

Preis des Fördervereins der Hochschule Zittau/Görlitz 2010

Preisträger/in: Dipl.-Ing. (FH), Bär, Christiane, Fakultät Elektrotechnik und Informatik

Thema: Untersuchungen zum Einfluss der Prüfspannungsart auf die Hydrophobiebeständigkeit sowie die Hochspannungskriechstromfestigkeit von polymeren Isolierstoffen

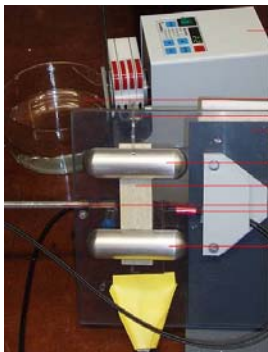
Zielstellung

In der vorliegenden Arbeit werden systematische Untersuchungen zum Oberflächenverhalten ausgewählter Silikonelastomere für eine Hochspannungsfreiluftanwendung vorgestellt. Dazu sind die Bewertung der Hydrophobiebeständigkeit sowie der Hochspannungskriechstromfestigkeit notwendig:

- Untersuchungen zur Hydrophobiebeständigkeit mit dem Dynamischen Tropfenprüfverfahren (DTPV):
 - Vergleichende Prozessstudie elektrohydrodynamischer Phänomene
 - Bewertung der Hydrophobiebeständigkeit ausgewählter Silikonelastomere unterschiedlicher ATH- Füllstoffgehalte unter AC- und DC- Beanspruchung
- Untersuchungen zur Kriechspur- und Erosionsbeständigkeit mit dem Schiefe- Ebene-Test:
 - Einfluss des Füllgrades ausgewählter Silikonelastomere auf die Erosionskennwerte bei unterschiedlich hohen AC- und DC+- Beanspruchungen
 - Einfluss der Durchflussmenge auf die Erosionskennwerte unter AC- und DC- Beanspruchung

Versuchstechnik und -durchführung

Das **Dynamische Tropfen- Prüfverfahren (DTPV)** (Bild 1) ist für eine Beurteilung der Hydrophobiebeständigkeit sowie der Hydrophobiewiederkehr nach einem temporären Hydrophobieverlust bestimmt:



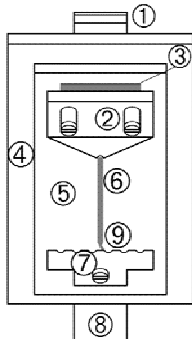
- (1) Peristaltikpumpe
- (2) Vorratsbehälter mit Elektrolyt
- (3) Schlauch zur Elektrolytversorgung
- (4) Isolierende Grundplatte
- (5) Hochspannungselektrode
- (6) Prüfkörper
- (7) Lichtschranke
- (8) Erdelektrode

Bei der Versuchsdurchführung sind u. a. die Parameter Volumenleitfähigkeit der Prüflüssigkeit, Durchflussmenge und Tropfenfrequenz einzustellen und zu kontrollieren.

Bild 1: Versuchsaufbau DTPV

- Prüfspannung:
 - Wechselspannung: $\hat{U}_{p-} = 7,1 \text{ kV}$ bzw. $U_{p-} = 5 \text{ kV}$
 - Gleichspannung (beide Polaritäten): $U_{p-} = 5 \text{ kV}$ und $U_{p+} = 6 \text{ kV}$
- **Bewertungsgröße: Ausfallzeit t_A** (Zeitspanne vom Zuschalten der Prüfspannung bis zur Ausbildung einer durchgehend leitfähigen Elektrolytspur)

Der **Schiefe-Ebene-Test** (Bild 2) nach IEC 60587 ist für eine Bewertung der Hochspannungskriechstromfestigkeit konzipiert.



