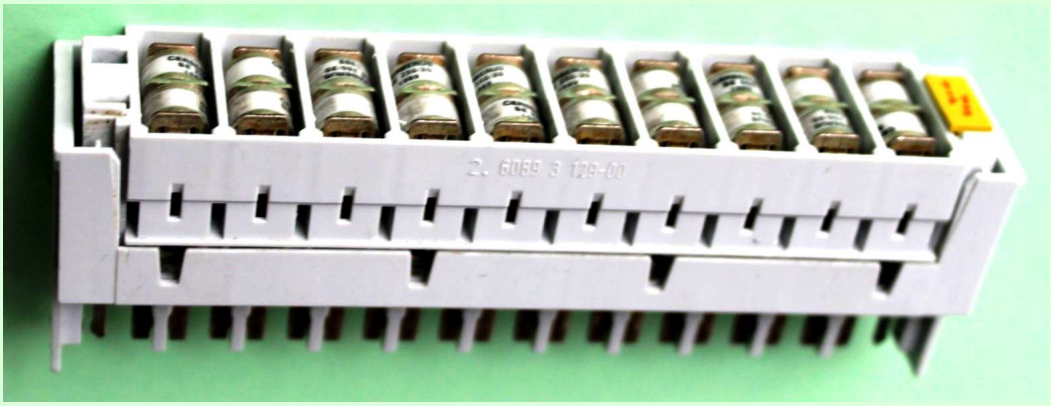
Überspannungsschutz

prüfen und beurteilen

ein Leitfaden



Methoden zur Prüfung von
Komponenten und
Schaltungen für den Überspannungsschutz.

Hinweise für die Messpraxis in
Labor,
Fertigung und
Service

Eine Informationsschrift von
Norbert Zimmermann

Der Inhalt wird ständig aktualisiert und erweitert.

Impressum

MIKRO-M elektrophysikalische Gesellschaft mbH
Berndorfer Straße 16a
D-95349 Thurnau

Telefon (0) 9228 996 1855
Telefax (0) 3222 158 8164
Mobil (0) 171 215 8414
E-Mail **Postfach@MIKRO-M.de**

Vertretungsberechtigter Dr. Norbert W. Zimmermann
Registergericht Bayreuth HRB 3086
SteuerNr. 208/132/40069
Ust-IdNr. DE 197187734

Die vorliegende Informationsschrift beschreibt und bewirbt Produkte der MIKRO-M GmbH.

www.MIKRO-M.de

Prüfautomaten für den Überspannungsschutz

Alle unsere Geräte, auch die kleinsten, sind mikrocontrollergesteuert.

Besuchen Sie doch einmal unsere Lese-Ecke.
Dort finden Sie noch mehr Information zum Thema.

Dokument: Leitfaden1712.odt
Stand: 05.12.2017

SM. Alles wird smart

Warum haben LED-Leuchten ohne Überspannungsschutz so ein kurzes Leben?
Die Digitalisierung hat Konsequenzen für den Überspannungsschutz .

Eine Vielzahl elektronischer Geräte breitet sich heute schon im Niederspannungsnetz aus. Jede **LED**-Leuchte hat eine elektronisch gesteuerte Stromversorgung.
Smart bedeutet noch eine Steigerung, nämlich dass das Niederspannungsnetz mit Elektronik vollgestopft wird. Dort, wo früher Schalter angebracht wurden, baut man fernsteuerbare Elektronik ein, eine Elektronik, die mit dem Niederspannungsnetz eng verzahnt ist.

Smart Building

Smart Home

Smart Grid

Smart Factory

Smart ...

Im **Telefonnetz** ist die flächendeckende Ausbreitung von Elektronik schon vor vielen Jahren geschehen. Die Erfahrung aus der Telefonie zeigt, was ein extensiver Einsatz von Elektronik in einem Netz bedeutet.

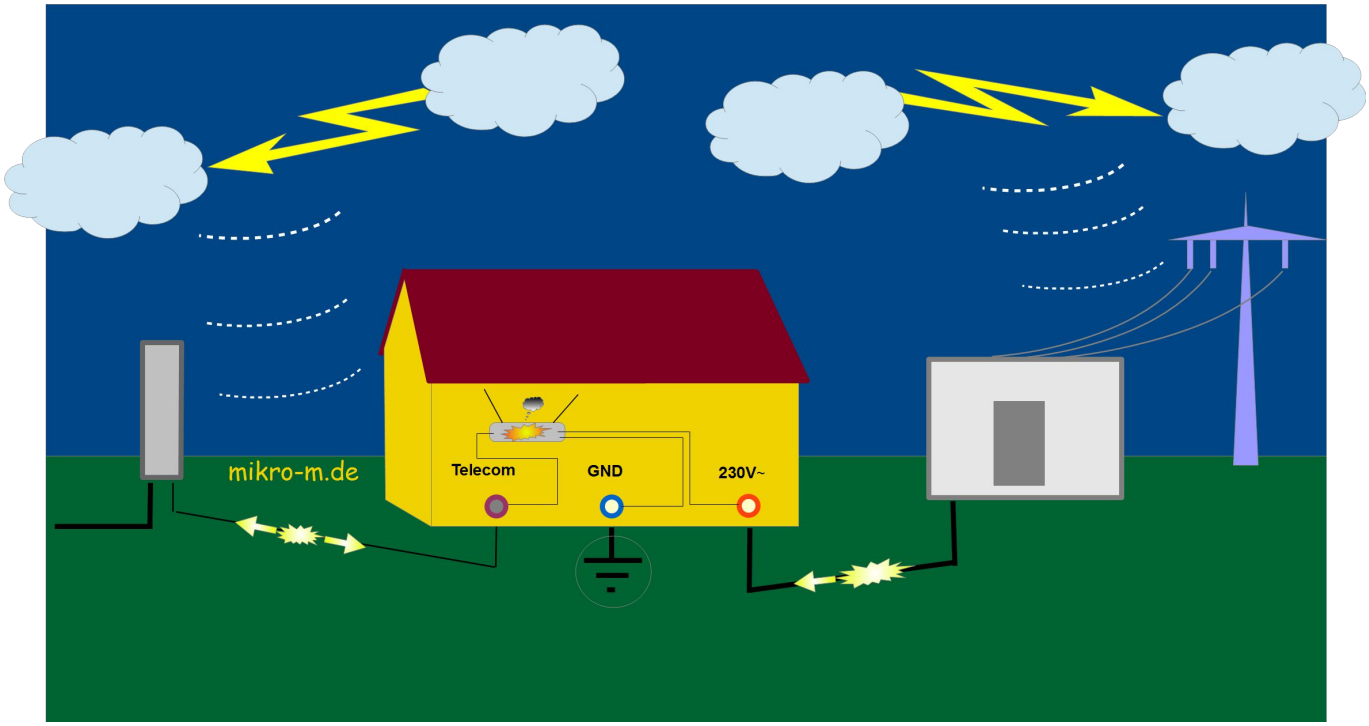
Ohne **Überspannungsschutz** geht hier nichts.

Für den **Elektroinstallateur** heißt das, der Überspannungsschutz kommt aus seiner Nische heraus. Nicht mehr nur die Spezialisten für Blitzschutz sondern jeder Elektroinstallateur wird mit dem Thema konfrontiert.

Überspannungsimpulse

kommen online

Gebäude sind heute mit zwei Netzen verbunden,
mit dem Stromnetz und dem Telecomnetz.
Das bringt viele Vorteile aber auch Gefahren.



Elektrische Netze sind wie ein unruhiges Meer mit Wellen und Störspannungen. Bei Gewitter tauchen dann schon mal elektrische Monsterwellen auf oder ein elektrischer Tsunami, der mit einem Schlag die angeschlossenen Geräte zerstört.

Überspannungsimpulse

kommen aus allen Leitungen, Kabeln, Netzen
bringen zusätzliche Risiken
erfordern Maßnahmen
zum **Überspannungsschutz**
zur **Erhaltung** des Überspannungsschutzes

Überspannungsschutz

- absorbiert Überspannungsimpulse
- hält viel aus aber nicht alles
- kann ausfallen wie jede andere Technik auch

Ist der Überspannungsschutz defekt,
führt der nächste Überspannungsimpuls zum Störfall.

Überspannungsschäden

I. spektakuläre Schäden werden sofort entdeckt
II. sofort wirksame Schäden kann man der Ursache zuordnen
III. verdeckte Schäden werden oft nicht als Überpannungsschaden erkannt:

Es gibt drei typische Fälle von verdeckten Überspannungsschäden. Typische Anzeichen sind:

A) seltsam gehäufte Ausfälle an bestimmten Einsatzorten

Problem: Ein bestimmtes Gerät fällt immer wieder aus.
Wenn Sie es ersetzen, fällt das neue Gerät nach einiger Zeit auch aus. Andere Geräte gleichen Typs an anderer Stelle fallen nicht aus.

Erklärung: Das Gerät befindet sich an einer exponierten Stelle. Dort treten immer wieder Überspannungsimpulse auf, die das Gerät zerstören.

B) verschiedeneAusfälle, die schnell hintereinander passieren

Problem: Ein Gerät fällt aus und kurze Zeit später folgen mehrere andere elektronische Geräte nach.

Erklärung: Die betroffenen Geräte werden alle zur gleichen Zeit geschädigt und fallen nach unterschiedlichen Latenzzeiten aus.

C) auffällig viele Geräte erreichen nicht die geplante Lebensdauer

Problem: Geräte, deren Lebensdauer ziemlich hoch angesetzt ist, – z.B. **LED**-Leuchten – fallen vorzeitig aus und
es ist immer die Elektronik.

Erklärung: Durch das ständige Bombardement mit Hochspannungs-impulsen wird die Elektronik des Geräts zermürbt und versagt vorzeitig.

Die Schäden sind oft mikroskopisch klein, ändern aber die Eigenschaften elektronischer Komponenten drastisch. Meist wird die Sperrschicht eines Halbleiters geschädigt, der erhöhte Leckstrom führt dann zur Überhitzung und schließlich zum Ausfall der gesamten Schaltung. Die Überhitzung wird dann als Ausfallursache angesehen und nicht erkannt, dass Überspannungimpulse im Spiel waren.

Ursache muss nicht immer ein Gewitter sein. Wir haben im Niederspannungsnetz auch schon Impulse von 8kV beim Einschalten einer Deckenbeleuchtung mit Leuchtstoffröhren gemessen.

Predictive Maintenance

Man wartet den Störfall nicht mehr ab, sondern ergreift rechtzeitig Gegenmaßnahmen
Das klassische Model des Predictive Maintenance sagt:
Störfälle entstehen durch

- **Alterung**
- **Abnutzung**

Beide sind berechenbar und man kann im Idealfall die Abnutzung messen und so bestimmen, wann ein Eingriff erforderlich wird.

Überspannungsimpulse sind nicht vorhersehbar und passen nicht ins klassische Modell des Predictive Maintenance. Aber man kann statistische Methoden anwenden. Auf jeden Fall verbessert ein Überspannungsschutz die Beherrschbarkeit des Systems.

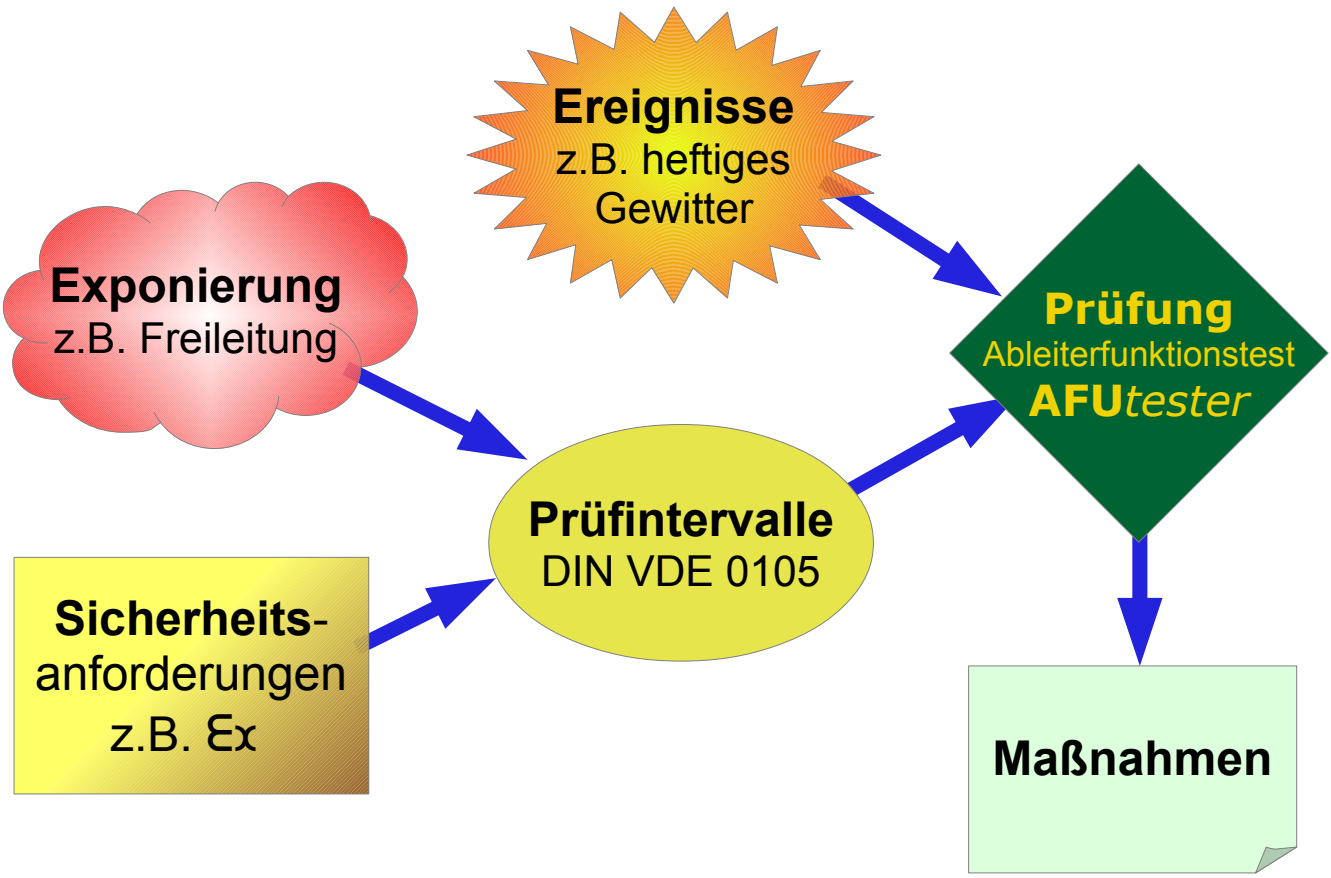
Man wartet auch beim Überspannungsschutz den Ausfall nicht mehr ab sondern

- ✔ führt **rechtzeitig** einen **Ableiterfunktionstest** durch und
- ✔ ergreift die erforderlichen Maßnahmen.

Zu diesem Zweck gibt es den **AFU***tester* von der **MIKRO-M** GmbH, der durch Messung einer Kenngröße sicher erfasst, ob der Überspannungsschutz noch einwandfrei funktioniert.
Man kann auch eine beginnende Schädigung erkennen bevor der Überspannungsableiter versagt.

www.**afutester.info**

Prüfplan Überspannungsschutz



Die VDE 0105 überlässt die Festlegung der Prüfintervalle weitgehend dem Betreiber, der aufgrund seiner Einschätzung und Erfahrungen die optimale Balance zwischen Aufwand und Risiko finden muss.

Zu berücksichtigen sind dabei

- **Exponierung** = Häufigkeit und Stärke der Belastungen, die ein Überspannungsschutz absorbieren muss
- **Sicherheitsanforderungen** = Schäden, die bei Versagen des Überspannungsschutzes zu erwarten sind.

Andererseits passieren immer wieder außergewöhnliche

- **Ereignisse** wie z.B. heftige Gewitter nach denen man kurzfristig die kritischen oder betroffenen (getroffenen) Stellen prüfen sollte.

Überspannungsschutz
wartungsgerecht aufbauen

Der **Ableiterfunktionstest** geht sekundenschnell mit dem **AFU***tester*. AFUtester.info

Der größere Aufwand ist

- Zugang zum Prüfobjekt, Anreise
- Prüfobjekt vom Netz trennen
- Prüfobjekt wieder einsetzen, wenn es OK ist oder
- Neues Schutzelement einsetzen.

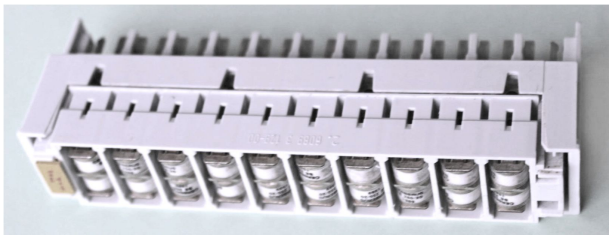
Idealer Termin:
Bei der Prüfung der elektrischen Sicherheit nach VDE 0105 auch den Überspannungsschutz prüfen.

Überspannungsschutz nutzt sich ab und muss von Zeit zu Zeit geprüft und bei Bedarf ersetzt werden. Deshalb ist es praktisch, wenn man die Bauteile, die belastet werden, leicht herausnehmen, prüfen und wieder einsetzen kann.

Im **Telefonnetz** ist die Umstellung von Mechanik auf Elektronik schon vor vielen Jahren geschehen. Man kann von den Erfahrungen mit den Telekommunikationsnetzen profitieren. Dort haben sich steckbare Magazine mit Überspannungsableitern schon lange durchgesetzt.

Steckbare Schutzmodule vereinfachen die Handhabung wesentlich.

Bei vielpoligen Signal- und Telekommunikationsanschlüssen haben sich steckbare Magazine mit mehreren Schutzelementen bewährt.



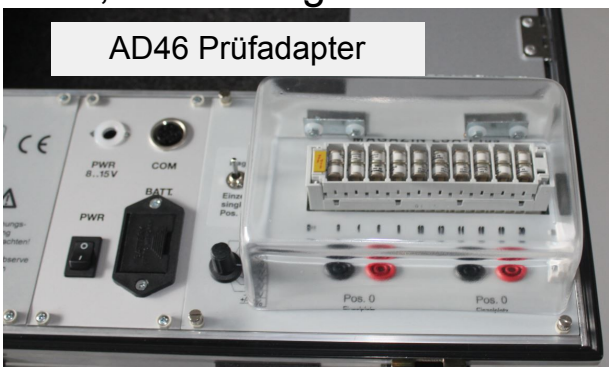
Das LSA-Plus System ist sehr verbreitet. 97% unserer A46 Prüfkoffer werden mit Adapter für dieses System ausgeliefert.

A46 AFUtester

Der Prüfkoffer **A46** ist konzipiert für den automatischen Test kompletter Magazine und hat sich seit Jahren bewährt.

Sind alle Ableiter im Magazin einwandfrei, zeigt das Gerät **TEST OK** und man kann das Magazin wieder einsetzen.

Für unterschiedliche Bauformen der Magazine gibt es passende Adaptereinsätze, die leicht getauscht werden können.
Wir bauen Ihren speziellen Adaptereinsatz zum A46 mit Nadelbettadapter oder Steckplatz.

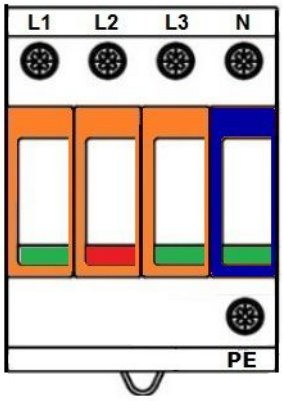


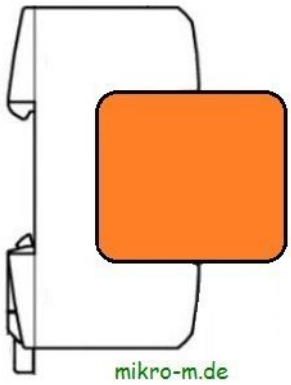
AD46 Prüfadapter

Dazu brauchen wir nur ein Magazin oder Modul als Muster.

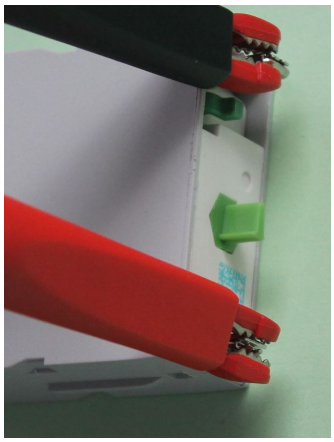
Im Niederspannungsnetz

verwendet man steckbare Einzelmodule.





Die Statusanzeige (grün/rot) zeigt nur an, ob der Varistor wegen Überhitzung vom Netz getrennt ist.
Grün heißt nicht dass der Ableiter noch funktioniert!
Überspannungsschutz ist nicht gewährleistet!



Das Prüfgerät **K73**
ist optimiert für den Test von
Überspannungsschutz
im Niederspannungsnetz
Erfasst
Uz-stat: Ansprechspannung
bis 1100V und unterscheidet
GA: Gasentladungsableiter
und **vdr:** Varistoren
Erfasst
Risol @ 250V (320V)
wie die Norm DIN VDE 0100-600 (IEC 60364 6)
vorgibt, wenn Überspannungsschutzeinrichtungen
im Niederspannungsnetz angeschlossen sind.

K73 AFUtester

www.afutester.info

Benutzen Sie den Leitfaden als Nachschlagewerk:

Wenn Sie im Adobe Reader in der Navigationsspalte die Lesezeichen öffnen, können Sie gezielt auf ein Thema clicken, das Sie interessiert.

Das Lesefenster springt dann auf die gewünschte Seite.

P. Überspannungsschutz
ist weit verbreitet

Elektrische Leitungen, Strom- und Kommunikationsnetze transportieren neben dem Nutzsignal Störimpulse, die auch zerstörerisch sein können.
Netzbetreiber wissen das mittlerweile aus leidvoller Erfahrung und schützen sich und ihre Kunden. So sind weltweit in Telekommunikationsnetzen Milliarden von **Gasentladungsableitern** im Einsatz und in den Stromversorgungsnetzen millionenfach **Varistoren**.

Man kann sagen, dass Überspannungsschutz für die Elektrifizierung, die Telefonie und für jeglische elektrische Vernetzung das bedeutet was die Feuerwehr für Städte bedeutet:
Ohne Feuerwehr und Brandschutz gäbe es keine Städte
- jedenfalls nicht lange genug.
Ohne Überspannungsschutz gäbe es keine elektrischen Netze
- allenfalls bis zum nächsten Gewitter.
Mit anderen Worten :
Ohne Überspannungsschutz kann man Vernetzung und Internet und vor allem das Internet der Dinge komplett vergessen!

Trotzdem wickeln die Versicherungen allein in Deutschland rund 400.000 Überspannungsschäden pro Jahr ab

Auf den folgenden Seiten möchte ich Ihnen erzählen,
wie man Überspannungsschutz prüfen kann und warum man das mit Ableitern, die im Einsatz sind von Zeit zu Zeit tun sollte.

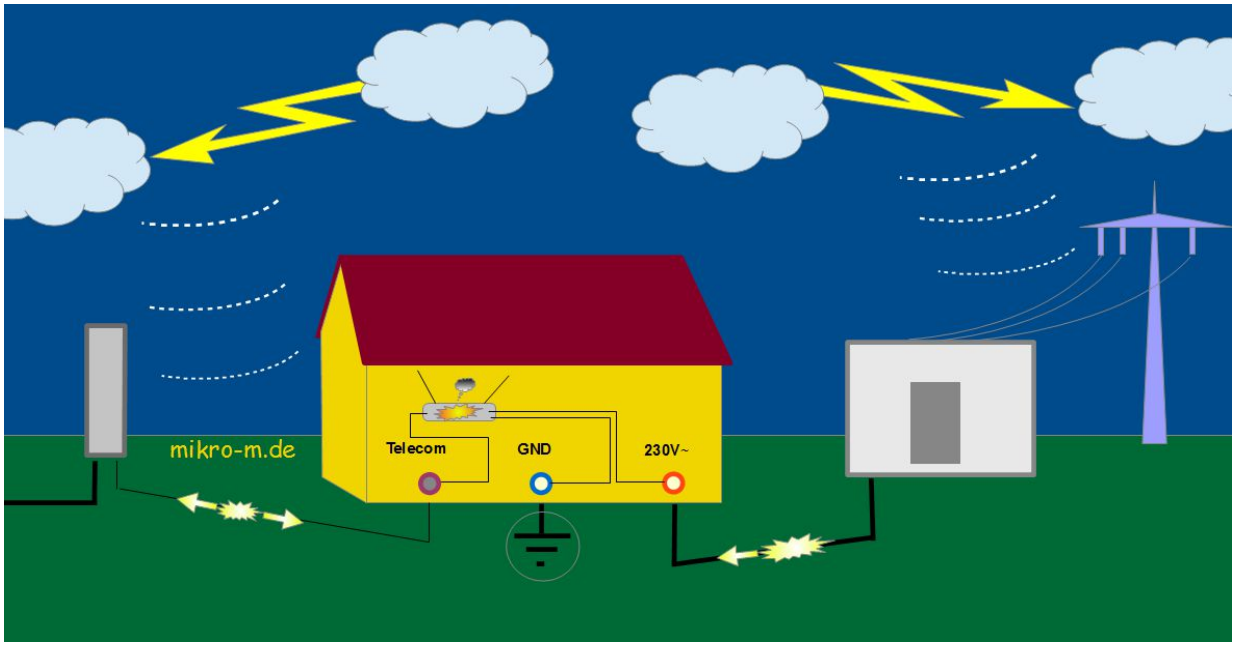
P.1 Indizien für fehlenden oder fehlerhaften Überspannungsschutz

Beachtet werden die großen spektakulären Gewitterschäden.
Viel häufiger treten kleine, oft unbemerkte Schäden auf, die nicht einmal den Überspannungsschäden zugeordnet werden können und sich erst später auswirken. Jeder einzelne Impuls führt zu einer minimalen Veränderung der exponierten Komponenten. Erst die kumulierte Wirkung vieler Impulse führt dann zum Ausfall.
Man bemerkt nur eine **unerklärliche Häufung von Ausfällen** an bestimmten Einsatzorten.
Wenn Sie das feststellen ist es Zeit für eine Prüfung.

Ein typischer Fall,
den ich immer wieder erlebe, läuft in etwa so ab:
Ein komplexes vernetztes System wird installiert und abgenommen.
Alles ist OK. Alle Funktionen werden erfüllt.
Abnahmen finden allgemein nicht bei Gewitter statt.
In der nächsten Gewittersaison - meistens im Mai oderJuni
häufen sich Ausfälle und Serviceeinsätze.
Das System wird instabil.
Notgedrungen rüstet man Überspannungsschutz nach.
Man ist zunächst zufrieden.
Einige Zeit später, so ungefähr 2 Jahre,
„geht das Theater wieder los".

Auch Schutzelemente haben eine begrenzte Lebensdauer, die durch starke oder häufige Belastung erheblich verkürzt wird.

Gebäude sind heute mit zwei Netzen verbunden,
mit dem Stromnetz und dem Telecomnetz.
Das bringt viele Vorteile aber auch Gefahren.
Denn nicht nur Nutzspannungen kommen online sondern auch Überspannungsimpulse.

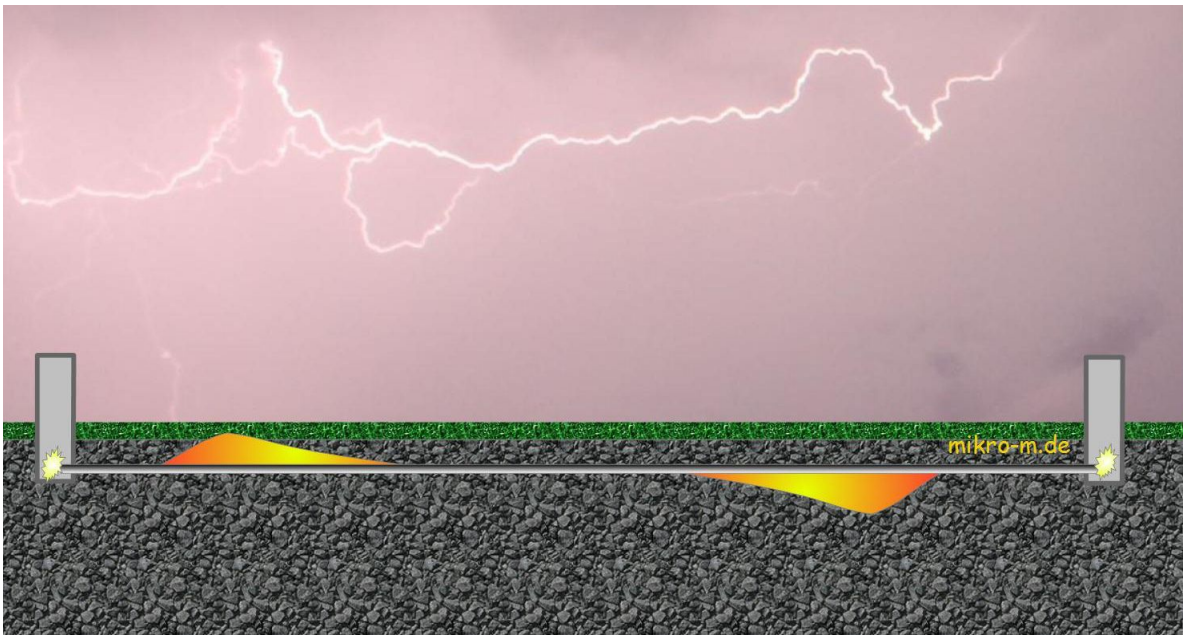


Elektrische Netze sind riesige Antennen für Störungen aller Art und wie ein unruhiges Meer mit Wellen und Störspannungen. Bei Gewitter tauchen dann schon mal elektrische Monsterwellen auf oder ein elektrischer Tsunami, der mit einem Schlag die angeschlossenen Geräte zerstört.

Dazu braucht es nicht einmal einen Blitzeinschlag in der Nähe. Es reicht ein Blitz in einigen Kilometern Entfernung.

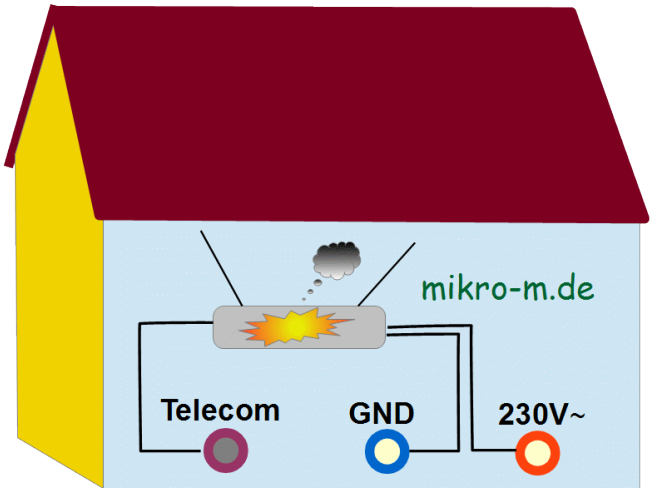
Blitz LEMP

Überspannungsimpulse im Kabel



Die häufigste Ursache ist ein Blitz zwischen den Wolken. Wenn 1km Kabel parallell zu 1km Blitz verlaufen, wird schon einiges an Energie magnetisch übertragen, auch auf Distanz.
Ein Hochspannungsimpuls läuft dann auf den betroffenen Kabeln bis an jedes Ende und zwar im Allgemeinen in ähnlicher Stärke auf allen Adern des Kabels.

Schäden entstehen durch Spannungsunterschiede zwischen unterschiedlichen Quellen oder Kabeln.



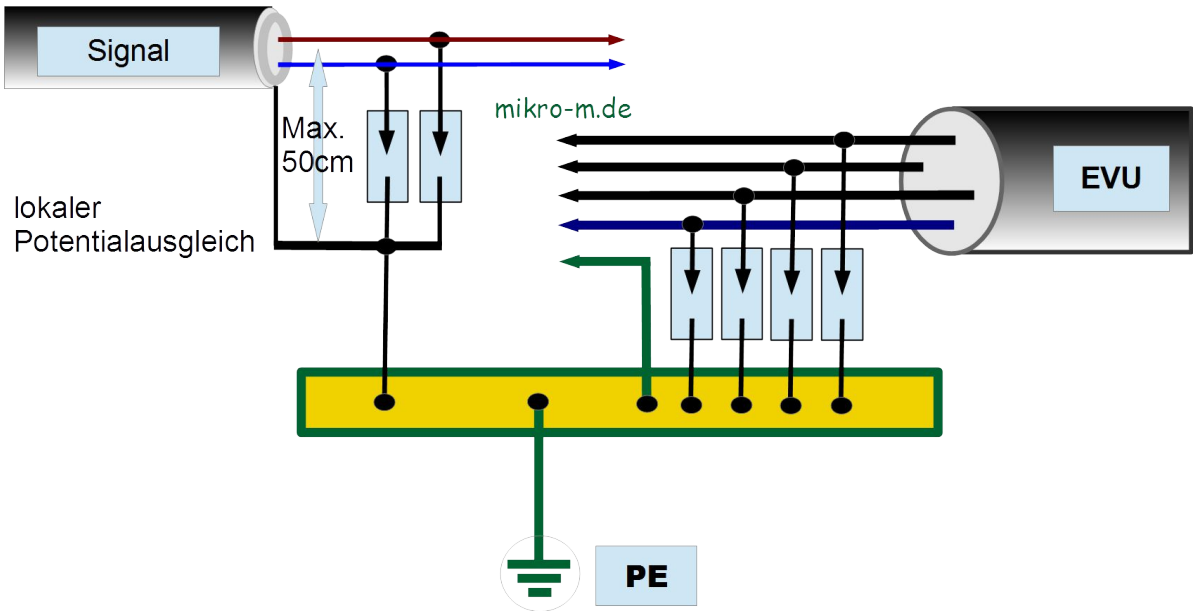
Zum Beispiel
zwischen Telecom- und Stromnetz oder
zwischen Stromanschluss und Schutzerde (PWR - GND) mit einem typischen Schaden an der Isolation in einem Netzteil.

Was übrigens auch passiert, wenn das Gerät abgeschaltet ist. Es reicht wenn es angeschlossen ist.

Spektakuläre Schäden werden sofort beachtet.
Aber in den meisten Fällen tritt der Schaden nicht sofort in Erscheinung sondern erst nach langwieriger Zermürbung durch Überspannungsimpulse.
Man stellt auffällig hohe Ausfallraten an den betroffenen Geräten fest.

P.3 Potentialausgleich, die Abhilfe

Man kann Spannungsimpulse nicht verhindern und auch
nicht wirklich stoppen oder isolieren aber
man kann sie kurzschließen.
Das Zauberwort heißt Potentialausgleich.



Beim Potentialausgleich verbindet man alle denkbaren Spannungsquellen miteinander und zwar mit möglichst kurzen Verbindungen. Im Prinzip umfasst das alles was leitfähig und groß genug ist. Das geht bei Gas- und Wasserleitungen, aber nicht bei Strom- und Signalleitungen. Weil man die Nutzspannung nicht kurzschließen möchte. Hier verwendet man für den Potentialausgleich Überspannungableiter, die im Normalzustand isolieren und erst bei erhöhter Spannung leitend werden

Überspannungsschutz und die speziell zu diesem Zweck entwickelten **spannungsbegrenzenden Komponenten** verbreiten sich in den letzten Jahren überall auch in der Elektronik. Im Telefonnetz und im Stromnetz werden sie schon seit vielen Jahrzehnten millionenfach eingesetzt.

P.4 Heimliche Schäden, Instandhaltung

Um einen zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten, setzt man Überspannungsschutz ein, der die störenden Impulse absorbiert und so einem Trommelfeuer von Stromimpulsen ausgesetzt ist und nach einiger Zeit ausfallen kann.

Überspannungsschutz kann während des Einsatzes **unbemerkt ausfallen** z.B. durch

- **Alterung**, - man kann eine Lebensdauer von 20 Jahren ansetzen
- **Überlastung** - oft gut zu erkennen

aber meistens durch

- **Zermürbung** infolge vieler kleiner Belastungen.

Feststellbar durch elektrische Prüfung
Ableiterfunktionstest

Bevor ein Überspannungsschutz zermürbt aufgibt hat er Tausende von Schäden verhindert.

Das Tückische im letzten Fall liegt darin, dass man den beschädigten Komponenten nichts ansieht. Es sind meist Schäden auf mikroskopischer Ebene.
Man merkt das, wenn plötzlich trotz Schutz wieder Schäden auftreten, oft ganz unspektakulär und gar nicht typisch für Blitzschäden
Man bemerkt nur eine **unerklärliche Häufung von Ausfällen** an bestimmten Einsatzorten. Wenn Sie das feststellen ist es Zeit für eine Prüfung.

Man kann Überspannungsschutz schnell, einfach und gründlich prüfen. Wie das geht, erfahren Sie im Abschnitt Prüftechnik.
Die passenden Prüfgeräte werden im Abschnitt Geräte besprochen. Prüftechnik, die wir ursprünglich für aufwendige Tests in der Fertigung entwickelt haben, ist jetzt in kleinen handlichen Geräten verfügbar.

Erfahrene Betreiber großer Netze

wie EON oder die TELEKOM kennen das Problem seit Jahrzehnten und verfolgen konsequente Strategien im Rahmen der Instandhaltung. Viele Newcomer müssen erst auf dem harten Weg der Erfahrung lernen, dass Überspannungsschutz systematisch überprüft und gewartet werden muss.

Übrigens: Nicht nur Schutzkomponenten, sondern auch ungeschützte Komponenten in elektronischen Geräten sind einem Trommelfeuer von Störimpulsen ausgesetzt.
So gibt es viele heimliche Überspannungsschäden, die in keiner Statistik auftauchen aber die Lebensdauer vieler Geräte reduzieren. Das kann die LED-Leuchte sein, deren Elektronik vorzeitig ausfällt oder der Router, der besonders gefährdet ist, weil er mit 3 unterschiedlichen Quellen verbunden ist: Mit dem **Telecom Netz**, dem **Stromnetz** und der **Schutzerde**, die zwar selbst kaum Störimpulse liefert aber als Gegenpol zu den Netzen fungiert und so viele kleinere Schäden erst ermöglicht.

Fällt ein Schutzelement im Einsatz aus, versucht der Anwender oft, den Hersteller in Regress zu nehmen. Der sollte dann in der Lage sein, nachzuweisen, dass die gelieferten Produkte funktionstüchtig waren.

Für den **Hersteller** von Überspannungsschutz ist es wichtig, den Nachweis über den einwandfreien Zustand jedes ausgelieferten Exemplars im Sinne der Produzentenhaftung führen zu können.

Für den **Anwender** von Überspannungsschutz ist es wichtig, rechtzeitig zu erkennen, wann ein Schutzelement nicht mehr zuverlässig schützt.
Überspannungsschutz ist sicherheitsrelevant und sollte genauso überwacht werden wie andere elektrische Schutzmaßnahmen z.B. im Rahmen des
E-CHECK.
In besonders exponierten Lagen sollte man häufiger und auch nach aktuellen Gewittern prüfen.
Es gibt zuverlässige **Prüfverfahren** mit denen man feststellen kann, ob ein Schutzelement noch sicher ist.
In vielen Fällen kann man auch schon den Beginn einer Schädigung erkennen bevor der Schutz ausfällt.

K. Kriterien für Auslegung und Beurteilung eines Überspannungsschutzes

Als Ingenieur und Systemdesigner denkt man in Kategorien der Performance und strebt möglichst große Leistung bei möglichst kleinem Aufwand an. Das führt dazu, dass man technische Daten maximiert oder minimiert.
So wird der Schutzpegel eines Überspannungsschutzes gerne minimiert. Was oft zu vermeidbaren Problemen führt. Nämlich dass der Schutz zu oft unnötig anspricht und den Betrieb stört.
Für ein optimales Sicherheitskonzept muss man mehrere Eigenschaften aufeinander abstimmen.
Beim **Schutzpegel** sollte man einen gerade noch verträglichen Wert anstreben, der aber mit einer möglichst hohen Wahrscheinlichkeit eingehalten wird und zwar unter allen denkbaren Umständen.

