C-S-System können und dürfen für nachgeschaltete Schaltanlagen TN-S-Abgänge – auch solche mit nur drei Außenleitern und einem Schutzleiter – realisiert werden.

Es wäre daher zu prüfen, ob tatsächlich die Abgänge entgegen der Norm ausgeführt wurden.

### Zu Aufzählungspunkt 2

Ein Schutz bei Überspannung ist nur dann erforderlich, wenn sich z.B. aufgrund einer Risikobewertung ergibt, dass ein solcher Schutz notwendig ist. Ob ein solcher Schutz notwendig ist, hängt von verschiedenen Umständen ab. So legt DIN VDE 0100-443 (VDE 0100 Teil 443) hierzu u.a. folgende Kriterien fest:

- die zu erwartende Gewitterhäufigkeit (mehr als 25 Gewittertage pro Jahr),
- der Einbauort,
- die Kennlinien der Überspannungsschutzrichtungen und
- die Art der Einspeisung, d.h. ob die Versorgung aus einem Kabel- oder Freileitungsnetz erfolgt.

Außerdem gibt die Norm Hinweise, in welchen Fällen der Schutz bei Überspannungen durch die **systemeigene Regelung** (natürliche Regelung, ohne zusätzlichen Schutz) oder durch die **Regelung mit Schutzeinrichtungen** erfüllt ist.

Unter Beachtung dieser Vorgaben ergibt sich, dass in vielen Fällen ein zusätzlicher Überspannungsschutz nicht zwingend notwendig ist.

Dies lässt sich auch aus der Anmerkung 1 zum Abschnitt 443.3.1 von DIN VDE 0100-443 (VDE 0100 Teil 443):2002-2 ableiten:

»Anmerkung 1 In IEC 60364-4-443 wird davon ausgegangen, dass bei einer Anlage, die durch ein Erdkabel versorgt wird, oder bei einer Anlage, die durch eine Freileitung versorgt wird und bei der der keramische Pegel unter 25 liegt, keine Notwendigkeit besteht, Überspannungs-Schutzeinrichtungen einzubauen, es sei denn, dass das akzeptierte Risiko, abhängig von der Nutzung der Anlage, außergewöhnlich gering ist. ...

Diese Analyse sollte die Wahrscheinlichkeit von auftretenden Überspannungen berücksichtigen und eine wirtschaftliche Abwägung zwischen Schutz und Folgen beinhalten«.

Es sollte daher immer mit dem Betreiber festgelegt werden, in welchem Umfang ein zusätzlicher Schutz notwendig ist. Für die Ausführung dieses Schutzes muss man dann aber die Anforderungen von DIN VDE 0100-443 (VDE 0100 Teil 443) berücksichtigen.

### Zu Aufzählungspunkt 3

Hiermit kann ich wenig anfangen, da es solche Forderung weder in den Normen der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) noch in DIN EN 60204-1 (VDE 0113 Teil 1) gibt.

Möglicherweise meinten Sie den Blitzschutz-Potentialausgleich nach den Normen der Reihe DIN VDE 0185 (VDE V 0185). Dieser wird aber nur notwendig, wenn eine Blitzschutzanlage errichtet wurde. Aber auch in diesen Fällen müssen die Schaltanlagen nicht zusätzlich einbezogen werden. Die Schaltanlagen sind ja bereits über die notwendigen Schutzleiter in den Hauptpotentialausgleich einbezogen. Diese Schutzleiter müssen einmal in jedem Gebäude mit der Hauptpotentialausgleichsschiene verbunden sein.

Teil 3 von DIN VDE 0185 (VDE V 0185) führt folgende Teile an, die einbezogen werden müssen:

- Metallene Installationen, z. B. Wasser-, Gas-, Heizungs-, Lüftungsleitungen,
- Krangerüste,
- Führungsschienen von Aufzügen.

Nun zu den eigentlichen Fragen.

