



## Allgemeine Richtlinien zum Überspannungsschutz

### Überspannungsschutz muß an allen Stellen eingesetzt werden, wo Überspannungen auftreten können:

- An den Netzspannungszuführungen
- An den Eintrittspunkten von externen Kabeln wie:
  - ISDN - Anschlüssen
  - Modem - Leitungen
  - LAN - Kabeln
  - Antennenzuführungen
- An den Datenkabeln zwischen verschiedenen Komponenten

### Alle Schutzkomponenten müssen eine gemeinsame Erdung haben:

- Die Schutzschaltungen für Überspannung aus dem Netz
- Die Schutzbausteine an den Eintrittspunkten von externen Kabeln wie:
  - ISDN - Anschlüssen
  - Modem - Leitungen
  - LAN - Kabeln
  - Antennenzuführungen
  - Datenkabeln

Bei kleinen Installationen, wo nur ein Gerät und ein Modem oder ISDN - Adapter vorhanden sind, kann eine kombinierte Schaltung, die eine Ableitung über den Erdleiter der Netzzuführung durchführt, die beste Alternative sein.

### Eine gemeinsame und gute Schutz Erde muß alle Geräte umfassen, die geerdet sind:

- Unterbrechungsfreie Stromversorgungen
- Router
- Hubs
- Modem Racks
- Schränke

Bei der Erdung aller Geräte ist darauf zu achten, daß die Erdung niederohmig ist und keine Erdschleifen auftreten, die später zu Fehlern in der Übertragung von Daten führen könnten. Im Allgemeinen sollte nur eine Zuleitung zur Schutz Erde erfolgen, die aus Sicherheitsgründen allerdings mit mehreren Erdungskabeln parallel ausgeführt werden kann.



## Überspannungsschutz für Modems und Modemleitungen

Datenleitungen gehen kilometerweit über Land und sind dabei vielfältigen Störeinflüssen ausgesetzt. Diese Einflüsse können durch Potentialverschiebungen im Gewitterfall oder durch atmosphärische Aufladungen erfolgen, sie können aber auch durch Einflüsse aus elektrischen Maschinen hervorgerufen werden, und durch die parallele Verlegung mit Stromkabeln in Kabelkanälen und Schächten verursacht werden. Im Folgenden werden die einzelnen Störeinflüsse untersucht und Maßnahmen zur Abwehr der damit verbundenen Gefahren für Mensch und Geräte aufgeführt.

Zusätzlich zum Schutz vor zu hohen Spannungen über die Datenleitungen, sollte ein Schutz vor Störungen über das Stromnetz erfolgen. Dabei ist zu unterscheiden zwischen Netzfiltern, die Störungen in die Übertragungsgeräte herausfiltern und in erster Linie zur Sicherheit der Datenübertragung beitragen, und dem Überspannungsschutz, der dem Geräteschutz vor zu hohen Spannungsspitzen über die Stromleitungen dient. Moderne Geräte verbinden diese Schutzaufgaben in einem Gerät. Oft ist der Filter auch in einer Notstromversorgung (USV) mit integriert, der Überspannungsschutz sollte jedoch separat vorhanden sein, da auch eine USV durch zu hohe Eingangsspannungen zerstört werden kann. Am Besten wird eine ganze Anlage zentral gegen Überspannungen aus dem Netz geschützt.

### ***Einflüsse durch Elektrokabel***

Elektrische Kabel, die parallel zu Datenkabeln in Kabelschächten im Inneren von Gebäuden oder Werksanlagen verlegt sind, fangen durch die magnetischen Felder um die Elektrokabel Störungen auf, die dann besonders hoch sind, wenn starke Stromstöße auftreten, wie sie vor Allem durch Anlaufströme in elektrischen Maschinen oder durch phasenabhängige Steuerungen verursacht werden. Diese Art von Störungen sind oft für Fehler in der Datenübertragung zuständig und können kaum verhindert werden, es sei denn vorbeugend durch getrennt verlegte Datenübertragungsleitungen.