Ein brauchbares Überspannungsschutzkonzept erfüllt die folgenden

Hauptforderungen :

- **Schutzfunktion**
- **Normalbetriebsverhalten**
- **Ableitvermögen**
- **Konstruktion**

K.1 Schutzfunktion

Das Schutzkonzept muss die zu erwartenden Überspannungen auf Werte begrenzen, die Gefahren und Beschädigungen ausschließen

Hier treten gleich zwei unscharfe Bedingungen auf:

K.1.1 Die zu erwartenden Überspannungen

Überspannungen entstehen meist durch externe Ursachen wie Gewitter, Kurzschlüsse im Stromversorgungsnetz, Schalten von Lasten und statische Entladungen. Daher sind Überspannungen weder exakt vorherzusagen noch in allen denkbaren Formen für den Test simulierbar.

In der Praxis übliche Simulationen sind

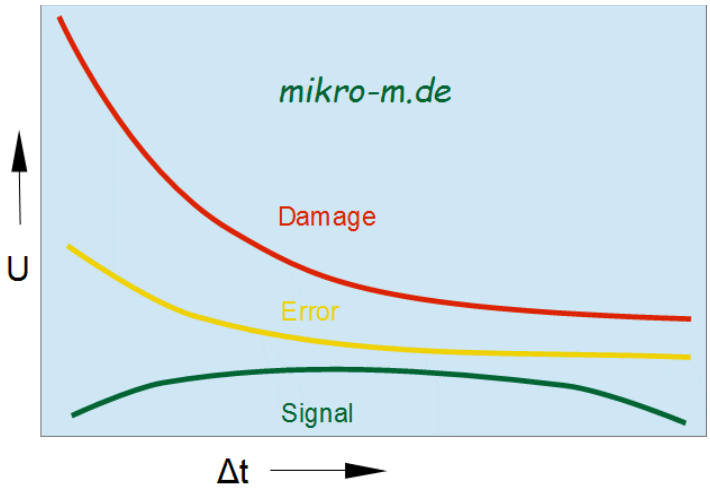
- für den Test des Ansprechverhaltens, Spannungsfestigkeit
- verschiedene Spannungsimpulse
- Wechselspannung
- konstante Rampe
- für den Test des Ableitvermögens
- diverse Stromimpulse
- Wechselstrom

Hierzu gibt es eine ganze Reihe von nationalen und internationalen Normen (CCITT, VDE 0845, 0675) die sich mit dem Schutz in Telekommunikations- und Stromversorgungsnetzen befassen.
Besonders gefährdet sind Geräte, die gleichzeitig an verschiedene Netze angeschlossen sind wie Telefonanlagen, Faxgeräte, Modems und Computer mit Internetzugang.

K.1.2 Die Schädigungsgrenze

Durchschlag

Überschreitet die Überspannung die Spannungsfestigkeit eines Bauteils, kommt es zum Durchschlag. Typische Schäden sind nachfolgende Isolationsdefekte, durchlegierte Halbleiter und Folgeströme, die auch einen Brand verursachen können.
Die Spannungsfestigkeit hängt stark von der Dauer **Δt** der Überspannung ab:



Die statische Grenzspannung elektronischer Bauteile ist gut bekannt (z.B. +7V bei TTL), die dynamische Grenzspannung bei Spannungsspitzen jedoch ist meist nicht in den Datenblättern angegeben und nur ungefähr bekannt.
Im Stromnetz sind die statischen Isolationsspannungen und die Grenzen für lang dauernde Überspannungen gut definiert, jedoch kaum Daten zur Auswirkung von Spannungsimpulsen verfügbar.
Ähnlich sieht es auch in vielen anderen technischen Bereichen aus.

Man behilft sich daher oft mit einigen typischen Spannungsimpulsen für die Auslegung und strebt einen möglichst niedrigen Schutzpegel an.

Aus der Praxis weiß man, dass moderne elektronische Geräte empfindlicher sind als die alten elektromechanischen. Wirklich moderne Geräte enthalten jedoch einen Schutz, der sie wieder unempfindlich macht.

Stromschaden

Trifft ein Überspannungsimpuls auf einen Leiter oder einen niederohmigen Halbleiter (Diode in Durchlassrichtung), so wird der Schaden durch den Strom verursacht und zwar
typischerweise durch Überhitzung oft bis zur Verdampfung eines Leiters,
in extremen Fällen auch durch magnetische Kräfte, die durchaus Leitungen aus der Wand reißen oder gesteckte Schutzelemente aus dem Sockel schießen können.
Die Belastbarkeit eines ohmschen Leiters für Impulse kann man mit dem **i^2t - Wert** beschreiben, genauer mit dem Integral $\int i^2 dt$

K.2 Normalbetriebsverhalten

Der Normalbetrieb darf nicht beeinträchtigt werden, wenn keine Überspannung vorliegt.

K.2.1 Unangebrachtes Ansprechen

Neben dem Nutzpegel (= Spannungspegel im Normalbetrieb) findet man vor allem bei längeren Kabeln auch Störspannungen, die meist den Betrieb nicht weiter beeinträchtigen.
Ist der Schutzpegel nur knapp oberhalb des Nutzpegels festgelegt, so können Störspannungen, die noch verträglich sind, zum Ansprechen des Schutzes und damit zur häufigen Unterbrechung der Verbindung und Belastung der Schutzschaltung führen. Es empfiehlt sich daher, den Schutzpegel so hoch wie möglich anzusetzen und den Spielraum bis zur Schädigungsgrenze möglichst auszunutzen.

K.2.2 Isolationswiderstand

Ein zu großer Leckstrom der Schutzschaltung führt bei Signalleitungen zu Signalverfälschung und Übersprechen zwischen benachbarten Leitungen und bei Stromversorgungsleitungen ggf. zur Beeinträchtigung der elektrischen Sicherheit. Bei Schutzmaßnahmen, die im Niederspannungsnetz vor dem Zähler eingesetzt werden, verlangen die Stromversorger, dass mit Sicherheit der Leckstrom, der ja nicht mit dem Zähler erfasst und abgerechnet werden kann, auf ein Minimum begrenzt wird.

K.2.3 Längsimpedanz, Einfügungsdämpfung

Die Längsimpedanz oder auch der Durchgangswiderstand (Entkopplungswiderstand) ist vor allem beim Staffelschutz nicht nur entscheidend für die Schutzfunktion sondern auch für die Einfügungsdämpfung der Schaltung.
Bei Datenleitungen verkürzt die Einfügungsdämpfung die Reichweite.
Bei Anwendung in Stromversorgungsleitungen muss sichergestellt werden, dass die beim Betrieb auftretenden Dauerströme und auch etwaige Kurzschlussströme verkraftet werden.

K.2.4 Eigenkapazität

Die Kapazität der Schaltung zwischen ihren Anschlüssen entscheidet über das Verhalten bei Hochfrequenz und das Übersprechen zwischen den Leitungen.
Bei Anwendungen im Wechselstromnetz sind die zulässigen Leckströme am Schutzleiteranschluss zu beachten.

K.2.5 Löschverhalten

Speziell beim Schutz von Stromversorgungsanschlüssen können nach dem Abklingen der Störung noch Folgeströme fließen, die der Schutz kurzzeitig verkraften und dann abschalten muss. Wird der Folgestrom nicht abgeschaltet, kann ein Brand entstehen.
Bei Schutzmaßnahmen im Niederspannungsnetz setzt man Thermosicherungen ein, die bei Überhitzung des Schutzelements, dieses vom Netz trennen.

K.3 Ableitvermögen
und Lebensdauer

Die im Schutzfalle zu erwartenden Ableit- und Folgeströme müssen mehrfach verkraftet werden können, ohne die Schutzfunktion und das Isolationsverhalten wesentlich zu verschlechtern.
Im Falle des Staffelschutzes entscheidet der Gasentladungsableiter über das Ableitvermögen bei hohen Strömen. Eine Schutzschaltung sollte nach Möglichkeit so ausgelegt werden, dass bei Überlast entweder eine Verbindung aufgetrennt wird oder das überlastete Bauelement kurzschließt (fail safe).
Auf keinen Fall darf durch lang anhaltende Belastung z.B. durch Wechselstrom infolge der Überhitzung ein Brand entstehen .
In der Praxis zeigt sich immer wieder, dass im Lauf der Jahre die Komponenten eines Überspannungsschutzes regelrecht zermürbt werden durch viele Impulse geringer Energie. Je nach Häufigkeit und Stärke der Impulse verliert eine Schutzschaltungen früher oder später ihre Schutzwirkung. Diese Abnutzung sollte bei der Dimensionierung entsprechend der Art der verwendeten Komponenten berücksichtigt werden.

K.4 Konstruktion

Die Schutzschaltung muss den konstruktiven Gegebenheiten der Installation oder des Geräts entsprechen

Wesentliche Punkte :

- Volumen / Abmessungen
- Kompatibilität der Montage- und Anschlusstechnik
- Ableitanschluss und Potentialausgleich (Erdbus)
- klimatische Anforderungen
- elektrische Sicherheit
- Brandsicherheit
- **Prüfmöglichkeit** d.h. nach längerem Einsatz sollte man den Überspannungsschutz mit vertretbarem Aufwand entnehmen und prüfen können.

M. Motivation, Arten der Prüfung

zweckentsprechender Prüfplan je nach Anlass und Ziel

Überspannungsschutzschaltungen erfüllen eine wichtige Sicherheitsfunktion. Für jedes einzelne Exemplar muss daher einwandfreies Funktionieren gewährleistet und ggf. im Rahmen der Produzentenhaftung nachgewiesen werden.

M.1 Typzulassung

Anlass:

- neues Produkt
- geändertes Produkt
- neue Anwendung
- neue Anforderungen

Ziel:

Eignung für die Anwendung umfassend beurteilen

Arbeitsweise:

Alle für die Anwendung wesentlichen Eigenschaften messen und beurteilen.
Der Testaufwand darf sehr hoch sein, da dieser Test nicht oft gemacht wird.

M.2 Laufende Qualitätsüberwachung

Anlass:

- Auslieferung,
- Wareneingang,
- Fertigungsüberwachung

Ziel:

feststellen, ob die vorliegenden Exemplare gemäss Vorschrift korrekt ausgeführt sind. Nachweis der einwandfreien Funktion aller ausgelieferten Exemplare.

Für den **Hersteller** von Überspannungsschutz ist es wichtig, den Nachweis über den einwandfreien Zustand jedes ausgelieferten Exemplars im Sinne der Produzentenhaftung führen zu können.

Fällt ein Schutzelement im Einsatz aus, versucht der Anwender oft, den Hersteller in Regress zu nehmen. Der sollte dann in der Lage sein, nachzuweisen, dass die gelieferten Produkte funktionstüchtig waren.

Arbeitsweise:

Jede wesentliche Abweichung von den geforderten Eigenschaften erfassen.
Der Testaufwand muss durch geeignete Maßnahmen niedrig gehalten werden, vor allem bei 100%-Prüfung großer Stückzahlen.

M.3 Laufende Überwachung im Einsatz

Anlass:
Ein Überspannungsschutz unterliegt gelegentlich hohen Belastungen und kann seine Schutzfunktion einbüssen. Eine Betriebsstörung (z.B. Kurzschluss) wird sofort bemerkt, jedoch kann ein Verlust der Schutzfunktion ganz unauffällig passieren oder nicht erkannt werden.

Ziel:
Schutzfunktion und elektrische Sicherheit beurteilen.

Für den **Anwender** von Überspannungsschutz ist es wichtig,
rechtzeitig zu erkennen, wann ein Schutzelement nicht mehr zuverlässig schützt.

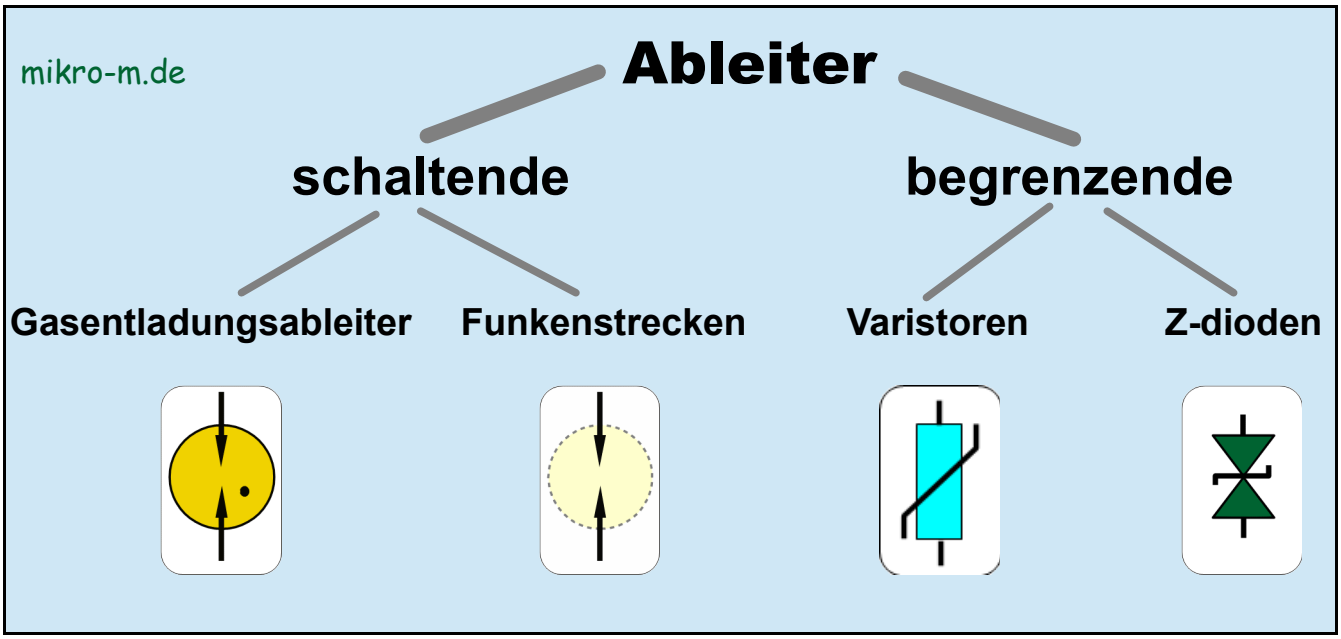
Arbeitsweise:
Jede wesentliche Beeinträchtigung der Funktion erfassen.
Der Testaufwand kann meist niedrig gehalten werden, jedoch steckt der größere Aufwand oft im Zugang zu den Testobjekten, die z.B. weit verteilt in großen Anlagen und schlecht zugänglich sind. Beim Test werden hohe Spannungen angewandt. Deshalb muss der Überspannungsschutz für den Test grundsätzlich vollständig abgeklemmt oder aus dem Gerät entnommen werden.
Günstig ist hier die Verwendung leicht austauschbarer Magazine mit Schutzelementen (LSA-Plus)

Handhabung bei zentraler Prüfung:
1. Die Monteure brauchen einige Magazine komplett bestückt zum Austausch.
2. Die Magazine, die geprüft werden sollen, werden ausgetauscht und an die Zentrale eingeschickt.
3. Die Magazine werden in der Zentrale geprüft mit einem Automaten und die fehlerhaften Elemente ersetzt.
4. Geprüfte Magazine werden wieder abgeliefert und als Austauschmagazine an die Monteure ausgegeben (hier schließt sich der Kreis ->1.).

A. Ableiter, Komponenten für den Überspannungsschutz

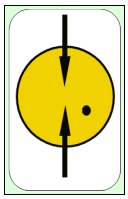
Überspannungsschutz und die speziell zu diesem Zweck entwickelten Komponenten verbreiten sich in den letzten Jahren überall in der Elektronik.
In Telefonie und Netzleittechnik werden sie schon millionenfach eingesetzt.
Je nach Anwendungsfall kann eine ganze Reihe unterschiedlicher Komponenten für den Überspannungsschutz eingesetzt werden. Impulsfeste Widerstände, Induktivitäten und Kondensatoren gehören ebenso dazu wie Optokoppler und Trenntransformatoren.
Speziell für den Überspannungsschutz 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 führen können.

Im Überspannungsschutz werden spannungsbegrenzende Komponenten als Ableiter eingesetzt, die in der Lage sind, relativ hohe Störenergien zu absorbieren.



Man unterscheidet grundsätzlich zwei Typen:
Schaltende Ableiter wie Funkenstrecken und Gasentladungsableiter die bei Überschreiten der Zündspannung in eine Art von Kurzschluss umschalten
und
Begrenzende Ableiter wie Varistoren und TAZ-dioden
die ab einer Schwelle bei zunehmender Spannung den Strom kontinuierlich erhöhen.

A.1 Gasentladungsableiter



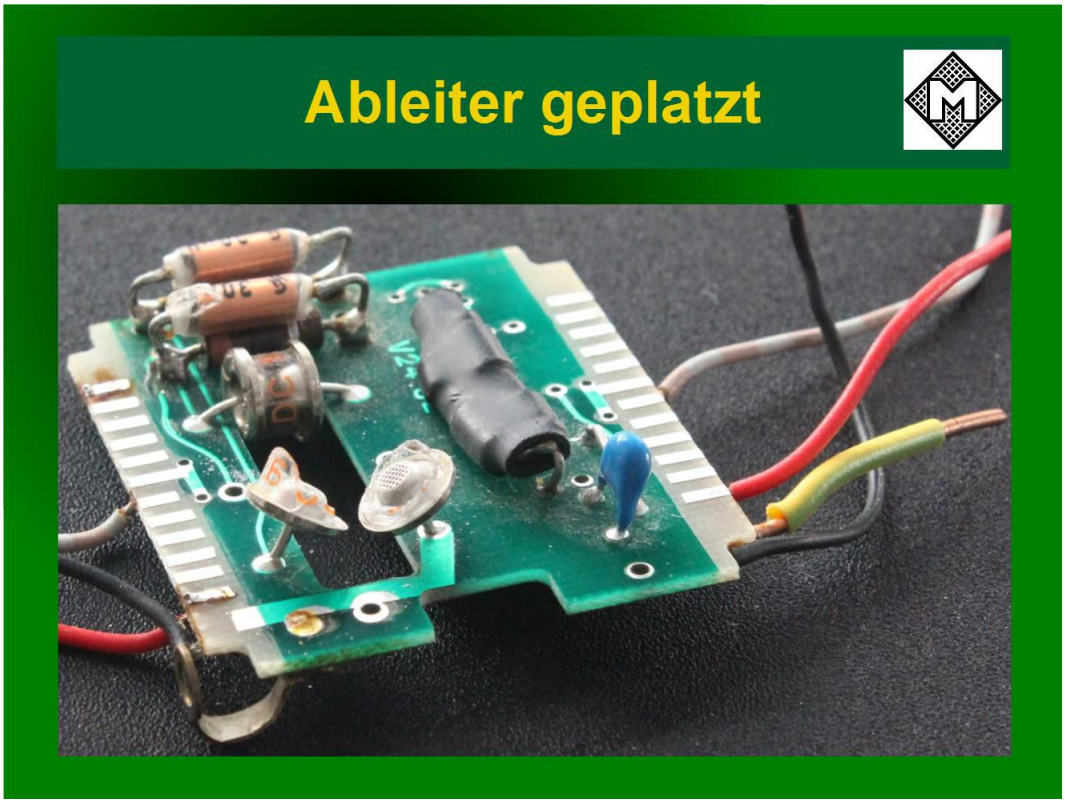
Gasentladungsableiter sind recht ungewöhnliche Komponenten. Es lohnt sich, sie genauer zu betrachten.

In Telephonie und Netzleittechnik werden sie schon millionenfach eingesetzt.
Auch in Datennetzen verbreiten sie sich.
Hier einige typische Bauformen und ein gängiges Magazin mit 20 Ableitern.

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

Spektakuläre Schäden sind leicht zu entdecken.

Bei extremer Belastung kann ein Gasentladungsableiter auch platzen wie hier gezeigt.



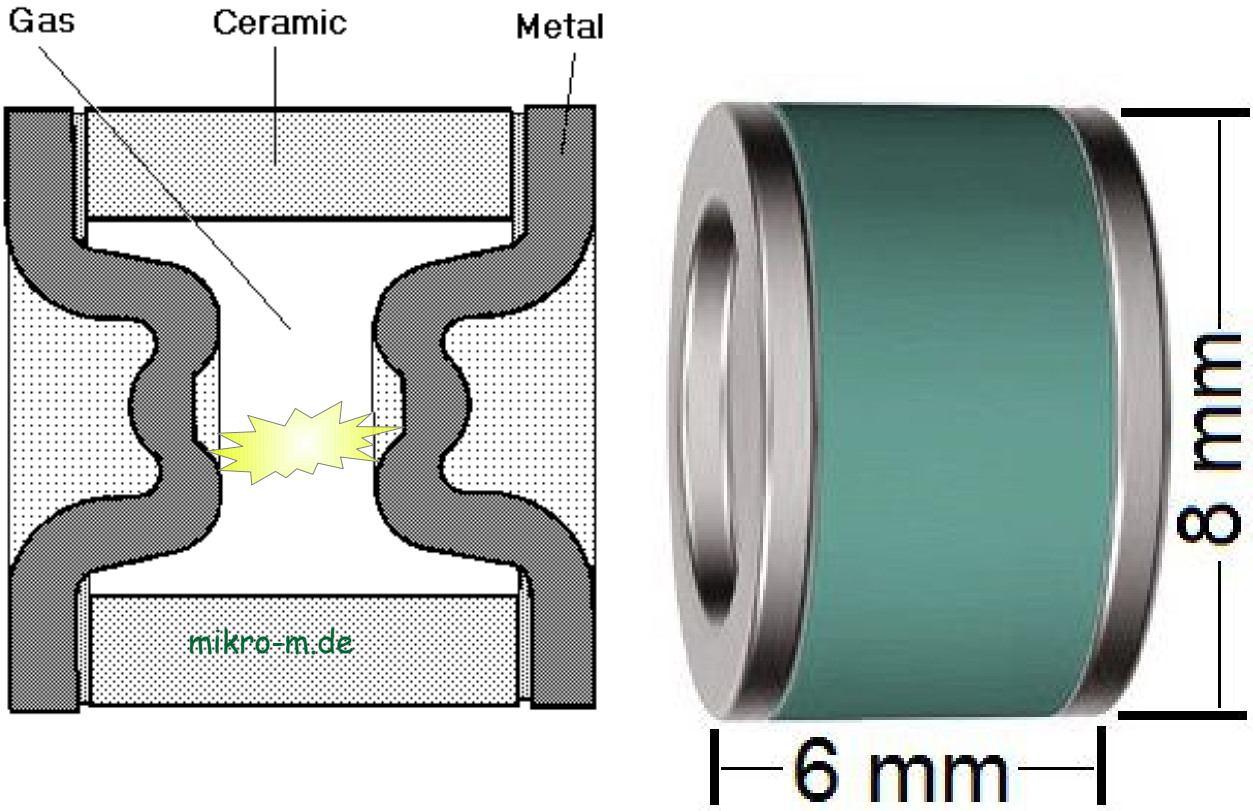
In den meisten Fällen sind die Schäden weniger spektakulär und oft nicht sichtbar.

Die kann man nur mit einer elektrischen Prüfung feststellen mit Hilfe eines Ableiterfunktionstesters **AFU***tester*.
Nach langjähriger Erfahrung ist bei Gasentladungsableitern die häufigste Ausfallursache eine geringfügige Undichtigkeit, die nach vielen Impulsbelastungen auftritt und sich in einer erhöhten Ansprechgleichspannung (Uag) zeigt. Das führt zu einem schleichenden Verlust der Schutzfunktion.

Bei der Prüfung von Gasentladungsableitern sind einige Besonderheiten zu beachten.

A.1.1 Aufbau

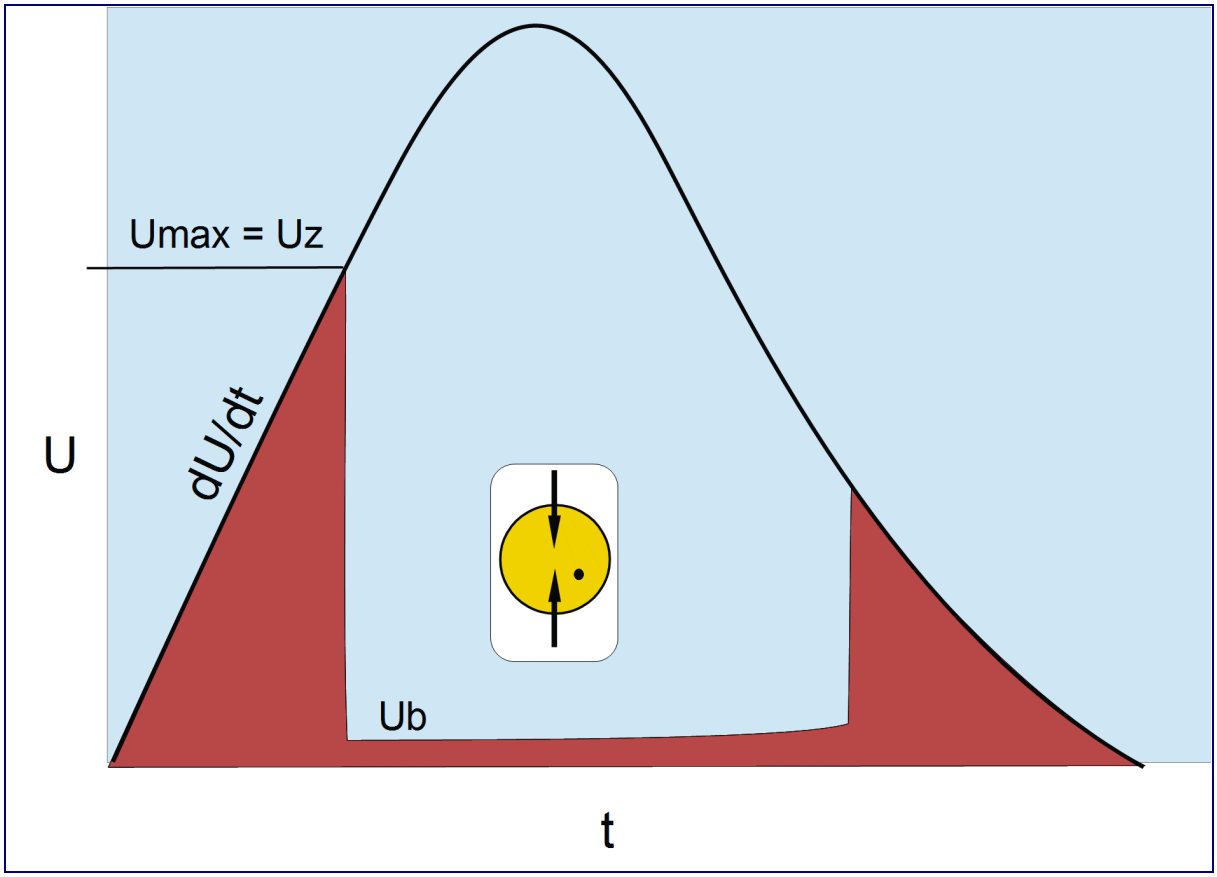
Hier sehen wir einen Querschnitt durch einen Gasentladungsableiter. Ein Gasentladungsableiter moderner Bauart (Knopfableiter) besteht aus zwei Metallelektroden und einem Keramikrohr und enthält eine sehr genau festgelegte Gasmischung, deren Druck während seiner Herstellung exakt eingestellt wird.



Ein Gasentladungsableiter ist normalerweise hoch isolierend mit einem Widerstand von mehr als 10 Gigaohm.
Wenn die Spannung zwischen den Elektroden einen wohldefinierten Wert, die Ansprechspannung, überschreitet, zündet das Gas zwischen den Elektroden und wird leitfähig.
Bei jeder Absorption eines Störimpulses findet eine kleine Explosion im Innern statt, die den Ableiter mit der Zeit zermürbt

A.1.2 Schutzfunktion

Hier sieht man die Schutzfunktion am Beispiel eines Spannungsimpulses:
Die durchgezogene Linie zeigt die Spannung ohne Überspannungsschutz im Verlauf der Zeit



Zunächst passiert Nichts.
Wird die Zündspannung überschritten, zündet der Gasentladungsableiter und die Spannung bricht zusammen auf die Brennspannung Ub. Die liegt bei hohem Strom bei ca. 10V und sinkt mit zunehmendem Strom noch weiter ab.
Der Ableiter bleibt leitend, solange die Spannung und der Strom hoch genug sind, um die Entladung aufrechtzuerhalten.
Dann löscht der Ableiter und die Spannung steigt wieder an.
Die höchste durchgelassene Spannung, der Schutzpegel ist die Ansprechspannung.

mikro-m.de

Vorteil: Es können sehr hohe Ströme verkrafted werden.
selbst kleine Bauformen können
Impulse mit 20kA verkraften.

Nachteil: Ist eine Stromquelle angeschlossen, kann
nach Abklingen der Störung immer noch
ein Folgestrom fließen.

Deshalb werden Gasentladungsableiter sehr oft zum Schutz von Signalleitungen und Telekommunikationseinrichtungen verwendet.
Die Ansprechspannung Uz eines Gasentladungsableiters hängt von der Steilheit dU/dt des Spannungsanstiegs des Überspannungsimpulses ab.

Man charakterisiert Gasentladungsableiter nach ihrer Ansprechspannung.

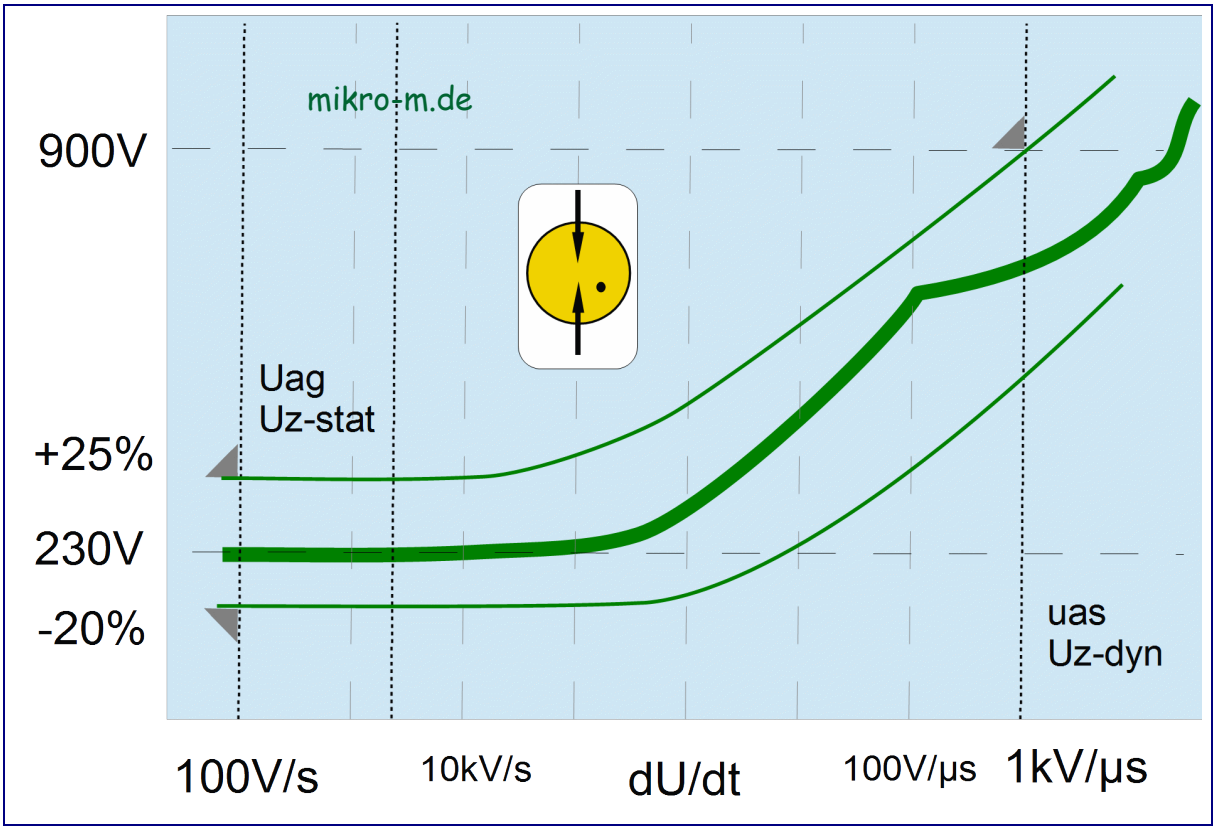
230V-Ableiter sind in der Telekommunikation sehr beliebt.

90V-Ableiter werden zum Personenschutz gegen Netzspannung eingesetzt.

Für Anwendungen im Niederspannungsnetz werden Nennspannungen von
600V, **800V** und **900V** gewählt, allerdings in Serie mit einem Varistor, der den Folgestrom begrenzt

A.1.3 Kennlinie

Die Ansprechspannung (Uz) eines Gasentladungsableiters hängt von der Steilheit des Spannungsanstiegs des Überspannungsimpulses ab. So definiert man die Ansprechkennlinie als Zündspannung gemessen in Abhängigkeit vom Spannungsanstieg.

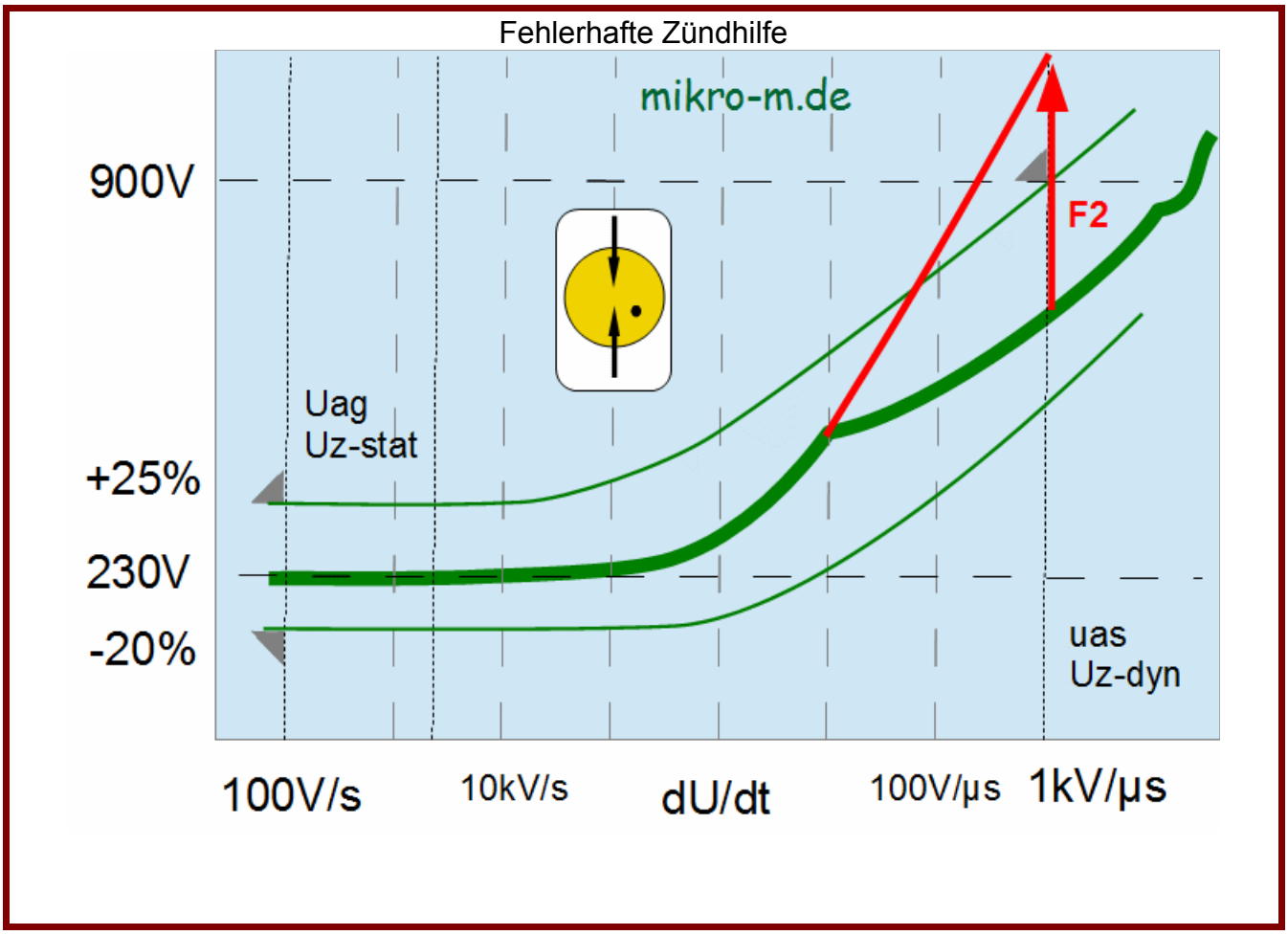


Bei langsamen Anstiegen (100V/s ... 10 kV/sec) ist die statische Ansprechspannung (Uz-stat) oder auch Ansprechgleichspannung (Uag) definiert.
Die statische Ansprechspannung (**Uag, Uz-stat**) wird allgemein für die Bemessung eines Gasentladungsableiters verwendet.
Hier als Beispiel ein Ableiter mit 230V als Bemessungsspannung oder auch Nennansprechgleichspannung UagN

A.1.4 Schäden: Fehler erkennen

Bei steilem Spannungsanstieg von etwa 1kV/µs wird i.a. die dynamische (Uz-dyn) oder auch Ansprechstoßspannung (uas) gemessen.

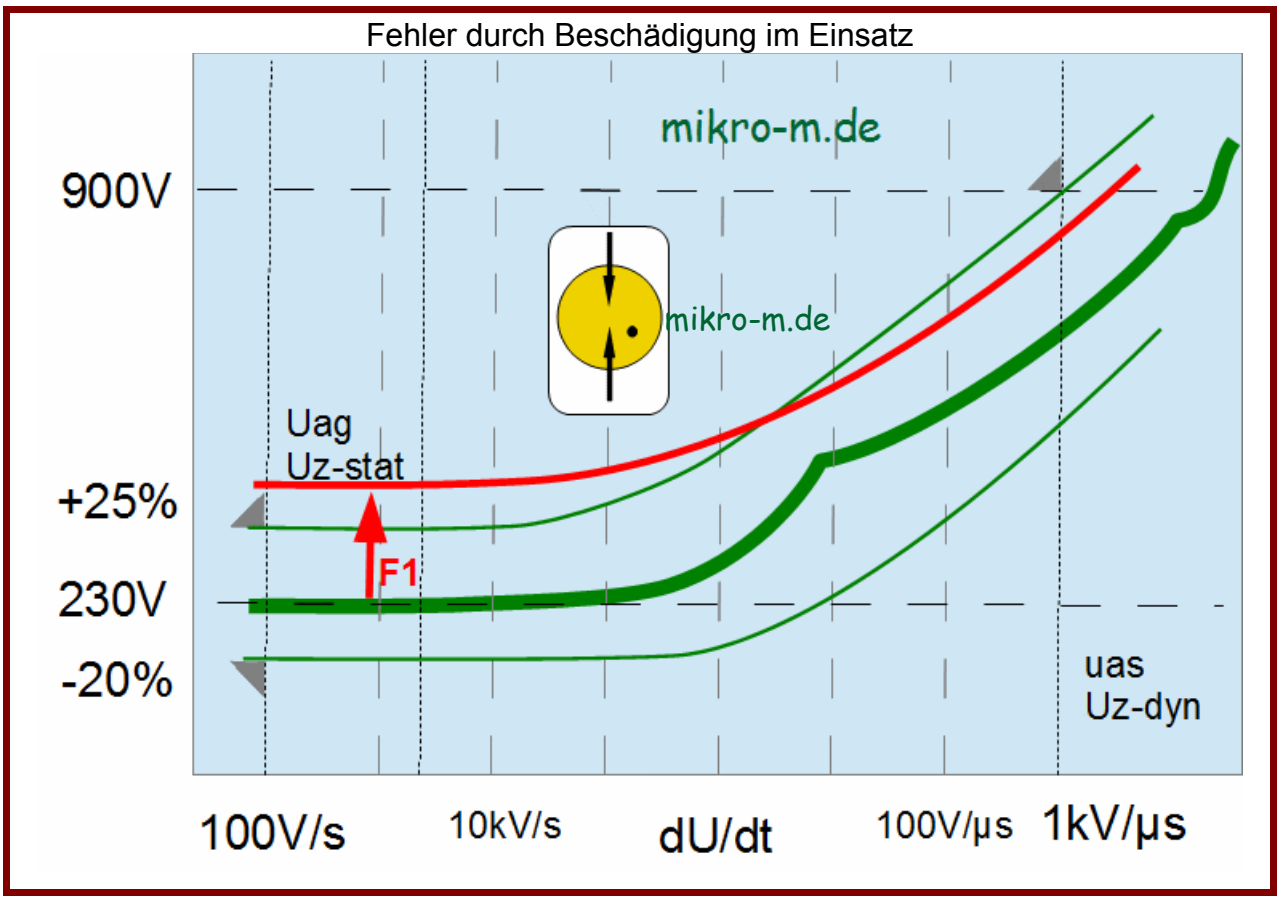
Das dynamische Verhalten basiert auf anderen physikalischen Vorgängen als das statische und kann z.B. für einen 90V Ableiter höher liegen als für einen 230V Ableiter



Ein Fehler in der Fertigung kann also dazu führen, dass die statische Ansprechspannung Uz-stat in Ordnung ist aber die dynamische Ansprechspannung Uz-dyn zu hoch ist und beanstandet werden muss.