### Zu Frage 1

Bezüglich des Anschlusses der Druckmaschine mit L1, L2, L3 und Schutzleiter (PE) gilt, dass der Anschluss normenkonform ausgeführt ist. Im Gegenteil war bis November 1998 nach DIN EN 60204-1 (VDE 0113 Teil 1) die Verwendung eines Neutralleiters für

den Anschluss einer Ausrüstung einer Maschine nur mit Zustimmung des Betreibers der Maschine zulässig. Diese Einschränkung sollte den universellen Einsatz von Maschinen ermöglichen, d.h. auch den Betrieb an einem IT-System, bei dem normalerweise ein Neutralleiter nicht verwendet wird/verwendet werden darf.

Die derzeit gültige DIN EN 60204-1 (VDE 0113 Teil 1):1998-11 lässt einen Neutralleiter zwar zu, verlangt ihn jedoch nicht. Außerdem muss dies in der technischen Dokumentation klar hervorgehoben/ausgeführt werden.

Somit ist die Schaltanlage der Druckmaschine diesbezüglich richtig ausgeführt. Dieses System kann als TN-S-System bezeichnet werden, da es ja keinen PEN-Leiter gibt.

Anders liegt der Fall beim Steuerstromkreis, wobei die beigegefügte Pläne (Anm. d. Red.: hier nicht abgedruckt) nur die Versorgung der Beleuchtung der Steckdosen und der Schranklüfter aufzeigt, die nicht zu den Steuerstromkreisen gehören.

Vorzugsweise soll bzw. muss bei Steuerstromkreisen nach Abschnitt 9.4.3.1 von DIN EN 60204-1 (VDE 0113 Teil 1):1998-11 auf der Sekundärseite des Steuertransformators ein Außenleiter mit Schutzleiterpotential verbunden werden. Ungeerdete Steuerstromkreise sind jedoch zulässig, wenn eine Isolationsüberwachungseinrichtung – unabhängig von der Höhe der Spannung – vorgesehen wird. Falls der Steuerstromkreis also nicht geerdet ausgeführt und auch keine Isolationsüberwachung vorhanden ist, entspricht dies nicht der Norm.

Aber auch bei der Versorgung der Beleuchtung und der Steckdosen durch einen Transformator wäre es notwendig, einen Außenleiter auf der Sekundärseite mit dem Schutzleiter zu verbinden – also ein TN-System zu realisieren. Alternativ könnte man den Schutz durch automatische Abschaltung im IT-System erfüllen, für das jedoch in Europa zusätzlich eine Isolationsüberwachung vorgeschrieben ist.

Auf der Sekundärseite eines Einphasentransformators handelt es sich um zwei Außenleiter und nicht, wie in Ihren Plänen angeführt, um einen Außenleiter und einen Neutralleiter, unabhängig davon, ob dieser Leiter mit dem Schutzleiter verbunden ist oder nicht.

Unter diesem Gesichtspunkt ist dieser Punkt nicht im Einklang mit den Normen.

### Zu Frage 2

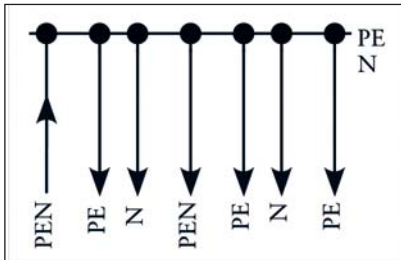
Es ist nicht klar, was Sie mit der Bezeichnung Haupterdungsleiter meinen, auch wenn er im Teil 410 der DIN VDE 0100 (VDE 0100) verwendet wird. Der Teil 200 der DIN VDE 0100 (VDE 0100) enthält keine Begriffsbestimmung. In TN-Systemen gibt es einen solchen Haupterdungsleiter sicher nicht. Allenfalls einen Erdungsleiter, der den Anlagenerder mit der Hauptpotentialausgleichsschiene verbindet. Nur im TT-System könnte man von einem Haupterdungsleiter sprechen. Aber auch im TT-System bezeichnet man solche Leiter üblicherweise als Schutzleiter, ggf. als Hauptschutzleiter. Die zukünftige DIN VDE 0100-540 (VDE 0100 Teil 540) bezeichnet die Verbindung Hauptpotentialausgleichsschiene mit dem Anlagenerder als Erdungsleitung (nicht jedoch als Haupterdungsleitung).

