

Isolationsprüfungen: Das sollte man beachten !

Um die einwandfreie Funktion und die Sicherheit von elektrischen Geräten und Anlagen sicherzustellen, müssen die Leiter gegeneinander isoliert sein. Kabel erhalten eine Kunststoff-Umhüllung, Wicklungen werden lackiert, Leiterplatten in Schutzlack getaucht. Lässt die Güte der Isolierung durch Beschädigung, Beanspruchung oder Alterung mit der Zeit nach, fließen Leck- bzw. Kriechströme von Leiter zu Leiter oder gegen Erde. Sie verursachen je nach Stärke, Kurzschlüsse bzw. mehr oder weniger hohe Fehler-/ Berührungsspannungen oder führen zu Bränden. Um Sicherheitsrisiken durch unzureichende oder defekte Isolierungen auszuschließen, muss man die Güte der Isolation mit geeigneten Messgeräten nachweisen. Das gilt sowohl für elektrische Geräte als auch für die gesamte Elektroanlage, an die sie angeschlossen sind. Die Messungen sind an neuen und instandgesetzten Geräten oder Anlagen vor ihrer Inbetriebnahme durchzuführen. Zur Früherkennung von Alterungsschäden sind sie anschließend, Idealerweise in regelmäßigen Wartungsintervallen durchzuführen.

Messung der Spannungsfestigkeit und des Isolationswiderstands

Da diese beiden Begriffe oft durcheinander gebracht werden, eine kurze Erklärung.

■ **Die Durchschlagsspannungsfestigkeit**, im Allgemeinen meist nur "Spannungsfestigkeit" genannt oder als "Prüfspannung" angegeben, bezeichnet die Fähigkeit eines Isolierwerkstoffs während einer bestimmten Dauer einer bestimmten Überspannung standzuhalten, ohne dass ein Durchschlag erfolgt. In der Praxis kann diese gelegentliche Überspannung z.B. durch Blitzeinschlag in die Freileitung oder durch Induktionsspannungen erzeugt werden. Durch die Prüfung der Spannungsfestigkeit wird sichergestellt, dass die Anlage / das Gerät die in den Normen und Vorschriften geforderten Luft- und Kriechstrecken einhält. Der mit dem Hochspannungsprüfgerät ermittelte Wert der Spannungsfestigkeit wird in kV (Kilovolt) angegeben. Die Prüfung wird meist mit einer Wechselspannung (AC) von 500 V bis einige 1000V durchgeführt und stellt einen Belastungstest dar. Bei nicht Bestehen führt die Prüfung, je nach abgegebener Leistung des Prüfgeräts, zu mehr oder weniger umfangreichen Beschädigungen bzw. Zerstörung des Prüflings.

Sie darf daher nur an neuen oder instandgesetzten Geräten/Anlagen durchgeführt werden.

■ Die Messung des Isolationswiderstands

Als Hilfsspannung dient eine Gleichspannung (DC), zwischen mehreren 10 V bis einige 1000V. Der bei der Messung durch den Prüfling fließende Strom (mA- μ A-nA-pA) wird dabei als Widerstandswert in k Ω , M Ω , G Ω oder T Ω ausgegeben und ist das Maß für die Güte der Isolation zwischen den Messanschlussstellen.

Er zeigt, wie groß die Gefahr der Bildung von Kriechstrecken ist.

Diese Messung ist bei ordnungsgemäßer Anwendung zerstörungsfrei. Sie wird deshalb für die Früherkennung von sich anbahnenden Isolationsmängel im Rahmen der vorbeugenden Wartung an Geräten und Anlagen benutzt.

Worauf muss man achten?

Grundsätzlich gilt: der Prüfling muss **SPANNUNGSFREI** sein! – andernfalls könnte es durch Spannungsüberlagerung (Netzspannung/Prüfspannung) zu Beschädigungen an Prüfgerät oder Prüfling kommen.

Bei Isolationsmessungen gegenüber Erde empfiehlt es sich den Pluspol der Prüfspannung auf Erde zu legen, um bei aufeinanderfolgenden Prüfungen Einflüsse durch eine negative Vorspannung der Erde zu vermeiden.

Die jeweils gültigen Normen für Geräte und Anlagen schreiben die Prüfspannungen und die jeweils geforderten Isolationswiderstände vor.