Bei der Qualitätsüberwachung neu produzierter Gasentladungsableiter ist die Prüfung der dynamischen Ansprechspannung zu empfehlen.

Anders ist die Situation wenn man ursprünglich einwandfreie Ableiter nach einiger Zeit im Einsatz überprüfen möchte.
Die Untersuchung der Ausfallmechanismen liefert gut messbare Indikatoren:
Gasentladungsableiter lassen sich gut überwachen mit der Messung der Ansprechgleichspannung **Uag** bzw. **Uz-stat**.
Die statische Ansprechspannung (**Uag, Uz-stat**) reagiert sehr sensibel auf geringe Verunreinigungen und Veränderungen im Innern eines Gasentladungsableiters.



Durch Messen der statischen Ansprechspannung kann man beurteilen, ob ein ursprünglich einwandfreier Ableiter noch funktionstüchtig ist.
Langfristige Erfahrungen haben gezeigt, dass der häufigste Fehler ein Anstieg der statischen Ansprechspannung ist, verursacht durch interne Defekte im Ableiter.
Meist nur in einer Polarität festzustellen wenn z.B. ein energiereicher Impuls nur eine Elektrode beschädigt hat. Eine exakte Messung des Zündwerts in beiden Polaritäten ist daher wesentlich.
So kann man auch Ableiter ausfindig machen, die erst in der nächsten Zeit ausfallen werden.

Risol Isolationsmessung

Bei Anwendungen, in denen die Isolation fuer elektrische Sicherheit wesentlich ist, sollte der Isolationswiderstand bei der geforderten Isolationsspannung zusätzlich gemessen werden. Häufige Zündungen bedampfen die Innenseite des Gasentladungsableiters und führen zu einer Verschlechterung der Isolation.

Allgemein erwartet man einen Isolationswiderstand
Risol größer als 10GΩ

Typische Schäden an Gasentladungsableitern sind:

geringe Undichtigkeiten nach geringer Überlast oder sehr vielen Impulsbelastungen
Merkmal: Uag hoch

Platzen oder Undichtigkeit nach sehr hohen Impulsbelastungen
Merkmal: Uag sehr hoch

Einschmelzen nach thermischer Überlastung
Merkmal: Uag niedrig, Risol sehr niedrig

Isolationsfehler nach vielfachen leichten oder langanhaltenden Belastungen
Merkmal: Risol niedrig

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

eine Nachprüfung im Einsatz :
Uag+/Uag-

A.1.5 Toleranzen gängiger Gasentladungsableiter

230V-Ableiter sind in der Telekommunikation sehr beliebt.

90V-Ableiter werden zum Personenschutz gegen Netzspannung eingesetzt.

Für Anwendungen im Niederspannungsnetz werden Nennspannungen von **600V**, **800V** und **900V** gewählt, allerdings in Serie mit einem Varistor, der den Folgestrom begrenzt

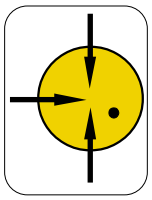
Uz-stat	mikro-m.de	
Uag	+25%/-20%	
nom	min	max
230V	184V	288V
90V	72V	113V
Uag	+/-20%	
nom	min	max
90V	72V	108V
150V	120V	180V
230V	184V	276V
350V	280V	420V
470V	376V	564V
600V	480V	720V
800V	640V	960V
900V	720V	1080V

Der meist verbreitete Gasentladungsableiter wird in der Telefonie verwendet und hat eine Nennansprechgleichspannung Uag/N von 230V mit einer Toleranz +25%/-20%.
Die gemessene Uag sollte also im Bereich von 184V bis 288V liegen.

A.1.6 Der Dunkeleffekt, die Erstzündverzögerung

Manche Gasentladungsableiter zeigen einen merkwürdigen Effekt, bei dem der erste Zündwert deutlich erhöht ist. Wiederholt man die Messung kurz danach, ist der Messwert einwandfrei.
Früher hat man als Zündhilfe radioaktive Stoffe im Ableiter verwendet. Das hat auch den Dunkeleffekt verhindert.
Bei radioaktivfreien Ableitern beobachtet man gelegentlich, dass ein Ableiter, der für einige Zeit im Dunkeln gelagert wurde, bei der ersten Messung eine erhöhte Ansprechgleichspannung zeigt. Bei Wiederholung kurz danach ist die Ansprechgleichspannung wieder normal. Unter starker Beleuchtung verschwindet der Effekt.
Man erklärt sich den Effekt dadurch, dass das Gas kaum noch Ionen enthält und nur sehr verzögert zündet. Nach dem Zünden sind dann wieder hinreichend Ionen im Gas. Eine starke Beleuchtung sorgt auch für Ionen im Gas. Unterschiedliche Ableiter reagieren oft sehr unterschiedlich. Man kann den Effekt auch als Indiz für einen tatsächlich radioaktivfreien Ableiter ansehen.
Für die dynamische Zündung werden Elektronen durch die Zündhilfe injiziert und so ein sicheres Zünden auch in diesem Fall gewährleistet.
Für die Beurteilung eines Gasentladungsableiters ist dieser Effekt ohne Belang. Es empfiehlt sich, den Ableiter zunächst ohne Beurteilung zu zünden und die folgenden Messungen zu bewerten.

A.1.7 Der 3-Elektroden Ableiter



Ein Gasentladungsableiter besonderer Bauart ist der 3-Elektroden Ableiter, der drei Elektroden in einem gemeinsamen Gasraum enthält.

Ein sehr schönes und anschauliches Beispiel ist der Gasentladungsableiter 13 814 der Wickmann Werke.

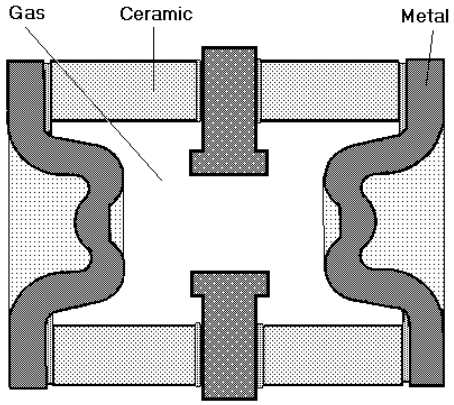
Er bietet drei gleiche Entladungsstrecken zwischen den Elektroden.

Im Allgemeinen schützt man einen Stromkreis mit zwei Polen, die mehr oder weniger miteinander verbunden sind. Zündet ein Ableiter, so fällt die Spannung massiv ab und der Ableiter am anderen Pol kann nicht mehr zünden. Was zu einem starken Strom über den Stromkreis führt. Beim Dreielektrodenableiter triggert das Plasma, das durch die Zündung entsteht, alle anderen Zündstrecken und begrenzt so die Zeit, in der eine Spannungsdifferenz über den Stromkreis zugelassen wird.

Schaltung mit Spule

Bei hohen Belastungen platzt der Glaskolben.

Moderne Gasentladungsableiter sind in Metall-Keramik Technologie gebaut und wesentlich belastbarer als die veralteten Ableiter in Glastechnologie.



Zwischen den Außenelektroden befindet sich eine dritte die Mittelelektrode.

Im Gegensatz zum 13 814 gibt es nur zwei Entladungsstrecken nämlich zwischen den Außenelektroden und der Mittelelektrode.

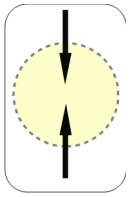
Man unterscheidet echte und unechte Dreielektrodenableiter. Bei den echten hat die Mittelelektrode ein Bohrung, bei den unechten nicht - es handelt sich dann um zwei Gasentladungsableiter, die nur konstruktiv verbunden sind aber unabhängig voneinander funktionieren.

Ziel eines Dreielektrodenableiters ist, sicherzustellen dass die jeweils andere Zündstrecke getriggert wird und innerhalb von 100ns zündet. Unglücklicherweise hat es sich bei einigen Konstruktionen gezeigt, dass bei der Zündung einer Strecke die andere nicht getriggert wird sondern im Gegenteil die Zündung erschwert wird. So als ob die Strömung die Zündung regelrecht ausbläst.

Bei der Prüfung behandelt man den Dreielektrodenableiter wie zwei einzelne Gasentladungsableiter.

A.2 Luftfunkenstrecke

Im einfachsten Fall - Hörnerblitzableiter ...



Eine Luftfunkenstrecke moderner Bauart ist meist gekapselt und mit komplizierten Zündhilfen optimiert.
Sie ist hoch belastbar und wirklich fürs Grobe.

Undichtigkeit wie beim Gasentladungsableiter treten hier nicht auf.
Die statische Ansprechspannung ist nicht definiert, relativ instabil und eignet sich nicht als Indikator für die Funktion.

Infolge der sehr hohen Ströme treten typischerweise mechanische Schäden auf.
Hohe magnetische Kräfte können steckbare Einsätze regelrecht herausschießen so dass man nach einem Gewitter die Einsätze auf dem Boden wiederfindet.
In extremen Fällen können Funkenstrecken auch explodieren.

Es gibt zwei typische Prüfungen:

Risol: Prüfung der Isolation mit einer möglichst hohen Gleichspannung.
Damit werden etwaige Störungen des Normalbetriebs ausgeschlossen.

Uz-dyn: Prüfung mit Blitzstoßspannung 1,2/50µs Spannungsimpuls mit festgelegtem Spitzenwert und Erfassen der Zündung.
Damit wird einwandfreies Ansprechen sichergestellt.

Die Stirnansprechspannung oder die Ansprechspannung bei definierter Rampe wäre besser - Angaben sind aber meist nicht verfügbar.

A.2 Varistoren

Zinkoxid-Varistoren

findet man im Schutz von Niederspannungsnetzen z.B. in Schaltschränken und Sicherungskästen.

Dort passt man die Bauform dann den Sicherungsautomaten an.
Im günstigsten Fall ist das Schutzelement steckbar und kann zur Prüfung entnommen werden.

Viele Varistoren werden im Feinschutz eingesetzt
und in elektronische Geräte eingelötet.
Größere Typen mit Draht
kleinere Bauformen gibt es auch in SMD technik.

Auch beim Varistor gibt es den spektakulären Ausfall.

Natürlich kann auch ein Varistor platzen.

Hier ein anderes Beispiel:
Jeder Varistor der mit einer Stromquelle verbunden ist, muss vor Überhitzung geschützt und notfalls vom Netz getrennt werden. Sonst besteht Brandgefahr!!
Hier auf der rechten Seite wurde der Überhitzungsschutz ausgelöst und mit dem roten Signal angezeigt, dass der Schutz abgeschaltet ist.

Also wenn das Signal rot ist, muss das Bauteil ausgetauscht werden.

Aber wenn das Signal grün ist, heißt das noch lange nicht, dass das Bauteil sicher schützt!

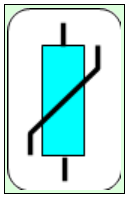
Es gibt auch wie beim Gasentladungsableiter einen schleichenden Verlust der Schutzfunktion.

Bei der Prüfung von Varistoren sind einige Besonderheiten zu beachten.

Schauen wir also auch hier genauer hin:

A.3 ZnO-Varistoren

Im Datenblatt eines Zinkoxid-Varistors findet man unterschiedliche Spannungen. Für die Bemessung eines Varistors verwendet man oft die maximal zulässige Betriebsspannung Vrms als Effektivwert einer Wechselspannung.

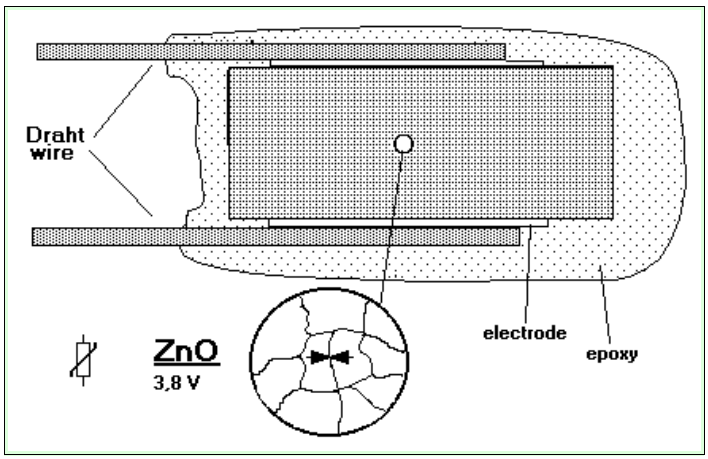


Relevant für den Test ist aber die Varistorspannung, die bei 1mA gemessen wird. Bei ZnO-Varistoren legt man grundsätzlich eine Toleranz von +/-10% zugrunde.

A.3.1 Aufbau

Hier sehen wir einen Querschnitt durch einen Zinkoxid-Varistor

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.



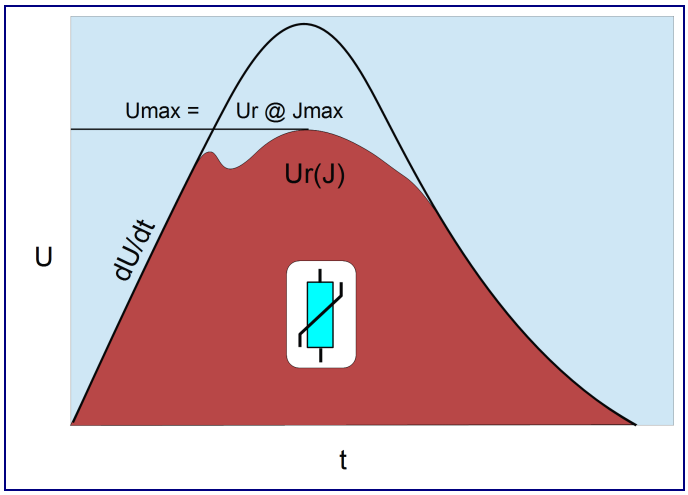
A.3.2 Schutzfunktion

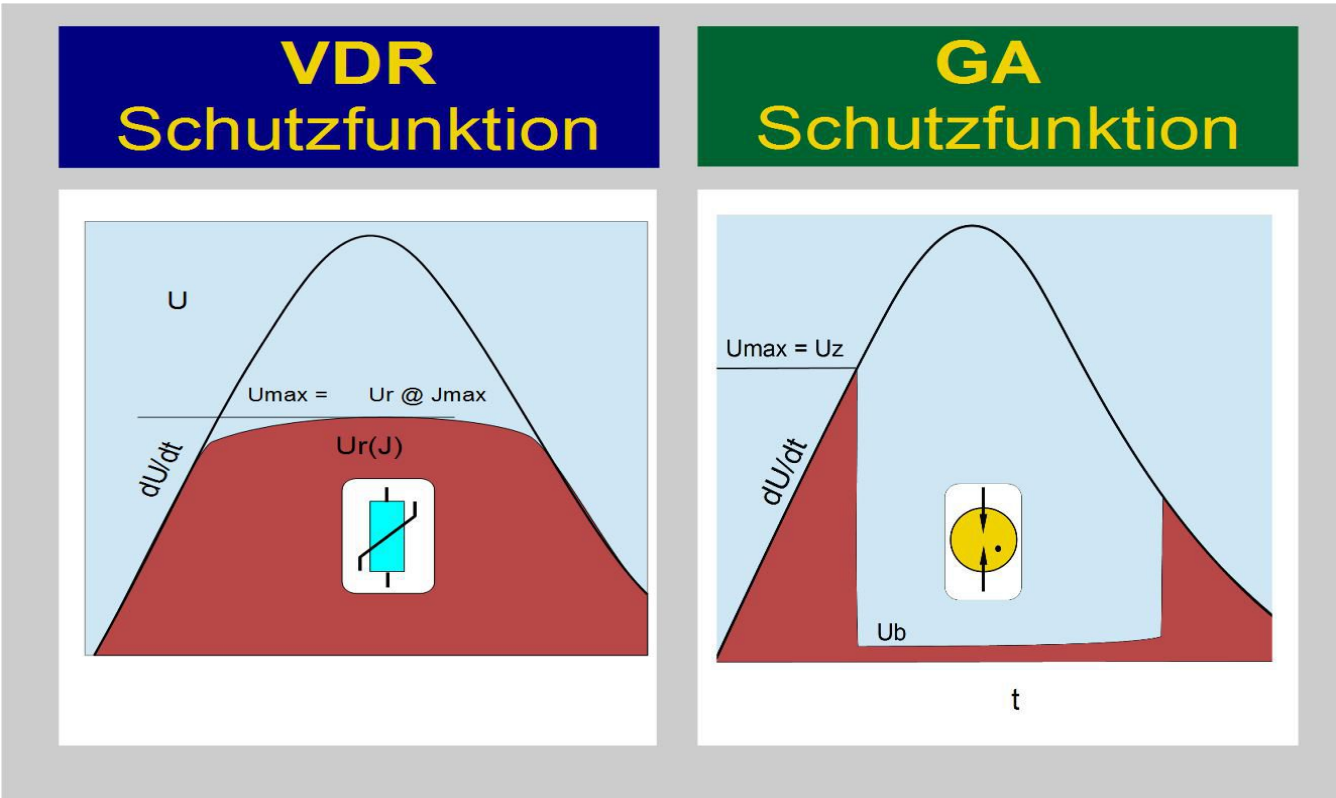
Ein ZnO-Varistor weist bei Betriebsspannung einen sehr niedrigen Leckstrom auf. Mit ansteigender Spannung steigert der Varistor kontinuierlich seinen Strom.

Bei hohen Überspannungen leitet der Varistor hohe Ströme. Die höchste durchgelassene Spannung (Schutzpegel) ist der Spannungsabfall beim Spitzenstrom.

Der Varistor reagiert mit einer Verzögerung von ca. 25ns.

Das merkt man wenn der Spannungsanstieg extrem hoch ist an einer Spannungsspitze zu Beginn der Begrenzung.

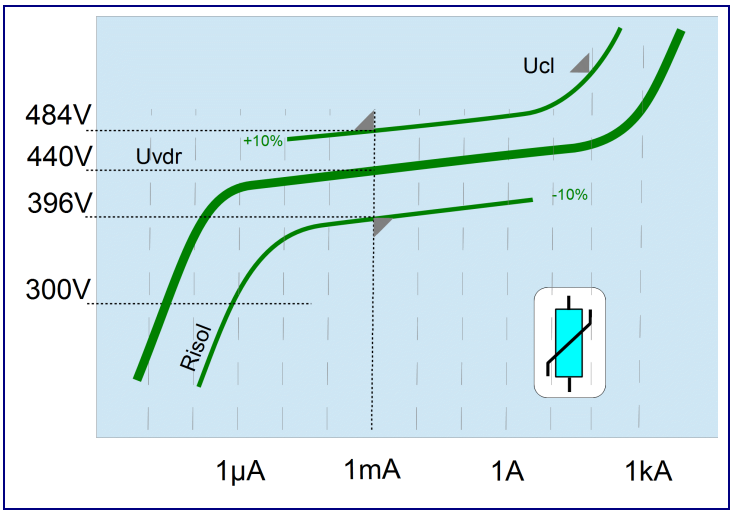




Hier noch einmal der Spannungsverlauf am Varistor
im Vergleich mit dem eines Gasentladungsableiters

Man sieht deutlich dass der Varistor nicht wirklich eine Ansprechspannung hat.
Für den Schutzpegel verwendet man den Begriff
Ucl Clamping Voltage,
das ist die Spannung bei einem hohen Strom, der bei einer Störung zu erwarten ist.

A.3.3 Kennlinie



Der Spannungsabfall am Varistor hängt vom Strom ab, der durch den Varistor fließt. So definiert man die Kennlinie eines Varistors als Spannung gemessen in Abhängigkeit vom Strom.

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.

So können die Messwerte bei unterschiedlichen Strömen leicht umgerechnet werden. Ein 10-fach höherer Strom liefert eine um 6% höhere Prüfspannung. Der verwendete Prüfstrom ist also eigentlich unerheblich solange man im linearen Bereich der Kennlinie bleibt. Wohlgemerkt: die Kennlinie ist doppelt logarithmisch!!

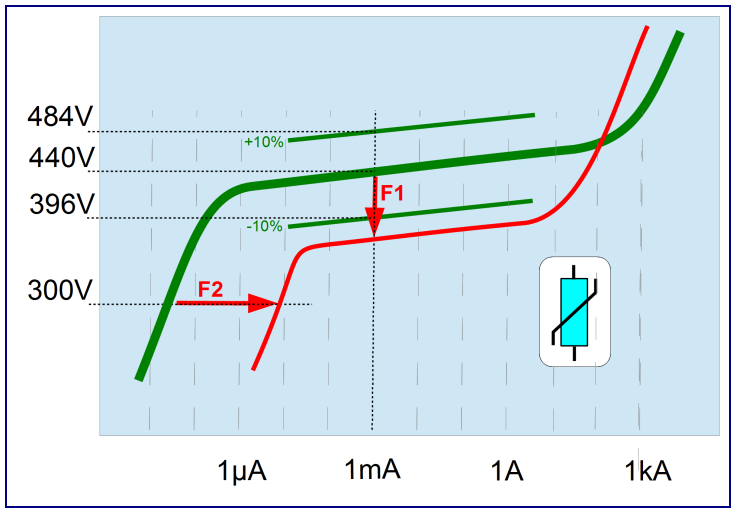
Rechts oben in der Kennlinie Ucl ein Beispiel für eine clamping voltage definiert bei 100A. Der anzusetzende Strom hängt von der Anwendung ab und den zu erwartenden Stromimpulsen z.B. bei Gewitter.

Die Varistorspannung Uvdr wird üblicherweise bei einem Strom von 1mA definiert und wird in den Datenblättern angegeben.
Wichtig ist, die Dauer des Prüfstroms bis zur Erfassung des Messwerts kurz zu halten, da viele Varistoren sonst einen signifikanten Anstieg des Spannungsabfalls zeigen.

Das funktionsbestimmende Element eines ZnO-Varistors sind die vielen im Volumen verteilten Sperrschichten.

A.3.4 Fehler erkennen

Den Zustand eines Varistors kann man an Hand der Varistorspannung beurteilen.
Schäden an der Sperrschicht äußern sich in einem Absinken der Varistorspannung und des Isolationswiderstands. Die Varistorspannung Uvdr ist üblicherweise bei einem Strom von 1mA definiert.



Bei Anwendungen, in denen die Isolation für die elektrische Sicherheit wesentlich ist, sollte der Isolationswiderstand bei der geforderten Isolationsspannung zusätzlich gemessen werden.

Typische Schäden an Varistoren sind:

geringe Schädigung nach geringer Überlast oder vielen Impulsen
Merkmal: Uvdr, Risol niedrig

Platzen nach sehr hohen Impulsbelastungen
Merkmal: Uvdr sehr hoch

nadelförmige Durchschläge im Innern
Merkmal: Risol niedrig

Durchlegieren nach thermischer Überlastung
Merkmal: Uvdr niedrig, Kurzschluss, Risol sehr niedrig

Eine Qualitätsprüfung umfasst in der Regel folgende Schritte:
Risol / Uvdr+ / Uvdr-
eine Nachprüfung im Einsatz :
Uvdr

A.3.5 Toleranzen gängiger ZnO-Varistoren

Als Nennspannung wird meist Urms bzw. Ueff, die zulässige effektive Wechselspannung angegeben.

Die Varistorspannung Uvdr wird üblicherweise bei einem Strom von 1mA definiert, wird in den Datenblättern angegeben und eignet sich für einen schnelle Prüfung.

Urms	Uvdr	@ 1mA	
Ueff	nom	min	max
75V	120V	108V	132V
130V	205V	185V	225V
150V	240V	216V	264V
250V	400V	360V	440V
275V	440V	396V	484V
300V	470V	423V	517V
320V	510V	459V	561V
385V	620V	558V	682V

Beispiel für 230Veff

Um genügend Sicherheitsreserve zu haben, verwendet man für Niederspannung von 230V gerne einen Varistor mit Urms = 275V Nennspannung. Laut Datenblatt beträgt die Varistorspannung dieses Typs 440V.
Bei ZnO-Varistoren legt man grundsätzlich eine Toleranz von +/-10% zugrunde.

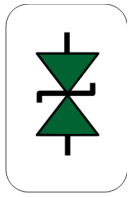
Die gemessene Varistorspannung Uvdr sollte also im Bereich von 396V bis 484V liegen

Liegt die gemessene Spannung außerhalb des Toleranzbereichs, so ist der Varistor schadhaft und sollte ausgetauscht werden.

Ist die Varistorspannung unbekannt so kann man als Faustregel bei 230Veff den unteren Grenzwert Uvdr-min mit 360V festlegen. Das ergibt sich aus folgender Berechnung:
Nennspannung 230V
maximal zulässige Spannung 230V + 10% = 253V
Spitzenspannung 253Veff * $\sqrt{2}$ = 358Vp Faustregel für Uvdr

Ein Varistor mit 320V Varistorspannung dürfte bei 230Veff keine Probleme machen. Steigt die Spannung aber auf den zulässigen oberen Wert von 253Veff, dürfte es heiß werden.

A4 Schutzdioden



Als Schutzdioden kommen je nach Anwendung

- einfache Z-Dioden oder
- speziell für die hohe Impulsbelastung entwickelte TAZ-Dioden

zum Einsatz.
Der Nennwert für die spannungsmäßige Auslegung wird Durchbruchspannung (Breakdown voltage) genannt. Die Bezeichnung ist eigentlich irreführend, da hier keineswegs ein Durchbruch im Sinne von Zünden oder Schalten stattfindet, sondern ein gradueller Übergang zur Leitfähigkeit ähnlich wie beim Varistor
Die Messverfahren für den Varistor können im wesentlichen übernommen werden.
Zu beachten ist nur, dass eine unipolare Diode eine Durchlass- und eine Sperrrichtung und eine bipolare zwei verschiedene Sperrschichten aufweist, die beide separat zu prüfen sind.
Schutzdioden findet man oft als Feinschutz in Schutzschaltungen, seltener als einzelnes Schutzelement z.B. in Reihenklemmen. Sie eignen sich vor allem für den präzisen Schutz vor Störungen geringer Energie.

Typische Schäden an Schutzdioden :

Durchlegieren nach thermischer Überlastung
Merkmal: Uvdr sehr niedrig, Kurzschluss, Risol sehr niedrig

geringe Schädigung nach geringer Überlast
Merkmal: Uvdr niedrig, Risol niedrig

Platzen nach sehr hohen Impulsbelastungen
Merkmal: Uvdr sehr hoch , Sichtkontrolle

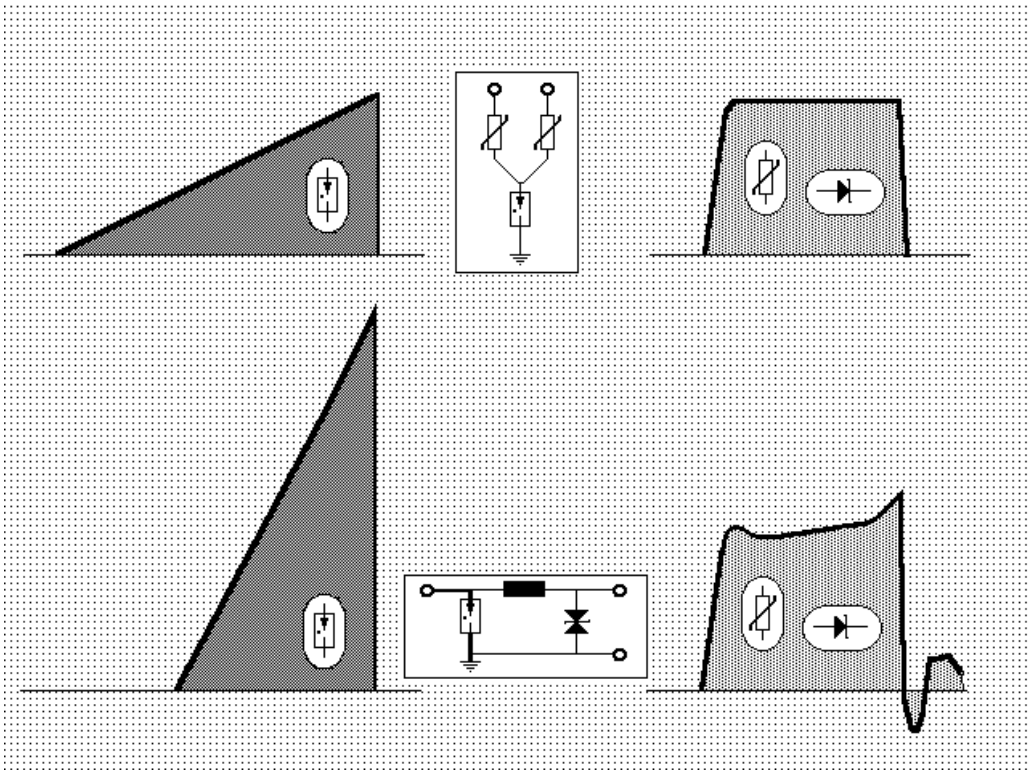
Eine Qualitätsprüfung umfasst in der Regel folgende Schritte:
Risol+ /Risol- / Uvdr+ / Uvdr- bei bipolaren Dioden

eine Nachprüfung im Einsatz :
Uvdr+/Uvdr-

B. Schutzschaltungen

für den Überspannungsschutz

Für verschiedene Anwendungen haben sich unterschiedliche Schaltungen durchgesetzt. Diese Schaltungen sehen i.a. sehr einfach aus, bergen jedoch eine Menge Tücken und physikalische Besonderheiten, die bei der Auslegung und beim Test zu beachten sind.

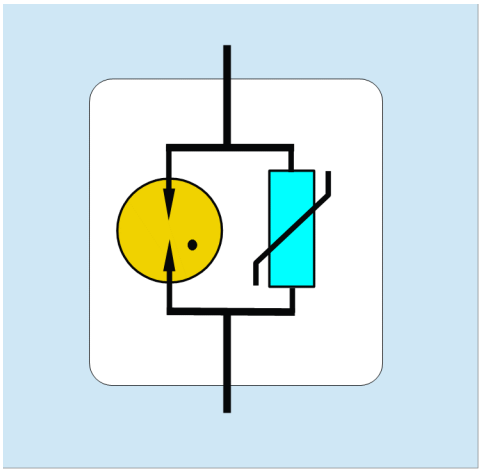


PE - Bezugspunkt

Der Bezugspunkt für den Potentialausgleich ist immer wichtig für die kombinierte Anwendung mehrere Schutzmaßnahmen. So wird aus dem klassischen Vierpol ein Fünfpol.

B.1 Parallelschaltung

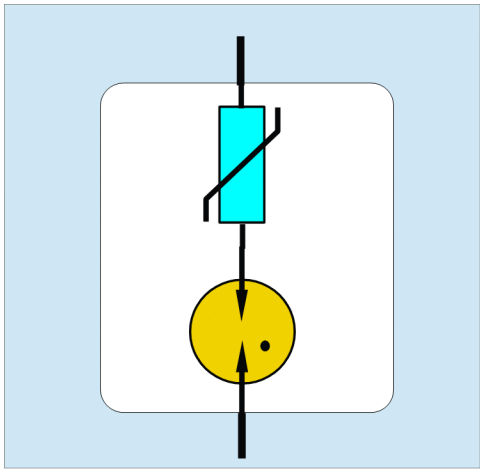
In einigen – vor allem älteren – Schutzschaltungen findet man die direkte Parallelschaltung von Gasentladungsableiter und Varistor.



Die Schaltung stammt noch aus Zeiten, in denen man SiC-Varistoren mit wesentlich ungünstigerer Kennlinie verwendet hat.

Die dynamische Abstimmung der Komponenten muss hier sehr genau sein. Bei niedriger Energie reagiert nur der Varistor und bei hoher Energie übernimmt der Gasentladungsableiter den Strom.
Der Varistor kann wie eine Komponente geprüft werden. Der Gasentladungsableiter jedoch ist so ausgelegt, dass er erst bei hohen Strömen (z.B. 5kA) zündet und die hohe Energie vom Varistor abhält. Dementsprechend kann der Gasentladungsableiter nur geprüft werden, wenn er vom Varistor getrennt wird oder mit einem entsprechenden Stoßgenerator, der den hohen Strom auch bei hoher Spannung (1..3kV) noch aufbringt. An Hand des Spitzenwerts kann dann der Gasentladungsableiter beurteilt werden.
Allerdings werden der Gasentladungsableiter und der Varistor dabei erheblich belastet.

B.2 Serienschaltung Varistor und Gasentladungsableiter



Für den Schutz von Geräten an Niederspannungsnetzen wird oft die Serienschaltung von Gasentladungsableiter und ZnO-Varistor eingesetzt.

Der Varistor dient hier als Löschhilfe und zur Begrenzung der Folgeströme.
Der Gasentladungsableiter schaltet den Leckstrom des Varistors sicher ab.
Diese Schaltung kann auch vor dem Zähler installiert werden.

Man kann hier folgende Prüfungen durchführen:

- **Risol** Isolation
- **Uz-stat** Ansprechgleichspannung Uag
- **Ub+Uvdr** Restspannung z.B. @ 10mA oder 3mA oder besser dynamisch
- **Uz-dyn** dynamischen Schutzpegel

Bei **Uz-stat** ist folgendes zu beachten:
Der Gasentladungsableiter wird über die Kapazität des Varistors zur Zündung gebracht. Aufgrund der hohen Isolation und der niedrigen Kapazität des Gasentladungsableiter führt das im Normalfall nicht zu einer Abweichung.
Nach der Messung ist die Kapazität des Varistors aufgeladen. Eine Wiederholung direkt nach der ersten Messung führt daher zu einem erhöhten Messwert. Polt man um, ist der Messwert entsprechend niedriger. Nach ca. 30..60 sec ist der Varistor über seinen Innenwiderstand wieder entladen.
Ein Isolationsfehler am Gasentladungsableiter führt ebenfalls zu einem zu hohen Wert der Ansprechspannung. Dieser Fall wird in der Isolationsmessung erfasst.

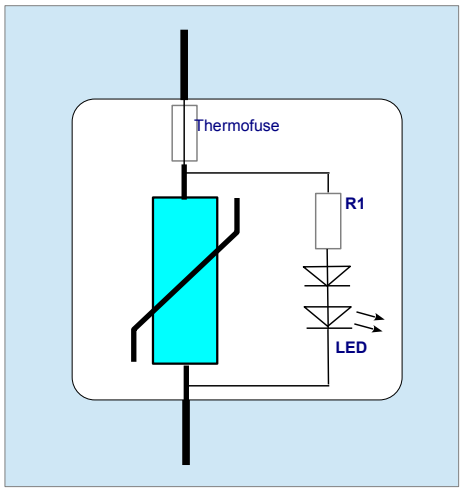
Weitere wichtige Voraussetzungen sind:

- die Varistorspannung (Uvdr) ist niedriger als die Ansprechspannung (Uag).
- Es wird der Erstzündwert erfasst

Für eine Nachprüfung im Einsatz ist das ausreichend. Aber für die Qualitätssicherung in der Produktion braucht man eine zusätzliche Prüfung des Varistors. Z.B. über die Restspannung bei hohem Strom. (**Ucl**)

B.3 Varistor mit LED-Anzeige

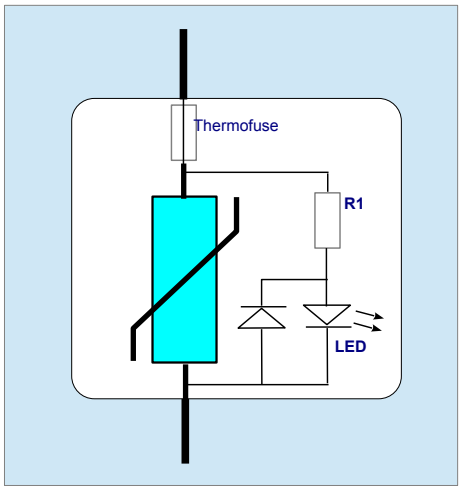
Um die Betriebsbereitschaft anzuzeigen schaltet man eine grüne LED oder Glimmlampe mit Vorwiderstand parallel zum Varistor, für die Fehleranzeige eine rote, die durch einen Thermoschalter kurz geschlossen ist.



Die zulässige Sperrspannung einer LED reicht für Netzspannung nicht aus. Also verwendet man eine geeignete Diode (1N4007) in Serie.
In Sperrrichtung prüft man den Varistor wie üblich, in Durchlassrichtung die Anzeigevorrichtung.

Man prüft die Anzeigevorrichtung durch Anlegen einer Gleichspannung deutlich niedriger als die Varistorspannung und wertet den Widerstand (R) aus.

Ist die HV-Diode zu groß oder zu teuer, kann man auch eine Diode antiparallel zur LED schalten, was natürlich den Ruhestrom der Anzeigevorrichtung erhöht.



Die Varistorspannung prüft man jetzt mit einem erhöhten Prüfstrom von 1mA+Uvdr/R.

Beispiel: Varistor mit Uvdr = 430V, R = 220k
Prüfstrom Js = 2,95mA
Dabei ist folgendes zu beachten:
Der Prüfstrom wird für den Sollwert Varistorspannung berechnet. Bei einer Abweichung wird der für den Varistor verbleibende Strom entsprechend höher oder niedriger ausfallen.
Beispiel 430V+10%, 220k, 2,95mA
Prüfstrom am Varistor = 0,8mA.
Im Extremfall kann der obere Grenzwert nicht erreicht und ein Ausfall des Varistors nicht mehr festgestellt werden. Notfalls muss der Prüfstrom erhöht werden.

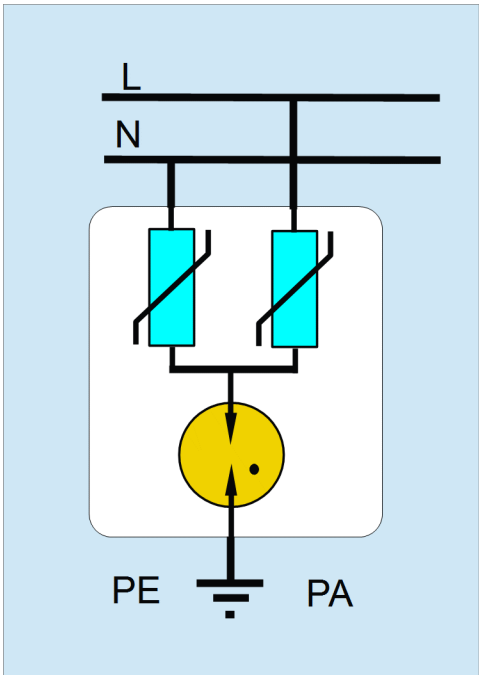
Genauer ist die Prüfung mit 2 Messungen und 2 verschiedenen Strömen passend zum jeweiligen Grenzwert

Uvdr-min	387V	2,76mA
Uvdr-max	473V	3,15mA

Ruhestrom: Bei einem Widerstand von 300k braucht die Anzeige ca. 0,18W pro Phase, für einen Haushalt mit Drehstromanschluss also rund 0,5W - für eine Anzeige, die vielleicht einmal im Jahr abgelesen wird und das in einer Zeit, in der man über eine Energiewende und über Standby-Ströme von Fernsehern, Computern und Kaffeemaschinen diskutiert.
Es gibt Schutzelemente mit einer rein mechanischen Abschaltvorrichtung und mit einer stromlosen Anzeige.

B.4 Y-Schaltung

Für den Schutz beider Leitungen gegen PE eignet sich die im Bild gezeigte Schaltung, bei der die Bauelemente in Form eines Y angeordnet sind.



Wenn der Mittelpunkt der Schaltung für Testzwecke zugänglich ist, kann jede Komponente einzeln gemessen werden. I.a. ist das jedoch nicht der Fall (u.a. wegen der Gefahr der fehlerhaften Installation). Die Kunst im Testen von Schutzschaltungen besteht darin, die Funktion der Komponenten zu erfassen, ohne die Schaltung zu zerlegen und mit Hilfe der vorhandenen Anschlüsse.
Die vollständige elektrische Trennung der Schutzschaltung von der Installation (auch der Erde!) ist aber in jedem Falle unabdingbar, auch aus Gründen der Personensicherheit beim Test!!