### ***Einflüsse durch elektrische Maschinen***

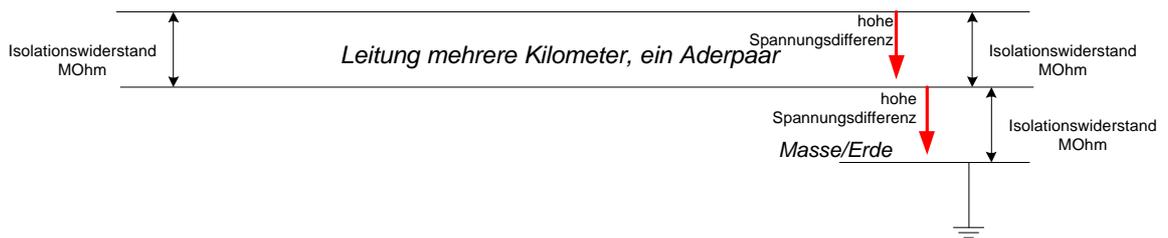
Der direkte Einfluß von elektrischen Maschinen ist eher selten, da Datenübertragungskabel meist nicht in unmittelbarer Nähe von elektrischen Maschinen verlegt werden. Eine Ausnahme bilden jedoch Kabel, die in der Nähe von Eisenbahn- oder Straßenbahntrassen verlegt werden, sowie für alle Leitungen im Bereich von Bahnhöfen. Durch Elektromotoren der Lokomotiven oder Triebwagen werden dort recht hohe Spannungen induktiv in die Datenleitungen übertragen, die teilweise sogar zum Ausfall von angeschlossenen Geräten führen können. Da es sich hierbei meist um niederfrequente Einstreuungen handelt, ist als erster Schutz dabei an Leitungsübertrager zu denken, die auch einen Teil der Störungen ausfiltern können. Zusätzlich sollte ein Überspannungsschutz die Spannung an den Leitungen auf maximal 50 V reduzieren, um Geräte und Menschen zu schützen.

### ***Atmosphärische Störeinflüsse***

Diese Art von Einflüssen hat das größte Zerstörungspotential von allen besprochenen Störeinflüssen, vor Allem ist es auch die einzige Störung, die lebensbedrohende Wirkungen haben kann. Im Gewitterfall entladen sich Spannungen von mehreren Millionen Volt unter Stromstößen, die 100 kA überschreiten. Jedoch ist gar nicht der äußerst seltene Fall, daß ein Blitz in eine Anlage oder ein Zuführungskabel direkt einschlägt, der Fall, für den vorgesorgt werden muß, sondern die vielen Begleitumstände bei atmosphärischen Störungen stellen die häufigsten Gefahren dar.

## Störungen durch atmosphärische Aufladungen

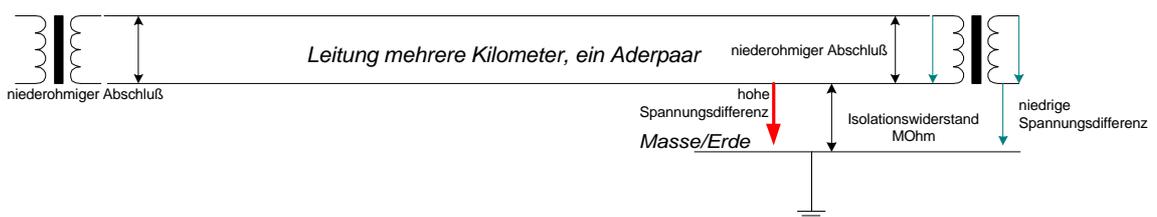
Die erste Art der Störung ergibt sich aus der Tatsache, daß entlang eines Kabels, das vielleicht nur knapp unter der Erdoberfläche oder sich in einem Betonkanal zu ebener Erde befindet, verschiedene atmosphärische Spannungspotentiale aufbauen können, die sich ja nicht immer durch ein Gewitter entladen müssen. Haben wir ein Kabel mit hochohmigem Abschluß, wie es z. B. ein nicht angeschlossenes Modemkabel sein kann, können sich statische Spannungen von mehreren tausend Volt gegen Erde oder zwischen den Adern ergeben. Diese können eine Gefährdung für Arbeiter, die mit den Leitungen in Berührung kommen darstellen, sie können aber auch zu Überschlägen in Verteilerdosen oder Geräteschränken führen und wertvolle Geräte zerstören.



*Nichtabgeschlossene Leitung*

Das Bild einer ungeschlossenen Leitung zeigt, daß gefährliche Überspannungen sich zwischen den Adern des Leitungspaares und zwischen den Adern und Masse bilden können.

