



Was sind Teilentladungen?

Teilentladungen (TE) sind lokale dielektrische Durchschläge in einem kleinen Teil einer dielektrischen Isolierung bei hoher Spannungsbeanspruchung.

In der Norm IEC 60270-2000 werden Teilentladungen folgendermaßen definiert: „lokale elektrische Entladungen, die die Isolation zwischen Leitern nur teilweise überbrücken und die in der Nähe eines Leiters auftreten können oder nicht“. Sie können Feststoff- oder Flüssigkeitsisolierungen irreversibel schädigen.

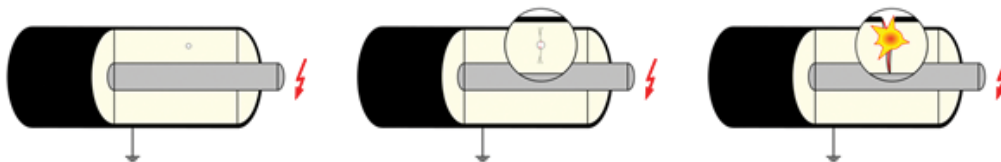


Abbildung 1

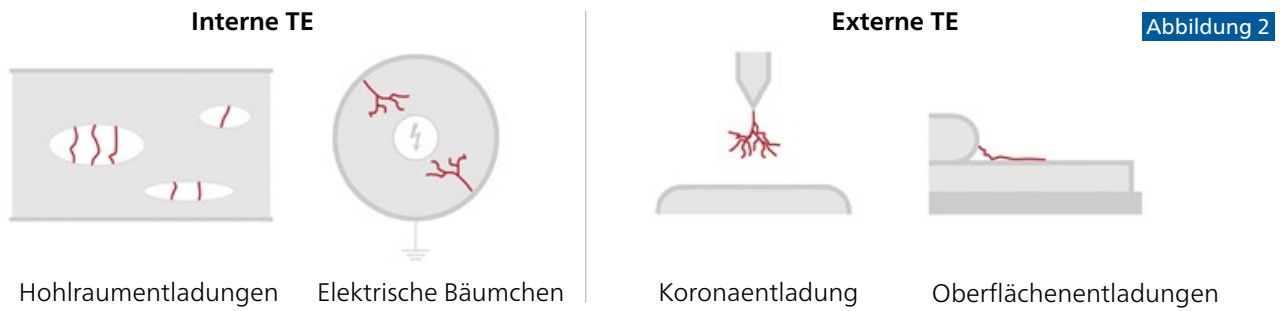
Die Entwicklung eines Hohlraums, der Zeit in einer Kabelisolierung aufbricht

Teilentladungen sind die Folge von:

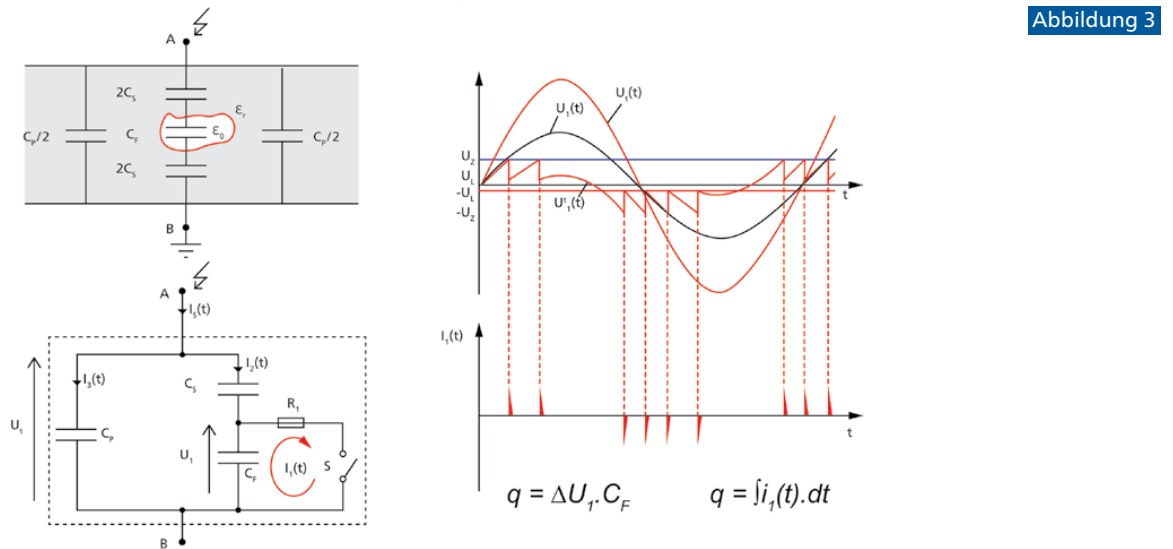
- erhöhter elektrischer Feldstärke (Konstruktionsmangel oder Überbeanspruchung)
- lokaler Überhitzung (Entstehung von Hohlräumen und Blasen)
- Defekten oder Schwächen im Isolationsmaterial
- Gießharzablösungen
- Abrieb
- mechanischer Belastung (Vibration)
- Bildung von Wasserbäumchen