Testablauf:

1. Uag+ +L+N gegen -PE statische Ansprechspannung Gasentladungsableiter (siehe Serienschaltung..)

2. Uvdr L gegen N Varistorspannung Summe beider Varistoren

3. Risol L gegen N Leckstrom Varistoren
Wenn die Messspannung hoch genug angesetzt wird, kann der Ausfall jedes einzelnen Varistors ermittelt werden.

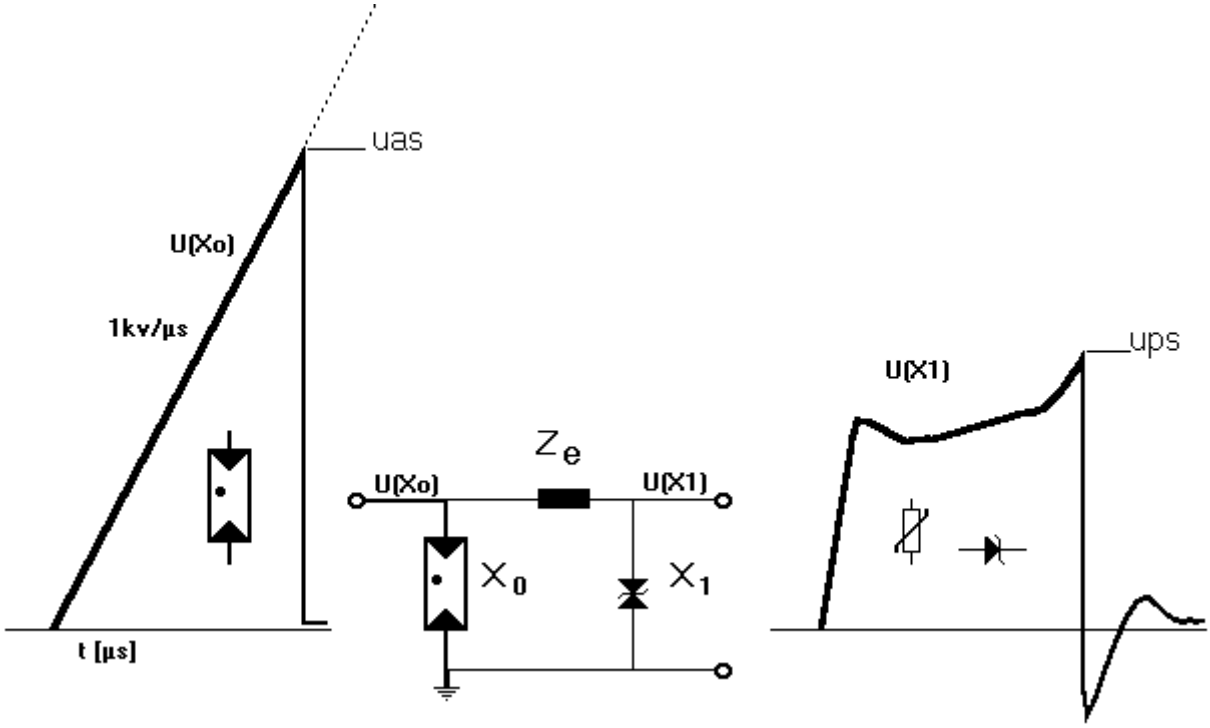
4. Risol +L+N gegen -PE Isolation Ableiter
Spannung unter der Ansprechspannung des Ableiters, aber hoch genug, um den Varistor leitfähig zu machen.

5.Uag- +PE gegen -L+-N statische Ansprechspannung Gasentladungsableiter. Die Varistoren werden sich in Messung 2. und 3. entgegengesetzt aufgeladen, in 4. entladen (gleiche Eigenschaften vorausgesetzt!)

Der Testablauf sieht zwar kompliziert aus, aber wozu gibt es schließlich Computer und Testautomaten, die den obigen Test in wenigen Sekunden komplett durchziehen und als Ergebnis GUT oder fehlerhaft mit der Fehleranalyse anzeigen. z.B. Y54, D67, E85 und U82

B.5 Staffelschutz

B.5.1 Staffelschutz einfach

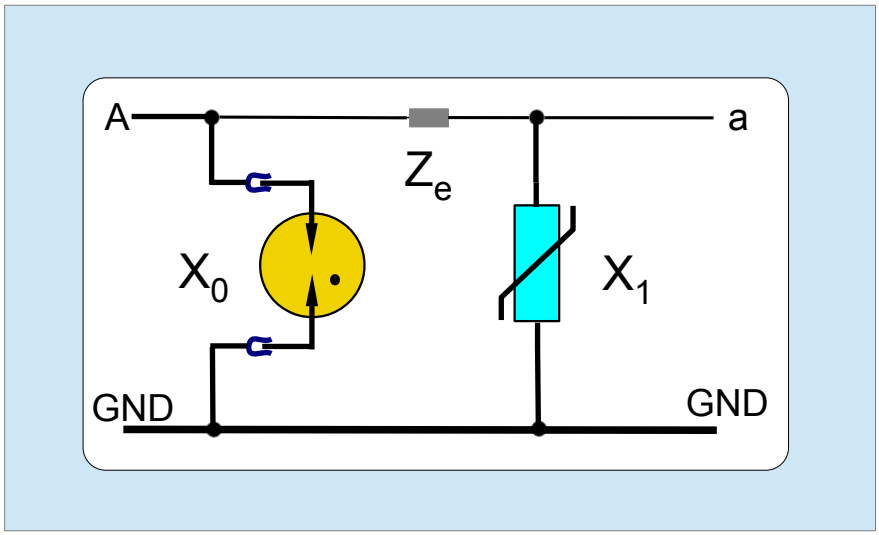


X0:	Grobschutz	Gasentladungsableiter oder Funkenstrecke
Ze:	Impedanz	zur Entkopplung des Feinschutzes vom Grobschutz
X1:	Feinschutz	Schutzdiode oder Varistor

Funktion: Tritt ein starker Störimpuls auf, zündet der Grobschutz bei 500 .. 900V und übernimmt den Hauptteil der zerstörerischen Energie. Der Feinschutz begrenzt den Schutzpegel auf einen wesentlich niedrigeren Wert. Zur Begrenzung des Stroms durch den Feinschutz wird die Entkopplungsimpedanz eingesetzt. Bei korrekter Dimensionierung kann man den Grobschutz mit einem Prüfimpuls auslösen, ohne den Feinschutz zu beschädigen.

Der Grobschutz spricht meist erst bei Spannungen oberhalb der Begrenzungsspannung des Feinschutzes an. Mit statischen Messungen kann nicht einmal seine Existenz festgestellt werden.
Aus den Erfahrungen mit Gasentladungsableitern, die im Telefonnetz eingesetzt werden, wissen wir, dass nach 6 Jahren 5..20% der Exemplare ausfallen und zwar hauptsächlich durch zu hohe Zündspannung. Auch in der Fertigung können einzelne Exemplare beschädigt werden z.B. durch den Temperaturstress beim Löten.

Wir empfehlen, zumindest den Grobschutz steckbar einzubauen, dann kann man ihn zur Prüfung entnehmen und bei Beschädigung austauschen.



Kann man die Schutzschaltung für den Test zerlegen z.B. dadurch, dass die Schutzkomponenten in einem Schutzstecker untergebracht sind, so reduziert sich der Test auf die Prüfung der einzelnen Komponenten.
Für eine Kontrolle der Funktion kann dann auch ein Test der einzelnen Komponenten ausreichen. Schäden und Fehler in der Verbindungstechnik müssen separat untersucht werden.

Zumindest beim Typtest sollte jede Schaltung auch komplett geprüft werden.

Viele kompakte Schutzschaltungen, Schutzmodule können allerdings aus konstruktiven Gründen nicht zerlegbar aufgebaut werden.

Am kompletten Staffelschutz können folgende Messungen erfolgen:

Re	Gleichstromwiderstand der Entkopplungsimpedanz
Risol	Isolationswiderstand der Parallelschaltung X0 und X1
Uvdr	Spannung bei 1mA (o.ä.) an X1
Up-dyn	dynamische Ansprechspannung an X0 (uas)
	dynamischer Schutzpegel an X1 (ups)
Hf-dB	Hochfrequenz-Dämpfung
C	Kapazitäten

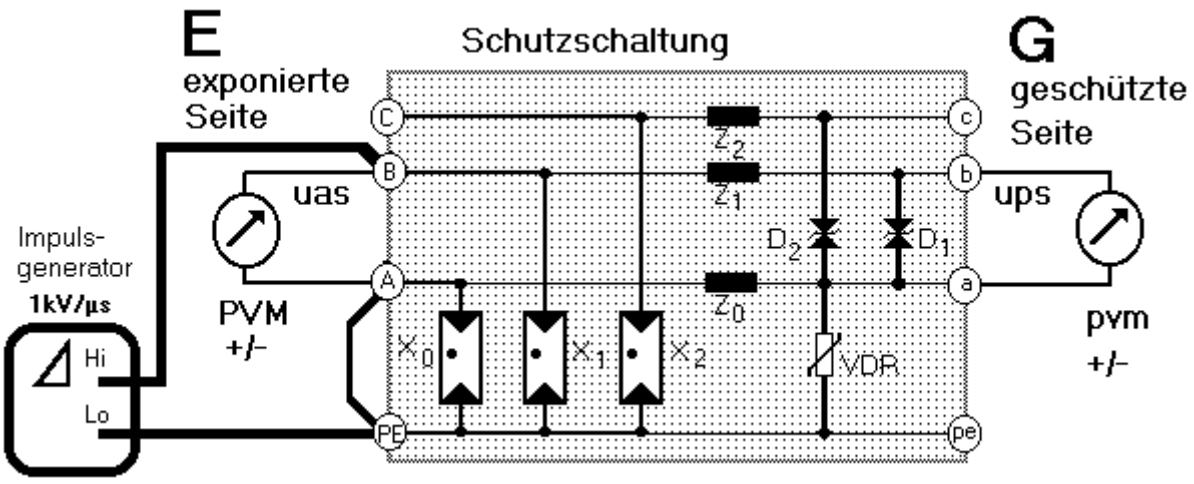
Hier ist der dynamische Funktionstest **Up-dyn** mit je 6 Prüfanschlüssen zu empfehlen. Das Verfahren wird unter Prüftechnik noch genauer beschrieben.

typischer Prüfablauf:

Isolation / Re / Impulstest+ / Impulstest- / Feinschutz +1mA / -1mA

B.5.2 Staffelschutz differentiell

In vielen Anwendungen findet man Störspannungen, die auf allen Adern eines Kabels gleich auftreten (Gleichtaktstörung), die aber das angeschlossene Gerät nicht weiter beeinträchtigen. Geringe Überschreitungen der maximal zulässigen Spannung zwischen den Adern führen jedoch zur Beschädigung des Geräts.



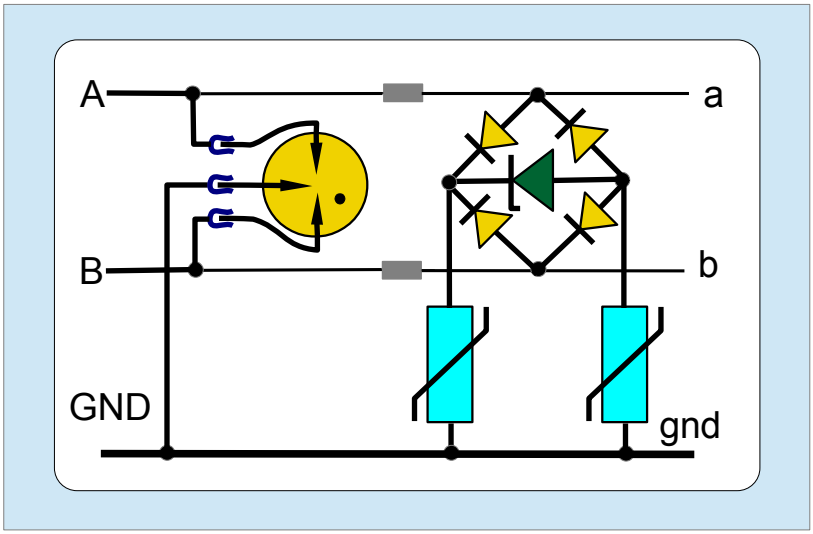
Für diesen Fall wird dann eine Schaltung mit unterschiedlichen Schutzpegeln wie in der obigen Abbildung eingesetzt.

Der Schutzpegel für Gleichtaktstörungen wird wie beim einfachen Staffelschutz gemessen. Für die differentielle Störung empfehlen wir die oben gezeigte Anordnung.

An diesem Beispiel kann man zeigen, wie problematisch der Begriff Schutzpegel sein kann:
Lässt man z.B. den Anschluss A frei oder verbindet ihn mit B, so kann man wesentlich günstigere Schutzpegel messen, die z.T. sogar unterhalb der 1mA-Spannung des Feinschutzes liegen. Der Feinschutz, der geprüft werden soll, wird überhaupt nicht beansprucht.
Erfahrungsgemäss treten Überspannungen meist als Gleichtaktstörung auf, und man findet in der Regel immer gute Argumente für die günstigere Messung.
Zündet jedoch ein Grobschutz, so kann dieser durch die Kopplung der verschiedenen Kabeladern verhindern, dass der Grobschutz der anderen Adern zündet. So kann durchaus die Situation entstehen, dass der volle Strom über den differentiellen Feinschutz fließt.
Auch aus Gründen der Reproduzierbarkeit der Messergebnisse empfehlen wir die oben gezeigte Anordnung.

B.5.3 Eine spezielle Lösung für Hochfrequenz.

Varistoren haben eine relativ hohe Kapazität, ebenso Schutzdioden mit hoher Belastbarkeit, einfache Dioden dagegen nicht.



Mit der hier gezeigten Schaltung werden Schutzdiode und Varistoren auf den Scheitelwert des Signals geladen und danach wirken sich nur noch die Sperrschichtkapazitäten der einfachen Dioden aus.

Zu Beginn kann das Signal beeinträchtigt werden.
Hat das Signal eine konstante Amplitude und ist frequenz- oder phasenmoduliert so finden keine weiteren Beeinträchtigungen statt.
Probleme machen amplitudenmodulierte Signale oder Signale, die zwischenzeitlich ausgeschaltet werden oder in unterschiedlichen Betriebsarten mit unterschiedlichen Amplituden laufen.

Im Schutzfall werden die Dioden in Durchlassrichtung beansprucht,
sind also gut belastbar.

Prüfung mit		
Risol	+a-b, -a+b	TAZ-Diode und Dioden in Sperrichtung
	+a+b-gnd, -a-b+gnd	Varistoren und Gasentladungsableiter
Up-dyn	+A-GND, +B-GND	Funktion Gasentladungsableiter kann Probleme machen wenn die Entkopplungsimpedanzen sehr niedrig sind
Uvdr	+a-b, -a+b	TAZ-Diode und Dioden
	+a+b-gnd, -a-b+gnd	Varistoren und Dioden
	bitte beachten U(vdr)+U(taz) muss oberhalb der Toleranzgrenzen liegen.	
Hf-dB	Hf-Dämpfungsmessung	Dioden in Sperrichtung.

T. Prüftechnik

Überspannungsschutz ist sicherheitsrelevant. Das erfordert eine hundertprozentige Prüfung sowohl in der Fertigung als auch im Einsatz.
Eine stichprobenartige Prüfung reicht nicht aus.
Daher sind zerstörungsfreie Prüfverfahren unabdingbar.

Die **MIKRO-M** elektrophysikalische Gesellschaft

befasst sich neben der Prüftechnik auch mit der Physik der Bauteile, die geprüft werden, den Ausfallmechanismen und entwickelt Methoden zur Früherkennung beginnender Schäden.

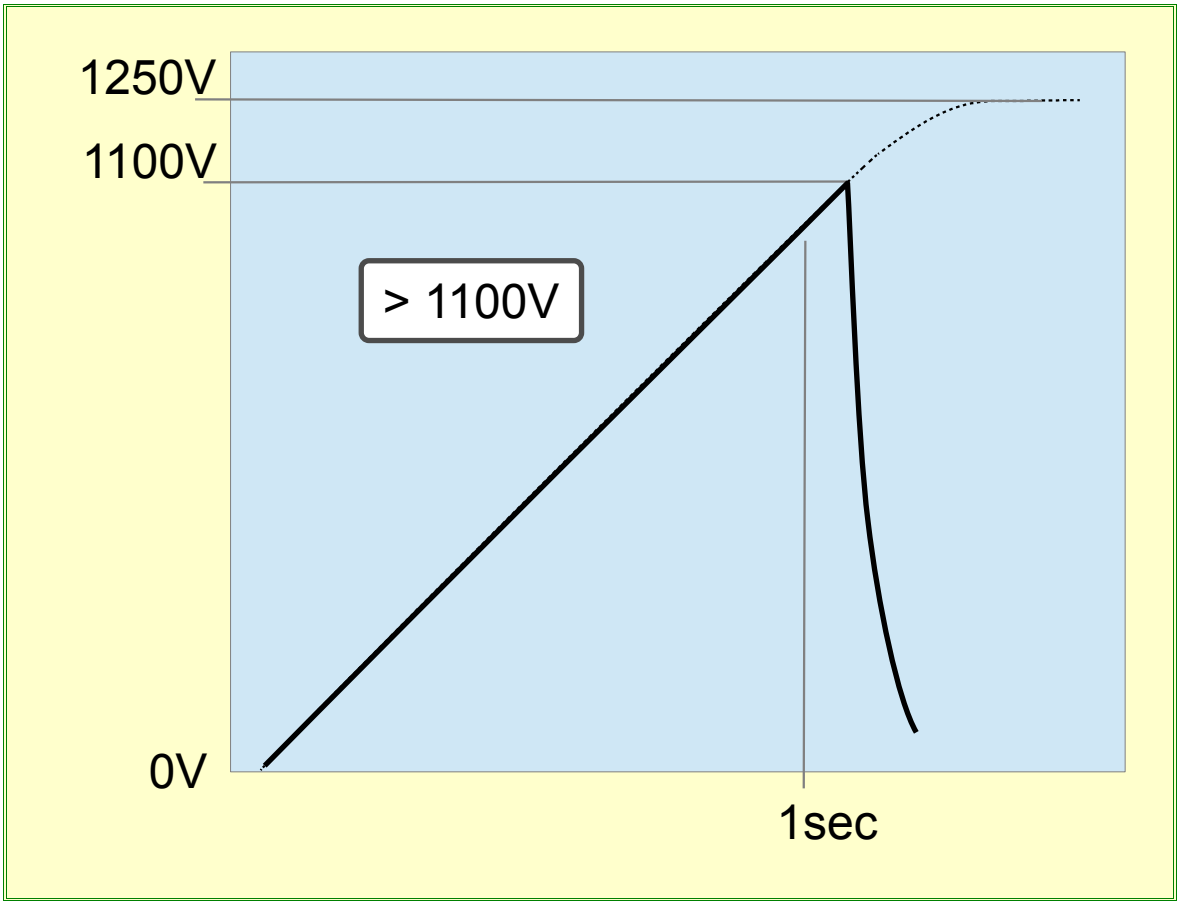
Im Folgenden werden Methoden dargestellt, die geeignet sind, die Schutzfunktion der eingesetzten Komponenten und Schaltungen sicherzustellen.

T.1 Ansprechspannung

Prüfverfahren für Uz-stat und Uvdr

Ein sehr wirkungsvoller Indikator für die Funktionstüchtigkeit eines Gasentladungsableiters ist die statische Ansprechspannung
Das ist die Zündspannung bei langsamem Spannungsanstieg. Die statische oder auch Ansprechgleichspannung ist bei bei einem Spannungsanstieg von 100V pro Sekunde nach CCITT definiert, kann aber im allgemeinen auch mit 2kV/s mit hinreichender Genauigkeit gemessen werden.

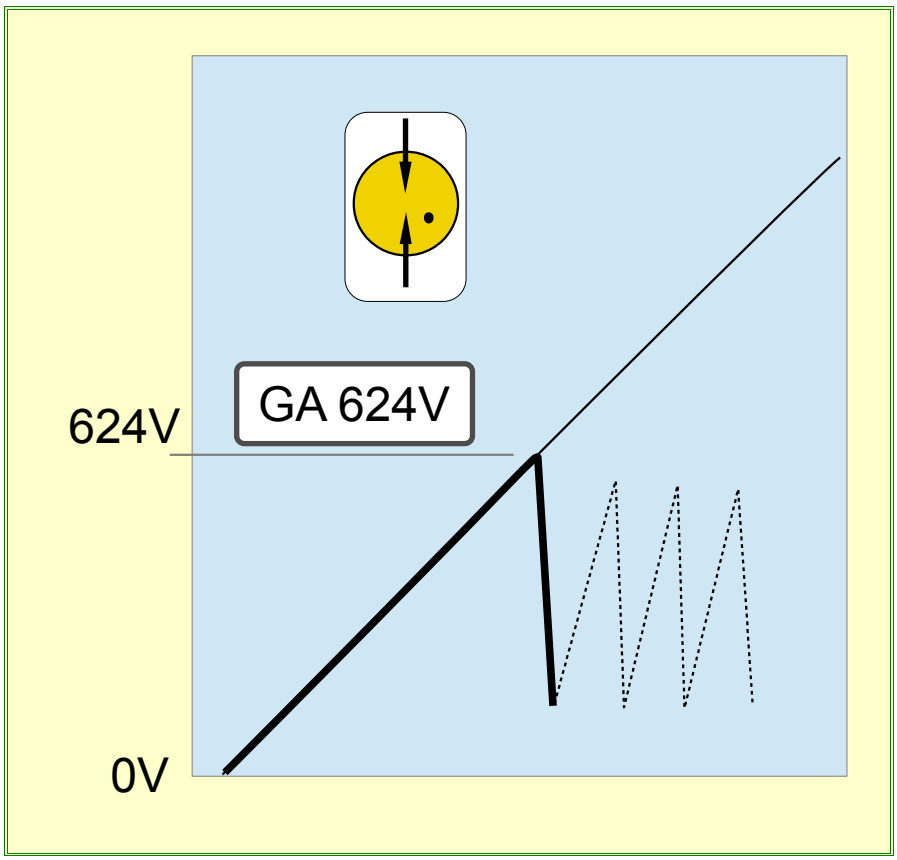
Eine konstante Rampe kann man leicht erzeugen indem man einen Kondensator mit einem konstanten Strom auflädt.
Wir verwenden elektronisch geregelte Rampengeneratoren, die wir für batteriebetriebene Geräte auch sehr klein bauen können.



Im Leerlauf würde der Generator gegen eine Spannungsgrenze laufen, hier im Beispiel sind das 1250V, die für unsere batteriebetriebenen Geräte typisch sind.
Wir steuern unsere Geräte grundsätzlich mit Microcontrollern und verfolgen den Spannungsverlauf in Echtzeit.
Bei Überschreiten der Messgrenze von 1100V schaltet der Controller den Generator ab.
Im Display erscheint dann **>1100V**.
Das bedeutet dass keinerlei Reaktion im Messbereich festgestellt wurde.

T.1.1 Uz-stat

Prüft man einen Gasentladungsableiter mit der Spannungsrampe, so wird der zünden und die Spannung bricht schlagartig zusammen. Im weiteren Verlauf wird der Ableiter immer wieder löschen und wieder zünden. Es entsteht eine Sägezahnspannung.

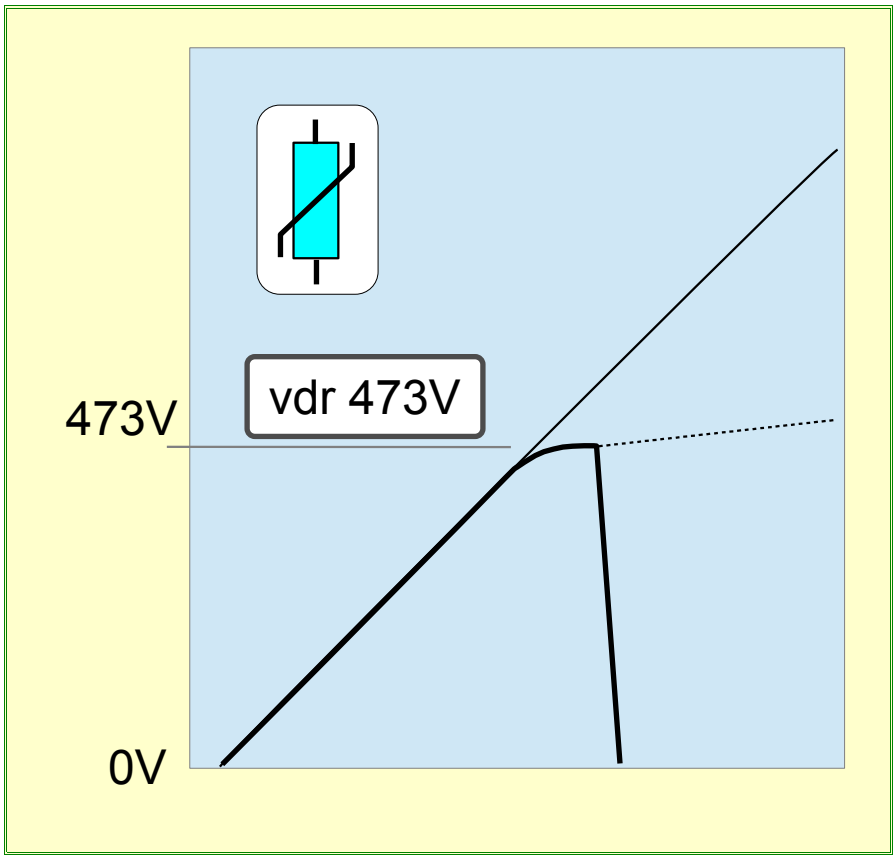


Uns interessiert aber nur die erste Zündung, der sogenannte Erstzündwert.
Der **Erstzündwert** liegt allgemein deutlich höher als die Folgezündungen.
Der Controller erkennt die Zündung am Spannungsverlauf
sobald der Ableiter zündet,
erfasst den Spitzenwert und
schaltet den Generator ab.

Im Display erscheint **GA 624V**
GA steht für Gasentladungsableiter /gas discharge Arrester und bedeutet, dass eine Zündung mit Zusammenbruch der Spannung festgestellt wurde und die **624V** ist die Spannung, bei der die Zündung erfolgt ist.

T.1.2 Uvdr

Wir bauen unsere Rampengeneratoren so, dass auch der Strom geregelt ist.
Bei den batteriebetriebenen Geräten typischerweise mit 1mA.



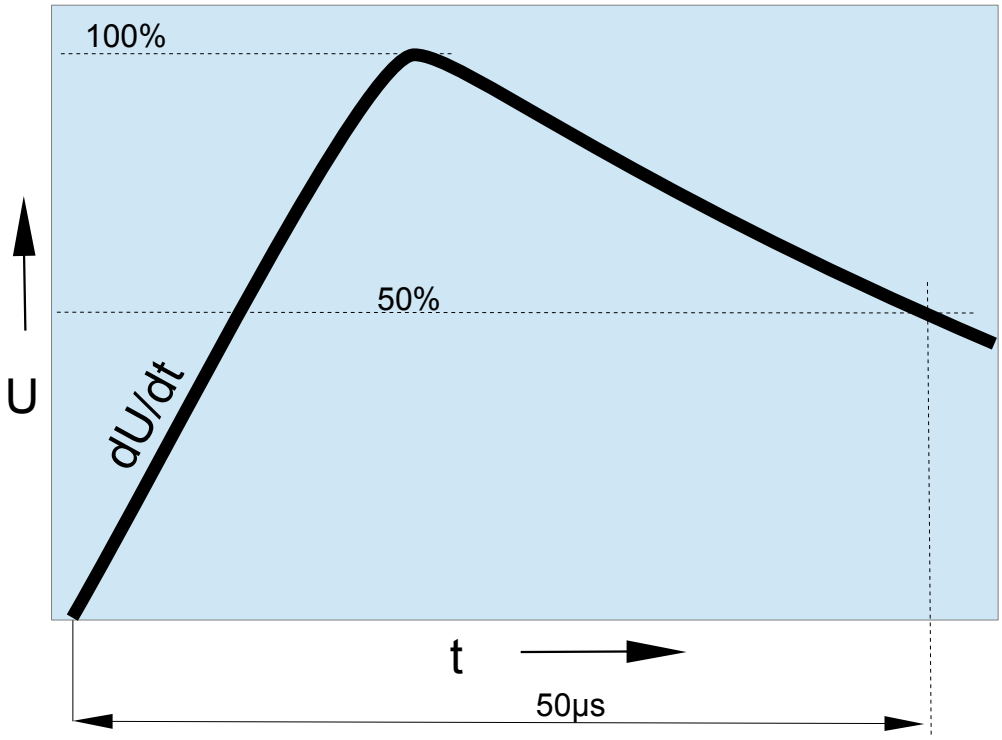
Prüft man einen Varistor mit der Spannungsrampe, so wird der die Spannung begrenzen indem er immer mehr Strom führt und sich schließlich bei 1mA auf eine konstante Spannung einstellen.
Das erkennt unser Controller natürlich auch am Spannungsverlauf,
erfasst den Grenzwert
und schaltet den Generator ab.

Im Display erscheint **vdr 473V**
vdr steht für Varistor / voltage dependent resistor und bedeutet,
dass keine Zündung sondern eine Begrenzung der Spannung festgestellt wurde
und die **473V** ist die Spannung, die bei 1mA gemessen wurde.

Einige Varistoren neigen dazu, bei längerem Anliegen des Prüfstroms deutlich nach oben zu driften. Wenn man die gleiche Messung mit einem stabilisierten Netzteil macht, stellt man oft eine merklich höhere Varistorspannung fest.

T.2 Uz-dyn, uas

Speziell für die Messung der dynamischen Ansprechspannung an Gasentladungsableitern und Luftfunkenstrecken haben wir einen elektronisch geregelten Impulsgenerator entwickelt,
der
lineare Rampen liefert
mit geringer Energie arbeitet und
innerhalb 0,5sec aufgeladen ist.



Rampe einstellbar dU/dt = 0,5kV/µs..10kV/µs

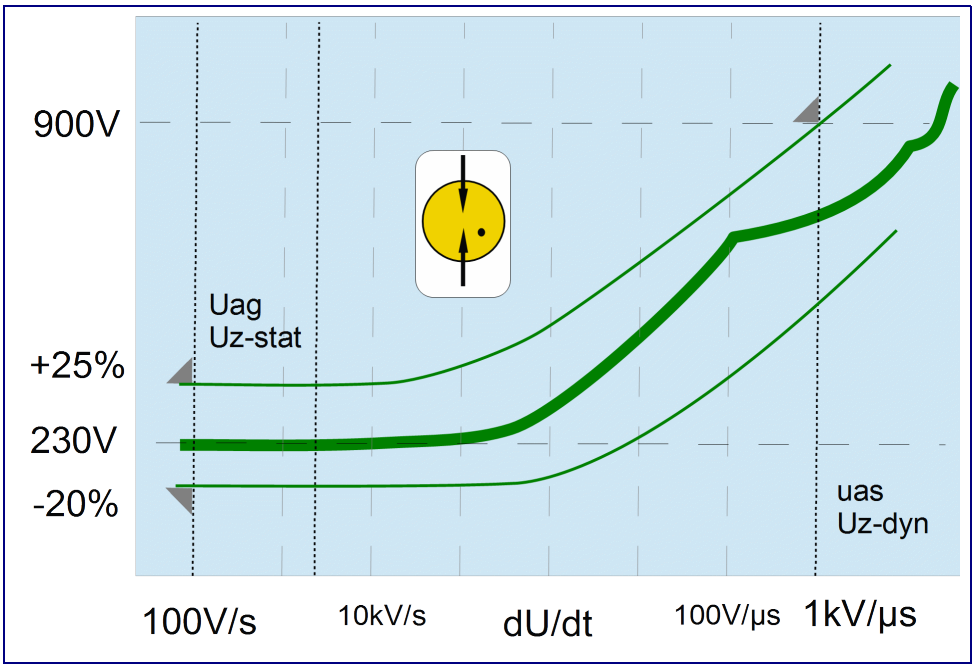
Scheitelwert einstellbar Umax = 2kV..5kV

Die Ansprechspannung messen wir mit einem optimal an den Generator angepassten Spitzenvoltmeter.
Außerdem erfassen wir mit einem Stromsensor,
ob der Prüfling zündet oder nicht.

Das D67 bietet dieses Prüfverfahren zusätzlich zu denen des Y54.

T.2.1 Ansprechstoßspannung

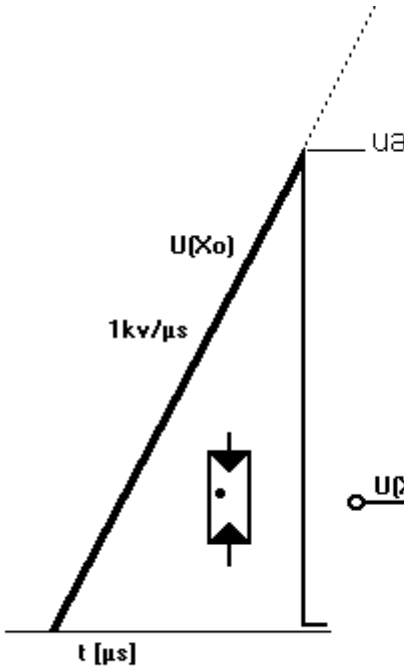
Bei steilem Spannungsanstieg von etwa 1kV/µs wird i.a. die dynamische Ansprechspannung (**Uz-dyn**)oder auch Ansprechstoßspannung (**uas**) eines **Gasentladungsableiter** gemessen.
Dieser Wert ist entscheidend für den Schutzpegel bei Blitzimpulsen bzw. Stoßspannungen.



Das dynamische Verhalten basiert auf anderen physikalischen Vorgängen als das statische und kann z.B. für einen 90V Ableiter höher liegen als für einen 230V Ableiter

Ein Fehler in der Fertigung kann also dazu führen, dass die statische Ansprechspannung Uz-stat in Ordnung ist aber die dynamische Ansprechspannung Uz-dyn zu hoch ist und beanstandet werden muss.

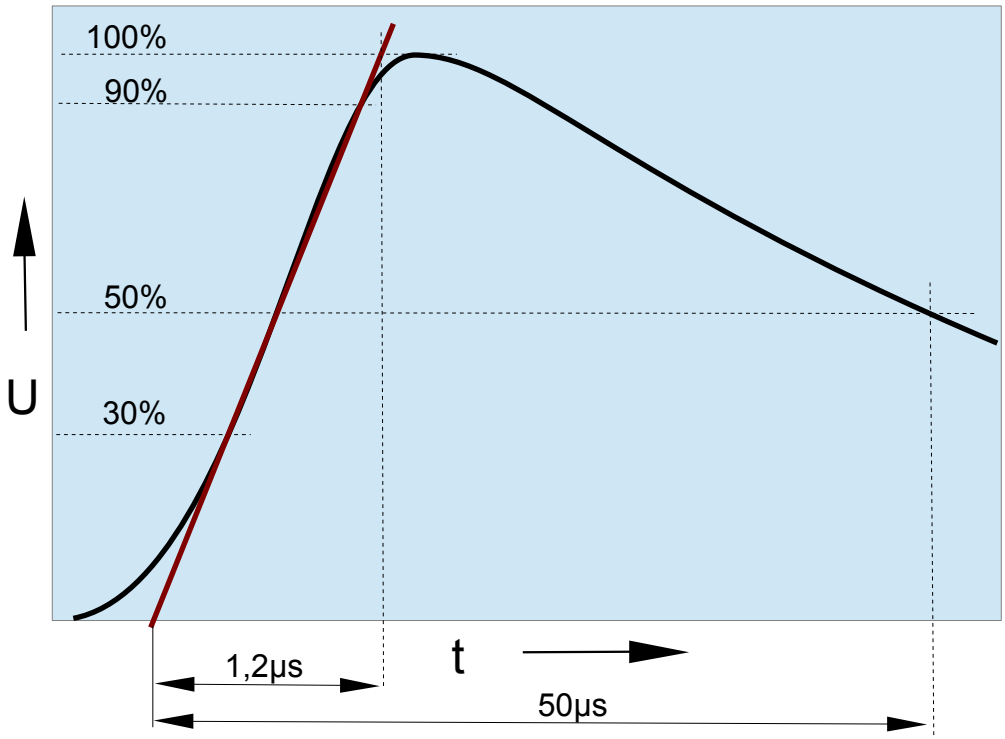
Bei der Qualitätsüberwachung neu produzierter Gasentladungsableiter aber auch bei der Wareneingangsprüfung ist die Messung der dynamischen Ansprechspannung zu empfehlen.



Ansprechspannung bei einem Spannungsimpuls.

T.2.2 Blitzstoßspannung

Die VDE 0433-2 / IEC 60-2 definiert als Blitzstoßspannung die gezeigte Kurve, die mit 3 Punkten definiert ist. Die Anstiegssteilheit wird bei 30% und 90% und die Impulsdauer bei 50% der Scheitelspannung definiert. Die Blitzstoßspannung wird für Messungen der Spannungsfestigkeit herangezogen aber auch für den Test von **Luftfunkenstrecken**.



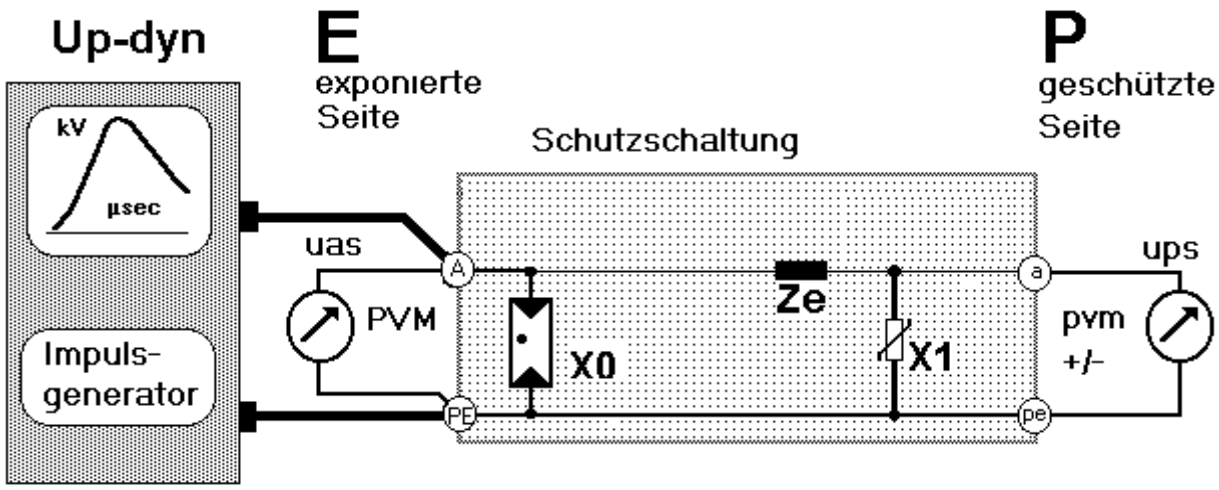
Bei entsprechender Abstimmung: **dU/dt = Umax/1,2µs** +/- 30%
erfüllt unser elektronisch geregelter Impulsgenerator
die Anforderungen an die Blitzstoßspannung.

Bei gängigen Generatoren ist allerdings die Spannungssteilheit unter der 30%-Marke nicht definiert und verläuft meist wesentlich flacher als die definierte Rampe.
D.h. die Prüfung mit unserem Generator ist härter und ergibt etwas höhere Ansprechspannungen - vor allem im unteren Bereich.

Die Blitzstoßspannung kann sinnvollerweise nur für hochohmige Prüflinge mit geringen Kapazitäten eingesetzt werden. Andernfalls wird sich die volle Prüfspannung erst gar nicht aufbauen können und man kann keine ernstzunehmende Aussage über die Spannungsfestigkeit machen.