Einflussfaktoren

Folgende Parameter beeinflussen die Messung von Isolationswiderständen ganz erheblich:

■ **Die Feuchtigkeit** beeinträchtigt die Güte der Isolation je nach Beschaffenheit und Verschmutzungsgrad der Isolation. Es ist stets darauf zu achten, dass Isolationsmessungen nicht bei hoher Luftfeuchte oder Temperaturen unterhalb des Taupunktes durchgeführt werden.

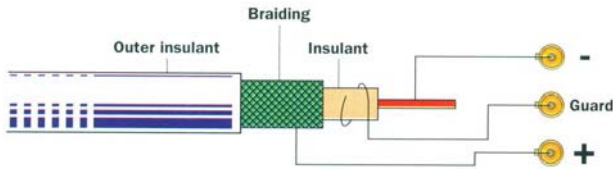
■ **Die Temperatur** bewirkt eine quasi exponentielle Veränderung des Isolationswiderstands vieler Isoliermaterialien. Bei Wartungsarbeiten an z.B.: Elektromotoren sollte man die Messungen deswegen stets unter gleichen Temperaturbedingungen vornehmen.

■ **Verschmutzung / Oberflächenleitfähigkeit** beeinträchtigt die Messqualität bei sehr guten Isolatoren erheblich. Es ist stets darauf zu achten, dass Isolationsmessungen in solchen Fällen mit Guard –Technik gemessen werden.

Methoden zur Reduzierung von Einflüssen

■ Die Guard-Technik — Präzise Messung sehr großer Isolationswiderstände

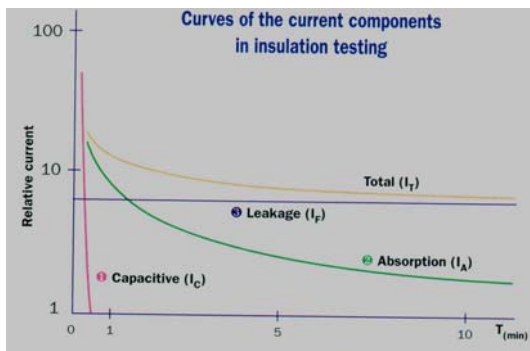
Bei guten Isolatoren (über $1\text{G}\Omega$) werden die Messungen durch Oberflächen-Kriechströme, bedingt durch Feuchtigkeit, Staub oder Verschmutzung stark verfälscht. Für eine richtige Messung muss daher der Einfluss der Oberflächenströme ausgeschaltet werden - man benutzt dafür die Guard-Technik. Dazu schließt man den Prüfling dreipolig an das Prüfgerät an. Die Klemmen «+» und «-» wie bekannt und ergänzend den Guard-Anschluss an einen Punkt des Prüflings über den vermutlich Oberflächenkriechströme abfließen die nichts mit der eigentlichen Isolierwirkung zu tun haben, z.B.: die Oberfläche der Kabelisolierung, der Lackschicht von Transformatorwicklungen etc. Durch diese Maßnahme werden störende Parallelströme zu Masse abgeleitet ohne die Messung zu verfälschen.



Durch Verwendung der Guard-Technik lassen sich Messungen hoher Isolationswiderstände erheblich präzisieren!

■ Auswertung des zeitlichen Verlaufs des Isolationswiderstands

Betrachtet man den zeitlichen Verlauf der verschiedenen Stromkomponenten bei einer Isolationsmessung so erkennt man gewisse Zusammenhänge die sich nutzen lassen.



Zeitlicher Verlauf der Ströme bei einer Isolationsmessung

(Axe Y:) Relativer Strom

Gesamtstrom (I_{ges})

(Axe X:) $T_{(min)}$

(1) kapazitiver Strom (I_K)

(2) Absorptionsstrom (I_A)

(3) Leckstrom (I_L)

Kurve (1) : Kapazitiver Strom fließt bei Anlegen der Spannung bis die Kapazität des Prüflings "geladen" ist, fällt sehr schnell ab und ist gegenüber dem, eigentlich interessanten Leckstrom I_L vernachlässigbar.

Kurve (2) : Dielektrische Absorptionsstrom fällt viel langsamer ab, bewirkt die Umorientierung der Moleküle, die das Dielektrikum bilden, was naturgemäß etwas mehr Zeit beansprucht.