Da diese Störungen geringen zeitlichen Änderungen unterworfen sind, z. B. im Sekundenbereich, können sie fast wie Gleichspannung angesehen werden. Deshalb besteht ein einfaches Verfahren zum Schutz vor diesem Fall darin, einen Übertrager pro Aderpaar direkt an der ersten Verteilerstelle in einem Haus einzusetzen. Dadurch wird auch dann ein niederohmiger Abschluß der Leitung gewährleistet, selbst wenn kein Modem mit der Leitung verbunden ist. Da diese Art der Aufladung statisch ist, sind keine großen Energien abzuleiten. Außerdem wird eine gleichstrommäßige Entkopplung zwischen der Leitung und den angeschlossenen Geräten durchgeführt, und somit auch ein zusätzlicher Schutz der mit diesen Geräten arbeitenden Mitarbeiter gewährleistet.



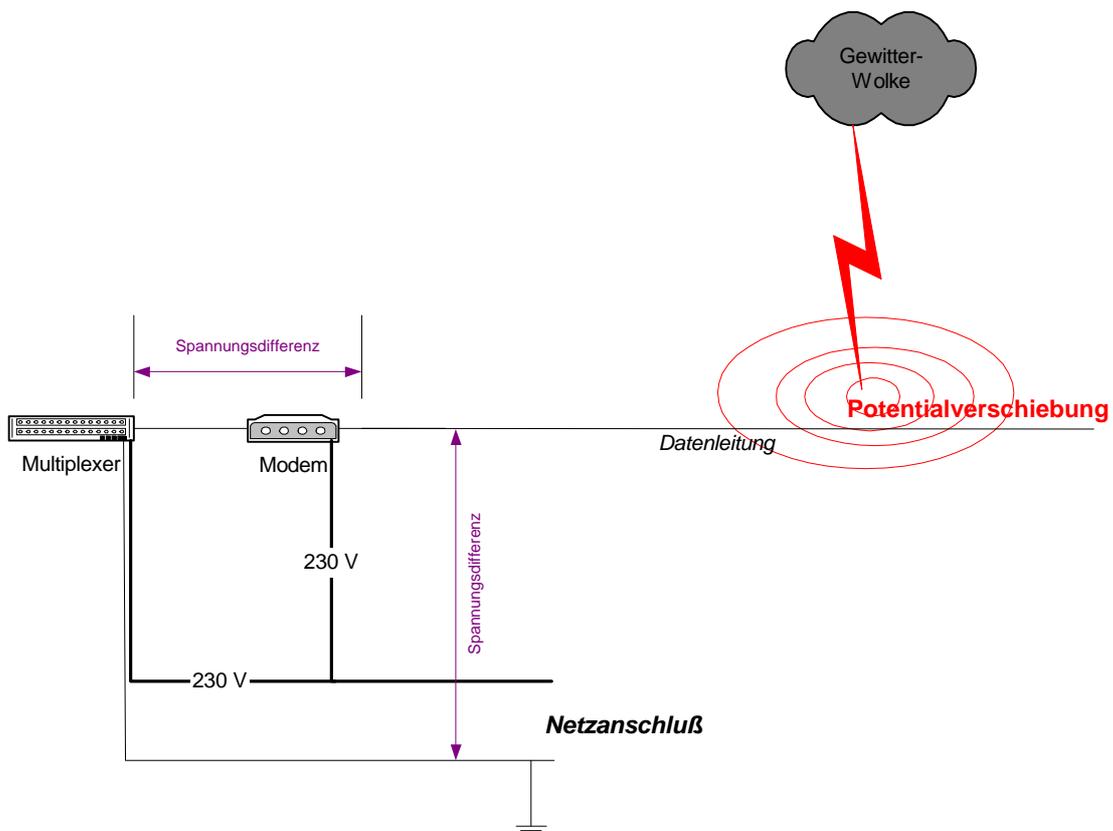
*Mit Übertrager abgeschlossene Leitung*

Das obige Bild zeigt nun die durch Übertrager abgeschlossene Leitung, die nur noch geringe Spannungen zwischen den Adern eines Leitungspaares vor und auch hinter dem Übertrager aufweist. Zwar kann noch eine Spannungsdifferenz zwischen Leitung und Masse auf der Leitungsseite auftreten, jedoch ist die Geräteseite durch die Potentialtrennungsfunktion des Übertragers nicht mehr diesen Spannungen ausgesetzt.