Mit den Strömen im von Ihnen als Haupterdungszuleitung bezeichneten Leiter meinen Sie vermutlich die Schutzleiterströme, die im TN-System sowohl über den Schutzleiter als auch über Anlagenerder und Erdreich zum Sternpunkt des Netztransformators zurückfließen. Diese können und dürfen auftreten.

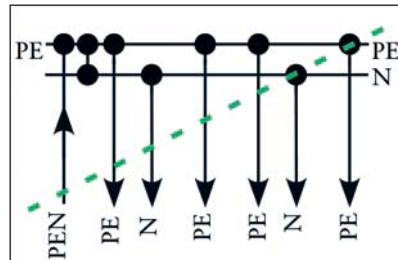
In den letzten Jahren wurden hierbei sogar Werte erreicht, die bei 5 A und höher lagen. Verursacht werden solche Schutzleiterströme durch EMV-Maßnahmen. Auf Grund der EMV-Richtlinie bzw. des EMV-Gesetzes sind insbesondere bei umrichter gespeisten Antrieben geschirmte Kabel/Leitungen und Netzfilter gefordert. Hierbei entstehen erhebliche Schutzleiterströme. Zwar wurde versucht, diese Schutzleiterströme normativ zu begrenzen, aber bei fest angeschlossenen Betriebsmitteln/Verbrauchsmitteln ist die Begrenzung sehr großzügig. Die in Kürze erscheinende DIN EN 61140 (VDE 0140 Teil 1) lässt für solche fest angeschlossenen Betriebsmittel bis zu 5 % vom Bemessungseinspeisestrom in einem Außenleiter zu.

In der Anlage wird allerdings immer mehr als ein Betriebs-/Verbrauchsmittel fest angeschlossen sein, sodass sich ganz erhebliche Ströme ergeben können.

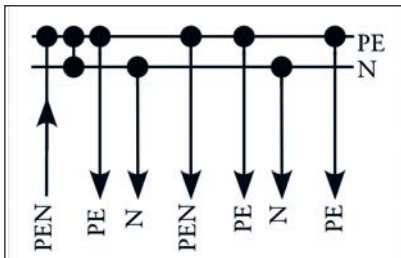
Auch bezüglich des Leistungsschalters kann der Wert – abhängig vom Nenn/ bzw. Bemessungsstrom – im zulässigen Bereich liegen. Ich frage mich aber, wie Sie das gemessen haben. Der Schalter ist normalerweise »leitfähig« auf der Montageplatte befestigt, sodass ein Messen nur möglich ist, wenn der



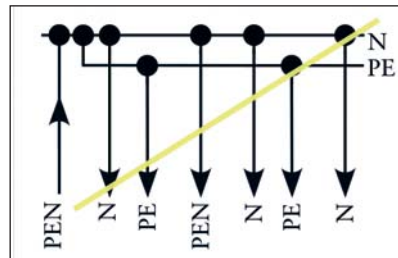
**Bild 1: Normgerechte Ausführung: TN-C-Verteiler mit TN-C- und TN-S-Abgängen**



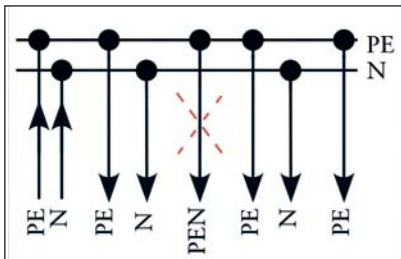
**Bild 4: Bedingt zulässige Ausführungen/Kennzeichnungen (noch vertretbar)**



