

Von John Backes

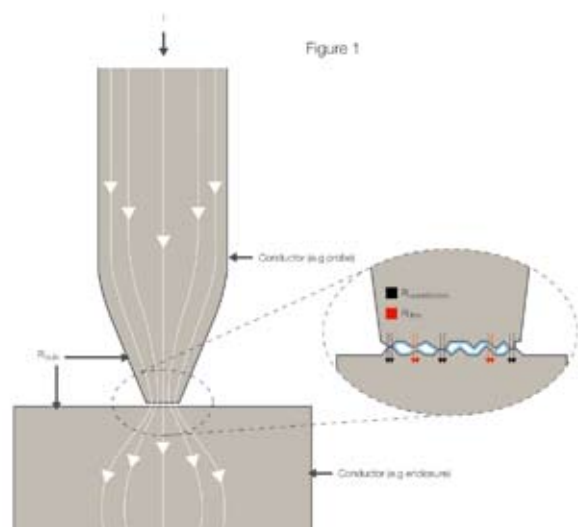
AKTUELLE BETRACHTUNGEN ZUR MESSUNG DES SCHUTZLEITER- WIDERSTANDES

John Backes, Produktmanager bei Rigel Medical, einer Tochter der Seaward Group, erörtert die Verwendung eines Prüfstroms von 25 A - bzw. 200 mA bei der Überprüfung des Schutzleiterwiderstandes an medizinischen elektrischen Geräten.

Die Debatte über die zweckmäßigste Stromstärke zur Überprüfung des Schutzleiterwiderstandes an Medizinprodukten wird in der medizinischen Industrie seit vielen Jahren geführt. In der Vergangenheit wurde ein höherer Prüfstrom von 25 A oder 10 A auf Grundlage der IEC 60601-1 favorisiert in der Annahme, dass mit diesen bestehende Schäden an Schutzleitern am besten erkannt werden können.

Als vorwiegend noch analoge Instrumente zur Messung eines niedrigen Widerstandes herangezogen wurden, war es oft notwendig, hohe Prüfströme für die Erzeugung eines ausreichenden Spannungsabfalls zu verwenden, um letztlich die erforderliche Nadelauslenkung zu erreichen.

Die moderne Elektronik und Digitaltechnik macht diese Messmethode überflüssig: In jüngster Zeit wird – im Zuge der Weiterentwicklung von Handheld-Messgeräten – ein verringerter Prüfstrom von 1 A oder weniger vorgezogen, weil mit diesem jegliches Risiko eines Schadens am Prüfling ausgeschlossen werden kann.



Tatsächlich haben beide Prüfströme ihre Vorzüge. Verschiedene internationale Standards für die Überprüfung medizinischer elektrischer Geräte empfehlen die Verwendung einer Vielfalt an Prüfströmen von 200 mA bis 25 A. Jedoch spezifizieren die meisten europäischen Normen heute für routinemäßige Prüfungen sowie für Tests nach der Reparatur nicht-medizinischer Geräte und ortsfester Anlagen einen Prüfstrom von 200 mA.

Schutzleiterwiderstände beugen Stromschlägen vor, in dem sie den Durchfluss von Strom bei Fehlfunktionen ermöglichen. Bei elektrischen Geräten der Klasse I muss der Schutzleiterwiderstand einen ausreichend niedrigen Wert haben, um zu verhindern, dass das Spannungspotential an externen Metallteilen ansteigt und bei Stromschlag eine Gefahr für Leib und Leben darstellt.

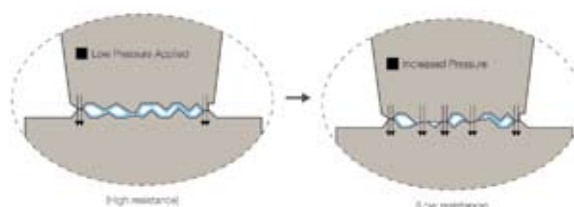
Eine Vielzahl nationaler und internationaler Normen und Vorschriften definiert die maximale Größe des Schutzleiterwiderstandes und die Vorsichtsmaßnahmen, die im Zusammenhang mit medizinischen Geräten zu treffen sind. Diese sind wesentlich umfangreicher als jene, die für industrielle und kommerzielle elektrische Geräte gelten. Diese Standards legen nicht nur die maximalen Widerstandswerte fest, sondern auch den Prüfstrom, die Leerlaufspannung und die Dauer einer Prüfung. Es gelten unterschiedliche Testkriterien in Bezug auf die Phase im Produktzyklus wie Planung, Konformitätsprüfung, Fertigung oder Prüfung im Servicefall.

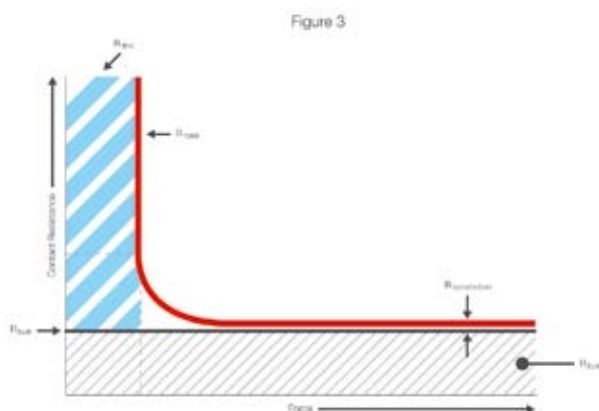
Bei jedem elektrischen Gerät ist davon auszugehen, dass der Schutzleiter von einer Reihe flexibler Kabel unterschiedlicher Länge gebildet wird, bis der Netzanschluss erreicht wird. Es ist weiterhin möglich, dass auf dieser Strecke Elemente wie Schalter oder Relais eingebunden sind. Folglich setzt sich der Gesamtwiderstand des Schutzleiters aus den beteiligten Leiter- und Kontaktwiderständen zusammen. Beide Widerstandstypen können Unter-

schiede bei der Testmethode, den verwendeten Strömen und Spannungen sowie bei der Messdauer implizieren.

