



## Überspannungsschutz ist weit verbreitet

Netzwerke transportieren nicht nur Information sondern auch Störungen und wenn genügend Energie im Spiel ist, Hochspannungsimpulse, die empfindliche Elektronik im und am Netz zerstören. Die Netzbetreiber wissen das mittlerweile aus leidvoller Erfahrung und schützen sich und ihre Kunden.

Überspannungsschutz und die speziell zu diesem Zweck entwickelten Komponenten verbreiten sich in den letzten Jahren überall in der Elektronik. In Telefonie und Netzleittechnik werden sie schon millionenfach eingesetzt.

Die Erfahrungen der TELEKOM zeigen, dass nach einigen Jahren Einsatz aus Sicherheitsgründen eine Nachprüfung erforderlich ist:

Überspannungsschutz kann ausfallen wie jede andere Technik auch, vor allem bei ständiger Belastung durch Hochspannungsimpulse.

Nach langjähriger Erfahrung ist z.B. bei Gasentladungsableitern die häufigste Ausfallursache eine geringfügige Undichtigkeit, die nach vielen Impulsbelastungen auftritt und sich in einer stark erhöhten Ansprechspannung zeigt. Das führt zu einem schleichenden Verlust der Schutzfunktion.

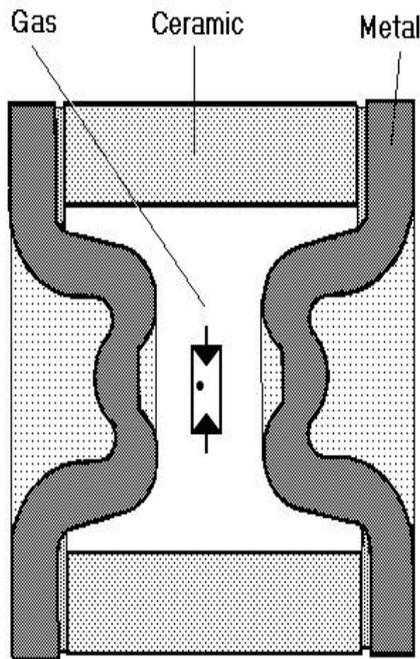
## Komponenten für den Überspannungsschutz

Je nach Anwendungsfall kann eine ganze Reihe unterschiedlicher Komponenten für den Überspannungsschutz eingesetzt werden. Impulsfeste Widerstände, Induktivitäten und Kondensatoren gehören ebenso dazu wie Optokoppler und Trenntransformatoren.

Speziell fuer den Ueberspannungsschutz werden jedoch spannungsbegrenzende Komponenten eingesetzt, deren Eigenschaften sich in einigen wesentlichen Punkten von denen konventioneller Bauteile unterscheiden. Vor allem ist zu beachten, dass ein Schutzelement im Laufe seines Lebens einer Anzahl Belastungen ausgesetzt ist, die nach allgemeinen Erfahrungen durchaus zum Verlust der Schutzfunktion fuehren können.

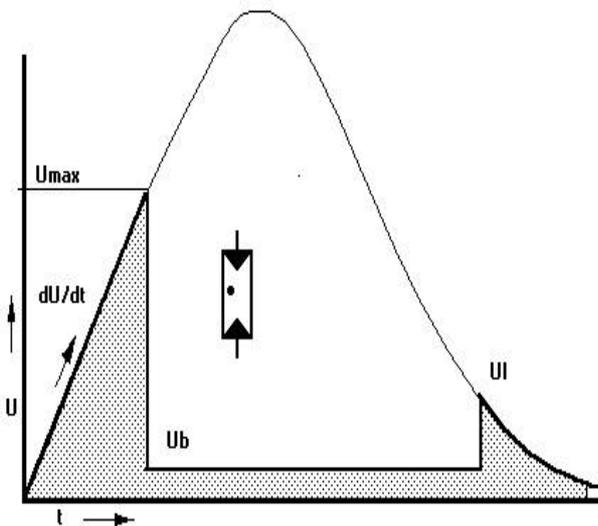
# (ÜsAg) Gasentladungsableiter

## Aufbau:



Ein Gasentladungsableiter moderner Bauart (Knopfableiter) besteht aus zwei Metallelektroden und einem Keramikrohr und enthält eine sehr genau festgelegte Gasmischung, deren Druck während seiner Herstellung exakt eingestellt wird.

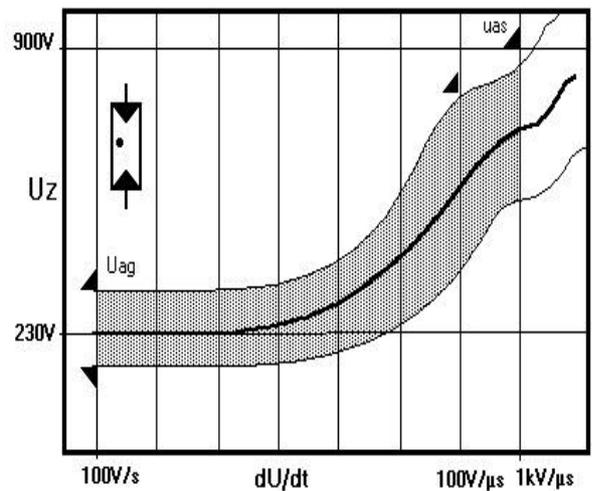
## Schutzfunktion:



Ein Gasentladungsableiter ist normalerweise hoch isolierend mit einem Widerstand von mehr als 10 Gigaohm. Wenn die Spannung zwischen den Elektroden einen wohldefinierten Wert

(Ansprechspannung) überschreitet, zündet das Gas und bleibt leitend, solange die Spannung und der Strom hoch genug sind, um die Entladung aufrechtzuerhalten. Die höchste durchgelassene Spannung (Schutzpegel) ist die Ansprechspannung.