## Störungen durch Gewitter

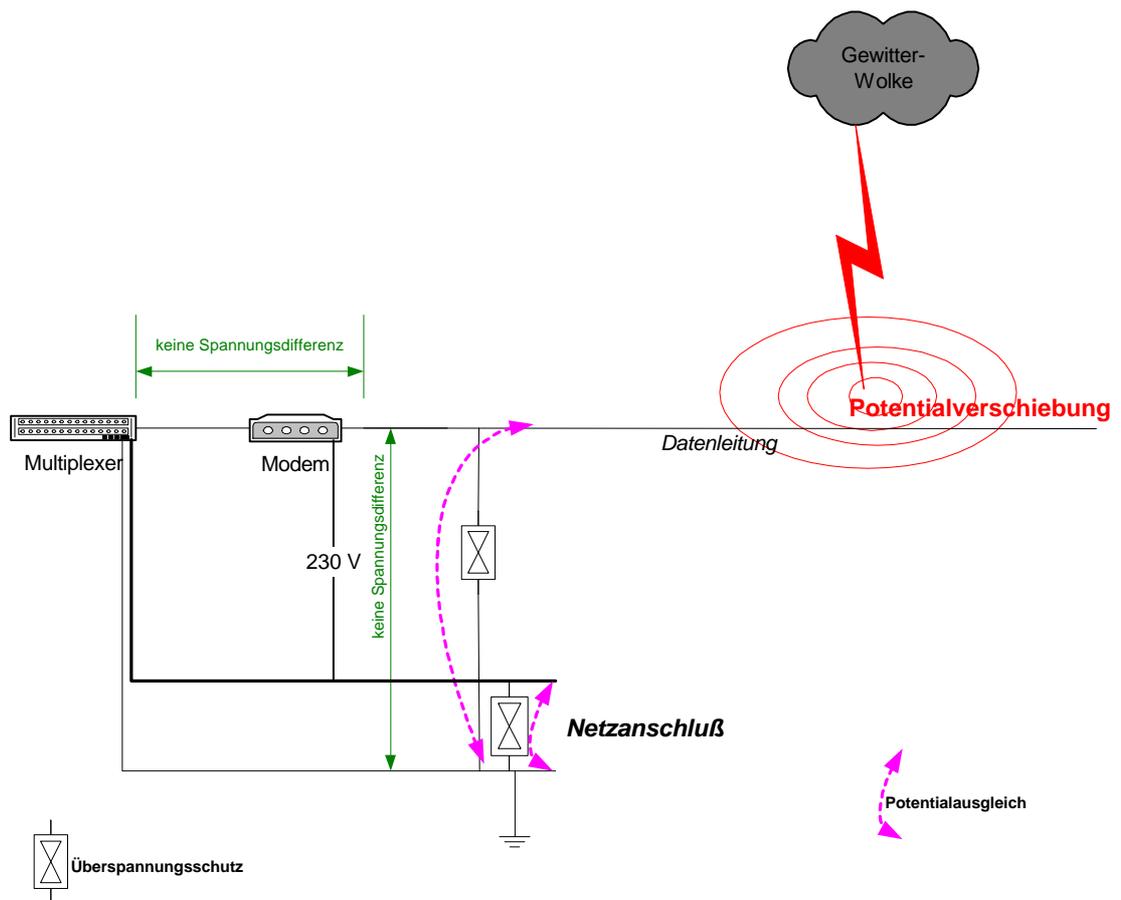
Im Gewitterfall entladen sich die Potentialverschiebungen in der Atmosphäre schlagartig durch einen Blitz. Dabei treten impulsförmige elektromagnetische Störungen auf, die sich über weite Bereiche hinziehen und in verlegten Kabeln Störimpulse induzieren. Zusätzlich erfolgt beim Einschlag eines Blitzes in die Erde eine weiträumige Potentialverschiebung um dem Einschlagsort herum. Auch dies führt zu impulsförmigen Störungen in Kabeln, die sich im Einzugsbereich dieser Potentiale befinden.

Tests haben ergeben, daß ein nur 500 m langes offenes Kabel im Erdreich verlegt, bei einem Blitzeinschlag in die Erde, der 5 km entfernt war, immerhin bereits 80 V Spannungsspitzen aufwies.



Ein wirksamer Überspannungsschutz muß die entstehenden Spannungsspitzen sofort und an allen Leitungen gegen Erde ableiten, um zu verhindern, daß an den zu schützenden Geräten gefährliche Spannungsdifferenzen entstehen. Dabei kommen vor allen Dingen schnell ansprechende Halbleiterbausteine zu Einsatz, die in der Lage sind, im Bereich von Mikro- oder gar Nano-Sekunden erhebliche Stromstöße in der Größenordnung von kA abzuleiten, ohne selbst zerstört zu werden.

