

# Störungsfreie Verkabelung

Lange Leitungen bei verteilten Verbrauchern können Störungen abstrahlen und aufnehmen. Das kann die daran angeschlossenen Lasten beeinträchtigen. Werden bei der Verkabelung jedoch ein paar Regeln eingehalten, funktionieren die Verbraucher störungsfrei.

Aktuelle Geräte und Anlagen sind meist komplex und ihre elektrisch-elektronischen Komponenten modular aufgebaut und oft auch räumlich verteilt. Der Einfluss der Verdrahtung und von langen Leitungen von einzelnen Modulen kann nicht immer vernachlässigt werden. Je größer die räumliche Trennung, umso größer die daraus resultierenden Einflüsse.

Insbesondere für die Spannungsversorgung in solchen Systemen gelten bestimmte Bedingungen. So müssen zum Beispiel gegenseitige EMV-Störungen durch induktive und kapazitive Kopplung ebenso vermieden werden, wie wechselseitige Beeinflussungen der Lasten untereinander.

Oft ist auch die Ausgangsspannungscharakteristik eines Netzgeräts oder Gleichspannungswandlers mit der Lastkennlinie des Verbrauchers nicht kompatibel. Auch die modulare Verteilung oder Aufteilung der Stromversorgungen hat Auswirkungen auf die zu erwartende Ausfallwahrscheinlichkeit des Gesamtsystems und darf nicht vernachlässigt werden.

## Distributed Power

Unter Distributed Power ist die zentrale Versorgung von verteilten Verbrauchern in einem Gebäude, einer Anlage, einem System oder eines größeren Geräts zu verstehen. Beispiele dazu sind die Beleuchtung, automatische Türen und Fenster von Wohnhäusern, Wohnungen und Industrieanlagen oder komplexe Geräte. In der Regel wird bei solchen Systemen mit einer zentralen Kleinspannungsversorgung eine ungefährliche Gleichspannung erzeugt, die dann, teilweise über lange Leitungen, an die angeschlossenen Verbraucher verteilt wird. Das vereinfacht in vielen Fällen die Verkabelung und den Zulassungsaufwand. Wegen der kleinen Spannung und den geringen Kurzschlussströmen sind der Isolierungsaufwand und die Anforderungen

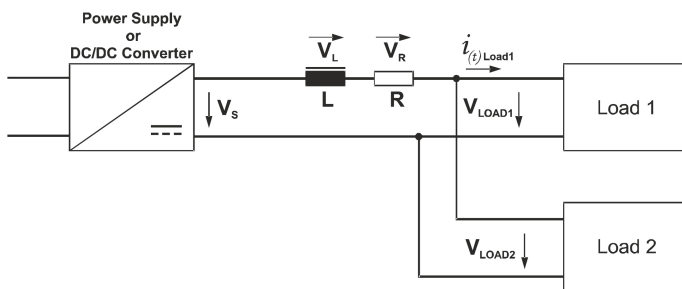
an den Leitungsquerschnitt geringer und die Verdrahtung ist kostengünstiger. Ein einzelnes Netzgerät ist zum Beispiel in der Regel preiswerter, als mehrere mit der gleichen Leistung.

Netzgeräte müssen die gesetzlichen Grenzwerte für abgestrahlte und insbesondere geleitete hochfrequente Störungen auf den Netzleitungen einhalten. Bei den Ausgangsleitungen der Netzgeräte ist die Höhe der Störwerte im Allgemeinen hingegen nicht gesetzlich vorgeschrieben. Die Entstörung obliegt deshalb dem Anwender. Bei räumlich kompakten Geräten stellt das kein Problem dar. Wird die Ausgangsspannung jedoch über lange Leitungen verteilt, kann dieser Sachverhalt jedoch nicht mehr vernachlässigt werden. Traco Power bietet deshalb Netzgeräte an, die Funkstörungen für die Ausgangsleitungen, ähnlich wie für Netzstörungen, eingangsseitig speziell filtern und so die Anforderungen nach EN 55022 (Telecommunication Ports) und EN55014-1 (Household Appliances) einhalten.