T.3 Up-dyn, dynamischer Funktionstest

T.3.1 Staffelschutz



In den Eingang der Schutzschaltung (bzw. eines Zweiges einer komplexen Schutzschaltung) wird ein Spannungsimpuls eingespeist, dessen Energie ausreicht, um auch bei dem Strom, der über den Feinschutz abfließt, eine hinreichend hohe Spannung aufrecht zu erhalten.
So muss im Falle eines Staffelschutzes die dynamische Ansprechspannung (Ansprechstoßspannung) eines einwandfreien Grobschutzes (z.B. ÜsAg) deutlich überschritten werden.
Die Spitzenspannung (uas) wird auf der exponierten Seite (Grobschutz) und der Schutzpegel (usp) auf der geschützten Seite (Feinschutz) aufgenommen, und zwar jeweils in beiden Polaritäten. Erfahrungsgemäss gibt die Höhe des Unterschwingens wichtige Informationen über etwaige Kurzschlüsse und Brücken.
Für die Bestimmung des Schutzpegels ist nur der Anstieg der Spannung bis zum Zünden des Grobschutzes maßgebend. Der weitere Verlauf von Strom und Spannung hat keinen Einfluss, da der Grobschutz die Eingangsspannung auf ca. 10V begrenzt.
Für die Beurteilung eines Gasentladungsableiters ist eine Anstiegssteilheit von 1kV/µs international genormt (CCITT).
Für die Einstellung des worst case beim Schutzpegel können andere Steilheiten erforderlich sein.

Durch geeignete Auswertung der Messwerte (per Computer) kann eindeutig bestimmt werden:

- Grobschutz (Gasentladungsableiter) zündet
- Grobschutz dynamisch richtig dimensioniert
- Feinschutz (Diode, VDR oder C) spricht korrekt an
- Entkopplungsimpedanz vorhanden und nicht überbrückt

Grundsätze:

1. Der Impuls wird immer parallel zu einem Grobschutz o.ä. eingespeist.

2. Die "kalte" Seite des Stossgenerators wird immer mit dem Fusspunkt(PE) der Schutzschaltung verbunden.

3. Die Schutzschaltung muss beim Test völlig isoliert und frei von Verbindungen außer den Testanschlüssen sein. Das gilt auch für PE!

4. Vor dem Zünden des Grobschutzes soll der volle Strom des Impulses über den zu prüfenden Feinschutz fließen (ggf. Verbindung zwischen Fusspunkt und Gegenpol der Schutzschaltung herstellen).

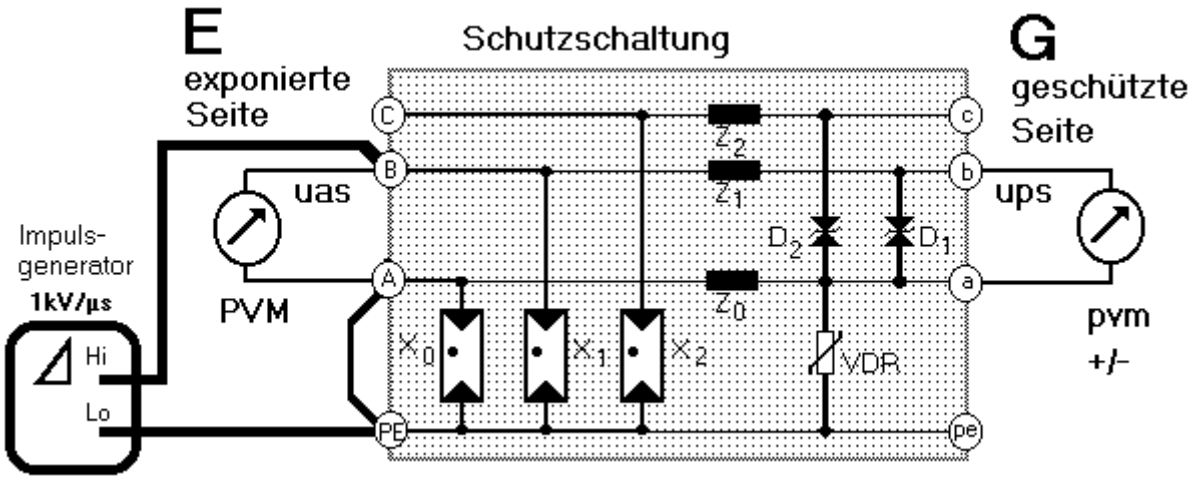
5. Der Impuls muss den Grobschutz zum Zuenden bringen. Für den Fall eines defekten Grobschutzes, der nicht zündet, muss die Spitzenspannung die obere Toleranzgrenze der uas deutlich messbar überschreiten.

6. In jeder zu prüfenden Schutzstufe wird ein Spitzenvoltmeter eingesetzt.

7. Sämtliche Messanschlüsse sind hochohmig. Etwaige Schirm- oder Erdanschlüsse(z.B. bei BNC-Anschlüssen an Oszilloskopen) dürfen nicht dort angeschlossen werden, wo mit Impulsen zu rechnen ist. Das ist überall an der Schutzschaltung!

8. Ziel der Prüfung ist, die Schutzfunktion abzusichern und nicht nur die Gewinnung exakter technischer Daten.

T.3.2 Staffelschutz differentiell



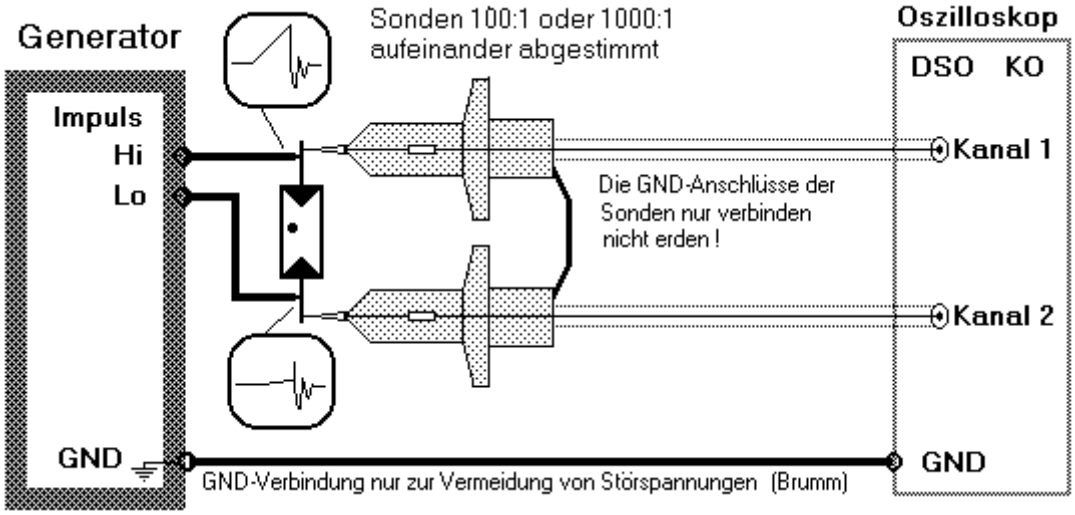
Der Schutzpegel für Gleichtaktstörungen wird wie beim einfachen Staffelschutz gemessen. Für die differentielle Störung empfehlen wir die oben gezeigte Anordnung.
An diesem Beispiel kann man zeigen, wie problematisch der Begriff Schutzpegel sein kann:
Lässt man z.B. den Anschluss A frei oder verbindet ihn mit B, so kann man wesentlich günstigere Schutzpegel messen, die z.T. sogar unterhalb der 1mA-Spannung des Feinschutzes liegen. Der Feinschutz, der geprüft werden soll, wird überhaupt nicht beansprucht.
Erfahrungsgemäss treten Überspannungen meist als Gleichtaktstörung auf, und man findet in der Regel immer gute Argumente für die günstigere Messung.

Aus Gründen der Reproduzierbarkeit der Messergebnisse empfehlen wir die oben gezeigte Anordnung.
Hier wird die Funktion des Grobschutzes X1 und des Feinschutzes bestehend aus D1, Z0 und Z1 geprüft.
Wohlgemerkt, der gemessene Schutzpegel entspricht nicht unbedingt der Praxis und kann erheblich höher ausfallen als im Datenblatt angegeben, gibt aber Auskunft über die Funktionsfähigkeit des Feinschutzes. Die zu erwartende Spannung kann aus der Kennlinie der Diode oder des Varistors entnommen werden als Clamping Voltage.

Messanordnung für
T.4 dynamisches Messen mit dem Oszilloskop

Entgegen weitläufiger Fehlinformation können Gasentladungsableiter in weniger als 0,7ns zünden, wenn genügend Strom in kurzer Zeit verfügbar ist. Das Resultat ist eine extrem harte Schaltfunktion z.B. über 1kV in 1ns, die in der Lage ist mehrere kA aufzubringen.

Beim dynamischen Messen mit Hochspannungsimpulsen, die beim Zünden eines Ableiters innerhalb einer Nanosekunde auf ca. 10V zusammenbrechen, sind alle Messanschlüsse mehr oder weniger mit Impulsen verseucht. Über 1pF Streukapazität fließt mehr als 1A!
Sobald die Schirmung des Messkabels hinter der Sonde irgendwo am Messplatz angeschlossen wird, muss man mit erheblichen Messfehlern rechnen.

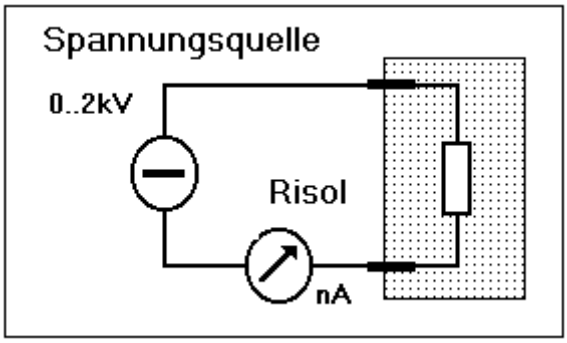


Abhilfe schafft die hier gezeigte Anordnung.
Wichtig ist

- der korrekte Abgleich der Sonden aufeinander im dynamischen Anwendungsfall (die übliche Kalibrierung und Justierung reicht hier nicht)
- Zur Kontrolle kann man beide Sonden an den heißen Pol anschließen. Die Differenz sollte dann Null ergeben.
- die geometrische Anordnung der Sonden.
- dass das DSO die Signale beider Kanäle gleichzeitig digitalisiert und nicht im Wechsel
- die Abtastrate in Echtzeit gilt d.h. auch für einmalige Vorgänge und nicht repetitiv gemeint ist zum Erfassen von Wellenformen.

Gemessen wird hier die Differenz der Spannungen an den Tastköpfen.

T.5 Risol, Isolationswiderstand



Die Methode ist recht simpel: Man legt eine Spannung an und misst den Strom, der durch die zu prüfende Komponente oder Schaltung fließt.
Aber es gibt einiges zu beachten. Ein typischer Fehler, der immer wieder passiert, ist dass man einen empfindlichen Messbereich wählt und der maximal messbare Strom nicht ausreicht um einen Defekt zu finden weil die Toleranzgrenzen nicht zu überschreiten sind.
Z.B. bei einer Messung mit 500V und einem Strommessbereich von 4µA kann man nicht unter 125M kommen. D.h. eine Toleranzgrenze von 100M wird nicht erreicht.

Gasentladungsableiter

Bei Gasentladungsableitern verlangt man im allgemeinen einen Isolationswiderstand von mehr als 10G.
Bei Ableitern mit 90 und 150V Nennspannung legt man 50V an, ab 230V nimmt man 100V.

Installation

Im Niederspannungsnetz verlangt die Norm 500V für die Isolationsprüfung wenn die Schutzelemente vorher entfenrt wurden. Sind die Schutzelemente gegen Überspannung noch angeschlossen, so verlangt die Norm nur noch eine Prüfspannung von 250V.

Varistoren

Bei Varistoren höhere Ströme = niedrigere Risol
stark zeitabhängig
Prüfspannung deutlich unter Uvdr

Dioden

5µA - Spannung

T.6 Re Entkopplungswiderstand

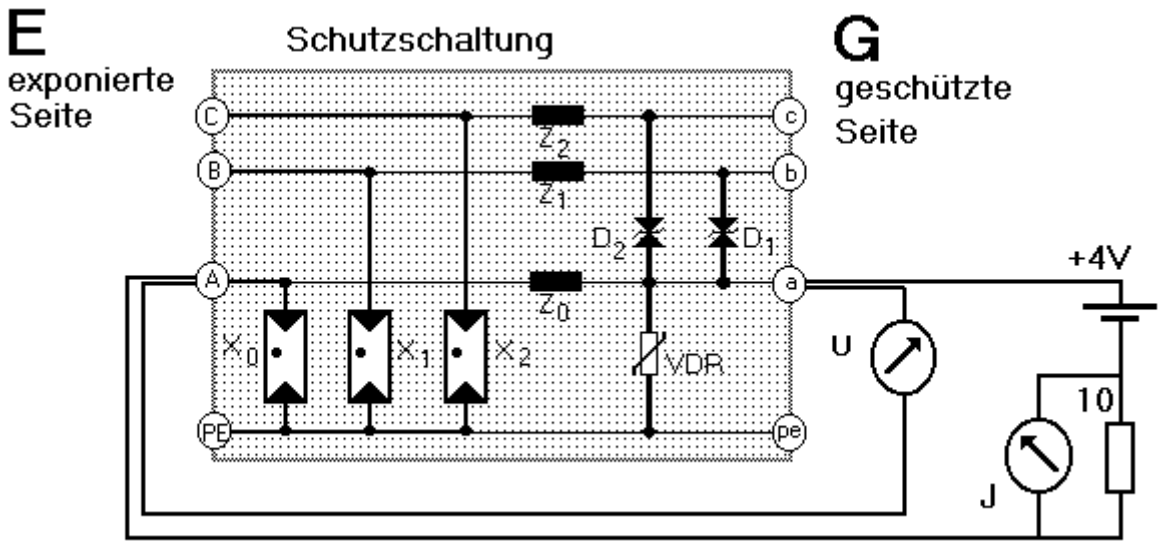
T.6.1 Messung mit konstantem Strom

Für eine einfach Bestimmung des Entkopplungswiderstands reicht eine 2-polige Messung mit 10mA Konstanstrom wie zB. beim A46 Prüfkoffer. Die gemessene Spannung ist dann proportional zum Widerstand. Für Durchgangsmessungen kann man diese Methode auch anwenden.

T.6.2 Messung mit Halbbrücke

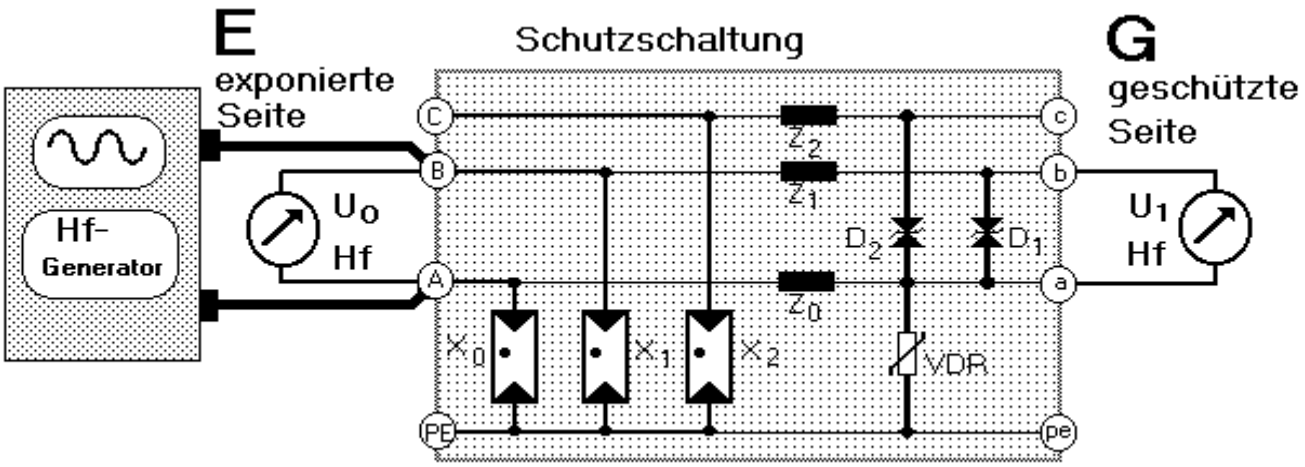
Zur präzisen Erfassung eines niederohmigen Entkopplungswiderstands braucht man eine 4-polige Messung bis zum Prüfling.

Messung des Entkopplungswiderstands in einer Halbbrücke mit einer Genauigkeit von 10mOhm im niederohmigen Bereich (optional 1mOhm).



T.7 Hf messung

T.7.1 Hf dB Dämpfungsmessung



An den Prüfling wird eine sinusförmige Hf-Spannung (9,6..614kHz) angelegt und Eingangs- und Ausgangspegel gemessen.

Der Feinschutz bildet einen einstufigen Tiefpass bestehend aus Längsimpedanzen (Zo..Z1) und den Dioden bzw. Varistoren als Kapazitäten. Zusätzlich zu beachten sind die Leitungsimpedanzen bei hohen Frequenzen, sehr steilem Spannungsanstieg und vor allem bei dem extremen Spannungssprung, der bei der Zündung eines Gasentladungsableiters entsteht.
Der extreme Spannungssprung beim Zünden eines Gasentladungsableiters kann starke Störimpulse sehr kurzer Dauer und in Extremfällen sogar zusätzliche Störfälle erzeugen. Deshalb ist es wichtig einen Feinschutz so zu dimensionieren, dass er schnelle Spannungsänderungen dämpft und nicht zu Schwingungen angeregt wird.
Oft werden Entstörfilter zusätzlich zum Überspannungsschutz eingesetzt, was die Schutzwirkung auch bei Überspannungsimpulsen wesentlich verbessert.

Mit der Dämpfungsmessung kann man schnell und umfassend die Dimensionierung und Filterwirkung induktiver und kapazitiver Komponenten erfassen. Vor allem bemerkt man sehr schnell das Fehlen einzelner Komponenten.

Werden Z-dioden als kapazitive Komponenten genutzt, sollte man beachten, dass die Kapazität einer Diode sehr stark von der Spannung abhängt.
Was bei automatischem Testablauf gelegentlich zu folgender Beobachtung führt: Wenn man die Prüfschritte einzeln durchgeht und von Hand startet, ist alles in Ordnung.
Jedoch bei automatischem Prüfablauf stellt man eine zu geringe Dämpfung fest. Des Rätsels Lösung liegt in der Reihenfolge und der Geschwindigkeit. Man prüft zuerst die Begrenzungsspannung der Diode und lädt diese auf. Die Spannung klingt danach langsam ab. Bei zunehmender Sperrspannung nimmt die Kapazität der Diode ab. Prüft man kurz danach die Hf-Dämpfung, so ist die Kapazität der Diode noch vermindert. Lässt man sich etwas Zeit, wie bei der manuellen Prüfung so ist die Spannung abgeklungen und die Hf-Dämpfung in Ordnung. Generelle Abhilfe erreicht man durch Vertauschen der Reihenfolge, man prüft zuerst die Hf-Dämpfung und dann die Begrenzungsspannung.
Es stellt sich aber auch die Frage, ob die Dämpfungsmessung bei 0Volt realistisch ist, wenn doch die Schutzschaltung später bei einer Betriebsspannung eingesetzt wird, bei der die Hf-Dämpfung mit Sicherheit niedriger ist.
Nun, es geht hier nicht um, die Bestätigung der technischen Daten, sondern um die Prüfung des korrekten Aufbaus der Schutzschaltung.

T.7.2 Hf C Kapazitätsmessung

Für die Einfügungsdämpfung eines Überspannungsschutzes sind meist die Kapazitäten zwischen den Leitungen und gegen den Schutzleiter entscheidend. Manchmal benötigt man eine spezielle Messung der Kapazität bei z.B. 100kHz oder höher im Bereich unter 100pF mit einer Auflösung unter 0,1pF oder eine Messung der Symmetrie beider Leitungen. Die Messung sollte auch unempfindlich gegen die vielen Nichtlinearitäten der Schutzelemente sein.
Hier hat sich die Messung mit Referenzkondensator in einer Halbbrücke bewährt. Zur präzisen Bestimmung des kapazitiven Anteils setzen wir einen sychronisierten Gleichrichter ein.

S Prüfstrategie

S.1 Prüfstrategie in der Instandhaltung

Auch Schutzelemente haben eine begrenzte Lebensdauer, die durch starke oder häufige Belastung erheblich verkürzt wird.

Überspannungsschutz kann während des Einsatzes **unbemerkt ausfallen**

z.B. durch

- **Alterung**, - man kann eine Lebensdauer von 20 Jahren ansetzen
- **Überlastung** - oft gut zu erkennen aber meistens durch
- **Zermürbung** infolge vieler kleiner Belastungen. Feststellbar durch elektrische Prüfung

Das Tückische im letzten Fall liegt darin, dass man den beschädigten Komponenten nichts ansieht.
Es sind meist Schäden auf mikroskopischer Ebene.
Man merkt das, wenn plötzlich trotz Schutz wieder Schäden auftreten, oft ganz unspektakulär und gar nicht typisch für Blitzschäden.

Man bemerkt nur eine **unerklärliche Häufung von Ausfällen** an bestimmten Einsatzorten.
Wenn Sie das feststellen ist es Zeit für eine Prüfung.

Es ist Teil der Instandhaltung, sicherzustellen, dass der eingebaute Überspannungsschutz seine Schutzfunktion nicht verliert.

Level 0: nichts tun

Einmal eingebaute Schutzelemente werden nicht weiter beachtet und bleiben für immer im System. So hat man früher auch die elektrische Sicherheit behandelt. Inzwischen denkt man anders und empfiehlt den E-Check.
Kräfte sparen liegt offenbar in der Natur des Menschen, ergibt sich meist von allein. Abgesehen von den hohen Servicekosten ist ein unzuverlässiges oder angreifbares System nicht akzeptabel.

Schutzelemente halten 20 Jahre --- wenn sie nicht belastet werden.
Aber das werden sie und zwar nicht nur

- durch starke Impulse, deren Wirkung man erkennen kann

sondern auch und vor allem

- durch viele schwache Impulse, deren Wirkung man nicht sieht,

die aber auf Dauer zu einem unbemerkten vorzeitigen Ausfall führen können.

Level 1: Reparatur

Nach Schäden werden die beteiligten Schutzelemente ausgetauscht.
Man vermeidet zwar die ständige Wiederholung der Schäden,
aber es muss immer erst ein Schaden entstehen, bevor man eingreift.

Level 2: Nach Zeitplan

Die Schutzelemente werden nach festgelegter Einsatzdauer ausgetauscht.
Das ist zwar ein leicht auszuführendes System, aber man tauscht viele einwandfreie Teile aus und einige Ausfälle während der Einsatzdauer werden zu spät behoben.

Level 3: Nach Belastung

Die Schutzelemente werden nach vermuteter Überlastung ausgetauscht. Mit Hilfe von Sensoren werden Belastungen erfasst und bewertet. Im einfachsten Fall ist das eine Thermosicherung, die eine LED oder einen Meldekontakt betätigt.

Varistoren entwickeln nach Belastung oft einen erhöhten Leckstrom der zur Überhitzung führt bis zur Brandgefahr. Um das zu verhindern wird eine Thermosicherung eingesetzt, die den Varistor von Netz trennt. Der Schutz ist dann abgeschaltet. Die Anzeige am Schutzelement zeigt nur ob der Varistor wegen Überhitzung vom Netz getrennt wurde und nicht ob der Schutz noch gewährleistet ist. D.h. wird ein Ausfall angezeigt, ist der Schutz abgeschaltet und muss ersetzt werden. Wird kein Ausfall angezeigt, heißt das noch lange nicht, dass der Schutz auch funktioniert.
Es gibt aber auch ausgeklügelte Systeme zur Spitzenstrommessung, die dann über eine Schnittstelle oder RFID ausgelesen werden.
Ob das Schutzelement wirklich noch funktioniert, kann man aber auch auf diese Weise nur schätzen.

Level 4: Prüfen mit einem Funktionstest

Die Schutzkomponenten werden systematisch geprüft

- nach festgelegtem Prüfplan und
- bei gegebenem Anlass (nach starkem Gewitter)

Wenn ein **E-Check** durchgeführt wird, ist das ein guter Zeitpunkt, auch den Überspannungsschutz zu prüfen

- wohlgemerkt prüfen und nicht nur anschauen.
- nur ein elektrischer Test gibt Gewissheit

Mit geeigneten Geräten kann man
auch beginnende Schäden erkennen
und das Schutzelement schon vor dem Ausfall tauschen.

S.1.2 Was und wie soll man prüfen

Falls das noch nicht geschehen ist, sollte man feststellen, ob der Überspannungsschutz, so wie er installiert wurde, ausreichend ist und ob dessen Funktion nicht beeinträchtigt wird z.B. durch zu lange Zuleitungen, unzulässige Querverbindungen oder Lücken im System.

Danach geht es nur noch darum, festzustellen ob alle eingesetzte Schutzeinrichtungen noch Ihre Schutzfunktion erfüllen.

Wie kann man die Funktion eines Überspannungsschutzes prüfen?
Das geht ähnlich wie beim Fehlerstromschutzschalter (RCD, RCCB). Man bringt den Schutz zum Ansprechen. Im Normalbetrieb soll der Überspannungsschutz keine Wirkung haben, steigert man die Spannung aber hoch genug über die Betriebsspannung hinaus, wird ein funktionstüchtiger Überspannungsschutz reagieren und kann so geprüft werden.

Im Prinzip ganz einfach aber in der Praxis muss man einiges beachten. Deshalb sind unsere Prüfgeräte alle mikrocontrollergesteuert und führen die geeigneten Messverfahren automatisch aus.

An Schutzkomponenten, die man isolieren kann, ist die Prüfung mittels der Ansprechspannung möglich. Siehe T.1
In Schaltungen ist das oft nicht so einfach wie man im Abschnitt B. Schutzschaltungen sieht.
Ideal im Sinne der Prüfbarkeit ist ein steckbarer Überspannungsschutz, der zur Prüfung leicht entnommen werden kann und bei Bedarf bzw. Schaden durch einen neuen Schutzstecker ersetzt wird. Gestaltet man den Schutzstecker so, dass die einzelnen Komponenten mit dem Prüfgerät kontaktierbar sind, kann man das Prüfsystem einfach und preiswert halten.

S.1.3 Magazine, ein Ableiter kommt selten allein

Signal- und Telekomleitungen sind oft vielpolig. Durch die Telekom Gesellschaften mit ihren vielen Millionen Signalkabeln wurde die Entwicklung produktiver Installationstechnik angeregt z.B. die LSA-Plus Technik, die sich mittlerweile auch außerhalb der Telekommunikationstechnik ausgebreitet hat.
Telekommunikation ohne Überspannungsschutz, das geht nicht. Deshalb gibt es zu jedem Installationssystem auch immer die passenden steckbaren Magazine mit Ableitern, meistens 20 Stück, für den Überspannungsschutz. (UagN meist 230V)
Aus Erfahrung weiß man, dass Überspannungsschutz regelmäßig geprüft und bei Bedarf ersetzt werden muss. Deshalb sind die Magazine so konzipiert, dass man sie leicht für eine Prüfung entnehmen kann.
Hierfür ist der Prüfkoffer A46 optimal siehe HW -- A46
Der Prüfkoffer A46 ist für die Prüfung von Schutzmagazinen optimiert, sehr effektiv und prüft komplette Magazine
in **13** Sekunden (40 Messungen Uz-stat = 230V).
Der wichtigste Vorteil des A46 ist die automatische Auswertung. Ist das Magazin fehlerfrei so zeigt das Gerät

Dann ist jeder einzelne Ableiter im Magazin funktionstüchtig, man macht einfach keine Fehler.

Hat man vor Ort eine Anzahl gleicher Magazine zu prüfen, so kann man einwandfreie Magazine zum Austausch mitnehmen und

- steckbares Magazin aus Verteiler entnehmen
- Magazin in A46 einsetzen, Schutzhaube schließen und
- Prüfung starten
- während die Prüfung läuft nächstes Magazin entnehmen
- ist die Prüfung OK, geprüftes Magazin wieder einsetzen
- ist die Prüfung nicht OK – Austauschmagazin einsetzen

Braucht man eine umfassende Dokumentation der Prüfergebnisse, so kann man den A46 auch mit dem Programmsystem **PRO-TEST** betreiben.

S.1.3.1 Kostenbetrachtung zum A46

Für eine einfache Prüfung einzelner Teile, die bereitliegen
setzt man 9 sec für die Handhabung an.

Handhabung	9 sec / Magazin
Prüfung	13 sec / Magazin
Reserve	2 sec / Magazin
Gesamtdauer	24 sec / Magazin

24sec pro Magazin oder **150 Magazine pro Stunde**.

Bei nur 1000 Stunden Nutzungsdauer im Jahr kann man locker
150.000 Magazine oder **3mio Ableiter im Jahr** prüfen.
Wie man sieht kann man mit relativ einfachen und preiswerten Mitteln eine recht hohe Prüfkapazität erreichen.

Zur Berechnung der Lohnkosten der Prüfung braucht man
die variablen Lohnkosten, das sind i.w.
Bruttolohn + Arbeitgeberanteil der Sozialabgaben.
Setzen wir **27€/h** als variable Lohnkosten an so ergeben sich bei 150 Magazinen pro Stunde
Lohnkosten von **18 cent / Magazin**, oder **0,9 cent / Ableiter**.

Anfahrt und der Gang zum jeweiligen Einsatzort
Rüstzeit

Der Kostenanteil des A46 an den Prüfkosten hängt stark von der Auslastung ab und zwar in der Form

Gerätekosten pro Prüfung = Jahresfixkosten / Jahresstückzahl

Für einen A46 mit Adapter AD46LE10r sind die Anschaffungskosten rund **2400**€. Wir erhalten regelmäßig Geräte zum Kalibrieren, die älter als 10 Jahre sind. Für Geräte, die ihre Lebensdauer von 20Jahren überschritten haben, führen wir Renovierungsarbeiten aus. Die Nutzungsdauer kann also mit mindestens 10 Jahren angesetzt werden

Die folgende Tabelle zeigt, wie sich die Fixkosten für einen A46 pro Jahr zusammensetzen

Anschaffungskosten		2400	€		
Nutzungsdauer		10	Jahre	240	€/Jahr
Zinssatz		5%		120	€/Jahr
Kalibrierung		105	€		
Kalibrierintervall		3	Jahre		
Kalibrierkosten pro Jahr				35	€/Jahr
Jahresfixkosten				395	€/Jahr

Bei 150.000 Magazinen pro Jahr sind das dann **0,26 cent / Magazin** anteilige Prüfkosten. In der Fertigung z.B. bei Bestückern von Magazinen erreicht man das durchaus. Allerdings verwendet man in diesem Fall langlebige Nadelbettadapter.

Im Service bei einer Nutzungsdauer von z.B. 80 Stunden pro Jahr prüft man 12.000 Magazine bei **3,3 cent / Magazin** anteilige Prüfkosten.

insgesamt also

Kosten in Cent	pro Magazin		pro Ableiter	
Lohnkosten	18	ct	0,9	ct
Gerätekosten	3,3	ct	0,165	ct
Prüfkosten gesamt	**21,3**	ct	**1,065**	ct

Folgende Beiträge sind in Vorbereitung:

Prüfung mit K73 + Modulvorsatz + PK202
Lohnkosten
Gerätekosten

Ab wann lohnt sich ein A46
alternativ zum K73 / H65 ab 180 Magazinen pro Jahr
zusätzlich zum K73 / H65 / PM20 ab 340 Magazinen

Leihgeräte bis 17 Werktage pro Jahr günstiger

S.1.4 Powerschutz im Niederspannungsnetz

Aktuell kommt ein neuer Trend mit Macht auf uns zu: **Alles wird smart.** Smart bedeutet, dass das Niederspannungsnetz mit Elektronik vollgestopft wird. Dort, wo früher Schalter angebracht wurden, baut man jetzt fernsteuerbare Elektronik ein, eine Elektronik, die mit dem Niederspannungsnetz eng verbunden ist.
Im Telefonnetz ist die Umstellung auf elektronische Schalter schon vor vielen Jahren passiert. Die Erfahrung aus der Telefonie zeigt, was ein extensiver Einsatz von Elektronik in einem Netz bedeutet und welche Maßnahmen zum Erfolg führen.

Ohne **Überspannungsschutz** geht hier nichts mehr.

Für den Elektroinstallateur heißt das, der Überspannungsschutz kommt aus seiner Nische heraus.
Nicht mehr nur die Spezialisten für Blitzschutz sondern jeder Elektroinstallateur wird mit dem Thema konfrontiert

Auf Dauer muss auch der Überspannungsschutz überprüft und gewartet werden. Überspannungsschutz im Niederspannungsnetz ist noch nicht so weit ausgereift wie in der Telekommunikation. Oft ist er nicht einmal steckbar.
In Zukunft wird man auch hier servicefreundliche Konzepte mit steckbaren Schutzelementen entwickeln. Auf die Dauer lohnt sich auch die Umstellung veralteter Systeme

Mit dem K73 kann man einzelne Schutzelemente prüfen

siehe HW -- K73

S.1.5 Predictive Maintenance

Predictive Maintenance oder in Deutsch
Vorausschauende Wartung
ist etwas, das jeder vernünftige Betreiber einer Anlage, Maschine oder eines Fahrzeugs schon immer macht wenn er sein Fahrzeug zur Inspektion bringt, bei einer Maschine Verschleißteile erneuert oder wie es jetzt auch die VDE 0105 verlangt - regelmäßig die elektrische Sicherheit prüfen lässt.

Man wartet den Störfall nicht mehr ab, sondern ergreift rechtzeitig Gegenmaßnahmen

Das klassische Model des Predictive Maintenance sagt:
Störfälle entstehen durch
Alterung
Abnutzung
Beide sind vorausberechenbar und man kann Intervalle für Maßnahmen definieren in Form von
festen Zeiten, Terminen
Laufzeiten
km-Stand
Taktzahlen
Ideal ist es, wenn man die **Abnutzung messen** und so bestimmen kann, wann ein Eingriff erforderlich wird.

Überspannungsimpulse
verursachen Störfälle
sind nicht vorausberechenbar
passen nicht ins klassische Modell des PM
werden oft nicht ausreichend berücksichtigt
Es gibt eine gewaltige Dunkelziffer

Überspannungsimpulse

kommen aus allen Leitungen, Kabeln, Netzen
bringen zusätzliche Risiken
erfordern Maßnahmen

zum **Überspannungsschutz**

zur **Erhaltung** des Überspannungsschutzes

Überspannungsschutz

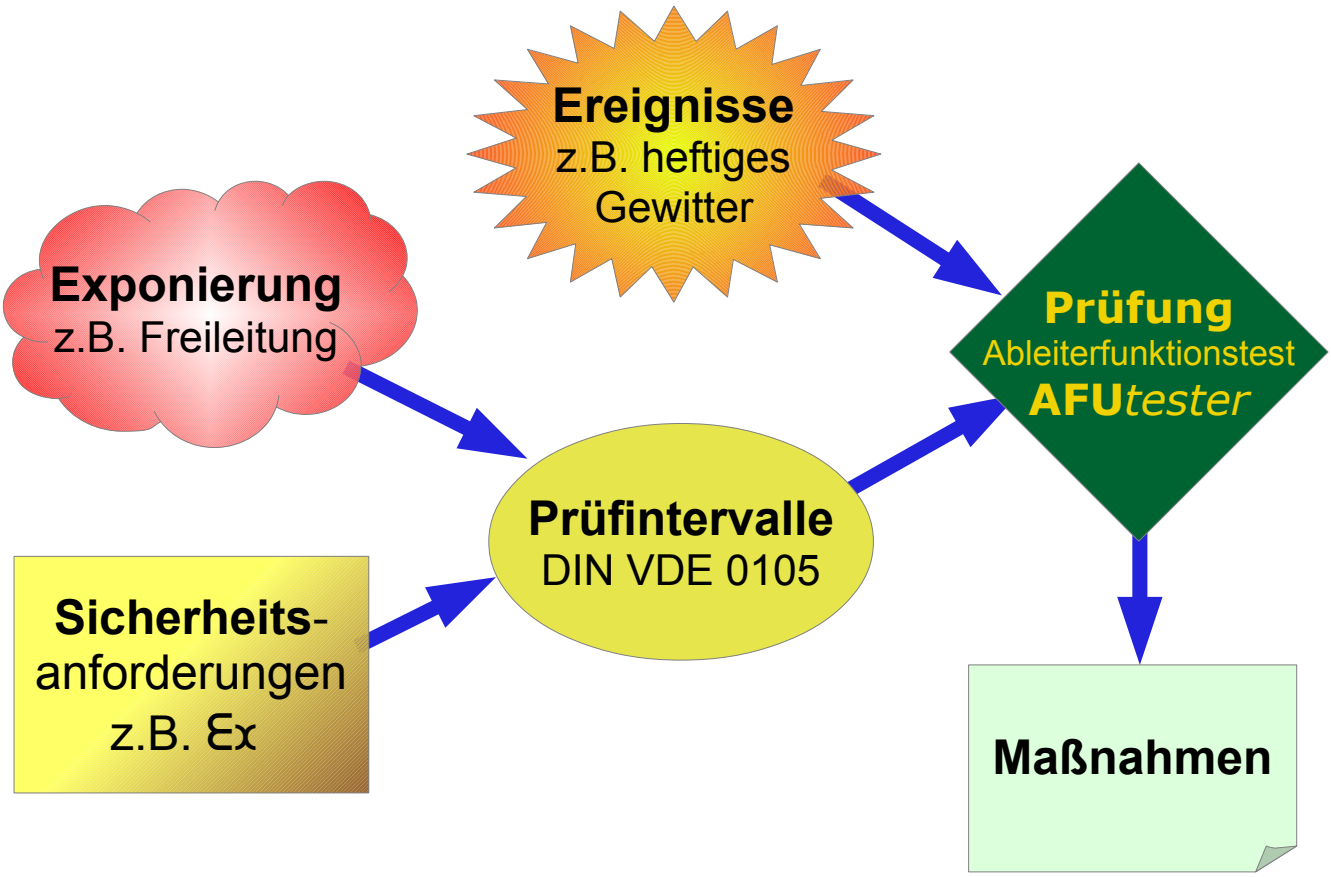
- absorbiert Überspannungsimpulse
- hält viel aus aber nicht alles
- kann ausfallen wie jede andere Technik auch

Ist der Überspannungsschutz defekt, führt der nächste Überspannungsimpuls zum Störfall.

Man wartet auch beim Überspannungsschutz den Ausfall nicht mehr ab sondern führt **rechtzeitig** einen **Ableiterfunktionstest** durch und ergreift die erforderlichen Maßnahmen.
Zu diesem Zweck gibt es den **AFU***tester* von der **MIKRO-M** GmbH, der durch Messung einer Kenngröße sicher erfasst, ob der Überpannungsschutz noch einwandfrei funktioniert.
Man kann auch eine beginnende Schädigung erkennen bevor der Überspannungsableiter versagt.

www.**afutester.info**

Prüfplan Überspannungsschutz



Die VDE 0105 überlässt die Festlegung der Prüfintervalle weitgehend dem Betreiber, der aufgrund seiner Einschätzung und Erfahrungen die optimale Balance zwischen Aufwand und Risiko finden muss.

Zu berücksichtigen sind dabei

- **Exponierung** = Häufigkeit und Stärke der Belastungen, die ein Überspannungsschutz absorbieren muss
- **Sicherheitsanforderungen** = Schäden, die bei Versagen des Überspannungsschutzes zu erwarten sind.

Andererseits passieren immer wieder außergewöhnliche **Ereignisse** wie z.B. heftige Gewitter nach denen man kurzfristig die kritischen oder betroffenen (getroffenen) Stellen prüfen sollte.

S.1.6 Überspannungsschutz für besondere Sicherheitsanforderungen

Egal wie oft man prüft, es bleibt immer ein **Restrisiko**, dass der Überspannungsschutz inzwischen ausfällt.

Das kann man verhindern durch **Redundanz**:

Man schaltet mehrere Überspannungsableiter parallel.Der Blitzstrom konzentriert sich immer auf den Ableiter mit der niedrigsten Ansprechspannung und wird diesen zuerst beschädigen.
Irgendwann später fallen dann alle Ableiter aus.
Deswegen braucht man als weiteres wesentliches Element einen **AFU***tester*, mit dem man den **Ableiterfunktionstest** ausführt um rechtzeitig festzustellen, ob einer der Ableiter ausfällt oder geschwächt ist. Den tauscht man aus und hat so immer mindestens einen funktionstüchtigen Ableiter.

S.2 Prüfstrategie in der Fertigung

Fällt ein Schutzelement im Einsatz aus, versucht der Anwender oft, den Hersteller in Regress zu nehmen. Der sollte dann in der Lage sein, nachzuweisen, dass die gelieferten Produkte funktionstüchtig waren.

Fallgeschichte dazu:

Ein Hersteller von Gasentladungsableitern gibt eine Lebensdauer von 20 Jahren an, solange die Ableiter nicht belastet werden.

