



Teilentladungsmessungen an rotierenden Maschinen

Teilentladungen (TE) sind ein zuverlässiger Parameter zur Beurteilung des Isolierungszustands elektrischer rotierender Maschinen. Teilentladungen sind elektromagnetische Impulse, die in der Isolierung rotierender Maschinen auftreten, wenn die lokale Beanspruchung durch das elektrische Feld die elektrische Spannungsfestigkeit übersteigt. Je nach Art der TE-Aktivität ermöglicht ihr Auftreten in Korrelation mit dem Hochspannungssignal eine Identifizierung der Fehlerart.

Die TE-Messung ist das einzige Verfahren, das zwischen unterschiedlichen Fehlern in der Hochspannungsisolierung unterscheiden kann, ohne dass die Maschine auseinandergebaut werden muss. Es können selbst einzelne Fehler in der Isolierung identifiziert und entsprechend ihrer Schwere klassifiziert werden. Mit diesen Informationen können potenzielle Schwachstellen ermittelt werden, lange bevor sie zu einem kritischen Problem werden.

Da die einzelnen Phänomene identifiziert werden müssen, basiert eine erfolgreiche TE-Messung an Ständerwicklungen auf der Separierung der oft parallel auftretenden TE-Quellen. Es kann sich entweder um schädliche TE oder um normale TE-Ereignisse und potenzielles Rauschen handeln. Zur Separierung von TE-Quellen werden die folgenden Methoden angewendet:

- > synchrone mehrkanalige Datenerfassung
- > leistungsstarke Störsignalunterdrückung
- > Verfahren zur Separierung von Quellen:
 - ◇ 3PARD (3-Phase Amplitude Relation Diagram)
 - ◇ 3CFRD (3-Center Frequency Relation Diagram)
 - ◇ automatisierte Cluster-Separierung



Je nach Zugänglichkeit des Startpunktes können unterschiedliche Prüfanordnungen gewählt werden. Die grundlegende Prüfanordnung für eine einkanale TE-Messung wird in Abbildung 1 dargestellt. Die Spannung (Wert abhängig von den Bemessungsdaten der Maschine und der jeweiligen Norm) wird am offenen Sternpunkt angelegt. Die Messungen werden pro Phase durchgeführt (hier wird Phase U1 gezeigt), wobei die nicht verwendeten Abschlüsse geerdet werden. Eine Beschreibung des Aufbaus findet man in der Norm IEC 60034-27.

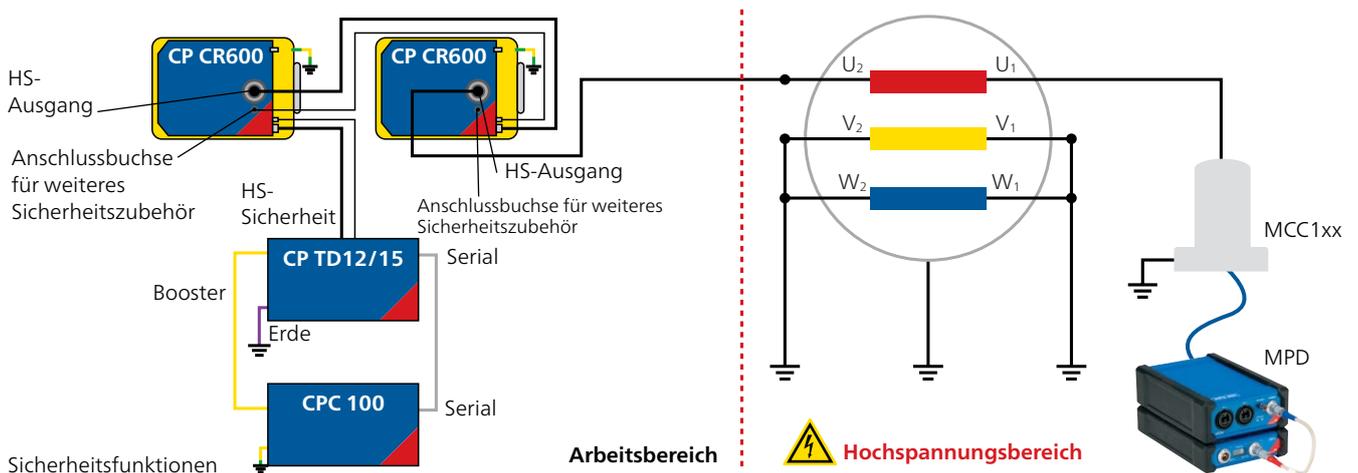


Abbildung 1: Basis-Prüfanordnung für die TE-Messung am offenen Sternpunkt einer rotierenden Maschine

