

PROMET SE | SMO APPLIKATION



PROMET Präzisions-Widerstandsmessgeräte Qualität elektrischer Verbindungen – Leitfaden zur Niederohmmessung

Dipl.-Ing. Jürgen Dreier, Product Manager

Vom Erzeuger bis zum Verbraucher befinden sich in der elektrischen Energieübertragung und -verteilung viele elektrische Verbindungen, insbesondere in Umspannwerken und Schaltanlagen. Die Zuverlässigkeit und der Zustand der Verbindungen haben einen entscheidenden Einfluss auf die Verfügbarkeit, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit elektrischer Versorgungsnetze.

Bei der Übertragung hoher Ströme werden möglichst geringe Übergangswiderstände an den Verbindungsstellen angestrebt. Der Übergangswiderstand wird von mehreren Größen beeinflusst und nimmt im Laufe der Betriebszeit durch Alterung zu. Ein hoher Übergangswiderstand hat eine Erhöhung der Wärmeverluste zur Folge, beeinflusst die Lebensdauer und kann zu einer Unterbrechung der Verbindung führen.

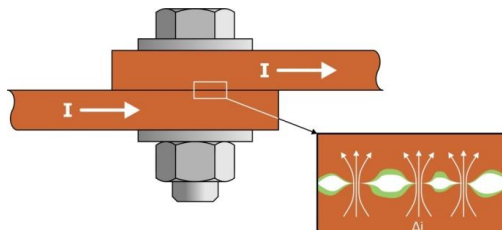
Durch die Prüfung am Einbauort kann eine fehlerhafte Verbindung festgestellt und beseitigt werden.



Umspannwerk

Auch bei einer offenbar idealen Verbindung zweier Kontaktflächen sind die Berührungsflächen zweier Kontaktstücke nicht identisch mit der Größe und Fläche für den Stromdurchtritt. Mikroskopisch betrachtet sind die Kontaktoberflächen uneben und mit einer isolierenden Fremdschicht bedeckt. Bei einer Kontaktierung werden die Mikroflächen als wahre Berührungsflächen durch die Kontaktkraft zusammengedrückt, der Stromdurchtritt erfolgt durch diese Flächen. Die Querschnittsverengung hat einen höheren Widerstand zur Folge. Aufgrund des höheren Widerstandes wird eine größere Leistung an der Kontaktstelle umgesetzt, was eine höhere Temperatur zur Folge hat. Durch die höhere Temperatur nimmt der spezifische Widerstand an der Kontaktstelle zu.

Die Verlustleistung an der Kontaktstelle ist vom Strom und dem Widerstand abhängig: $P = I^2 \cdot R$



**Flächenkontakt an einer Schraubenverbindung von Stromschiene
mit Darstellung der wahren Berührungsflächen (grün: Oxydschicht/Fremdschicht)**

Bei der Alterung elektrischer Verbindungen nimmt der Widerstand der Kontaktstelle mit der Zeit zu. Die Ursachen sind unter anderem die Abnahme der Kontaktkraft der Verbindung, das Wachstum der Fremdschichten, Reibkorrosion und der resultierende weitere Anstieg der Temperatur.

Die Kontaktkraft der Kontaktstelle nimmt durch ein Nachlassen des Spannungszustandes ab, demzufolge die Fläche für den Stromdurchtritt kleiner wird.

Der Anstieg der Temperatur und äußere Einflüsse beschleunigen das Fremdschichtwachstum, wodurch Oxydschichten anwachsen.

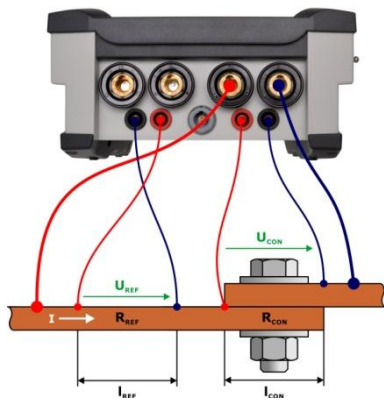
Bei der Reibkorrosion, verursacht durch mechanische Verschiebung oder thermische Ausdehnung, verschieben sich die Kontakte gegeneinander und bestehende Mikrokontakte werden zerstört.

Diese Faktoren beeinflussen die Alterung und können im schlimmsten Fall zu einer Unterbrechung der Verbindung führen.

Die Größe zur Beurteilung einer elektrischen Verbindung ist der Widerstand. Der Widerstand einer elektrischen Verbindung liegt im Mikroohm-Bereich. Diese kleinen Widerstandswerte erfordern spezielle Messtechnik, wie die Widerstandsmessung in Vierleiter-Technik (Kelvin-Verfahren).

Um die Qualität einer Verbindung beurteilen zu können, ist das Widerstandsmessgerät PROMET SE in der Lage, die Güte einer Verbindung zu bestimmen.

Aufgrund zweier Spannungsmesseingänge ist eine einfache und schnelle Bestimmung der Qualität z.B. von Schraubverbindungen an Stromschiene möglich. Die Bestimmung erfolgt über den Gütefaktor. Dieser wird durch das Verhältnis des Widerstandes der Verbindung über der Überlappungslänge zum Widerstand der Stromschiene gleicher Länge definiert.



PROMET SE: Anschluss zur Gütefaktormessung

Der Gütefaktor **K** ergibt sich dabei als das Verhältnis des Widerstands **R_{CON}** der Verbindung über der Überlappungslänge **I_{CON}** zum Widerstand **R_{REF}** der Stromschiene gleicher Länge **I_{REF}**.

$$K = \frac{R_{CON}}{R_{REF}}$$

R_{CON}: Widerstand der Verbindung
R_{REF}: Widerstand der Stromschiene

Beim Verteilen der elektrischen Energie ist zu bedenken, dass durch schlechte Verbindungen Verluste entstehen, für deren Ausgleich zusätzliche Leistung vom Energieerzeuger bereitgestellt werden muss.

Beim Herstellen einer elektrischen Verbindung ist daher darauf zu achten, dass eine Alterung eingeschränkt wird und eine wartungsarme und zuverlässige Verbindung entsteht.

Durch eine Bestimmung des Widerstandes beziehungsweise der Güte einer Verbindung kann im Rahmen der Montage und Wartung die korrekte Verbindung nachgewiesen und eine Verringerung der elektrischen Verluste, eine Verlängerung der Lebensdauer und eine Erhöhung der Anlagensicherheit erzielt werden.



Anschluss und Messung mit PROMET SE