Ein Anwender reklamiert, dass die tatsächliche Lebensdauer viel geringer sei und behauptet, dass die Ursache minimale fertigungsbedingte Undichtigkeiten seien, durch die Luft eindringt. Eine Untersuchung der vorgelegten Exemplare ergibt tatsächlich eine erhöhte Ansprechspannung infolge einer Verunreinigung der Gasfüllung.

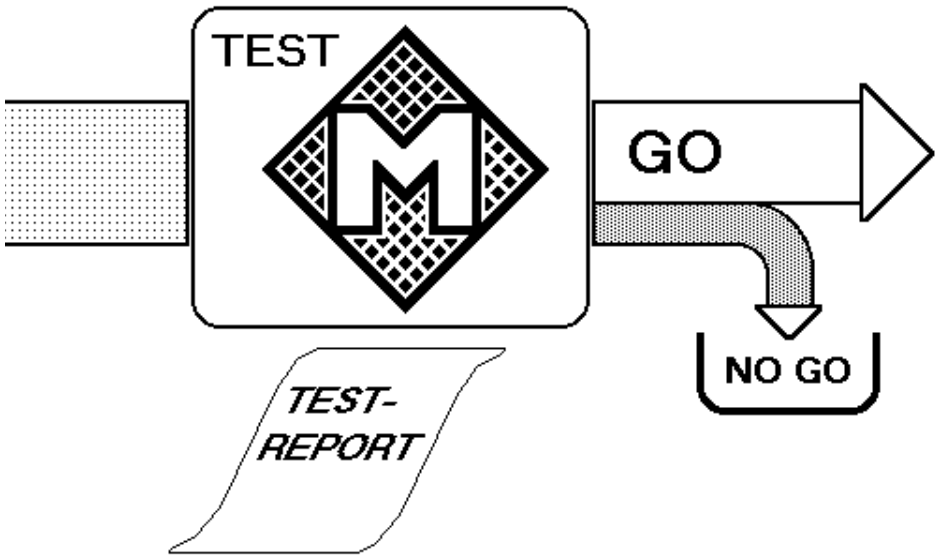
Glücklicherweise hat der Hersteller jedes Exemplar bei Auslieferung geprüft, die Prüfergebnisse dokumentiert und kann so nachweisen, dass jedes Exemplar bei Auslieferung OK war.

Außerdem hat er noch einen Trumpf: Von jedem Fertigungslos hat er 53 Exemplare eingelagert, welche er jetzt prüft und für einwandfrei befindet. Damit kann er schlüssig belegen, dass die beobachtete Verkürzung der Lebensdauer durch äußere Einflüsse verursacht war. Das Ganze kann er noch untermauern, indem er noch wesentlich ältere Belegexemplare des gleichen Typs untersucht.

Für den **Hersteller** von Überspannungsschutz ist es wichtig, den Nachweis über den einwandfreien Zustand jedes ausgelieferten Exemplars im Sinne der **Produzentenhaftung** führen zu können.

Anforderungen an ein Prüfsystem in der Fertigung:

- klare ja-nein Entscheidung
- Dokumentation aller Ergebnisse
- schnelle Prüfung
- zügige Handhabung der Prüflinge
- einfache fehlerfreie Bedienung



Das Programmsystem **PRO-TEST** bietet

- einfache Bedienung auch durch angelernte Kräfte, die nur den Artikel, der geprüft werden soll, aus der Artikelliste auswählen und den Test starten.
- OK-fehlerhaft Entscheidung mit Toleranzgrenzen, die für jeden Artikel vorgegeben werden.
- vollständige Erfassung und Speicherung aller Messwerte, Befunde und Entscheidungen
- Testreports mit Ausgabe an Drucker oder als PDF
- Export der Messwerte für Tabellenkalkulationsprogramm

S.2.1 Prüfsysteme und Kosten

Je nach Stückzahl, Prüfaufwand und vorhandener Struktur der Fertigung gibt es unterschiedliche optimale Prüfsysteme.
Für die Schätzung der Prüfkosten setzen wir folgende Parameter an:

Variable Lohnkosten 27€/h, die Lohnkosten pro Stück ergeben sich dann aus der Gesamtdauer der Prüfung inklusive Handhabung des Prüfobjekts

Fixkosten für das Prüfsystem:
Abschreibung 10%, das entspricht einer Nutzungsdauer von 10 Jahren. Normalerweise halten unsere Geräte 20 Jahre und mehr.

Zinssatz 5%, in der aktuellen Niedrigzinsphase angemessen.

Kalibrierkosten = Preis / Kalibrierintervall

Die **Fixkosten** des Prüfgeräts pro Jahr sind dann
15% der Anschaffungskosten + Kalibrierkosten

Die anteiligen Kosten des Geräts an den Prüfkosten erhält man dann durch Umlegen der jährlichen Fixkosten auf die Stückzahl, die pro Jahr geprüft wird.

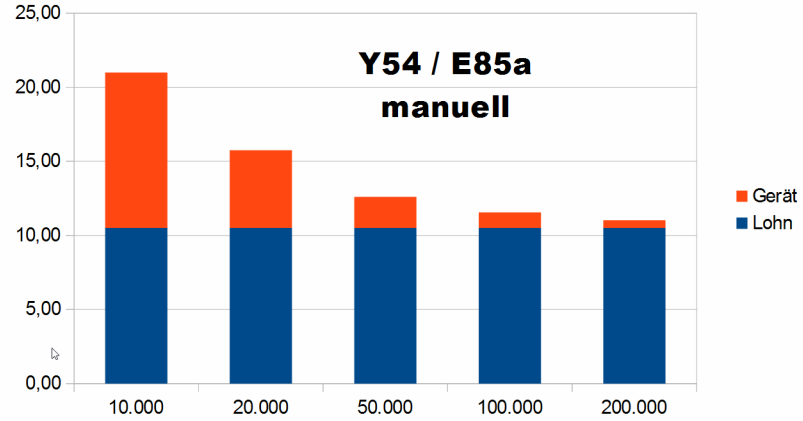
Werden unterschiedliche Produkte mit sehr unterschiedlicher Prüfdauer geprüft, kann man das Kalkulationsverfahren verfeinern und die Fixkosten auf die gesamte Nutzungsdauer pro Jahr umlegen.
Das ergibt einen Stundensatz für die Gerätenutzung, der zum Stundensatz der variablen Lohnkosten addiert wird.

Unbedingt zu beachten ist, dass die Gerätekosten sowohl pro Stück als auch pro Nutzungsdauer sehr stark von der jährlichen Auslastung abhängen.

S.2.1.1 Testsysteme mit manueller Zufuhr

Y54 / E85a mit Prüfablauf Risol, Uz-stat+, Uz-stat-

Wesentlich für eine zügige Bearbeitung ist ein passender Prüfadapter, der eine schnelle präzise Kontaktierung gewährleistet.
Bei entsprechender Stückzahl macht sich das Prüfsystem schnell bezahlt.

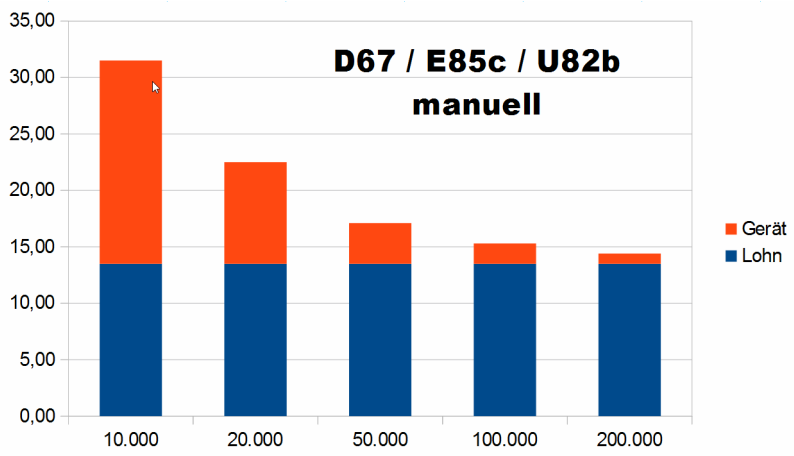


Y54: Prüfkosten in ct/Stück

Jahreskapazität = 400.000 Stück

D67 / E85c mit Prüfablauf Risol, Uz-stat+, Uz-stat-, Uz-dyn+, Uz-dyn-

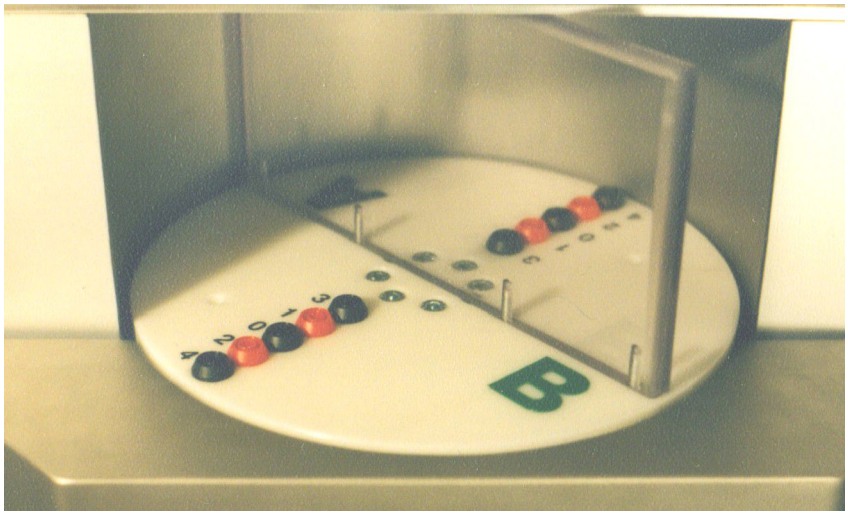
Die Prüfung dauert etwas länger als oben. Das sieht man an den Lohnkosten. Das Gerät ist teurer als oben, bietet aber zusätzliche Prüfverfahren.



D67: Prüfkosten in ct/Stück

Jahreskapazität = 300.000 Stück

S.2.1.2 Drehteller



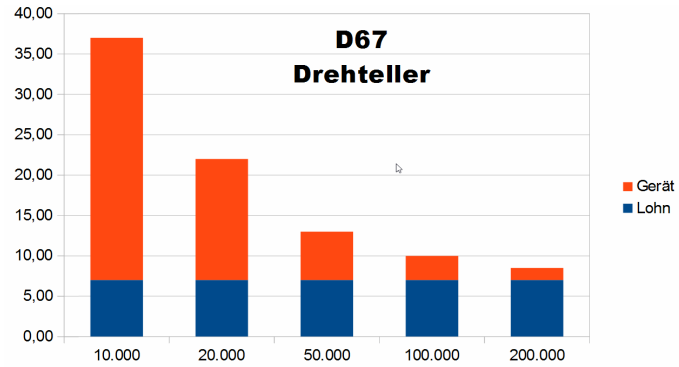
Auf dem Drehteller sind zwei Prüfpositionen mit Steckplätzen angebracht. So kann man für unterschiedliche Prüflinge passende Adaptereinsätze verwenden und den Drehteller für eine Vielzahl von Bauformen einsetzen.

Während das Bauteil hinter der Plexiglasplatte geprüft wird, können Sie das Bauteil vor der Platte entnehmen, entsprechend dem Ergebnis einsortieren und ein neues Bauteil einsetzen.

Vorteil: Die Zeiten für Handling und Prüfen addieren sich nicht.

So erreicht man kürzere Prüfzyklen und damit niedrigere Lohnkosten. Besonders effektiv beim Test von Komponenten und kleinen Schaltungen.

Durch Kostenvergleich kann man feststellen, ab welcher Auslastung sich die Anschaffung eines Adapters mit Drehteller rechnet:
im günstigsten Fall
(Tmess > 9sec)
ab 25.000 Stück pro Jahr und
im ungünstigsten Fall
(Tmess = 1sec)
ab 100.000 Stück pro Jahr.



Drehteller: Prüfkosten in ct/Stück

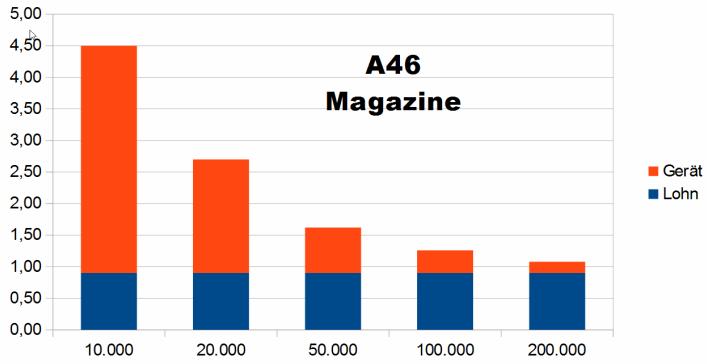
Jahreskapazität = 600.000 Stück.

S.2.1.3 Magazine

Prüfautomat **A46** mit Prüfablauf Uz-stat+, Uz-stat-
Kommt man mit der Prüfung der Ansprechgleichspannung aus, so ist der A46 unschlagbar günstig.

Durch das gemeinsame Handling von 20 Komponenten und die schnelle Messung sind die Lohnkosten pro Bauteil ziemlich niedrig.

Jahreskapazität
= 240.000 Magazine
= 4.800.000 Ableiter



A46: Prüfkosten in ct/Stück

Generell bietet die Verwendung von Magazinen oder Werkstückträgern für mehrere Bauteile erhebliches Rationalisierungspotential.

S.2.1.4 Roboter

Ein Industrieroboter steht am Band oder im Transportsystem, entnimmt Prüfobjekte, übergibt sie dem Testsystem zur Prüfung und legt sie danach wieder ab. Der Industrieroboter legt nur die guten Exemplare wieder zurück aufs Band. Die fehlerhaften werden in eine Kiste gelegt zusammen mit einem Fehlerbericht.

In einem anderen Konzept wird eine große Anzahl Prüfobjekte in einem Magazin oder auf einer Trägerplatte bereitgestellt und vom Roboter entnommen und entsprechend dem Prüfergebnis sortiert wieder abgelegt.
Moderne Roboter erreichen mittlerweile ziemlich kurze Arbeitszyklen, sind leicht zu programmieren und zuverlässig im Dauereinsatz.

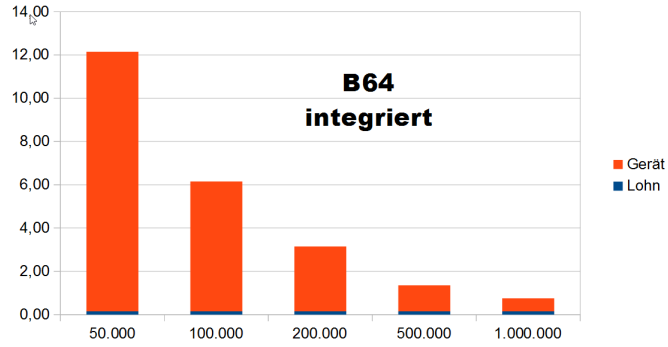
S.2.1.5 Integrierte Prüfung

Das Prüfsystem wird integriert

- in eine Fertigungslinie oder
- in eine Maschine die ein

Produkt bearbeitet.

Bei einer Taktzeit von 3 sec schafft eine solche Anlage 1200 Stück pro Stunde



Integrierter Prüfautomat: Prüfkosten in ct/Stück

Jahreskapazität = 2.400.000 Stück

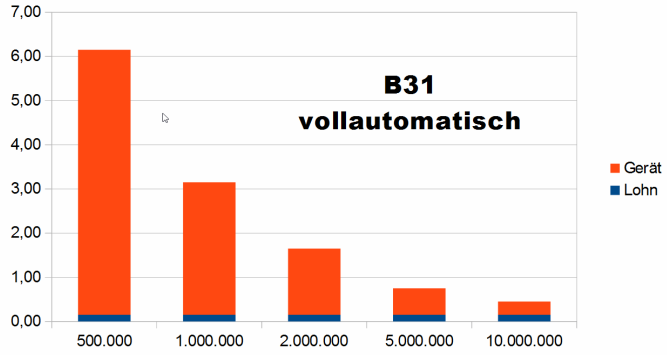
Die Anschaffungskosten umfassen neben der Prüfelektronik auch die Integrationskosten (Hard- und Software

Zusätzlich zu Testen und Sortieren erfolgen mehrere Fertigungsschritte. Fehlerhafte Produkte werden vor der weiteren Verarbeitung abgewiesen.
Nur GUT befundene Exemplare werden ausgeliefert.
Man kann auch Messwerte auf den Prüfling drucken und so später im Einsatz bei der Nachprüfung feststellen, wie sich der Messwert inzwischen verändert hat.

S.2.1.6 Vollautomatische Test- und Sortiersysteme für Schüttgut

Die Prüfobjekte werden als Schüttgut in einen Vorratsbehälter eingefüllt, vereinzelt, geprüft und entsprechend dem Ergebnis in mehrere Ausgangsbehälter sortiert.

Prüfablauf.
Risol, Uz-stat+, Uz-stat-, Uz-dyn+, Uz-dyn-, Ub
Das Gerät arbeitet mit mehreren Prüfpositionen, die gleichzeitig messen und erreicht so eine Taktzeit von 1,8 sec
Kapazität 2000 Stück/Stunde
und eine Jahreskapazität von 4.000.000 Stück bei



Prüf- und Sortieranlage: Prüfkosten in ct/Stück

Kann rund um die Uhr laufen
und erreicht dann eine Jahreskapazität = 12.000.000 Stück

Die Anschaffungskosten umfassen neben der Prüfelektronik auch eine Sondermaschine

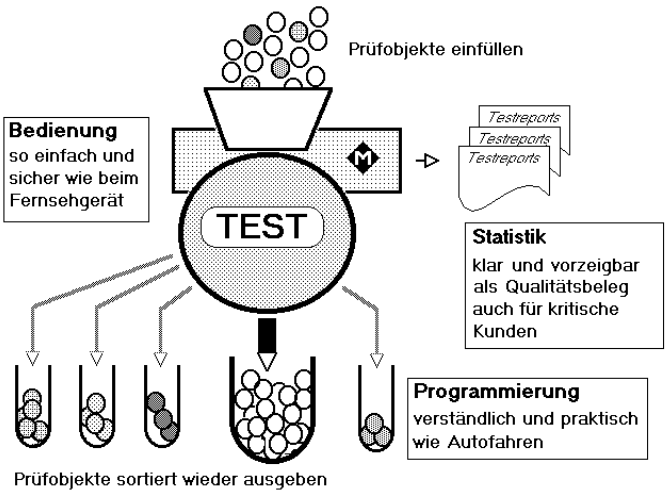
Solche Anlagen haben tatsächlich 7 mio Stück pro Jahr geschafft und das über 10 Jahre ohne nennenswerte Reparaturen oder Betriebsunterbrechungen z.T. auch über Nacht und zwar ohne Betreuung. Nur alle 2 Stunden musste der Nachtwächter Prüfobjekte nachfüllen.

Für die Lohnkosten haben wir eine Maschinenbetreuung von 10% der Laufzeit angesetzt. Die Lohnkosten sind daher sehr niedrig und bei guter Auslastung ergeben sich ziemlich niedrige Prüfkosten.
Allerdings sind die Anschaffungskosten hoch und der Automat ist hoch spezialisiert.

Das Konzept ist optimal für Massenfertigung, die über Jahre stabil läuft.

HW. Geräte

Die MIKRO-M elektrophysikalische Gesellschaft mbH entwickelt und produziert seit 1984 Prüfgeräte für Überspannungsschutz, zunächst kundenspezifische Testautomaten für den industriellen Einsatz in der Qualitätssicherung vom einfachen Prüfplatz bis zur aufwendigen Test- und Sortieranlage.



Die Anlage oben im Bild ist 10 Jahre gelaufen und hat gut 100 millionen Bauteile geprüft. Sie nimmt Gasentladungsableiter als Schüttgut auf und gibt sie geprüft und sortiert wieder ab.

Prüftechnik, die ursprünglich für Test- und Sortierautomaten entwickelt wurde, ist jetzt als handliches Prüfgerät verfügbar.

Spezielle Komponenten für den Uberspannungsschutz erfordern spezielle Messmethoden
Gasentladungsableiter sind in der Telefonie und in Datennetzen weit verbreitet aber in der konventionellen Elektronik weitgehend unbekannt.
Den ZnO-Varistor findet man in Stromversorgungsleitungen.

Die folgenden Geräte bieten eine Reihe zerstörungsfreier Prüfmethoden speziell für diese im Überspannungsschutz weit verbreiteten Komponenten.
Die Prüfung geht sehr schnell. Der größere Aufwand besteht meist in Zugang, Abklemmen und Wieder-Einbau.

Gasentladungsableiter
findet man im Schutz von Festnetzanschlüssen, Datenkabeln und Steuerungen meist in passenden Fassungen, aus denen man sie zur Prüfung entnehmen kann.

Zinkoxid-Varistoren
findet man im Schutz von Niederspannungsnetzen z.B. in Schaltschränken und Sicherungskästen.
Im günstigsten Fall ist das Schutzelement steckbar und kann zur Prüfung entnommen werden. Manchmal muss man aber die Anschlusskabel abklemmen.

Wenn man vor Ort prüfen kann, vereinfacht das die Handhabung spürbar. Deshalb bieten wir den K73 an.

K73a Ableitertester Handgerät

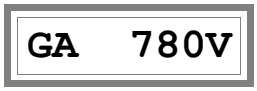
Der Prüfautomat in Ihrer Hand

Der **K73** ist ein batteriebetriebener handlicher Ableitertester, der die bereits im Abschnitt Prüftechnik unter Ansprechspannung beschriebene Messmethode beherrscht und anhand des Spannungsverlaufs Gasentladungsableiter von Varistoren unterscheidet.
Zusätzlich bietet er eine Isolationsmessung mit 250V wie die Norm DIN VDE 0100-600 (IEC 60364 6) vorgibt, wenn Überspannung - Schutzeinrichtungen im Niederspannungsnetz angeschlossen sind.

K73.1 Funktion

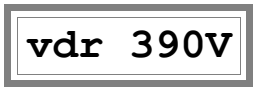
Der K73a Tester ist ein kompaktes Handgerät und prüft spannungsbegrenzende Komponenten in Überspannungsableitern und zwar bei

Gasentladungsableitern bzw.
ÜSAG



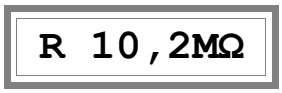
die Ansprechgleichspannung und

bei **Varistoren** und
Z-Dioden



die Varistorspannung mit 1mA
und erkennt automatisch ob es sich um einen Varistor oder einen Gasentladungsableiter handelt. Es können auch Serienschaltungen von Gasentladungsableitern und Varistoren geprüft werden.
Das Prüfverfahren ist im Abschnitt Prüftechnik unter Ansprechspannung detaillliert beschrieben.
Damit kann man Überspannungs – Schutzeinrichtungen im **Niederspannungsnetz** und in Daten- und **Signalleitungen** prüfen.

Zusätzlich kann man den Isolationswiderstand **Risol** bei 250V (325V) messen wie die neue DIN VDE 0100-600 (IEC 60364 6) vorgibt, wenn Überspannung - Schutzeinrichtungen im Niederspannungsnetz angeschlossen sind.



Von Zeit zu Zeit prüft das Gerät die Eingangsspannung.

Die Anzeige

bedeutet, dass eine Fremdspannung größer als 50V festgestellt wurde und der Spitzenwert 313V beträgt. Die Messung kann nicht gestartet werden.

K73.2 Anwendung

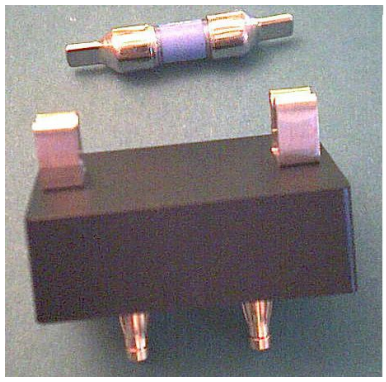
Der K73a Tester ist optimal ausgelegt für den Test von Komponenten wie
Gasentladungsableiter
und
Varistoren
die in
Datennetzen und im
Niederspannungsnetz
eingesetzt werden.

Im Outdoor Einsatz kann die **Bereitschaftstasche** mit dem Gurt an der Schulter hängen während man die Ableiter prüft. Das Gerät kann bei der Prüfung in der Tasche bleiben.
Das Zubehör liegt sicher in der Klappe unterhalb des Geräts.

Adapterstecker

Für Gasentladungsableiter in Knopfbauform gibt es einen Adapterstecker, der einfach auf die Prüfanschlüsse im Gerät

Zur Prüfung kann man dann den Ableiter einsetzen.



Weitere praktische Prüfadapter verfügbar.

Die Norm DIN VDE 0100-600 (IEC 60364 6)
Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 6: Prüfungen

sieht für den Fall dass Überspannungs -Schutzeinrichtungen im Niederspannungsnetz angeschlossen sind eine

Isolationsmessung Risol

mit 250V Nennspannung vor.

Der K73 bietet auch diese Prüfung an mit 300V Leerlaufspannung.

So kann man prüfen, ob die Isolation des Ableiter auch ausreicht, um ihn wieder einzusetzen.

Das Prüfkabel ist mit Silikon-Isolierung, hochspannungsfest und hält auch schon mal einen Lötkolben aus.
Die Abgreifklemmen bieten berührungssichere Handhabung.

Batterie:	9V / IEC 22
Externes Netzteil:	9V D.C.
Stromverbrauch typisch	
in Wartestellung	ca. 1mA
bei der Messung	10..200mA
Abmessungen	10 x 18 x 4 cm
Gewicht	680g

Messverfahren:

Statische Ansprechspannung mit konstanter Rampe
und Erfassung des Erstzündwerts.

Uz-stat, Uvdr	Um
Messbereich	1..1100V
Auflösung (intern)	1V (0,4V)
Genauigkeit	0,5% + 2V
Prüfstrom	1mA +10 /-15%
Spannungsanstieg	1000V/sec +/-10%

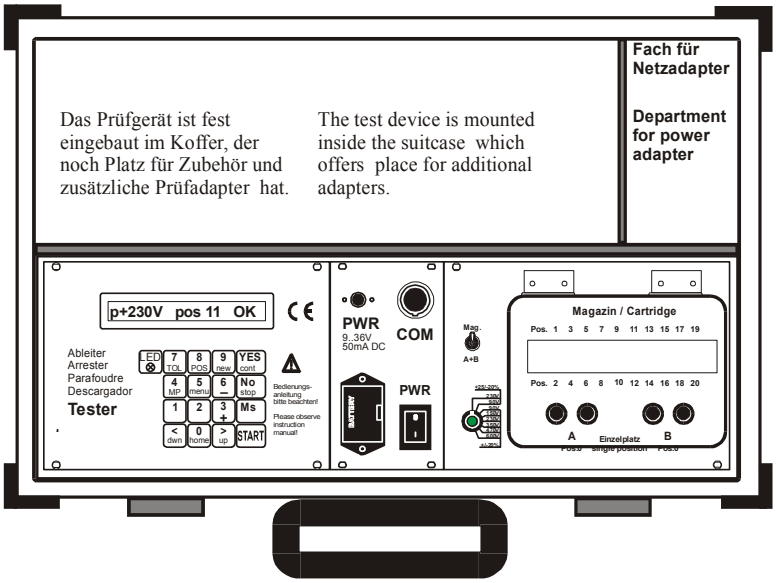
Messverfahren:

Isolationswiderstand mit konstanter Spannung

Risol	
Messbereich	1kΩ..99MΩ
Auflösung	
	1..999k 1k
	1..5M 0,01M
	5..20M 0,1M
	>20M 1M
Strommessung	Jm
Auflösung	0,4µA
Genauigkeit	2% + 4µA
Nennspannung	250V @ 1mA
Leerlaufspannung	325V +/-5%
Strombegrenzung	1,2mA +/-10%

A46 Prüfkoffer für Magazine

Testautomat für Gasentladungsableiter in Magazinen



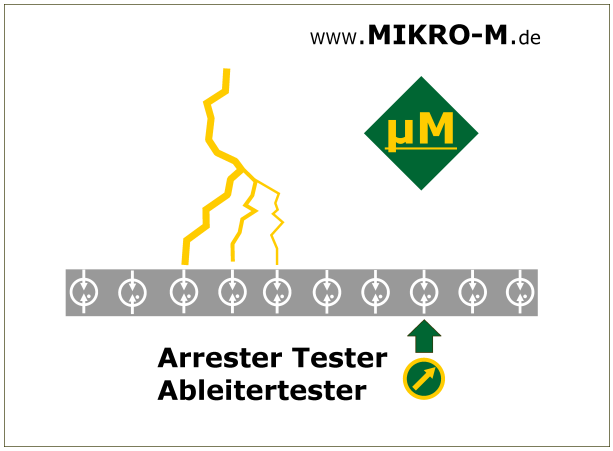
Der Adaptereinsatz (rechts) ist ohne Werkzeug leicht austauschbar. So kann man das Prüfgerät an unterschiedliche Magazine anpassen.

PRO-TEST

Über die eingebaute serielle Schnittstelle (COM) kann auch ein PC angekoppelt werden. Mit Hilfe unseres PRO-TEST Programmsystems kann man ein Qualitätserfassungssystem aufbauen. Das Prüfgerät wird dann vollständig ferngesteuert.

A46.1 Funktion

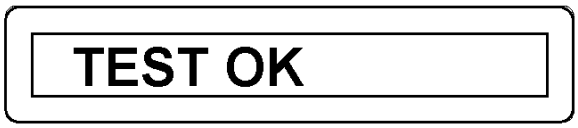
Der A46 prüft an bis zu 30 Ableiter in einem Magazin der Reihe nach die Ansprechspannung in beiden Polaritäten, vergleicht mit den Toleranzgrenzen, hält bei einem Fehler an und zeigt die fehlerhafte Position an.



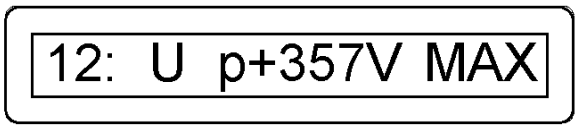
Für unterschiedliche Magazine erhalten Sie passende Adapter, die einfach auf der rechten Seite eingesetzt werden.

A46.2 Anwendung

Ein Ableiter kommt selten allein...aber oft in Magazinen, steckbar auf Anschlussleisten im Verteiler. Das bringt enorme Vorteile in der Handhabung
Bei vielpoligen Kabeln sind Magazine mit bis zu 30 Ableitern im Einsatz.
Im Einsatz werden die einzelnen Ableiter unterschiedlich belastet.
Die Aufgabe besteht dann darin, die beschädigten Exemplare herauszufinden.
Das Gerät prüft automatisch komplette Magazine wie z.B. LSA-Plus mit 20 Ableitern in einem Zug in 13 Sekunden.
Meistens ist alles in Ordnung und das Display zeigt

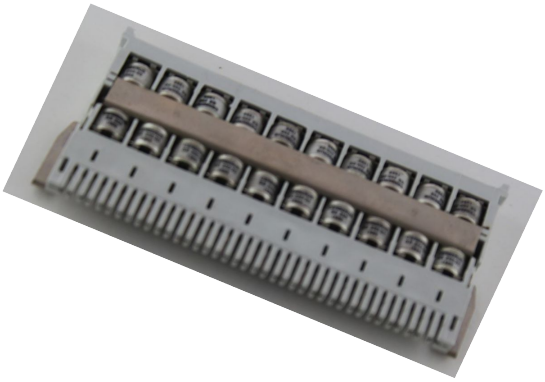


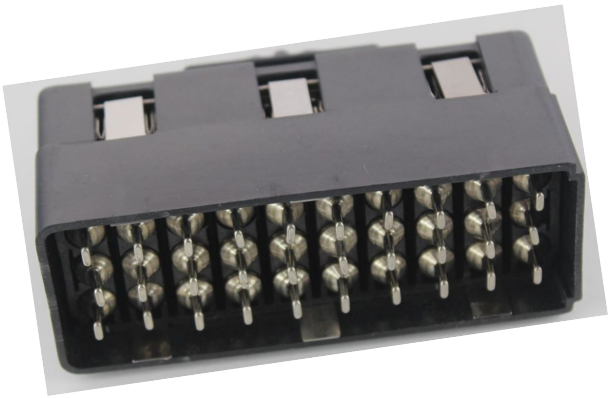
Dann kann man das Magazin wieder einsetzen.
Bei fehlerhaften Exemplaren hält der Test an und zeigt die Position, den Messwert und den Befund an.



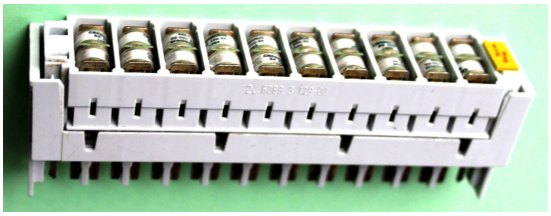
Hier wurde ein Fehler in Position 12 gefunden.
Man kann jetzt das Magazin zur weiteren Analyse mitnehmen oder den Ableiter in dieser Position austauschen.

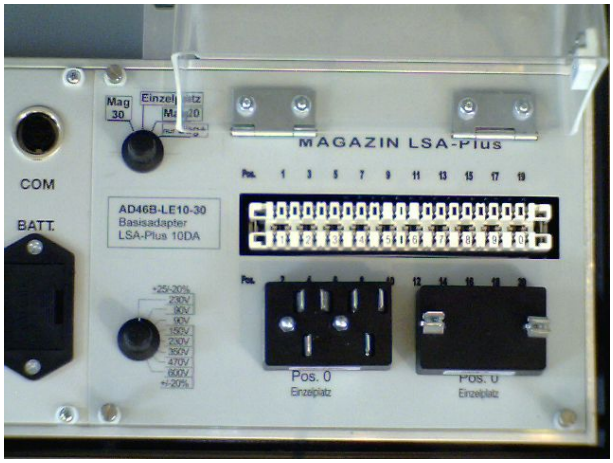
Für unterschiedliche Magazine erhalten Sie passende Adapter, die einfach auf der rechten Seite eingesetzt werden.



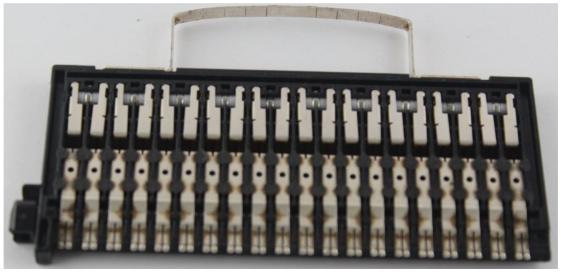


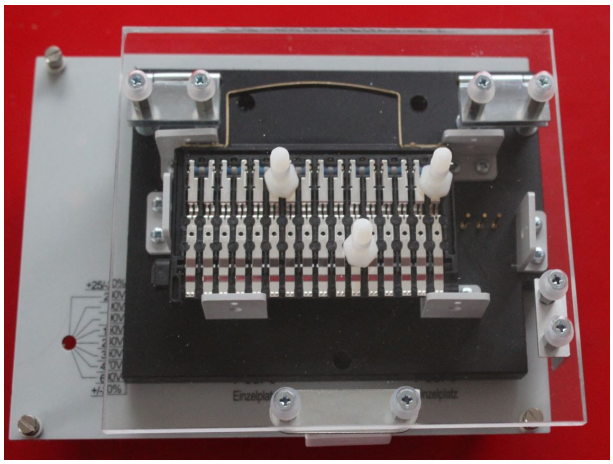
Das hier gezeigte LSA-Plus Magazin mit 20 Ableitern ist
in der Telekommunikation sehr beliebt.
Hier ein Adapter für LSA-Plus Magazine, die zur Prüfung in die Aufnahme gesteckt werden.





Als weiteres Beispiel ein Nadelbettadapter für ID3000-Magazine





Das Magazin wird auf die Nadeln gelegt und wenn man den durchsichtigen Deckel schließt, in die Prüfnadeln gedrückt.

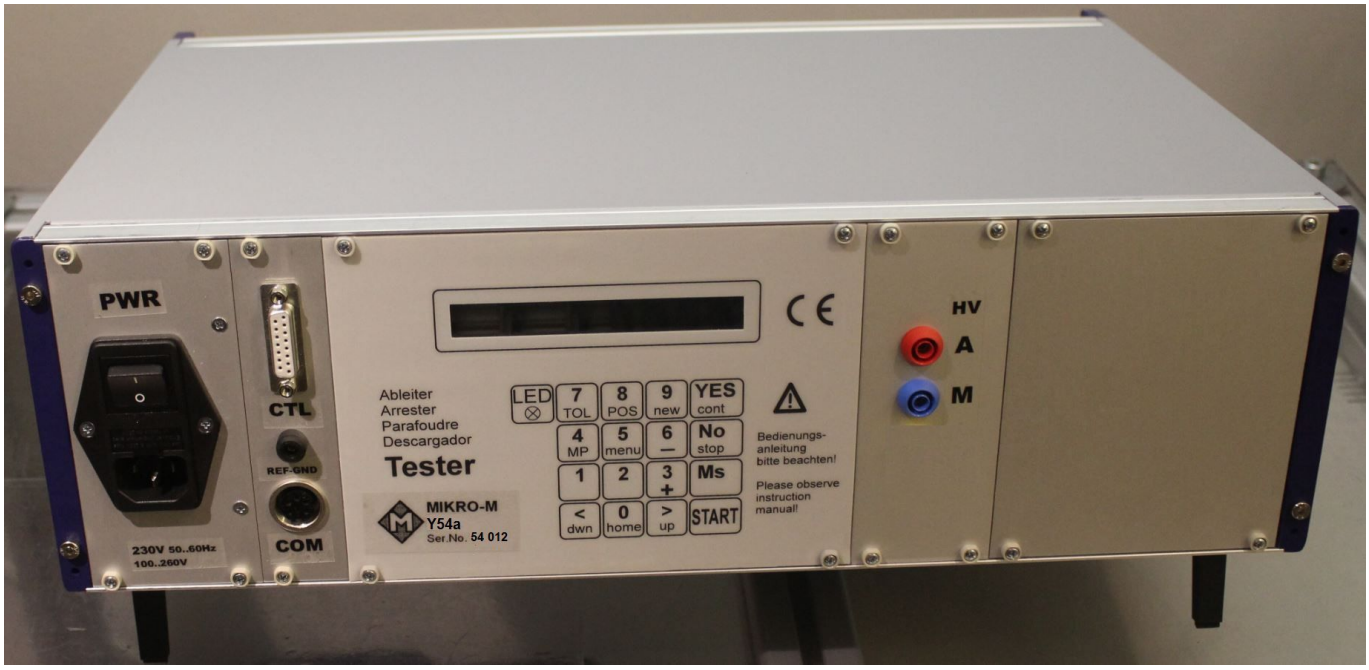
A46.3 Technische Daten

Technische Daten	A46	Technical Data
Messverfahren	**Uag, Uz-stat**	Measuring Method
Uag, Ansprechgleichspannung nach VDE 0845. Der erste Zuendwert wird erfasst.		Uz-stat, static sparkover voltage acc. to CCITT first peak recorded.
Bei Varistoren und Z-Dioden wird die Spannungsbegrenzung erfasst.		At varistors and Z-Diodes the maximum voltage at. 0.05mA is recorded.
Das System kann Zuendung und Spannungsbegrenzung unterscheiden.		System is able to distinguish beetween sparkover and limitation.
Rampe langsam (CCITT/VDE)	**100 V/s**	Slow Ramp(CCITT/VDE)
Rampe schnell	**1000 V/S**	fast Ramp
Messbereich	**5..800V**	Range
Pruefstrom ca.	**0,05 mA**	meas. current typ.
Aufloesung intern	**12bit = 0.2V**	internal resolution
Aufloesung Anzeige	**1 V**	resolution display
Genauigkeit:	**+/-(1,5V+0,4%rel.)**	accuracy
Durchgangswiderstand	**Re**	resistance
nur mit dafuer ausgeruesteten Adapter!		only with adaptor equipped for this!
Pruefstrom constant	**10 mA**	meas. current stabilized
Messbereich	**0,2..400 ohm**	range
Aufloesung	**0,2 ohm**	resolution
Genauigkeit:	**+/-(1,5ohm+2,5%rel.)**	accuracy
Batterie:	**9V IEC 22**	Battery
Externes Netzteil:	**8..15V / 50mA**	External Power Supply
Stromverbrauch typisch		Power Current typically
in Wartestellung	**5 mA**	standby
bei der Messung	**30 mA**	Measuring
max. ansteuerbare Positionen	**30 pos.**	max. controllable nbr of positions.
Abmessungen B x T x H (Kistenmaß)	**45 x 37 x 16 cm**	Dimensions
Gewicht	**5 kg**	Weight

PRO-TEST

Über die eingebaute serielle Schnittstelle (COM) kann auch ein PC angekoppelt werden. Mit Hilfe unseres PRO-TEST Programmsystems kann man ein Qualitätserfassungssystem aufbauen. Das Prüfgerät wird dann vollständig ferngesteuert.