Der Prüfaufbau der Messung kann auch erweitert werden, um mehr Informationen für eine leichtere Separierung mehrerer potenzieller Quellen zu erhalten (Abbildung 2). Der BLI oben am Koppelkondensator wird als Sperrimpedanz zur Filterung ungewünschter Teilentladungen von der Spannungsversorgung (CP TD12/15) in den Standard-IEC-Messfrequenzen 100–400 kHz verwendet.

Diese Prüfanordnung bringt viele Vorteile, z. B. eine leichte und tragbare Spannungsquelle durch die Kompensation der kapazitiven Last, die Möglichkeit, Kapazität und LF/VF vor der TE-Messung ohne zusätzlichen Aufwand bei der Einrichtung zu messen, und umfassende Informationen über den Zustand der Wicklungsisolierung.

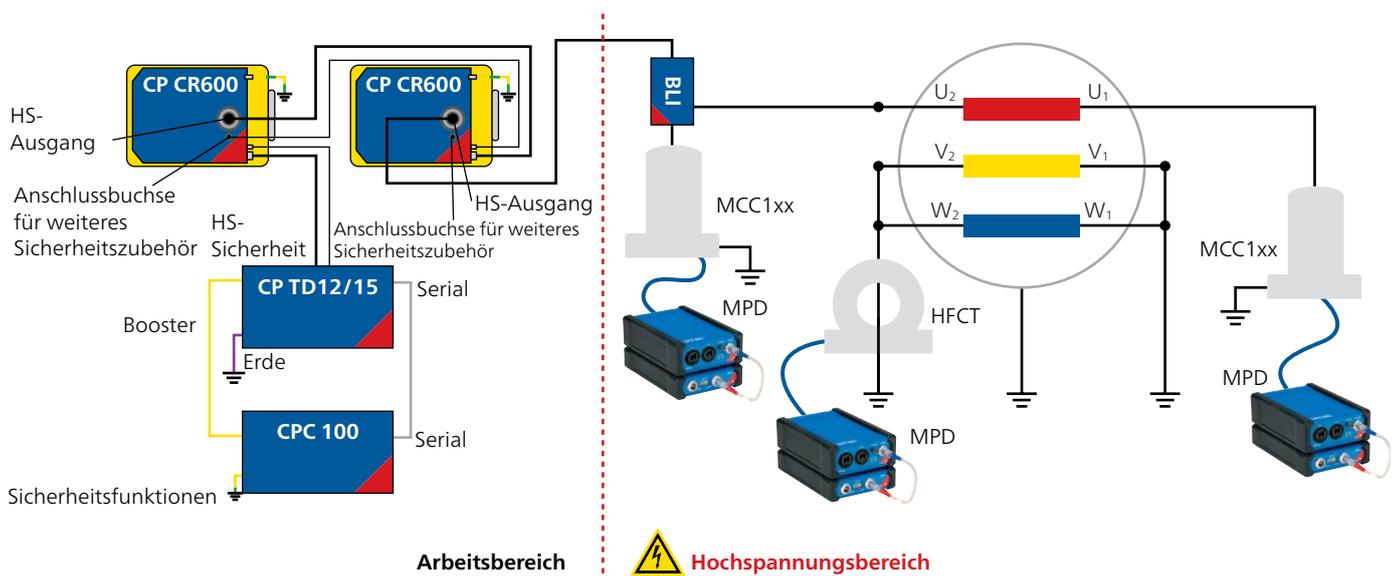


Abbildung 2: Mehrkanalige synchrone Messung einer rotierenden Maschine

Auswertung der Ergebnisse

Wie zuvor erwähnt, kann die TE-Messung einzelne Fehler in der Isolierung mit dem **Phase Resolved Partial Discharge Diagram** (PRPD-Diagramm) identifizieren. Wie das funktioniert, wird in Abbildung 3 erläutert: Zwei potenzielle Probleme für die Wicklungen von rotierenden Maschinen werden zusammen mit ihrem korrelierenden PRPD-Diagramm dargestellt.