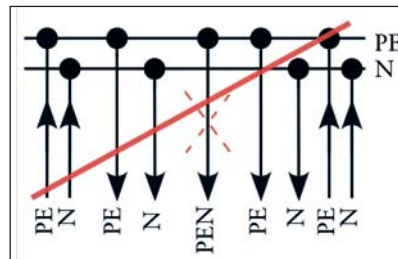
**Bild 2: Normgerecht: TN-C-S-Verteiler mit TN-C- und TN-S-Abgängen**



**Bild 5: Unzulässige Ausführungen/Kennzeichnungen**



**Bild 3: TN-S-Verteiler mit TN-S-Abgängen; TN-C-Abgänge oder Einspeisungen unzulässig, Mehrfacheinspeisungen nicht möglich**



**Bild 6: Unzulässiges TN-S-System bei Mehrfacheinspeisung**

Schalter von der Montageplatte entfernt wird. Das dürfte im Betrieb kaum möglich sein.

Der Anschluss eines zusätzlichen Potentialausgleichs ist immer vorteilhaft, auch wenn sich dadurch diese parasitären Ströme nicht verhindern lassen. Die Ströme teilen sich jedoch auf mehrere Parallelpfade auf, was zumindest bei einer evtl. – hoffentlich nicht auftretenden – Schutzleiterunterbrechung von Vorteil sein kann. Nachteilig

ist ein zusätzlicher Potentialausgleich (fast) nie.

### Zu Frage 3

Bezüglich des Anschlusses der Druckmaschine gilt Folgendes:

Da, wie aus Ihren Angaben ersichtlich, für die Druckmaschine nur L1, L2, L3 und Schutzleiter benötigt werden, ist das Kabel als solches mit »grüngelber« Ader richtig ausgewählt.

Für den Anschluss am Hauptverteiler gilt:

a) Sollte es sich im Hauptverteiler tatsächlich um ein reines TN-S-System handeln – d. h. nicht um eine Aufteilung in N und PE und damit ggf. um einen PEN-Leiter –, wäre der Anschluss des grüngelben Leiters, der als Schutzleiter verwendet wird, an einer »echten« Neutralleiterschiene falsch. Ein Anschluss eines Schutzleiters an einer Neutralleiterschiene ist immer falsch.

b) Sollte es sich im Hauptverteiler um eine TN-C-Einspeisung handeln, wo erst im Hauptverteiler in N und PE aufgeteilt wird, oder wie es richtig ausgeführt sein müsste, vom PEN wird ein N abzweigt (s. o.), dann ist der Schutzleiter an der PEN-Schiene anzuschließen. Keinesfalls darf er an der Neutralleiterschienen angeschlossen werden.

In beiden Fällen ist das zusätzliche blaue Klebeband falsch. Die zusätzliche blaue Kennzeichnung an den Enden (beiden Enden) ist nur für PEN-Leiter gefordert und auch nur für PEN-Leiter zulässig.

So wie ich den Text der Anfrage interpretieren muss, ist der Anschluss der Maschinenzuleitung falsch. Jedoch ist die Verwendung eines 4-adrigen Kabels zur Speisung der Maschinenausrüstung, bei der kein Neutralleiter benötigt wird, korrekt und normenkonform. Nachfolgend hierzu noch einige schematische Darstellungen (Bilder 1 bis 6).

Vollkommen verkehrt ist es, den vom Trafosternpunkt oder von den Trafosternpunkten kommenden Leiter, der/die geerdet werden soll/sollen, als Neutralleiter zu bezeichnen, wie das leider in »de« 12/2003, Seite 41 angeführt wurde. Solche Leiter sind keine Neutralleiter – auch wenn sie an dem entsprechend gekennzeichneten Anschluss am Transformator angeschlossen werden – da in diesen Leitern Fehlerströme und Betriebsströme zum Fließen kommen. Damit sind diese Leiter PEN-Leiter, auch wenn sie nicht direkt am Trafosternpunkt mit Erde verbunden werden.

W. Hörmann