## Funktionsstörungen vermeiden

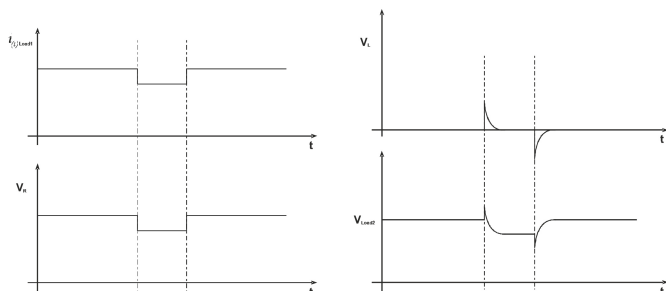
Die langen Leitungen bei verteilten Gleichspannungsverbrauchern können nicht nur Störungen abstrahlen, sondern auch welche aufnehmen, da die Leitungen in beide Richtungen wie Antennen wirken. Solche eingestrahlten Störungen können auf den Leitungen Störspannungen und Störströme verursachen, die wiederum zu Betriebsstörungen bei den angeschlossenen Verbrauchern führen können. Um den Filteraufwand bei den angeschlossenen Geräten und Verbrauchern gering zu halten, müssen einige wichtige Punkte beachtet werden. So sollten Leitungen beispielsweise nicht über weite Strecken parallel mit Leitungen mit hohen Strömen oder starken Stromschwankungen verlegt werden.

Aber auch leitungsgebundene Störungen, welche von einem angeschlossenen Verbraucher auf einen zweiten wirken, können zu Funktionsstörungen führen. Eine Versorgungsleitung lässt sich schaltungstechnisch vereinfacht durch einen ohmschen Widerstand und einen induktiven Blindwiderstand repräsentieren.



**Abb 1.:** Die gleichzeitige Versorgung der Verbraucher über eine gemeinsame Leitung mit ohmscher und induktiver Impedanz kann Störungen verursachen.

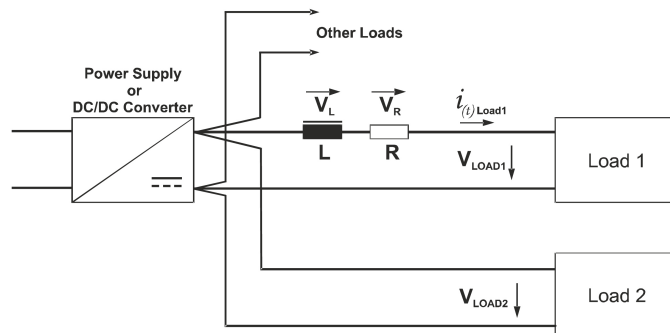
Sind an dieser Leitung zwei Lasten angeschlossen und findet zum Beispiel in der ersten Last eine schnelle Laständerung statt, bewirkt dies auf der Leitung einen ohmschen und induktiven Spannungsfall. Die induzierte Spannung ist dabei so gerichtet, dass versucht wird, den vorhergehenden Zustand zu erhalten. Das kann aber recht hohe Spitzen der Eingangsspannung am zweiten Verbraucher verursachen und diesen stören.