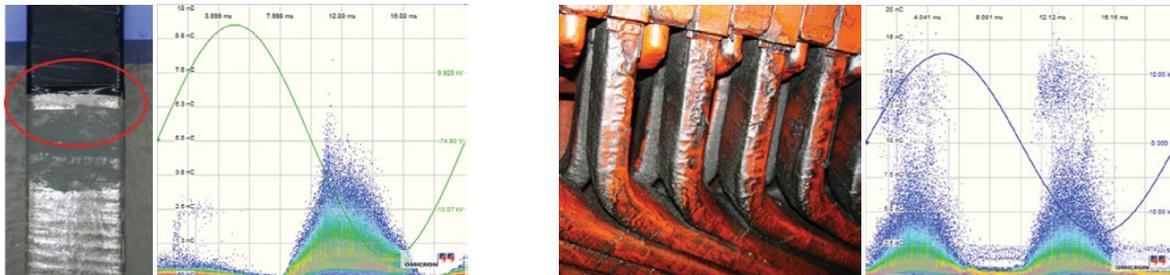


Abbildung 3: Potenzielle Probleme in der Isolierung einer rotierenden Maschine mit dem korrelierenden PRPD-Diagramm. Die linke Ursache ist ein vom Außenglimmschutz abgetrennter Endglimmschutz. Die rechte Ursache ist ein verunreinigter Wickelkopf-Bereich und die resultierenden Oberflächen sowie Entladungen zwischen Phasen.

Die Form der unterschiedlichen Fehler ist bekannt und wird mit internationalen Publikationen und Normen geprüft. IEC 60034-27-1 identifiziert beispielsweise die unterschiedlichen Phänomene und bietet in ihrem informativen Anhang eine Risikobewertung an. Modernste Software für TE-Messungen kann die unterschiedlichen Phänomene identifizieren und automatisch auswerten. Abbildung 4 enthält einen Überblick über die verschiedenen Phänomene und die daraus resultierenden PRPD-Muster.

<p>S1</p> <p>Ablösung von Isolierbändern vom Spulenleiter</p>	<p>S2</p> <p>Ablösung von Isolierbandlagen; einzelne Quellen</p>	<p>S2</p> <p>Ablösung von Isolierbandlagen/ Delamination</p>	<p>S3</p> <p>Abnutzung des Schutzbandes/ Schutzanstrichs gegen Korona-/ Teilentladung in der Nut</p>
<p>S4</p> <p>Mikrofeine Hohlräume/Micro Voids</p>	<p>S4</p> <p>Mikrofeine Hohlräume/Micro Voids</p>	<p>E1</p> <p>Wickelkopf-Oberflächenentladung/ Kriechwegbildung</p>	<p>E1</p> <p>Wickelkopf-Oberflächenentladung/ Kriechwegbildung</p>
<p>E1</p> <p>Wickelkopf-Oberflächenentladung/ Kriechwegbildung, Entladung zwischen Phasen</p>	<p>E1</p> <p>Wickelkopf-Oberflächenentladung/ Kriechwegbildung</p>	<p>E2</p> <p>Wickelkopfentladungen in Gas/ Funkenbildung</p>	<p>E3</p> <p>Schlechte Verbindung zwischen AGS und EGS</p>
<p>E3</p> <p>Entladung zwischen AGS und EGS</p>	<p>E3</p> <p>Entladung zwischen AGS und EGS</p>	<p>Störung</p> <p>Rauschen (asynchrones Rauschen)</p>	<p>Störung</p> <p>Erreger-/Konverterstörungen</p>

Abbildung 4: Unterschiedliche TE-Muster und korrelierende Fehler in rotierenden Maschinen. Sie werden zusammen mit einer Risikobewertung der Auswirkungen auf die Alterung der Isolierung in der Norm IEC 60034-27-1 erwähnt. „S“ steht für unterschiedliche Probleme in der Wicklung und „E“ für ein Problem im Bereich des Wickelkopfs.