Figure 1 illustriert die verschiedenen Widerstandsarten, die den Gesamtwiderstand ergeben. Der Leitungswiderstand ist abhängig vom Material, von der Geometrie und der Länge des Leiters. Dieser Wert kann weitgehend als konstant betrachtet werden, obwohl er von der Temperatur und in einigen Fällen auch von mechanischer Druckbelastung abhängig ist. Dagegen ist der Kontaktwiderstand eine variable Größe, die an der Kontaktfläche zwischen zwei leitenden Oberflächen entsteht. Der Kontaktwiderstand wird bestimmt durch die Kontaktfläche, durch Oberflächenfilme sowie durch die Anpresskraft an den Kontaktpunkten. Eine sorgfältige Untersuchung der Kontaktflächen zeigt, dass zunächst glatt erscheinende Oberflächen bei mikroskopischer Betrachtung stark zerklüftet sind. Daher berühren sich zwei aneinander liegende Oberflächen tatsächlich nur, wenn beiderseitig erhabene Elemente aufeinander treffen. Somit ist die reale Kontaktfläche wesentlich kleiner, als zunächst scheint. Unter diesen Umständen entsteht ein zusätzlicher „Engstellen-Widerstand“ an den Punktkontakten, den der Strom überwinden muss. Ein weiterer „Film-Widerstand“ entsteht zwischen den Kontaktflächen durch Oxide und Verschmutzungen, die einen höheren Widerstand als das Leitermaterial aufweisen. Der Engstellen-Widerstand lässt sich durch einen erhöhten Anpressdruck zwischen den Kontaktflächen verringern (Figure 2).

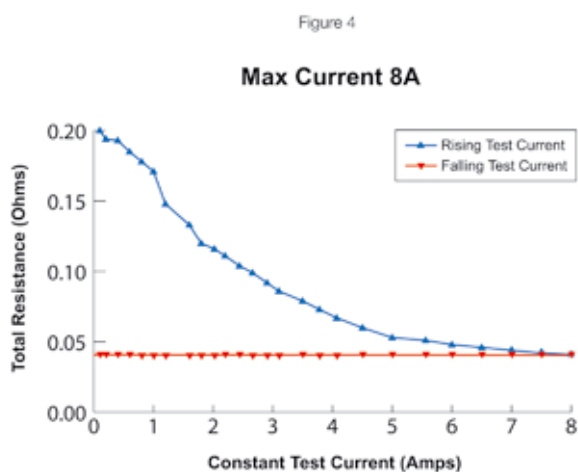
Figure 2





Der Film-Widerstand kann durch Reinigung der Oberflächen zwischen den beiden Kontakten verringert werden. In der Regel tritt die Oxidation sofort nach Reinigung der Flächen wieder auf. Figure 3 veranschaulicht die Auswirkungen auf den Gesamtwiderstand durch eine Verringerung des Engstellen-Widerstandes.

Im Unterschied zum Film-Widerstand werden der Engstellen-Widerstand und somit auch der Gesamtwiderstand durch die Erhöhung des Anpressdrucks zwischen den beiden Kontaktflächen verringert. Labortests belegen, dass die Stärke des über die Kontaktpunkte fließenden Stroms den Film-Widerstand beeinflusst. In Figure 4 sieht man den Einfluss des Film-Widerstandes auf den Teststrom in Verbindung mit einer gängigen IEC-Leitung. In jeder Phase der Prüfung wurde der Teststrom erhöht und der



Gesamtwiderstand gemessen. Steigt der Teststrom an (blau = steigend), verringert sich als Folge der Film-Widerstand. Im vorliegenden Test wurde der Film-Widerstand bei einem Teststrom von 8 A vollständig eliminiert. Anschließend wurde der Teststrom schrittweise verringert (rot = fallend). Die Prüfungen zeigen, dass der einmal überwundene Film-Widerstand die weitere Messung nicht mehr beeinträchtigte.

Während der gesamten Prüfungen wurde sowohl der Leiterwiderstand als auch der Engstellen-Widerstand konstant gehalten.

Die verschiedenen Widerstandsarten können daher erhebliche Auswirkungen auf die Ergebnisse haben, die aus den unterschiedlichen Prüfströmen resultieren. Daraus folgt, dass die Größe des Prüfstroms die Messung beeinflusst, wenn ein Film-Widerstand in Betracht gezogen wird.

Autor:

John Backes

Produktmanager Rigel Medical,

England-Repräsentant der Arbeitsgruppe 14 /

IEC-Unterausschuss 62A

„Allgemeine Aspekte zur elektrischen Ausrüstung in der medizintechnischen Praxis“

E-Mail: sales@seaward.co.uk