Um die Halbleiter - Schutzbausteine selbst vor Überlastung zu schützen und als zusätzlichen Personenschutz werden heute meist zweistufige Schutzeinrichtungen verwendet, die zusätzlich noch Gasentladungsableiter in den Schutzkreis mit einbeziehen. Wichtig dabei ist auch noch, daß der Spannungsausgleich sowohl zwischen den Modemleitungen und Masse als auch zwischen den Spannungszuführungen und Masse erfolgen muß. Dabei ist auf eine niederohmige Verbindung zwischen allen Massezuführungen zu achten und die gesamte Anlage soll nur mit einem einzigen Erdungspunkt abgesichert werden.

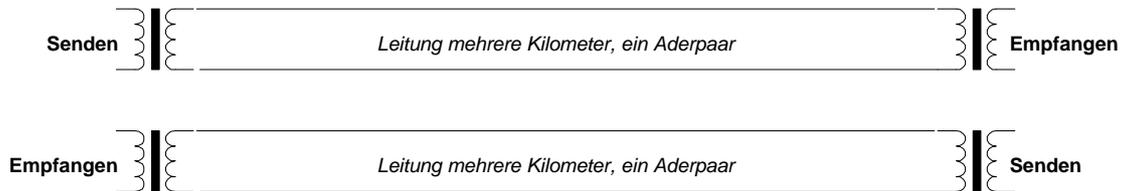


Eine zusätzliche Anforderung an die Schutzbausteine besteht darin, daß eine einmal aufgetretene Überlastung und damit ein Ausfall der Schutzfunktion für den Anwender sichtbar angezeigt wird.

## Leitungsübertrager für Basisband - Modems

Leitungen, die für Basisband - Modems verwendet werden, sollen ab einer bestimmten Länge mit Übertragern abgeschlossen werden. Der Sinn dieser Maßnahme liegt darin, einmal eine definierte Impedanz für die angeschlossenen Modems zu haben, und zum Anderen, Störspannungseinflüsse auf den Leitungen zu begrenzen.

Störspannungen können auf der einen Seite Einkopplungen durch Starkstromkabel oder Elektromaschinen in Gebäuden oder im Gelände sein, aber auch Potentialverschiebungen, wie sie sich bei langen Kabeln durch atmosphärische Aufladungen ergeben können. Im Gewitterfall können auch ohne einen direkten Blitzeinschlag bei nichtabgeschlossenen Kabeln Spannungen von mehreren tausend Volt entstehen, die zur Zerstörung der angeschlossenen Geräte führen und auch für Menschen gefährlich sein können. Übertrager trennen erst einmal diese Potentiale galvanisch von den Anschlußpunkten der Geräte ab, zusätzlich lassen sie durch ihren geringen Gleichstromwiderstand auch auf der Primärseite die Spannung auf ungefährlichere Werte sinken. Somit stellen diese Übertrager auch eine Stufe für einen Überspannungsschutz für Modemleitungen dar, der natürlich noch durch geeignete andere Maßnahmen ergänzt werden muß.



### Vierdraht - Leitung mit Übertragern

Bei einer Übertragung über zwei Aderpaare (Vierdraht - Leitung) müssen auf jeder Seite der Leitung zwei Übertrager eingesetzt werden.



### Zweidraht - Leitung mit Übertragern

Bei einer Übertragung über ein Aderpaar (Zweidraht - Leitung) wird an jeder Seite ein Übertrager eingesetzt. Bei dieser Anwendung ist die Anpassung der Leitung an die Modems von besonderer Bedeutung, da die heute im Basisband - Verfahren für Zweidraht - Leitungen eingesetzten Echounterdrücker bei einer Impedanz von ca. 120 bis 150 Ohm am wirkungsvollsten arbeiten.

Diese Übertrager müssen breitbandig sein (bis über 100 kHz), um die zu erwartende Bandbreite verzerrungsfrei zu übertragen. Als generelle Regel kann man für Basisband - Verfahren sagen, daß die Übertrager mindestens die doppelte Bandbreite der höchsten zu übertragenden Geschwindigkeit haben müssen. Bei einer maximalen Datenrate von 19,2 kbit/s muß ein verwendeter Übertrager mindestens bis 40 kHz übertragen, bei 64 kbit/s sind 120 kHz nötig. Die genauen Daten bekommt man jeweils vom Hersteller des entsprechenden Modems.