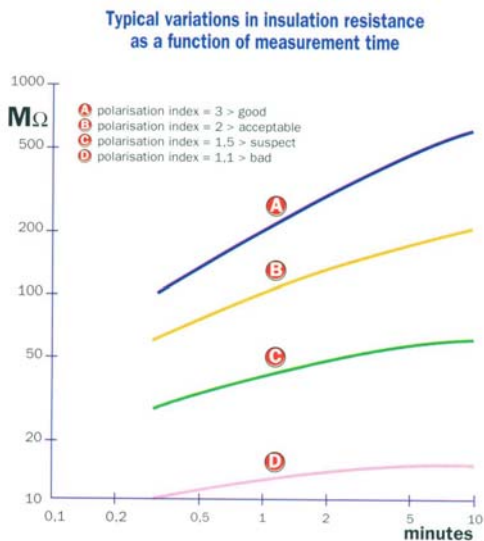
Kurve (3) : Diese Kurve beschreibt den **Leckstrom**, der über die Isolierung abfließt und das eigentlich Messziel ist.

Liegt die Prüfspannung am Prüfling während einiger Zeit an, können zwei Fälle eintreten:

a. Die Isolierung ist einwandfrei (Isolierwerkstoff in Ordnung, sauber und trocken). In diesem Fall ist der Leckstrom gering und die Messung stark vom kapazitiven Strom und dielektrischen Absorptionsstrom beeinflusst. Je länger die Prüfspannung anliegt, um so mehr wird der Isolationswiderstand steigen, da beide Ströme mit der Zeit abnehmen. Bei alten Isolierstoffen (Lack, Isolierpapier etc.) kann das bis zu 15 Minuten dauern, neue Materialien (z.B. Epoxydharz/Glimmer oder Polyesterharz/Glimmer) stabilisiert sich bereits nach 2 bis 3 Minuten.

b. Die Isolierung ist schlecht (Werkstoff gealtert, rissig, verschmutzt und feucht). Hier misst man einen hohen Leckstrom, der den kapazitiven und dielektrischen Absorptionsstrom weit übersteigt. Der gemessene Gesamtstrom geht nur geringfügig zurück und erreicht schnell ein stabiles Niveau.

Durch zeitliche Analyse des Widerstandsverlaufs und Berechnung der Koeffizienten «PI» und «DAR» kann man sehr nützliche Hinweise auf den Zustand der Isolation, z.B.: für die vorbeugende Wartung erhalten.



Typische Veränderung des Isolationswiderstands über der Zeit

(Axe Y:) MΩ (A) Polarisationsindex = 3 --> gut
 (Axe X:) Minuten (B) Polarisationsindex = 2 --> annehmbar
 (C) Polarisationsindex = 1,5 --> bedenklich
 (D) Polarisationsindex = 1,1 --> schlecht

Für den **Polarisationsindex (PI)** teilt man den nach 10 Minuten gemessenen Wert durch den Messwert nach der ersten Minute.

Wie bereits erwähnt, zeichnen sich neuere Isolierwerkstoffe durch eine schnellere Abnahme des dielektrischen Absorptionsstroms aus, d.h. die Messung stabilisiert sich schneller. Das «**Dielectric Absorption Ratio (DAR)**» (dielektrisches Absorptionsverhältnis) berücksichtigt daher das Verhältnis, Messwert nach 1 Minute durch Wert nach 30 Sekunden und gibt schneller Aufschluss über den Zustand neuer Isolierwerkstoffe.

DAR = $R_{\text{isol nach 1 min}} \div R_{\text{isol nach 30 s}}$	
Falls DAR < 1,25	Ungenügend
Si DAR < 1,6	Gut
Si DAR > 1,6	Hervorragend

Moderne Messgeräte, wie das C.A 6545/C.A 6547 von **Chauvin Arnoux** bieten neben großen Messbereichen und variablen Prüfspannungen auch Guard-Technik und Relativwert-Messfunktionen (DAR und Polarisations-Index PI).



Nähere Informationen bei:

CHAUVIN ARNOUX Ges.m.b.H
 Slamastraße 29/1/3
 A-1230 Wien
 Tel.: 01- 61 61 9 61
 Fax: 01- 61 61 9 61 61
 e-mail: vie-office@chauvin-arnoux.at
 http: www.chauvin-arnoux.at