- (1) Hochspannungszuführung
- (2) Hochspannungselektrode
- (3) Filterpapier
- (4) Prüfkörperträger
- (5) Prüfkörper
- (6) Elektrolytspur
- (7) Erdelektrode
- (8) Erdzuführung
- (9) Teilentladung

Bild 2: Versuchsaufbau Schiefe-Ebene-Test

- Versuchsdurchführung nach Festspannungsverfahren gemäß IEC 60587
- Prüfspannung U_p unter AC- und DC+- Beanspruchung: (3,5; 4,0; 4,5; 5,0) kV
 - **Bewertungsgröße: maximale Erosionstiefe d_A**

Ausgewählte Ergebnisse – Hydrophobiebeständigkeit im DTPV

Bei **elektrohydrodynamischen Phänomenen auf geneigten Isolierstoffoberflächen** besteht ein grundsätzlich unterschiedliches Verhalten von Tropfen im Wechsel- und Gleichfeld (**Tabelle 1**):

	AC	DC
Tropfenschwingung (AC: Bild 3)	Tropfen schwingt um Gleichgewichtslage in Frequenz mit Wechselfeld	keine Schwingungen
Geometrie beim Abgleiten	kompakt	DC+: stark in die Länge gezogen DC-: kompakt
Anzahl Elektrolytrückstände	viele	wenige

Bild 3: Tropfendeformation im Wechselfeld

Bewertung der Hydrophobiebeständigkeit

am Beispiel des äquivalenten Scheitel- bzw. Maximalwert von U_p (Bild 4):

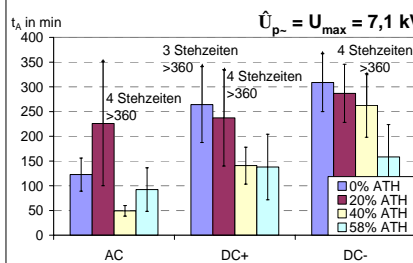


Bild 4: Ausfallzeiten in Abhängigkeit von Füllgrad und Prüfspannungsart bei äquivalentem Scheitel- bzw. Maximalwert der Prüfspannung

Einfluss der Spannungsart: Signifikant höhere Hydrophobiebeständigkeit unter DC- als unter AC- Beanspruchung

Einfluss des Füllgrades: niedriggefüllte Proben (0% - 20% ATH- Gehalt) besitzen signifikant höhere Hydrophobiebeständigkeiten als hochgradig gefüllte Proben (40% - 58% ATH- Gehalt)

Bewertung der Erosionsbeständigkeit im Schiefe- Ebene- Test

Einfluss der Spannungsart und -höhe (Bild 5):

- tendenziell höhere Erosionsbeständigkeiten unter AC- als unter DC+- entgegen bisherigen Erfahrungen
- Maximum d_A bei AC mit $U_p = 4,0 \text{ kV}$
- nahezu exponentieller Anstieg d_A bei DC+ mit steigendem U_p (Bild 6)

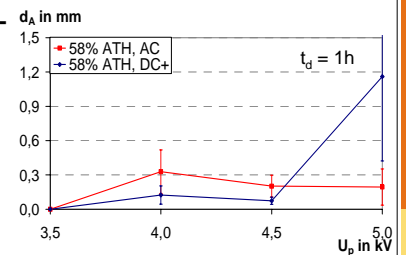


Bild 5: Mittelwert der Erosionstiefe (58% ATH- Gehalt) bei unterschiedlichen AC- und DC+ -höhen

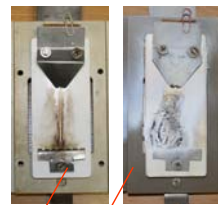


Bild 6: AC und DC+ bei 5 kV

Einfluss des Füllgrades (Bild 7):

- niedriggefüllte Proben (0% - 20% ATH- Gehalt) besitzen signifikant geringere Erosionsbeständigkeiten als hochgradig gefüllte Proben (40% - 58% ATH- Gehalt)

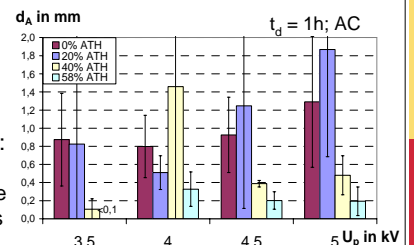


Bild 7: Mittelwert und Vertrauensbereich der Erosionstiefe bei unterschiedlichen Gleichspannungshöhen und Füllgraden