## Kennlinie:



Die Ansprechspannung eines Gasentladungsableiters hängt von der Steilheit des Spannungsanstiegs des Überspannungsimpulses ab. Bei langsamen Anstiegen ( $100\text{V/s} \dots 10\text{ kV/sec}$ ) ist die statische oder auch Ansprechgleichspannung ( $U_{ag}$ ) definiert. Bei steilem Spannungsanstieg von etwa  $1\text{ kV/usec}$  wird i.a. die dynamische oder auch Ansprechstoßspannung ( $u_{as}$ ) gemessen.

Das dynamische Verhalten basiert auf anderen physikalischen Vorgängen als das statische und kann z.B. fuer einen  $90\text{V}$  Ableiter höher sein als für einen  $230\text{V}$  Ableiter ! Die statische Ansprechspannung reagiert sehr sensibel auf geringe Verunreinigungen und Veränderungen im Innern eines Gasentladungsableiters. Durch Messen der statischen Ansprechspannung kann beurteilt werden, ob ein ursprünglich einwandfreier Ableiter noch funktionstüchtig ist. Bei Anwendungen, in denen die Isolation fuer elektrische Sicherheit wesentlich ist, sollte der Isolationswiderstand bei der geforderten Isolationsspannung zusaetzlich gemessen werden.

## **Typische Schäden an Gasentladungsableitern sind:**

geringe Undichtigkeiten --> Uag hoch  
nach geringer Überlast oder sehr vielen  
Impulsbelastungen

Platzen oder Undichtigkeit --> Uag sehr hoch  
nach sehr hohen Impulsbelastungen

Einschmelzen --> Uag niedrig, Risol sehr  
niedrig  
nach thermischer Überlastung

Isolationsfehler --> Risol niedrig  
nach vielfachen leichten oder langanhaltenden  
Belastungen

Eine Qualitätsprüfung umfasst in der Regel  
folgende Schritte: Risol / Uag+ / Uag- / uas+ /  
uas-

eine Nachprüfung im Einsatz : Uag+/Uag-

Die statische oder auch Ansprechgleichspannung ist bei einem Spannungsanstieg von 100V pro Sekunde nach CCITT definiert, kann aber im allgemeinen auch mit 2kV/s mit hinreichender Genauigkeit gemessen werden. Für eine genaue und wiederholbare Messung ist es wichtig, sehr schnell nach dem Zünden, die Stromzufuhr abzuschalten.

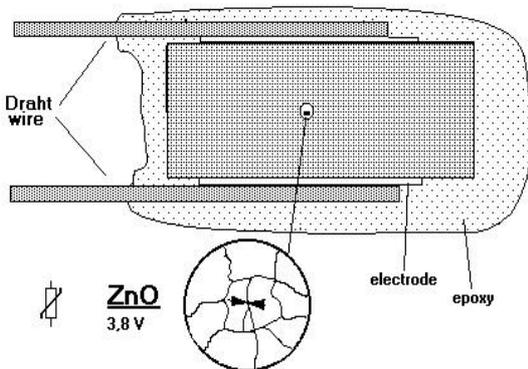
Die Deutsche Telekom prüft turnusmässig die exponierten Gasentladungsableiter im Telefonnetz. Speziell zu diesem Zweck betreibt sie seit Jahren zwei Testautomaten der Firma MIKRO-M, die alle zur Prüfung entnommenen Exemplare testen und die Ergebnisse erfassen und statistisch aufbereiten.

Das Prüfverfahren ist auf die Nachprüfung von Gasentladungsableitern abgestimmt. Zuerst belastet der Automat die Ableiter, um solche Exemplare zu erkennen, die bereits angeschlagen sind. Nach einer Abkühlpause werden die statischen und dynamischen Eigenschaften der Ableiter gemessen.

Die Prüfung erfolgt in der Regel nach 6 Jahren Einsatz. Im Normalfall sind 5% und im Extremfall bis zu 20% Ausfälle zu verzeichnen. Die Hauptausfallursache ist ein zu hoher Ansprechpegel der Schutzkomponenten, wie er typisch ist nach vielen Impulsbelastungen.