Mithilfe der TE-Analyse lassen sich kritische Fehler erkennen und der Zustand verschiedener Isolationssysteme bewerten. In vielen Fällen sind TE-Phänomene die Vorstufe eines vollständigen Durchbruchs der Isolierung, weshalb Leistungstransformatoren, Generatoren, Messwandler, Kabelsysteme und Switchgear seit vielen Jahren auf TE geprüft werden.

Im Allgemeinen können Teilentladungen in zwei Kategorien unterteilt werden: *interne* Teilentladungen und *externe* Teilentladungen.



Die Hohlraumentladung und die Bäumchenbildung sind die gefährlichsten Arten von Teilentladungen für die Isolierung eines Betriebsmittels. Das folgende Beispiel einer vereinfachten Feststoffisolierung zeigt, wie sich lokale elektrische Entladungen in einem Hohlraum (Kondensator C_F) entwickeln, nachdem Anschluss A erregt wurde. Die „gesunden“ Dielektrika werden als Parallelkapazität C_p und Serienkapazität C_s dargestellt.



Beispiel einer TE-Quelle (oben links), ihrer Ersatzschaltung (unten links) sowie der Lade- und Entladevorgänge durch TE und Anlegen einer Wechselspannung (rechts)

Das Dielektrikum eines Kondensators umfasst einen gasgefüllten Hohlraum (Abbildung oben links) und die Ersatzschaltung dieses Dielektrikums (Abbildungen unten links). Die Kondensatoren C_s und C_F bilden einen kapazitiven Teiler. Damit ist die Abfallspannung U_1 an C_F niedriger als die angelegte Spannung U_1 (Abbildung rechts).

Übersteigt die elektrische Feldstärke im Hohlraum der Isolierung die dielektrische Stärke des Gases in diesem Hohlraum, so findet innerhalb dieses Hohlräume eine Entladung – ein kleiner Lichtbogen – statt. Dieser Moment zeigt sich auch in der Ersatzschaltung, wenn der Schalter „S“ geschlossen wird und die Spannung „ U_1 “ über die leere Kapazität (C_F) abfällt.

Der Lichtbogen entlädt die Kapazität des Fehlers C_F und führt zum Strom $I_1(t)$. Außerdem wird eine bestimmte Menge der Ladung von der Parallelkapazität C_p (und möglicherweise anderen Kapazitäten, wie z. B. C_K , die an Anschluss A angeschlossen ist) über C_s und den Lichtbogen entladen (Schalter „S“ in der Abbildung unten links).

Wenn die Entladung abgeschlossen ist, kehrt die dielektrische Stärke des Gases im Hohlraum zurück und die Kapazität des Fehlers C_F lädt sich wieder aufgrund des Gradienten der angelegten Spannung U_1 wieder auf.

Der in diesem Beispiel gezeigte TE-Vorgang (ein Hohlraum in einer Feststoffisolierung) erscheint um die Phasenlage der Nulldurchgänge von U_1 aufgrund des vergleichbaren Hochspannungsgradienten. Die Phasenkorrelation der Entladungen wird in einem sogenannten PRPD-Muster (Phase Resolved Partial Discharge) dargestellt.

Je nach Fehlerart, Isolierung und Aufbau des Betriebsmittels fallen die Entladungen gegenüber der Phasenlage der Prüfspannung (oder Netzspannung) unterschiedlich aus und geben Ihnen einen Hinweis auf die Art der TE-Quelle. Gemäß der Norm IEC 60270 wird die Teilentladung als Ladung Q [Coulomb] angegeben und als scheinbare Ladung an den Anschlüssen der Prüfobjekte gemessen (siehe A oder B in Abbildung 3).