Y54 Tischgerät für Ableiter



Testautomat für umfangreiche Prüfungen an einzelnen Schutzelementen.

PRO-TEST

Über die eingebaute serielle Schnittstelle (COM) kann auch ein PC angekoppelt werden. Mit Hilfe unseres PRO-TEST Programmsystems kann man ein Qualitätserfassungssystem aufbauen. Das Prüfgerät wird dann vollständig ferngesteuert.

Y54.1 Funktion

Die drei grundlegenden Prüfverfahren

Risol Isolationswiderstand
Uz-stat Ansprechgleichspannung
Uvdr Varistorspannung

Y54.2 Anwendung

Einzelne Komponenten prüfen mit erweiterten Möglichkeiten.
Gasentladungsableiter, Varistoren, Dioden
Varistoren mit LED-Anzeige,
Y-Schaltung.

Y54.3 Technische Daten

Messverfahren mit einstellbaren Parametern (manuell und per Software).
Spannungen einstellbar 5V..2 kV /4kV je nach Auslegung
Ströme einstellbar 0,1..10mA

Uz-stat Statische Ansprechspannung
Umax 10V..2kV / 4kV je nach Auslegung
Rampe 100V/s, 2kV/s
optional 1..10kV/s, 10..100kV/s einstellbar

Uvdr Dioden- und Varistorspannung
Js 0,1..10mA
Umax 10V..2kV / 4kV je nach Auslegung

Risol Isolationswiderstand
Jmax 0,1..10mA
Us 10V..2kV / 4kV je nach Auslegung
Jisol 4 Messbereiche 0,1nA..300µA

HV Spannungsfestigkeit
Jmax 0,1..10mA
Us 10V..2kV / 4kV je nach Auslegung
Gleichspannung hochfahren mit 20kV/s und halten, Durchschlag erfassen.

Gehäuse 19 Zoll 3HE 63/84TE
BxHxT 36 / 45 x 15 x 30 cm
Gewicht 5kg

PRO-TEST

Über die eingebaute serielle Schnittstelle (COM) kann auch ein PC angekoppelt werden. Mit Hilfe unseres PRO-TEST Programmsystems kann man ein Qualitätserfassungssystem aufbauen. Das Prüfgerät wird dann vollständig ferngesteuert.

D67 dynamischer Test

Testautomat für umfangreiche Prüfungen an einzelnen Schutzelementen. inklusive Uz-dyn.

PRO-TEST

Über die eingebaute serielle Schnittstelle (COM) kann auch ein PC angekoppelt werden. Mit Hilfe unseres PRO-TEST Programmsystems kann man ein Qualitätserfassungssystem aufbauen. Das Prüfgerät wird dann vollständig ferngesteuert.

D67.1 Funktion

Die drei grundlegenden Prüfverfahren wie beim Y54

Risol Isolationswiderstand
Uz-stat Ansprechgleichspannung
Uvdr Varistorspannung
plus
Uz-dyn Dynamische Ansprechspannung

D67.2 Anwendung

Umfassende Wareneingangs- und Warenausgangsprüfung
von Schutzkomponenten
Gasentladungsableiter, Varistoren, Funkenstrecken.
und kleinen Schutzschaltungen
Varistoren mit LED,
Y-Schaltung.

Die 3-polige Version kann eine Y-Schaltung komplett prüfen und beurteilen.
, wenn Sie mit Hilfe des PRO-TEST Programmsystems
per PC oder Tablet angesteuert wird.

Portables dynamisches Prüfgerät D67 für
- Funkenstrecken
- Varistoren
- Gasentladungsableiter
- Schutzdioden

D67.3 Technische Daten

Uz-stat Statische Ansprechspannung

Umax	10V..4kV
Rampe	100V/s, 2kV/s
optional	1..10kV/s, 10..100kV/s einstellbar

Uvdr Dioden- und Varistorspannung

Js	0,1..10mA
Umax	10V..4kV

Risol Isolationswiderstand

Jmax	0,1..10mA
Us	10V..4kV
Jisol	4 Messbereiche 0,1nA..300µA

D67 bietet zusätzlich zum Y54

Uz-dyn Ansprechstoßspannung

Stoßspannung	2.. 5kV
Rampe einstellbar	0,5..10kV/µs
Halbwertsbreite	50µs geeignet für 1,2/50µs Blitzstoßspannung

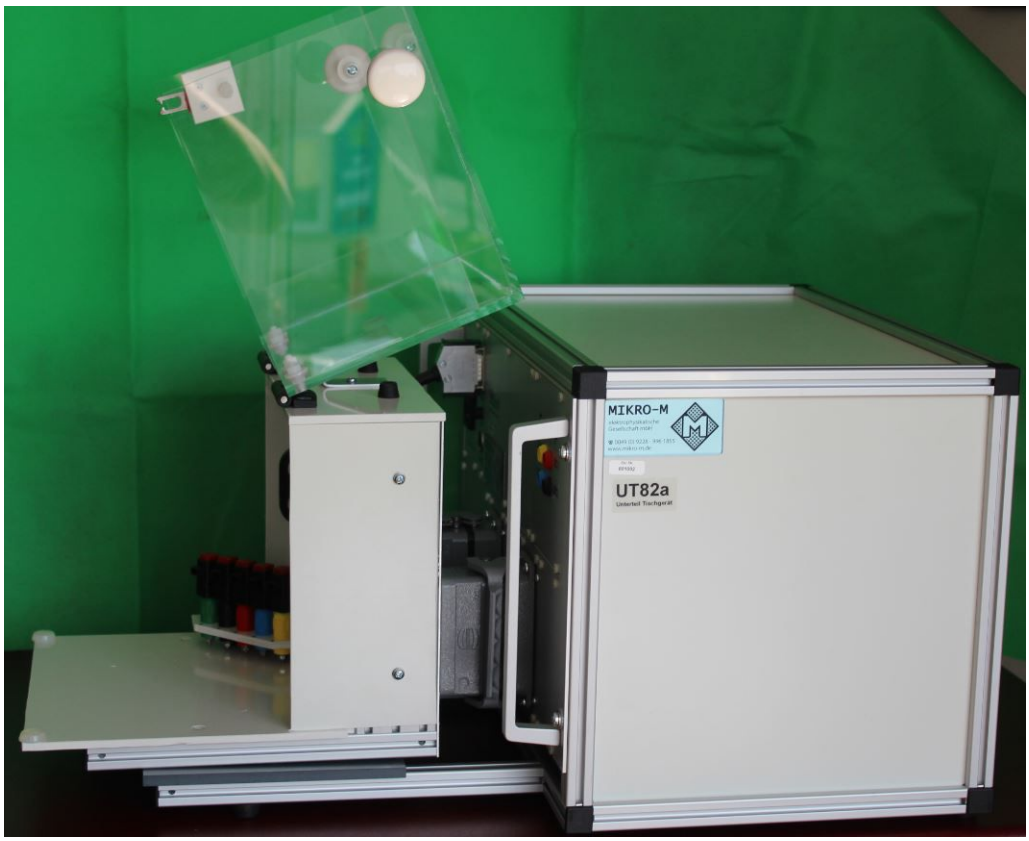
Sensor für Zündstrom zur Feststellung ob der Prüfling zündet.

Gehäuse	19 Zoll 3HE 84TE
BxHxT	45 x 15 x 30 cm
Gewicht	5kg

PRO-TEST

Über die eingebaute serielle Schnittstelle (COM) kann auch ein PC angekoppelt werden. Mit Hilfe unseres PRO-TEST Programmsystems kann man ein Qualitätserfassungssystem aufbauen. Das Prüfgerät wird dann vollständig ferngesteuert.

U82 Tischgerät universell



Testautomat für umfangreiche Prüfungen an Schutzelementen und Schutzschaltungen.

Prüfsystem für Fertigung und Labor individuell gestaltbar mit Relaismatrix zur Prüfung von Schutzschaltungen

PRO-TEST

Das Gerät wird mit einem PC betrieben, der über die eingebaute serielle Schnittstelle (COM) angekoppelt wird. Mit Hilfe unseres PRO-TEST Programmsystems kann man ein Qualitätserfassungssystem aufbauen. Das Prüfgerät wird vollständig ferngesteuert.

U82.1 Funktion

In der Grundausstattung bietet der U82 die Prüfverfahren des Y54
Das System ist modular aufgebaut und kann je nach Anforderung um weitere Prüfverfahren erweitert werden. Alle unter Prüftechnik beschriebenen Prüfverfahren sind verfügbar.

Mit bis zu **4 Relaisscannern** und bis zu 6 Prüfpolen kann man die Anschlüsse von Schutzschaltungen kontaktieren. Auslegung bis 2, 4 oder 6kV

Wegen der vielen Möglichkeiten kann man den U82 nur mit der **PRO-TEST** Software für Testsysteme betreiben.

Speziell für Staffelschutz kann der U82 mit dem Prüfvervahren Up-dyn ausgerüstet werden, die im Abschnitt Prüftechnik unter Up-dyn näher beschrieben wird.

HV-taugliche Schnittstelle für Prüfadapter

U82.2 Anwendung

Umfassende Prüfung
von Schutzkomponenten
Gasentladungsableiter, Varistoren, Dioden.
und Schutzschaltungen
Varistoren mit LED, Y-Schaltung, Staffelschutz

Man kann eine Schaltung komplett prüfen und beurteilen.
Das Gerät wird mit Hilfe des PRO-TEST Programmsystems per PC oder Tablet angesteuert.

U82.3 Technische Daten

Uz-stat Statische Ansprechspannung
Umax 10V..2kV / 4kV je nach Auslegung
Rampe 100V/s, 2kV/s
optional 1..10kV/s, 10..100kV/s einstellbar

Uvdr Dioden- und Varistorspannung
Js 0,1..10mA
Umax 10V..2kV / 4kV je nach Auslegung

Risol Isolationswiderstand
Jmax 0,1..10mA
Us 10V..2kV / 4kV je nach Auslegung
Jisol 4 Messbereiche 0,1nA..300µA

Re Entkopplungswiderstand
4-polige Messung 1mΩ/10mΩ ..1kΩ/20kΩ
Halbbrücke 4V / 40Ω

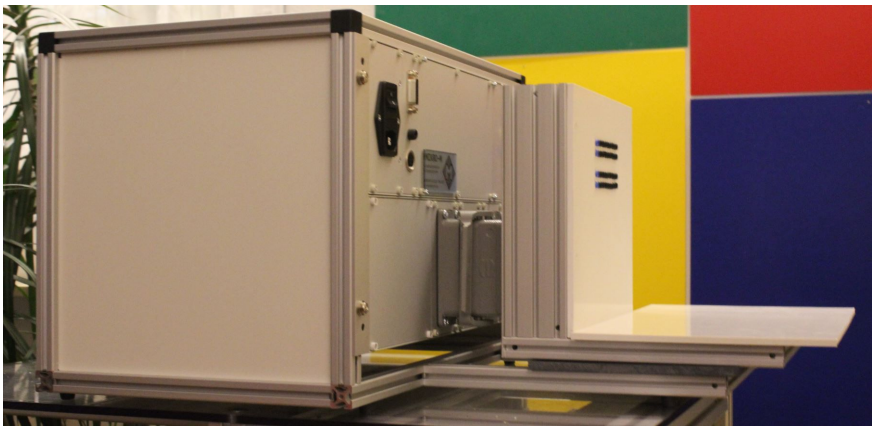
optional
Uz-dyn Ansprechstoßspannung
Up-dyn Dynamischer Funktionstest
Hf dB Hf Dämpfungsmessung

und viele weitere Prüfverfahren auf Wunsch

Gehäuse 19 Zoll 3HE 84TE
BxHxT 49 x 33 x 33/61 cm
Gewicht 10kg

PRO-TEST

Das Gerät wird mit einem PC betrieben, der über die eingebaute serielle Schnittstelle (COM) angekoppelt wird. Mit Hilfe unseres PRO-TEST Programmsystems kann man ein Qualitätserfassungssystem aufbauen. Das Prüfgerät wird vollständig ferngesteuert.



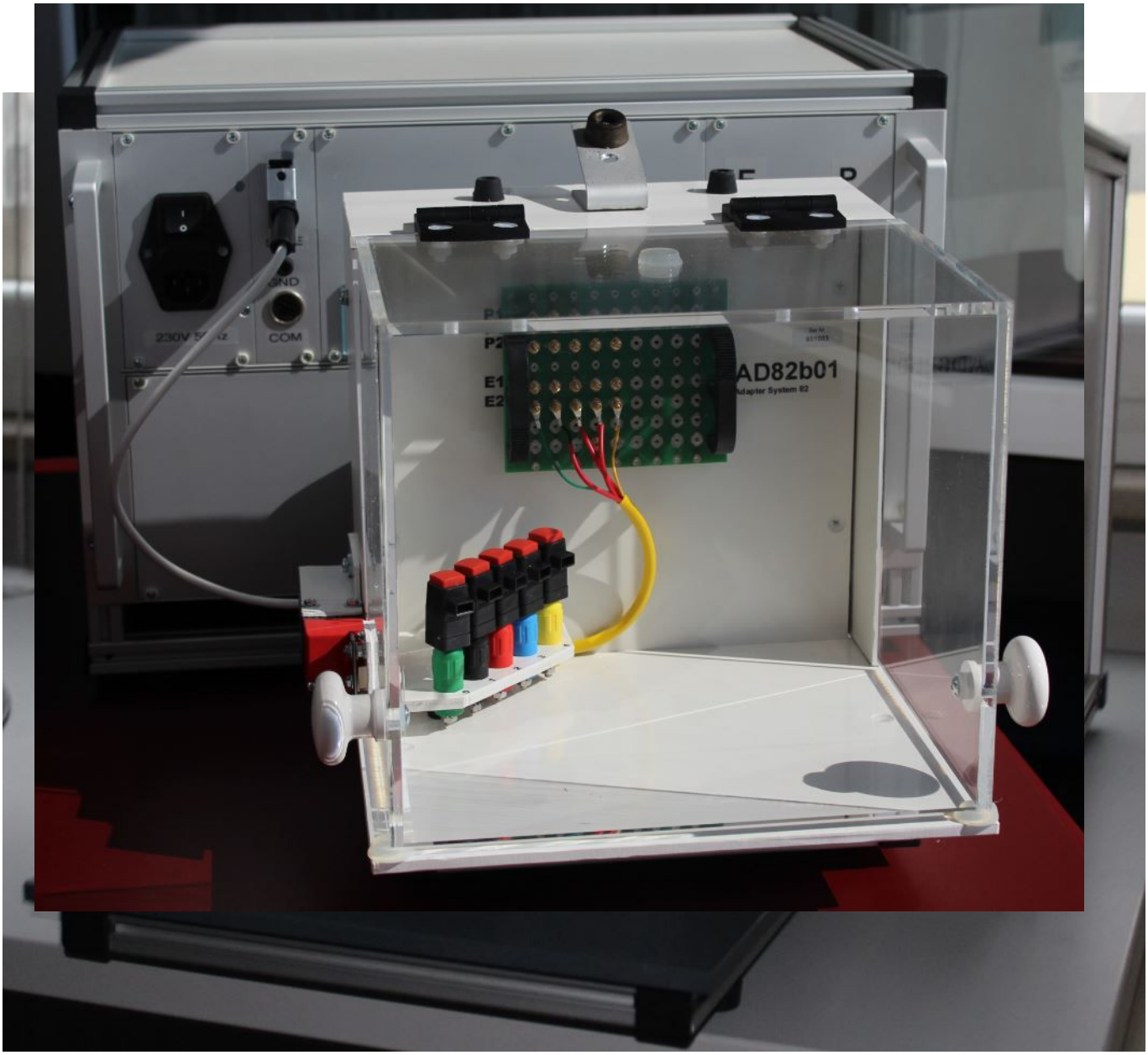
Einheitliche Schnittstelle für eine Reihe unterschiedlicher Prüfadapter

Adapteranschluss

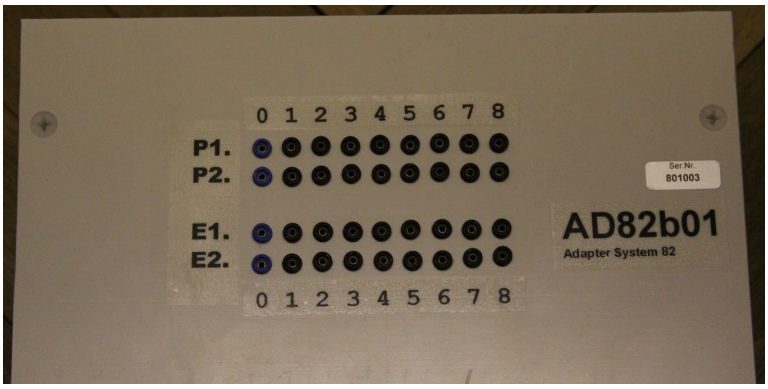
2 deutlich getrennte robuste Steckverbinder
E für die exponierte Seite
P für die geschützte Seite

Adapter zur Anpassung an unterschiedliche Anwendungen oder Bauformen kann der Anwender selbst bauen oder fertig bei uns bestellen.

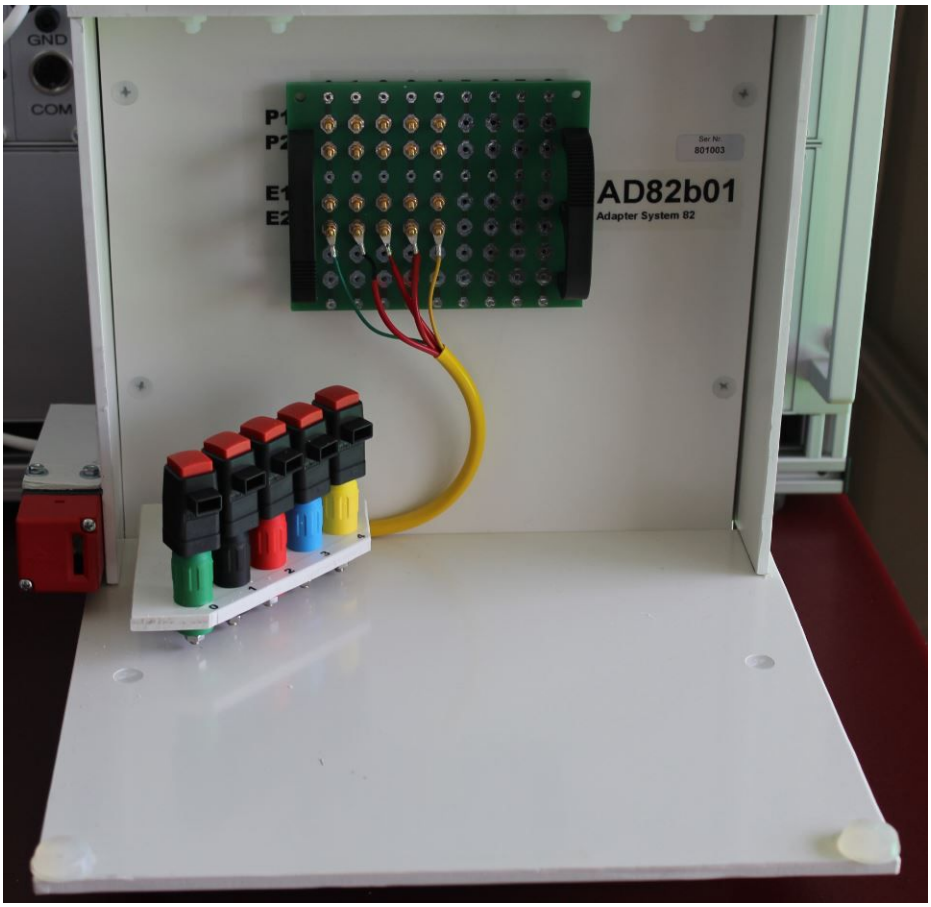
Die Testautomaten haben eine standardisierte Schnittstelle für Prüfadapter
Anschluss mittels HV-Steckverbinder = leicht austauschbar
Sicherheitskreis für den zwangsläufigen Berührungsschutz



Standard Prüfadapter mit Schutzhaube und Sicherheitsschalter für Berührungsschutz,



Prüfadapter mit 2mm Steckbuchsen
geeignet bis 2kV Prüfspannung



Einsatz für 5-polige Schutzschaltungen anschließbar mit 5 flexible Schaltlitzen.

E85. kompakter Prüfautomat

Prüfautomat für Schutzkomponenten und Schaltungen zum Schutz von Energienetzen und Stromanschlüssen in Reihenklemmen bis 8-polig mit Fernmeldekontakt.
Unser preisgünstiges Einstiegsmodell
Standardadapter des U82-Systems anschließbar
Betrieb nur mit PC, kein manueller Betrieb.

2-polige Messverfahren anwendbar zwischen
8 HV-Polen beliebig schaltbar
Messverfahren: **Uz-stat, Risol, Uvdr**, **Uz-dyn**, **Rn**

Verschiedene Bauformen

Tischgehäuse

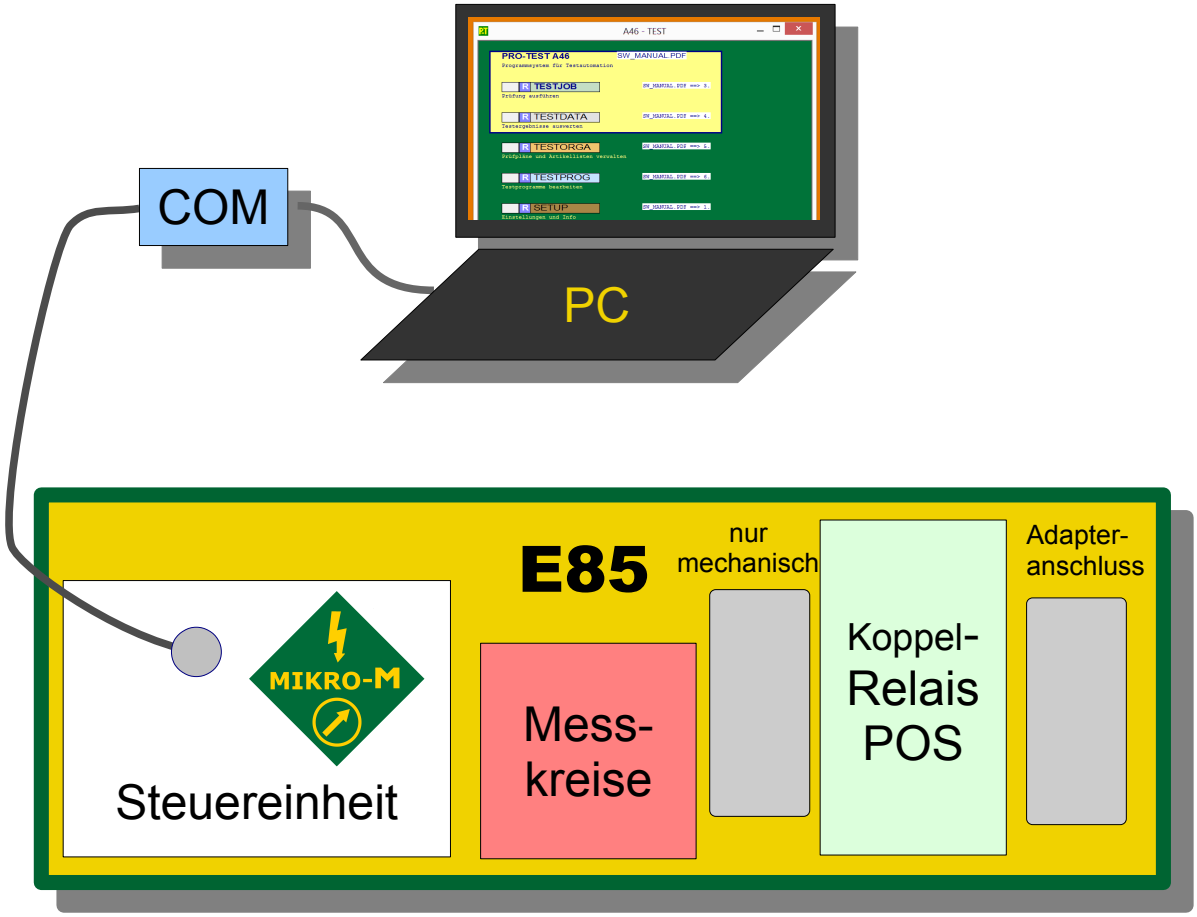
Nähkästchen

portabel mit
allem Zubehör

Prüfplatz

mit fest angebauter
Unterlage für Adapter

Blockbild


A46 - TEST
PRO-TEST A46
SW_MANUAL.PDF
TESTJOB
TESTDATA
TESTORGA
TESTPROG
SETUP
COM
PC
E85
nur
mechanisch
Adapter-
anschluss
MIKRO-M
Steuereinheit
Mess-
kreise
Koppel-
Relais
POS

2-polige Messverfahren

Uz-stat

Ansprechgleichspannung gemäß HV-Modul

Risol

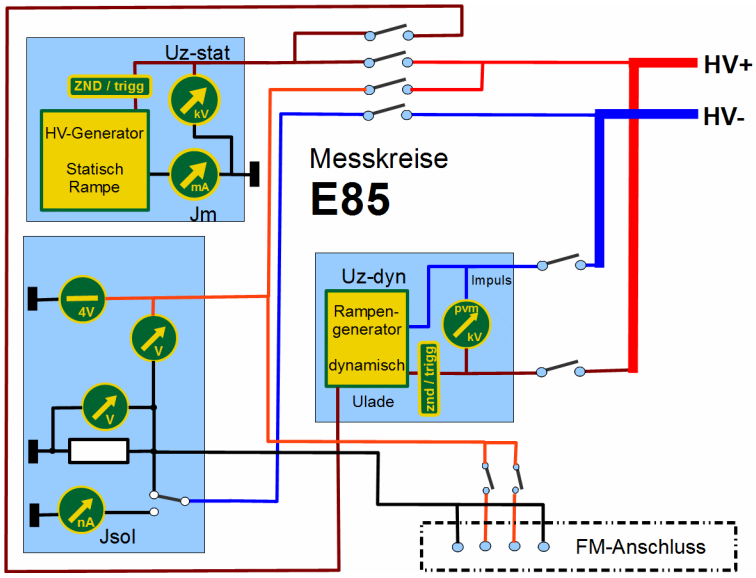
Isolationswiderstand gemäß HV-Modul

Uvdr

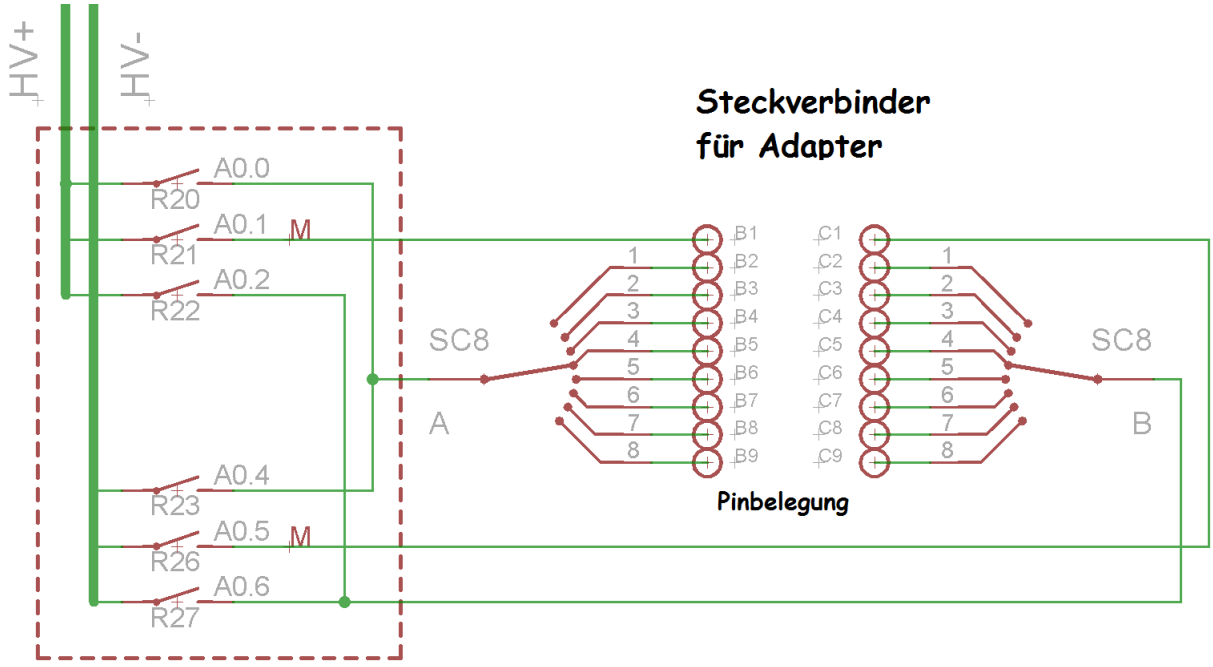
Varistorspannung gemäß HV-Modul

Uz-dyn

Ansprechstoßspannung



Rn 2-polige Widerstands- , Durchgangsmessung zwischen 8+1 HV-polen beliebig schaltbar und an 4 NV-polen zum Prüfen von bis zu 2 Fernmeldekontakten oder einem Umschaltkontakt



Alle Messverfahren anwendbar zwischen **8+1 HV-Polen** beliebig schaltbar

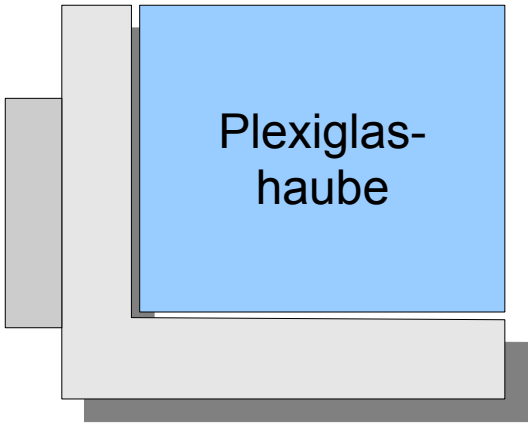
ADAPTER

Adapteranschluss passend zu den Standardadaptern
aus dem U82-System (siehe U82)
allerdings beschränkt auf

2-polige Messverfahren

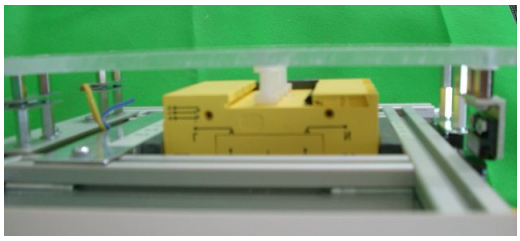
anwendbar zwischen

8 HV-Polen beliebig schaltbar

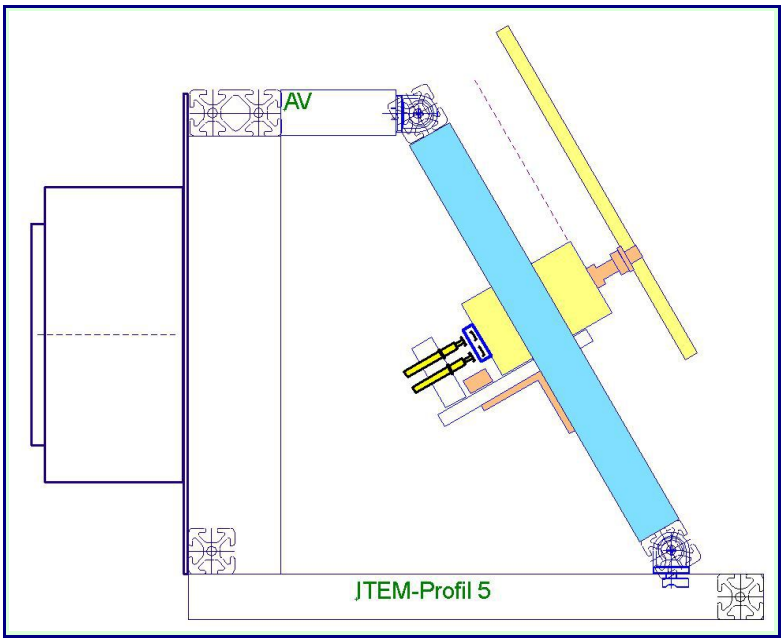


Universaladapter mit Plexiglashaube und Berührungsschutz

Nadelbettadapter z.B. für Reihenklemmen und Steckmodule



mit Sicherheitskreis und Berührungsschutz.



Wir bauen Adapter passend zu Ihren Produkten

MS. Das modulare System

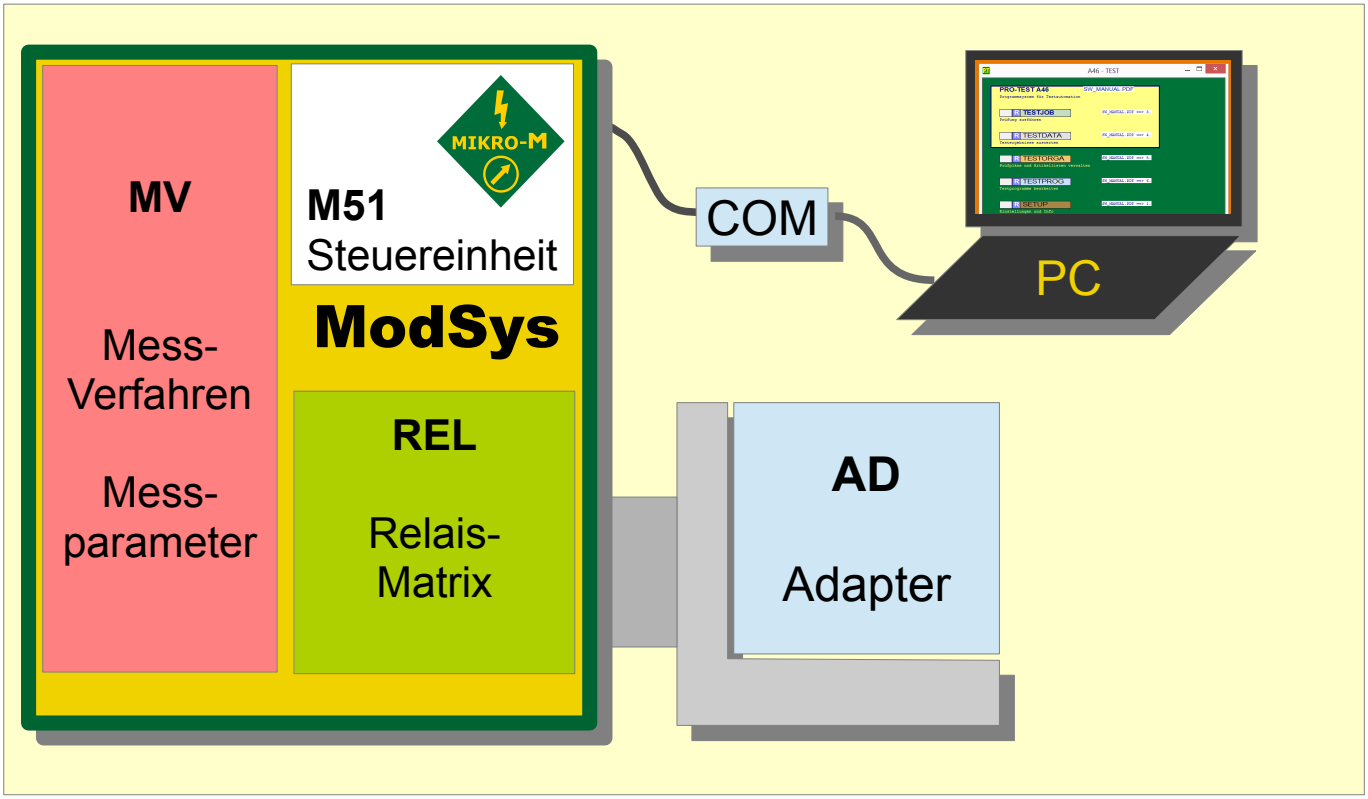
Instrumente zum Prüfen von Überspannungsschutz

Die MIKRO-M GmbH entwickelt und liefert seit 1984 Messgeräte und Testautomaten für den Überspannungsschutz und verfügt über umfangreiche Erfahrung auf diesem Gebiet.

Spitzentechnologie, die wir ursprünglich für aufwendige Testanlagen entwickelt haben, die Millionen Prüfungen pro Jahr ausführen, ist jetzt im Baukastensystem verfügbar.

Modularer Aufbau

- modulares System von Messgeräten und Testautomaten
- Y54 ist die Basis aller weiteren Geräte
- U82 ist die universelle Ausbaustufe mit allen Möglichkeiten
- Elektronik auf Leiterkarten im Euroformat
- alle Karten steckbar
  - leicht austauschbar
  - bei Bedarf nachrüstbar
- Sonderanfertigungen aus vorhandenen Komponenten kombinierbar
- passend zum 19-Zoll Gehäuseformat
  - vielfältige Gehäuseformen erhältlich
  - Tischgehäuse, portable Kleingehäuse
  - Neu jetzt auch im Nähkästchenformat im Spezialkoffer
  - Messschränke, Arbeitsplätze
- Fremdgeräte und Eigenbau der Anwender können integriert werden.
- COM Schnittstelle zur Fernsteuerung per PC oder tablet
- PRO-TEST Software, Qualitätserfassungssystem
- Integration in Sondermaschinen, Fließbänder, Roboter
- Standardanschluss für Adapter
- Prüfadapter leicht austauschbar
- ausbaufähig
  - preiswerter Einstieg und nachträglicher Ausbau Y54 ⇨ D67, U82a ⇨ U82d
  - Nachrüstung weiterer Messverfahren
  - egal was die Zukunft auch bringt, man kann vieles nachrüsten



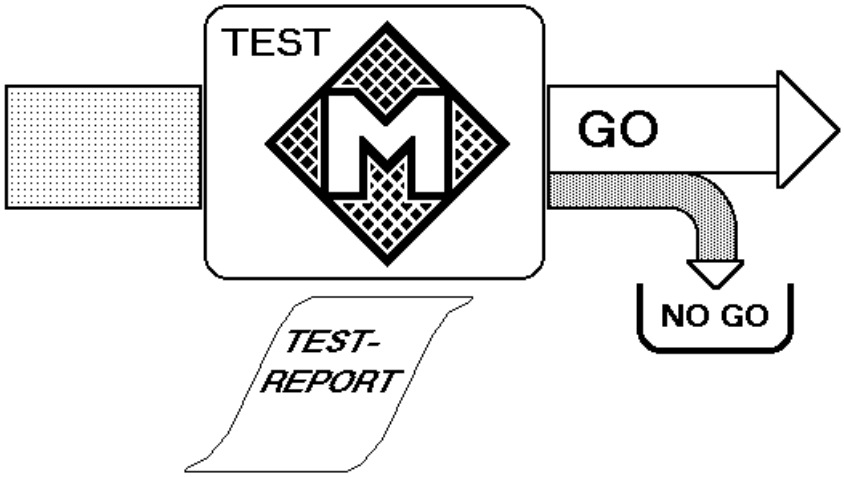
M51: Steuereinheit: (**MIKRO-Manager**)
Die Steuereinheit übernimmt die Kommunikation mit dem PC und führt eigenständige, programmierbare Funktionen aus.
MV: Messverfahren: (siehe nächste Seiten)
Messinstrumente können integriert und per Programm angesteuert werden.

1. erprobte Messverfahren
2. spezielle Messverfahren nach Kundenspezifikation
3. zusätzliche Messverfahren nachrüstbar
4. Fremdgeräte und Eigenbau leicht zu integrieren

Dynamische Messverfahren erfordern kurze Wege zum Prüfobjekt und sind nahe bei der Relaismatrix untergebracht und teilweise in der Relaismatrix integriert.
REL: Relaismatrix für automatischen Anschluss der Messverfahren an diverse Anschlüsse des Prüflings oder an verschiedene Prüflinge eines Testloses.
AD: Adapter zur Anpassung an unterschiedliche Anwendungen Die Testautomaten haben eine standardisierte Schnittstelle für Prüfadapter

5. Anschluss mittels HV-Steckverbinder = leicht austauschbar
6. Sicherheitskreis für den zwangsläufigen Berührungsschutz

Das Programmsystem PRO-TEST rundet unser Angebot ab und erleichtert den rationellen Aufbau kompletter Systeme zur Qualitätsüberwachung in der Fertigung.