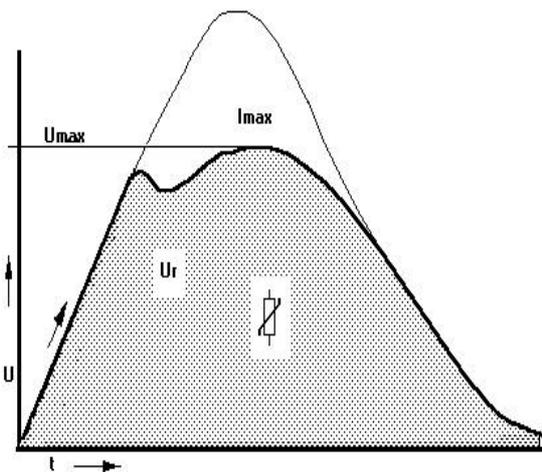
# Varistoren

## Aufbau:



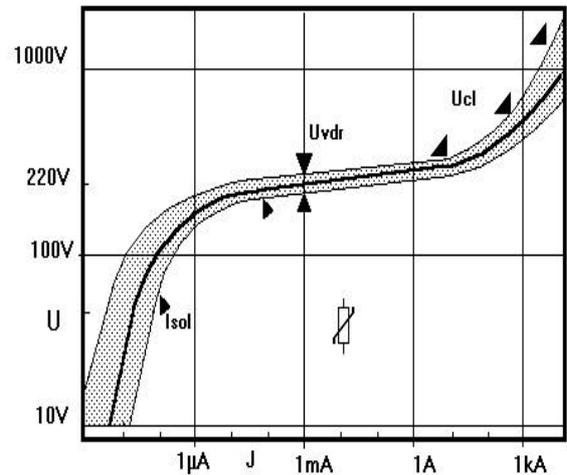
Ein Zinkoxid-Varistor besteht aus vielen ZnO-Körnern mit einem nichtlinearen Leitungsmechanismus in der Sperrschicht an den Korngrenzen. Das Verhalten ist dem einer Z-Diode ähnlich, allerdings bipolar. Viele dieser Elemente sind über das Volumen der Komponente verteilt und miteinander in Serie und parallel verbunden. Die Leistungsabsorption findet in den Korngrenzen statt und ist über das Volumen gut verteilt. Daher das für ein Festkörperelement gute Absorptionsvermögen bei kurzen Überspannungs- bzw. Stromimpulsen.

## Schutzfunktion:



Ein ZnO-Varistor weist bei Betriebsspannung einen sehr niedrigen Leckstrom auf. Mit ansteigender Spannung steigert der Varistor kontinuierlich seinen Strom. Bei hohen Überspannungen leitet der Varistor hohe Ströme. Die höchste durchgelassene Spannung (Schutzpegel) ist der Spannungsabfall beim Spitzenstrom, wenn der Spannungsanstieg nicht extrem hoch ist.

## Kennlinie:



Der Spannungsabfall am Varistor hängt vom Strom ab, der durch den Varistor fließt. Die Varistorspannung ist bei konstantem Strom, der vom Durchmesser des Varistors abhängen kann (0,1 mA / 1 mA / 10 mA) definiert. Infolge des sehr flachen Kurvenverlaufs hängt das Messergebnis nur geringfügig vom Strom ab. Die Kennlinie kann bei diesen Strömen mit Hilfe eines Exponenten berechnet werden. Daher können die Messwerte leicht umgerechnet werden.

Das funktionsbestimmende Element eines ZnO-Varistors sind die vielen im Volumen verteilten Sperrschichten. Schäden an der Sperrschicht äußern sich im Absinken der Varistorspannung und des Isolationswiderstands. Die Varistorspannung  $U_{vdr}$  ist üblicherweise bei einem Strom von 1mA definiert.

## **Typische Schäden an Varistoren sind:**

geringe Schädigung --> Uvdr, Risol niedrig  
nach geringer Überlast

Platzen --> Uvdr sehr hoch  
nach sehr hohen Impulsbelastungen

nadelförmige Durchschläge im Innern --> Risol  
niedrig

Durchlegieren --> Uvdr niedrig, Risol sehr  
niedrig  
nach thermischer Überlastung

Eine Qualitätsprüfung umfasst in der Regel  
folgende Schritte: Risol / Uvdr+ / Uvdr-

eine Nachprüfung im Einsatz : Uvdr

## **Schutzdioden**

Als Schutzdioden kommen je nach Anwendung einfache Z-Dioden oder speziell fuer die hohe Impulsbelastung entwickelte TAZ-Dioden zum Einsatz. Die Messverfahren für den Varistor können im wesentlichen übernommen werden. Zu beachten ist nur, dass eine unipolare Diode eine Durchlass- und eine Sperrichtung und eine bipolare zwei verschiedene Sperrschichten aufweist, die beide separat zu prüfen sind.

### ***Typische Schäden an Schutzdioden sind:***

Durchlegieren --> Uvdr niedrig, Risol sehr  
niedrig  
nach thermischer Überlastung

geringe Schädigung--> Risol niedrig  
nach geringer Überlast

Platzen--> Uvdr sehr hoch  
nach sehr hohen Impulsbelastungen

Eine Qualitätsprüfung umfasst in der Regel  
folgende Schritte: Risol+ /Risol- / Uvdr+ / Uvdr-

eine Nachprüfung im Einsatz : Uvdr+/Uvdr-