**Abb.: 2a** Lastsprung verursacht durch die erste Last

**Abb.: 2b:** Eingangsspannung an der zweiten last bei Lastsprung der ersten Last

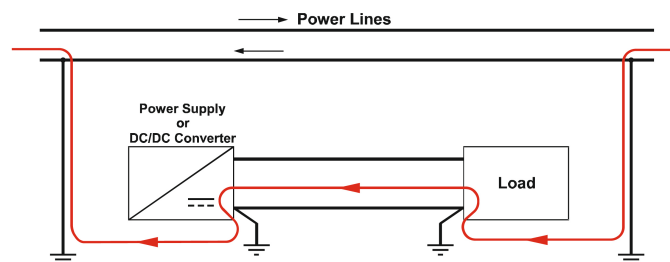
Die Leitungsinduktivität wird durch Verdrillen der Versorgungsleitungen reduziert, was für eine geringere Anzahl an Störspannungsspitzen sorgt. Bei richtiger Dimensionierung der Leitungsquerschnitte können die ohmschen Spannungsfälle dabei in der Regel vernachlässigt werden. Kompletต์ vermeiden lässt sich dieses Problem durch eine Sternpunktverdrahtung. Bei ihr sind alle Verbraucher nahe am versorgenden Netzgerät angeschlossen. Eine gegenseitige Beeinflussung durch Laständerungen auf den Versorgungsleitungen ist dadurch ausgeschlossen.



**Abb 3.:** Bei der Sternpunktverdrahtung werden alle Verbraucher nahe am versorgenden Netzgerät angeschlossen.

### Störende Brummschleifen

Sehr oft treten außerdem Störungen auf Versorgungs-, Steuer- und Sensorleitungen auf, durch sogenannte Brummschleifen. Der Begriff stammt noch aus der Zeit der Röhrenradios. Der entsprechende Verdrahtungsfehler war damals als Brummen im Lautsprecher zu erkennen. Er tritt zum Beispiel bei DC-Verbrauchern auf, die über eine längere Leitung an ein Netzgerät angeschlossen und vom Gleichspannungsverbraucher räumlich getrennt sind. In der Nähe des Netzgeräts sowie in der Nähe des Verbrauchers sind die Mittelpunktleitungen des Wechselstromversorgungsnetzes oft geerdet, was den Installationsvorschriften entsprechend notwendig sein kann. In der Industrie ist das Erden von Sicherheitskleinspannungen durchaus gängig und üblich, um im Fehlerfall bei gefährlichen Spannungen auf Safe-Extra-Low-Voltage-Leitungen (SELV) eine sichere Abschaltung durch Auslösen der Sicherung sicherstellen zu können.



**Abb 4.:** Ein DC-Verbraucher über eine längere Leitung an ein Netzgerät angeschlossen. In der Nähe des Netzgeräts sowie in der Nähe der Verbrauchers sind die Mittelpunktleitungen des Wechselstromversorgungsnetzes geerdet, was den Installationsvorschriften entsprechend notwendig sein kann.

Diese Schutzmaßnahme hat den Nachteil, dass für beide Versorgungssysteme zwei gemeinsame parallel geschaltete Rückleitungen zur Verfügung stehen. Die Aufteilung der Ströme ergibt sich entsprechend den Leitungswiderständen. Dies kann unter anderem dazu führen, dass ein relativ großer Wechselstrom auf der eigentlich nur für den Gleichstrom ausgelegten Rückleitung fließt. Dieser Strom kann zu Spannungsschwankungen führen, welche wiederum den Verbraucher stören. Es gilt also, solche Brummschleifen durch nur einseitige Erdung zu vermeiden oder lokal mit Hilfe von DC/DC-Wandler eine galvanische Trennung der Potentiale einzubringen.

Wenn diese Problemquellen bei der Verdrahtung beachtet werden, lassen sich mehrere verteilte Verbraucher kostengünstig aus einem Netzgerät auch über längere Leitungen versorgen. Distributed Power ohne Störungen ist möglich, bedarf allerdings einiger Vorkehrungen.

---

**Autor** Martin Tenhumberg und Dr. Werner Wölfle  
**Datum** April 2017

### **Kontakt/ Rückfragen**

Yves Elsasser  
Traco Electronic AG  
Sihlbruggstrasse 111  
6340 Baar  
Switzerland

Tel: +41 43 311 45 11  
E-mail: [ye@traco.ch](mailto:ye@traco.ch)  
Fax: +41 43 311 45 45  
Web: <http://www.tracopower.com>

 **TRACO POWER**