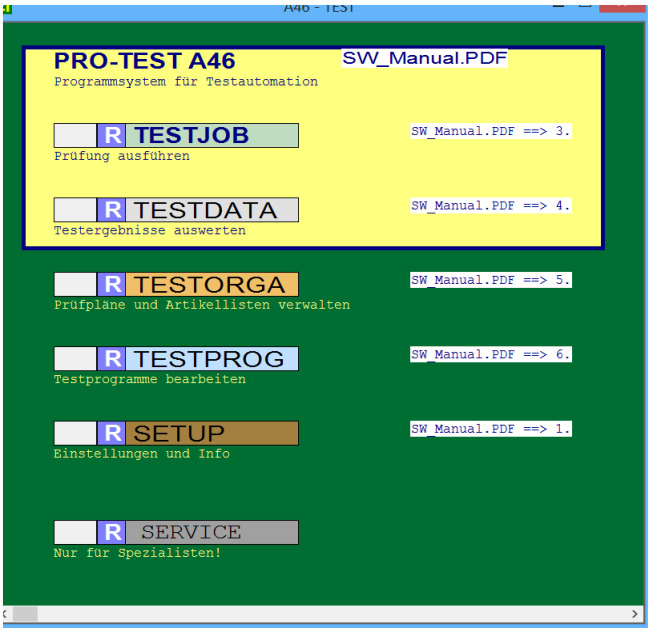
SW. PRO-TEST

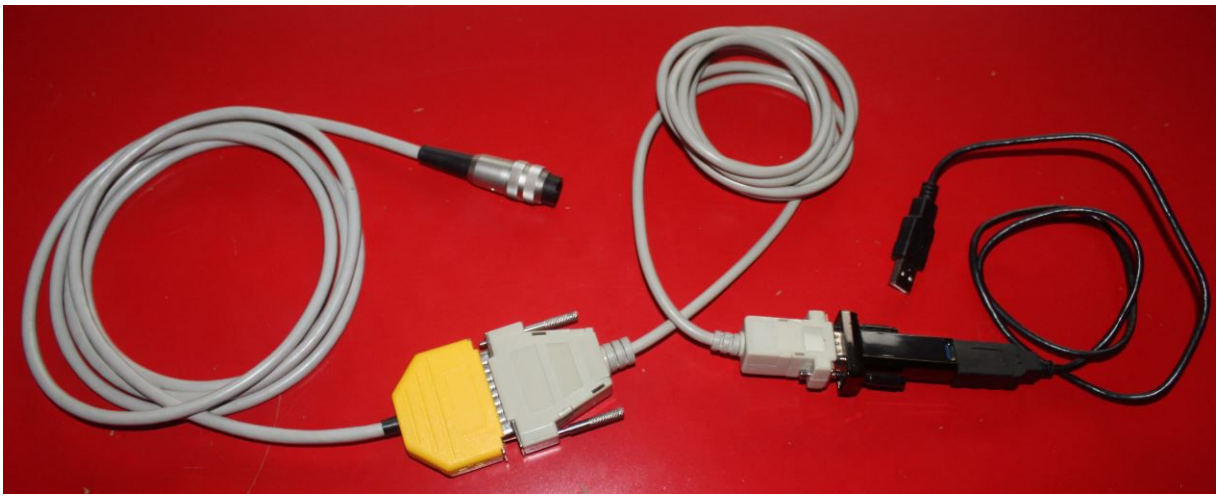
SW.1 Software für A46, Y54, D67, U82 und E85

PRO-TEST

Programmsystem
zur Steuerung unserer Prüfsysteme
mit PC oder Tablet.

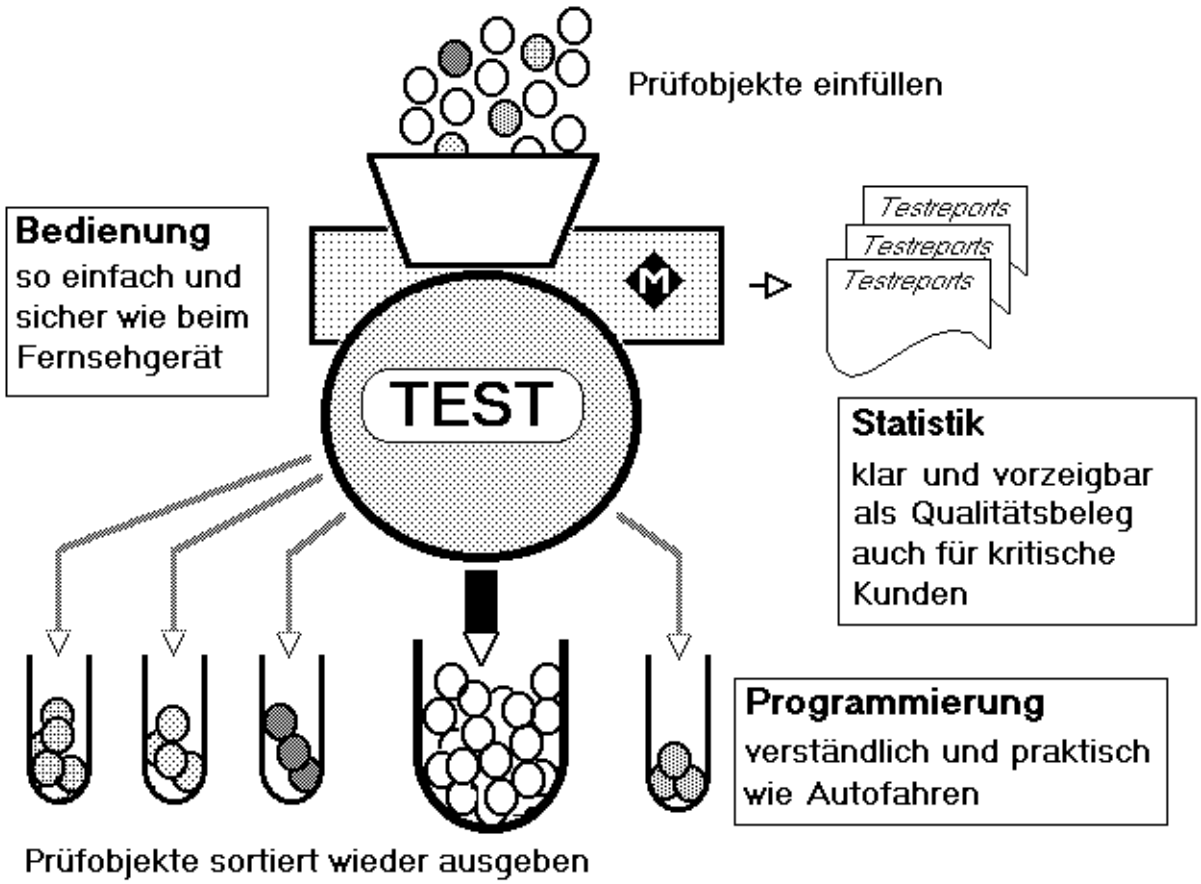
Mit Hilfe unseres PRO-TEST Programmsystems kann man ein Qualitätserfassungssystem aufbauen.
Das Prüfgerät wird dann vollständig ferngesteuert.





Über die eingebaute serielle Schnittstelle (COM) kann auch ein PC oder ein Tablet angekoppelt werden. Dazu liefern wir ein spezielles Anschlusskabel.
Die galvanische Trennung mit Optokopplern hier in dem gelben Stecker ist sehr wichtig. Denn Gasentladungsableiter generieren beim Zünden einen extrem steilen Impuls, der leicht einen PC zum Absturz bringen kann. Die Schnittstelle am Gerät ist sehr robust gegen Störimpulse.
Auf der PC-Seite ist ein USB2serial Converter, der den Betrieb am USB ermöglicht.

SW.2 Der ideale Testautomat



Programmierung ist naturgemäß die anspruchsvollste Tätigkeit, weil man wissen muss was man prüft und wie man das Ganze in einen Ablauf umsetzt. Mit Hilfe der Arbeitshilfen unter **TESTPROG** kann man dann leicht ein Testprogramm erstellen.

Bedienung des Systems mit Hilfe vorhandener Testprogramme ist dann einfach möglich auch durch angelernte Kräfte. Unter **TESTJOB** findet man verschiedene Wege, einen Testjob anzulegen und eine Testsession zu starten.

Statistik ergibt sich aus dern Vorgaben im Testprogramm. Im Arbeitsbereich **TESTDATA** kann man verschiedene Formen von Testreports aufrufen und ausgeben. Für beliebige weitere Auswertung und Darstellung kann man die Messergebnisse in ein Format exportieren, das von einem Tabellenkalkulationsprogramm gelesen werden kann.

Das PRO-TEST Programmsystem

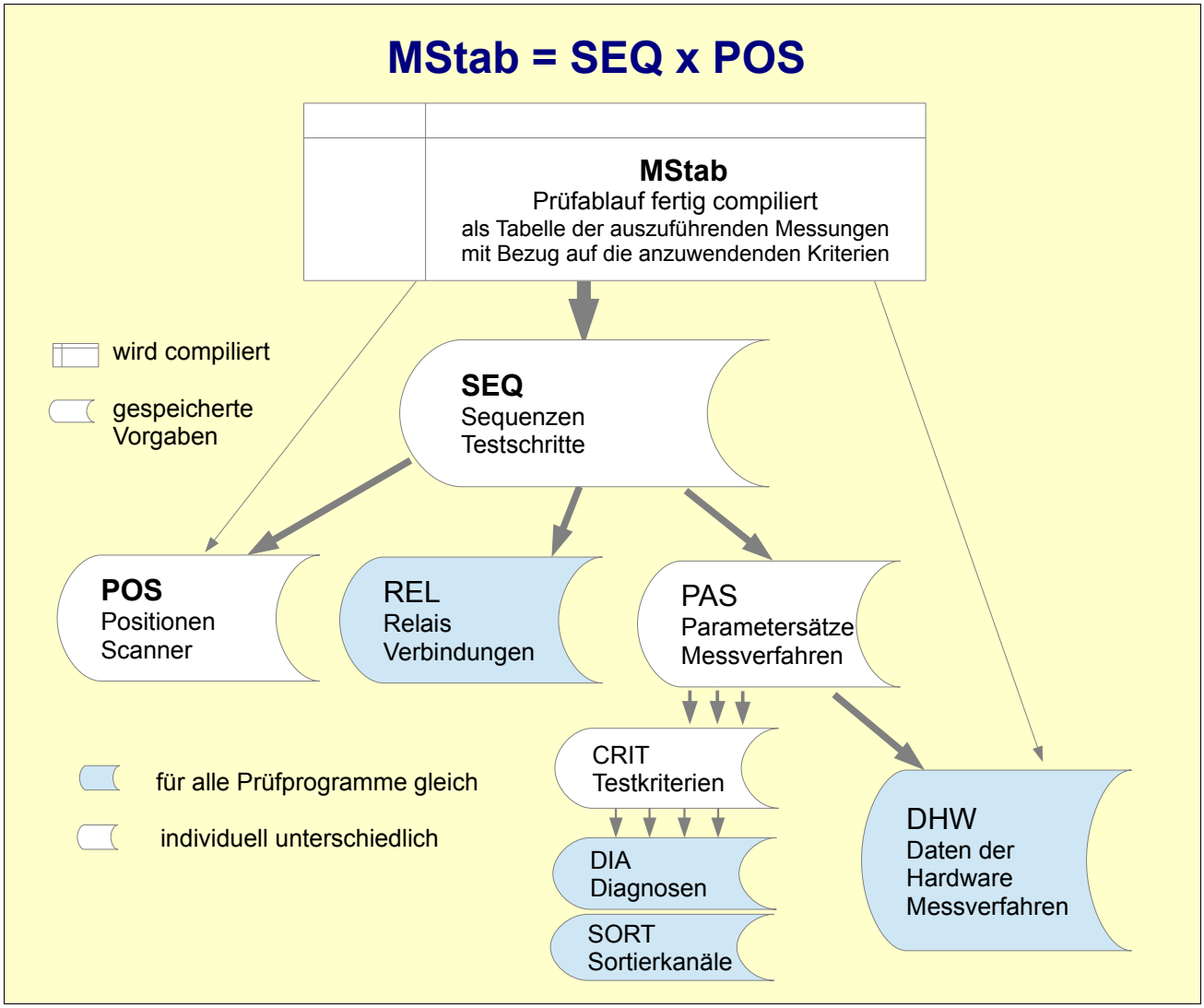
läuft unter Windows
ohne Installation
einfach durch Start des Programms
von Festplatte, USB-Stick oder Netzlaufwerk.

Die Software PRO-TEST kann auf beliebig vielen Computern betrieben werden und ist grundsätzlich kostenlos ebenso alle Updates.
Gerätelizenz:
Für die Ansteuerung eines Geräts mit einem Computer ist ein Verbindungskabel und eine Lizenz erforderlich, die einmalig bezahlt wird und zeitlich unbegrenzt gilt. Die Lizenz gilt für ein beliebiges Gerät des vereinbarten Typs und ist übertragbar zusammen mit dem Verbindungskabel.

Die aktuelle Version für das A46 ist auf unserer Website zum Download verfügbar.

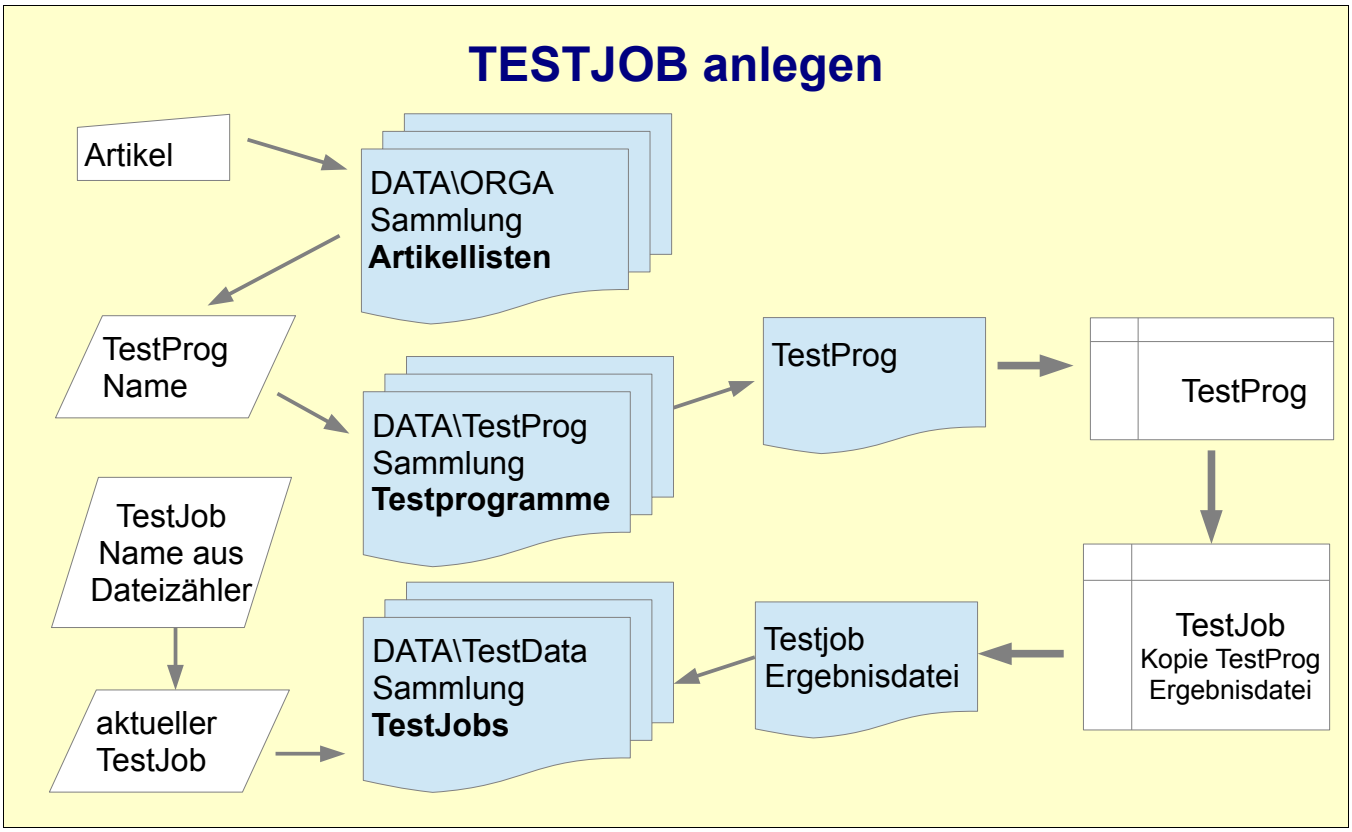
TESTPROG: Programmierung

Mit dem Testsystem liefern wir einige typische Testprogramme, die man mit wenigen Schritten modifizieren und an unterschiedliche Auslegungen des Prüfobjekts anpassen kann. Ausprobieren in einzelnen Prüfschritten, bei denen man die Prüfparameter bearbeiten kann und im kompletten Probelauf erproben kann man ohne Risiko.
Auf Wunsch übernehmen wir die Programmierung für Sie.



Der Benutzer spezifiziert den Testablauf in diversen Listen und das System erzeugt daraus den kompletten Prüfablauf **MStab**, der beim Test Schritt für Schritt abgearbeitet wird.
Das fertige Testprogramm kann dann in die Artikelliste eingetragen und einer Artikelnummer bzw. einem Artikel zugeordnet werden, der mit diesem Testprogramm geprüft werden soll.
Weitere Artikel, die auf gleiche Weise geprüft werden sollen, können dem gleichen Testprogramm zugeordnet werden. So spart man viel Arbeit.

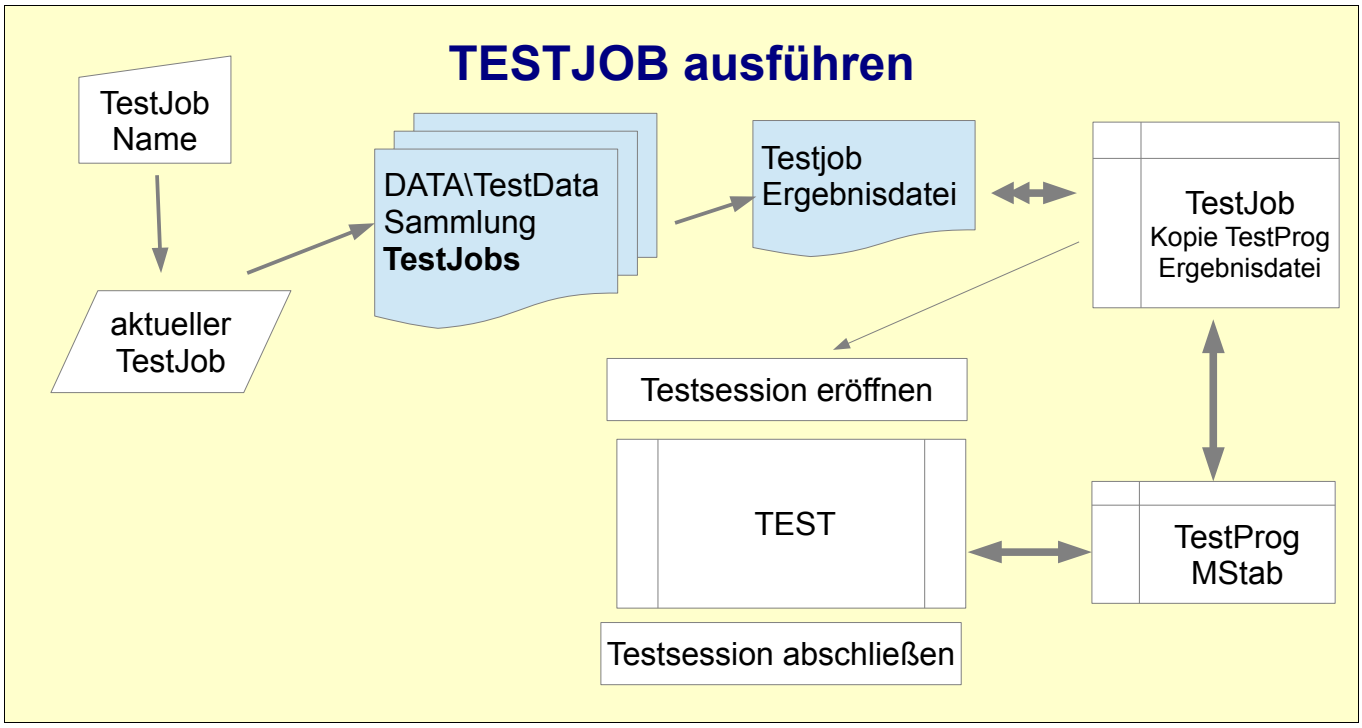
Testprogramm aus der Artikelliste aussuchen und Test starten.



Um einen Testjob zu definieren, braucht man das zugehörige Testprogramm, nach dem die Tests auszuführen sind und einen Dateinamen für den Testjob bzw. die Ergebnisdatei, in der die Ergebnisse erfasst werden.

Die Artikellisten helfen, das richtige Testprogramm zum Artikel zu finden.
Der Dateiname wird automatisch generiert mit dem Dateizähler.

Für die Ausführung des Tests reicht die Testjob-Datei völlig aus, das Testprogramm wird nicht mehr gebraucht.
Änderungen am Testprogramm, die nach der Erstellung des Testjobs gemacht wurden, beeinflussen die laufenden Testjobs nicht.
Änderungen am Testprogramm wirken sich erst bei der Anlage neuer Testjobs aus.



Testprogramm Prüfanweisung, kann für mehrere Testjobs gelten.
Testjob, Los ist definiert durch die Ergebnisdatei
Testsession, Test Testjob aufrufen und ausführen - mehrfach möglich.
Testlauf, Testblock Testprogramm (MStab) wird einmal vollständig abgearbeitet
Messung Ein Schritt innerhalb des Testblocks
Messwert Ein Zahlenwert, der in einer Messung erfasst wird.

Die Ergebnisse werden laufend in der Tabelle der Messwerte (MStab) erfasst aber erst zum Ende jedes Testlaufs gespeichert.

Verschiedene Reports

Ergebnisbericht für Kunden über die als gut abgelieferten Exemplare

MIKRO-M GmbH
- QIS -
Berndorfer Str. 16a
D-95349 Thurnau

Test Report
Date 14.04.2016 time 22:57:17
Report
Test System A46 Prüfkoffer

Testprogramm: LS10P230R00
Ergebnisdatei: A46-3049 vom 05.04.2015 um 02:11:33
Auftrag: **00155 test**
Artikelnr.: **LS10P230R00**

Magazine
3 Stck als gut befunden und ausgeliefert

Toleranzgrenzen
OK Uz-stat=184...288V
OK R line= ... 3.0ohm

Uz-stat Uz stat.

Messwerte	Mittelwert	Standardabweichung	min	Spannweite max
180	223V	+/- 21V	188V	277V

Histogramm fuer Uz-stat mit 180 Messwerten

...190V	2	1.11%	
190...200V	42	23.33%	
200...210V	21	11.66%	
210...220V	10	5.55%	
220...230V	19	10.55%	
230...240V	51	28.33%	
240...250V	18	10.00%	
250...260V	8	4.44%	
260...270V	4	2.22%	
270...280V	5	2.77%	
280...290V	0	0.00%	
290... V	0	0.00%	

R line R line

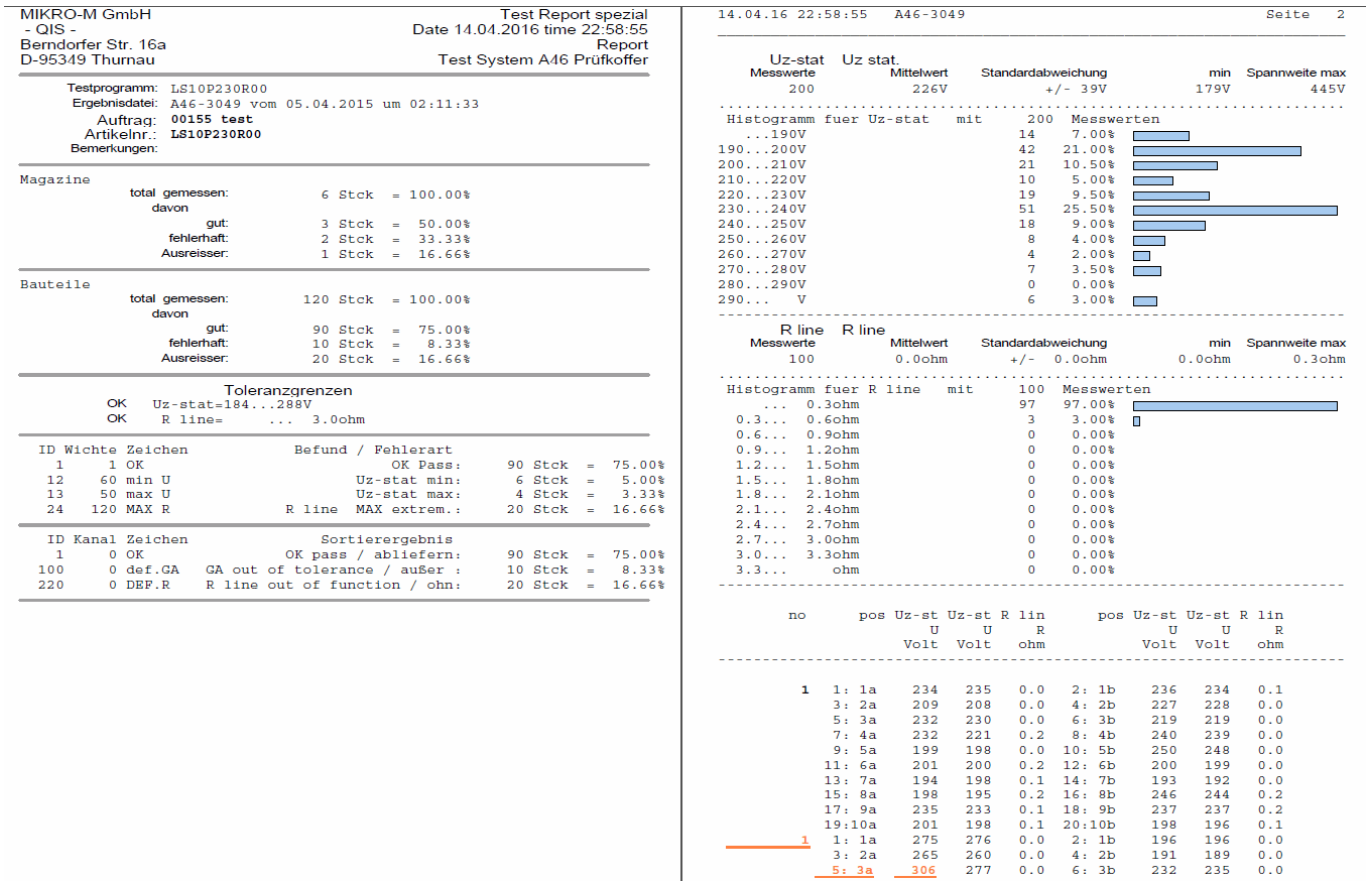
Messwerte	Mittelwert	Standardabweichung	min	Spannweite max
90	0.0ohm	+/- 0.0ohm	0.0ohm	0.3ohm

Histogramm fuer R line mit 90 Messwerten

... 0.3ohm	87	96.66%	
0.3... 0.6ohm	3	3.33%	
0.6... 0.9ohm	0	0.00%	
0.9... 1.2ohm	0	0.00%	
1.2... 1.5ohm	0	0.00%	
1.5... 1.8ohm	0	0.00%	
1.8... 2.1ohm	0	0.00%	
2.1... 2.4ohm	0	0.00%	
2.4... 2.7ohm	0	0.00%	
2.7... 3.0ohm	0	0.00%	
3.0... 3.3ohm	0	0.00%	
3.3... ohm	0	0.00%	

Unterschrift:

Umfangreicher interner Report mit allen geprüften Exemplaren



MIKRO-M GmbH
- QIS -
Berndorfer Str. 16a
D-95349 Thurnau

Test Report spezial
Date 14.04.2016 time 22:58:55
Report
Test System A46 Prüfkoffer

Testprogramm: LS10P230R00
Ergebnisdatei: A46-3049 vom 05.04.2015 um 02:11:33
Auftrag: 00155 test
Artikelnr.: LS10P230R00
Bemerkungen:

Magazine

total gemessen:	6 Stck	= 100.00%
davon		
gut:	3 Stck	= 50.00%
fehlerhaft:	2 Stck	= 33.33%
Ausreisser:	1 Stck	= 16.66%

Bauteile

total gemessen:	120 Stck	= 100.00%
davon		
gut:	90 Stck	= 75.00%
fehlerhaft:	10 Stck	= 8.33%
Ausreisser:	20 Stck	= 16.66%

Toleranzgrenzen

OK Uz-stat=184...288V
OK R line= ... 3.0ohm

ID	Wichte	Zeichen	Befund / Fehlerart			
1	1	OK	OK Pass:	90	Stck	= 75.00%
12	60	min U	Uz-stat min:	6	Stck	= 5.00%
13	50	max U	Uz-stat max:	4	Stck	= 3.33%
24	120	MAX R	R line MAX extrem.:	20	Stck	= 16.66%

ID	Kanal	Zeichen	Sortierergebnis			
1	0	OK	OK pass / abliefern:	90	Stck	= 75.00%
100	0	def.GA	GA out of tolerance / außer :	10	Stck	= 8.33%
220	0	DEF.R	R line out of function / ohn:	20	Stck	= 16.66%

14.04.16 22:58:55 A46-3049 Seite 2

Uz-stat Uz stat.

Messwerte	Mittelwert	Standardabweichung	min	Spannweite max
200	226V	+/- 39V	179V	445V

Histogramm fuer Uz-stat mit 200 Messwerten

...190V	14	7.00%	
190...200V	42	21.00%	
200...210V	21	10.50%	
210...220V	10	5.00%	
220...230V	19	9.50%	
230...240V	51	25.50%	
240...250V	18	9.00%	
250...260V	8	4.00%	
260...270V	4	2.00%	
270...280V	7	3.50%	
280...290V	0	0.00%	
290... V	6	3.00%	

R line R line

Messwerte	Mittelwert	Standardabweichung	min	Spannweite max
100	0.0ohm	+/- 0.0ohm	0.0ohm	0.3ohm

Histogramm fuer R line mit 100 Messwerten

... 0.3ohm	97	97.00%	
0.3... 0.6ohm	3	3.00%	
0.6... 0.9ohm	0	0.00%	
0.9... 1.2ohm	0	0.00%	
1.2... 1.5ohm	0	0.00%	
1.5... 1.8ohm	0	0.00%	
1.8... 2.1ohm	0	0.00%	
2.1... 2.4ohm	0	0.00%	
2.4... 2.7ohm	0	0.00%	
2.7... 3.0ohm	0	0.00%	
3.0... 3.3ohm	0	0.00%	
3.3... ohm	0	0.00%	

no	pos	Uz-st U Volt	Uz-st U Volt	R lin R ohm	pos	Uz-st U Volt	Uz-st U Volt	R lin R ohm
1	1: 1a	234	235	0.0	2: 1b	236	234	0.1
	3: 2a	209	208	0.0	4: 2b	227	228	0.0
	5: 3a	232	230	0.0	6: 3b	219	219	0.0
	7: 4a	232	221	0.2	8: 4b	240	239	0.0
	9: 5a	199	198	0.0	10: 5b	250	248	0.0
	11: 6a	201	200	0.2	12: 6b	200	199	0.0
	13: 7a	194	198	0.1	14: 7b	193	192	0.0
	15: 8a	198	195	0.2	16: 8b	246	244	0.2
	17: 9a	235	233	0.1	18: 9b	237	237	0.2
	19:10a	201	198	0.1	20:10b	198	196	0.1
1	1: 1a	275	276	0.0	2: 1b	196	196	0.0
	3: 2a	265	260	0.0	4: 2b	191	189	0.0
	5: 3a	306	277	0.0	6: 3b	232	235	0.0

Datenexport

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	A46-3049			POS:	1: 1a	1: 1a	1: 1a	2: 1b	2: 1b	2: 1b	3: 2a	3: 2a	3: 2a
2					Uz-stat+	Uz-stat-	R line	Uz-stat+	Uz-stat-	R line	Uz-stat+	Uz-stat-	R line
3					U	U	R	U	U	R	U	U	R
4	DATE	TIME	NO		Volt	Volt	ohm	Volt	Volt	ohm	Volt	Volt	ohm
5													
6	23.08.07	10:47:40	1	OK	234	235	0	236	234	0,1	209	208	0
7	23.08.07	10:48:30	1	min U	275	276	0	196	196	0	265	260	0
8	23.08.07	10:49:36	2	min U	277	276	0	196	195	0	267	260	0
9	23.08.07	10:50:44	101	OK	235	234	0	236	234	0	210	209	0
10	23.08.07	10:51:14	102	OK	235	234	0	237	235	0	209	208	0
11	05.04.15	02:11:00	3	MAX R	204	203	395,5	208	204	395,5	243	239	395,5

Export der Messergebnisse in ein Format, das von einem Tabellenkalkulationsprogramm gelesen werden kann.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

Impressum....2
SM. Alles wird smart....3
Überspannungsimpulse....4
Überspannungsschäden....5
Predictive Maintenance....6
Prüfplan Überspannungsschutz....7
Überspannungsschutz wartungsgerecht aufbauen....8
Bei vielpoligen Signal- und Telekommunikationsanschlüssen....9
Im Niederspannungsnetz....10
Benutzen Sie den Leitfaden als Nachschlagewerk:....11
P. Überspannungsschutz....12
P.1 Indizien für fehlenden oder fehlerhaften Überspannungsschutz....13
P.2 Smart Building, die Gefährdung....14
P.3 Potentialausgleich, die Abhilfe....17
P.4 Heimliche Schäden, Instandhaltung....18
K. Kriterien für Auslegung und Beurteilung....21
K.1 Schutzfunktion....22
K.1.1 Die zu erwartenden Überspannungen....22
K.1.2 Die Schädigungsgrenze....23
K.2 Normalbetriebsverhalten....24
K.2.1 Unangebrachtes Ansprechen....24
K.2.2 Isolationswiderstand....24
K.2.3 Längsimpedanz, Einfügungsdämpfung....25
K.2.4 Eigenkapazität....25
K.2.5 Löschverhalten....25
K.3 Ableitvermögen....26
K.4 Konstruktion....26
M. Motivation, Arten der Prüfung....27
M.1 Typzulassung....27
M.2 Laufende Qualitätsüberwachung....27
M.3 Laufende Überwachung im Einsatz....28
A. Ableiter, Komponenten....29
A.1 Gasentladungsableiter....31
A.1.1 Aufbau....33
A.1.2 Schutzfunktion....34
A.1.3 Kennlinie....36
A.1.4 Schäden: Fehler erkennen....37
A.1.5 Toleranzen gängiger Gasentladungsableiter....40
A.1.6 Der Dunkeleffekt, die Erstzündverzögerung....41
A.1.7 Der 3-Elektroden Ableiter....42

A.2 Luftfunkenstrecke....44
A.3 ZnO-Varistoren....46
A.3.1 Aufbau....46
A.3.2 Schutzfunktion....46
A.3.3 Kennlinie....48
A.3.4 Fehler erkennen....49
A.3.5 Toleranzen gängiger ZnO-Varistoren....50
A4 Schutzdioden....51
B. Schutzschaltungen....52
B.1 Parallelschaltung....53
B.2 Serienschaltung Varistor und Gasentladungsableiter....54
B.3 Varistor mit LED-Anzeige....55
B.4 Y-Schaltung....56
B.5 Staffelschutz....57
B.5.1 Staffelschutz einfach....57
B.5.2 Staffelschutz differentiell....60
B.5.3 Eine spezielle Lösung für Hochfrequenz....61
T. Prüftechnik....62
T.1 Ansprechspannung....63
T.1.1 Uz-stat....64
T.1.2 Uvdr....65
T.2 Uz-dyn, uas....66
T.2.1 Ansprechstoßspannung....67
T.2.2 Blitzstoßspannung....68
T.3 Up-dyn, dynamischer Funktionstest....69
T.3.1 Staffelschutz....69
T.3.2 Staffelschutz differentiell....71
T.4 dynamisches Messen mit dem Oszilloskop....72
T.5 Risol, Isolationswiderstand....73
T.6 Re Entkopplungswiderstand....74
T.6.1 Messung mit konstantem Strom....74
T.6.2 Messung mit Halbbrücke....74
T.7 Hf messung....75
T.7.1 Hf dB Dämpfungsmessung....75
T.7.2 Hf C Kapazitätsmessung....76
S Prüfstrategie....77
S.1 Prüfstrategie in der Instandhaltung....77
S.1.1 Unterschiedliche Level....78
S.1.2 Was und wie soll man prüfen....80
S.1.3 Magazine, ein Ableiter kommt selten allein....81
S.1.3.1 Kostenbetrachtung zum A46....82
S.1.4 Powerschutz im Niederspannungsnetz....85
S.1.5 Predictive Maintenance....86
Überspannungsimpulse....86
Prüfplan Überspannungsschutz....88
S.1.6 Überspannungsschutz für besondere Sicherheitsanforderungen....89
S.2 Prüfstrategie in der Fertigung....90

S.2.1 Prüfsysteme und Kosten....92
S.2.1.1 Testsysteme mit manueller Zufuhr....93
S.2.1.2 Drehteller....94
S.2.1.3 Magazine....95
S.2.1.4 Roboter....95
S.2.1.5 Integrierte Prüfung....96
S.2.1.6 Vollautomatische Test- und Sortiersysteme für Schüttgut....97
HW. Geräte....98
K73a Ableitertester Handgerät....100
K73.1 Funktion....101
K73.2 Anwendung....102
K73.3 Technische Daten....104
A46 Prüfkoffer für Magazine....106
A46.1 Funktion....106
A46.2 Anwendung....107
A46.3 Technische Daten....109
Y54 Tischgerät für Ableiter....110
Y54.1 Funktion....110
Y54.2 Anwendung....110
Y54.3 Technische Daten....111
D67 dynamischer Test....112
D67.1 Funktion....112
D67.2 Anwendung....113
D67.3 Technische Daten....114
U82 Tischgerät universell....115
U82.1 Funktion....116
U82.2 Anwendung....116
U82.3 Technische Daten....117
AD82 Adapter....118
E85. kompakter Prüfautomat....121
Verschiedene Bauformen....122
Blockbild....123
Messkreise....124
ADAPTER....125
MS. Das modulare System....126
SW. PRO-TEST....129
SW.1 Software für A46, Y54, D67, U82 und E85....129
SW.2 Der ideale Testautomat....130
Inhaltsverzeichnis....137
Produkte....140

Produkte

Prüfgeräte für mobilen Test in der Instandhaltung

K73	Ableitertester für Überspannungsableiter im Niederspannungsnetz
BT73K	Bereitschaftstasche für K73
SC73K	Bereitschaftskoffer für K73
AD19FGH	Adapterstecker für Gasentladungsableiter
PK200	Prüfkabel Set HV 4mm Silikon lötkolbenfest
A46	Prüfkoffer mobil mit Batteriebetrieb
AD46LE10r	Adaptereinsatz steckbar für LSA-plus 10 DA mit Widerstandsmessung
AD46ID3000	Adaptereinsatz Nadelbett für ID3000-MAGAZINE 8 und 10DA
AD46TL71	Adaptereinsatz Nadelbett für Trennleiste 71 mit 4 und 5 DA

Prüfgeräte für umfassende Prüfungen

Y54	Tischgerät / auch als Prüfkoffer
D67	Tischgerät / auch als Prüfkoffer

Prüfstationen für automatisierte Prüfungen in der Fertigung

U82	Universeller Testautomat, Prüfstation modular auch für den Test von Staffelschutz
E85	Testautomat, Prüfplatz modular speziell für den Test von Komponenten und kleinen Schaltungen
AD81...	Prüfadapter System passend zu U82 und E85

mehr Produkte und Information auf unserer Website PRODUKTE

www.MIKRO-M.de

Prüfautomaten für den Überspannungsschutz

Überspannungsschutz prüfen

- ✔ **schnell,**
- ✔ **einfach und**
- ✔ **gründlich.**

mit **Prüfautomaten** von **MIKRO-M**

Wissen Sie was ein **AFU***tester* ist?
Möchten Sie wissen was ein **AFU***tester* ist?

www.AFUtester.info