

<b>Universität der Bundeswehr München</b> <b>Professur für Hochspannungstechnik und Blitzforschung</b>	
<b>Hochspannungstechnisches Praktikum</b>	<b>Gleichspannungskorona bei zylindrischer Elektrodenanordnung</b>
<b>Versuch 6</b>	

## 1. Grundlagen

### 1.1 Korona bei zylindrischen Elektroden-Anordnungen

Korona-Erscheinungen beruhen auf unvollkommenem Durchschlagen in Luft. Unvollkommene Durchschläge sind elektrischen Entladungen, die den Elektrodenabstand nur teilweise (in Gebieten hoher Feldstärke) überbrücken. Verluste durch Korona sind im Wesentlichen bedingt durch die Bildung und den Transport von freien Ladungsträgern im Gasraum.

Korona-Anfangsspannung nennt man den Spannungswert, bei dem bei Spannungssteigerung die ersten Entladungserscheinungen festgestellt werden können.

In vorliegenden Versuch 6 wird die Gleichspannungskorona bei zylindrischer Anordnung der Elektroden untersucht. Dazu wird ein zylindrischer Prüfling mittig in einer metallenen zylindrischen Reuse eingespannt. Der Prüfling bildet die Hochspannungselektrode des Innenzylinders mit dem Radius  $r_i$ , während die umgebende Zylinder-Reuse den geerdeten Außenzylinder mit dem Radius  $r_a$  darstellt. In Abschnitt 1.2 ist die Elektroden-Anordnung dargestellt.

Für das koaxiale Zylinderfeld lässt sich die (Korona-)Anfangsfeldstärke  $E_a$  wie folgt berechnen:

$$E_a = \delta \cdot \left( 3,15 + \frac{0,0963}{\sqrt{r_i}} \right) \quad \text{in MV/m, } r_i \text{ in m} \quad (1)$$

mit dem Luftdichtekorrekturfaktor (relative Luftdichte)

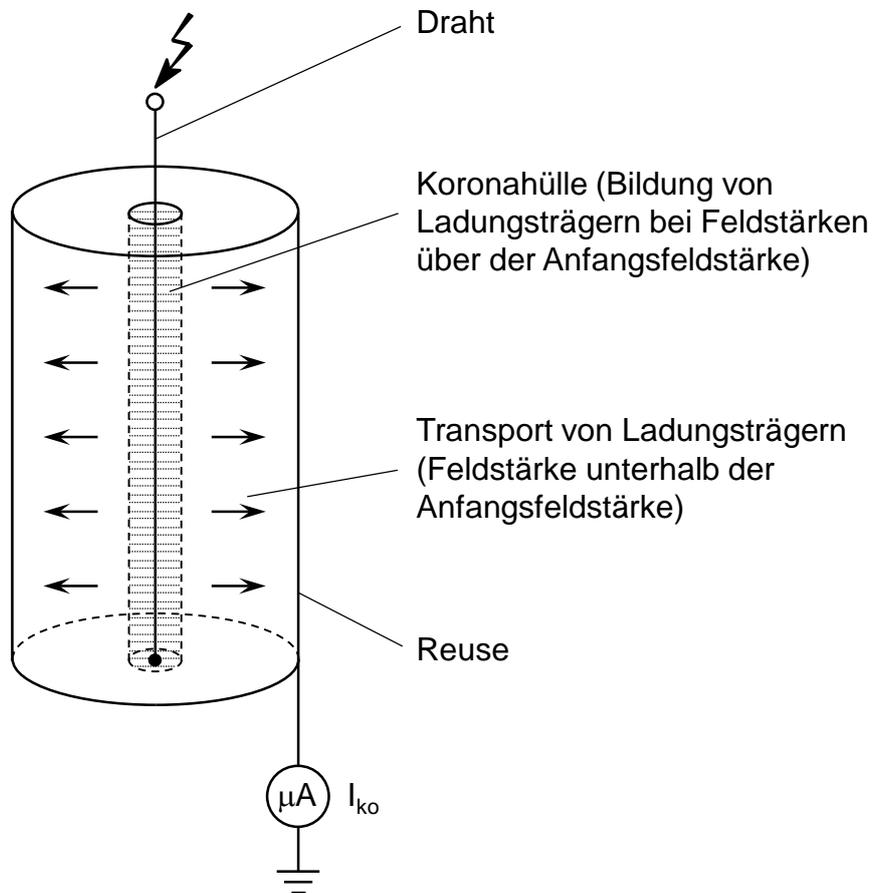
$$\delta = \frac{p}{1013} \cdot \frac{293,1}{273,1+\vartheta} \quad , \quad \text{mit } p \text{ in hPa, } \vartheta \text{ in } ^\circ\text{C} \quad (2)$$

Die (Korona-)Anfangsspannung ergibt sich zu:

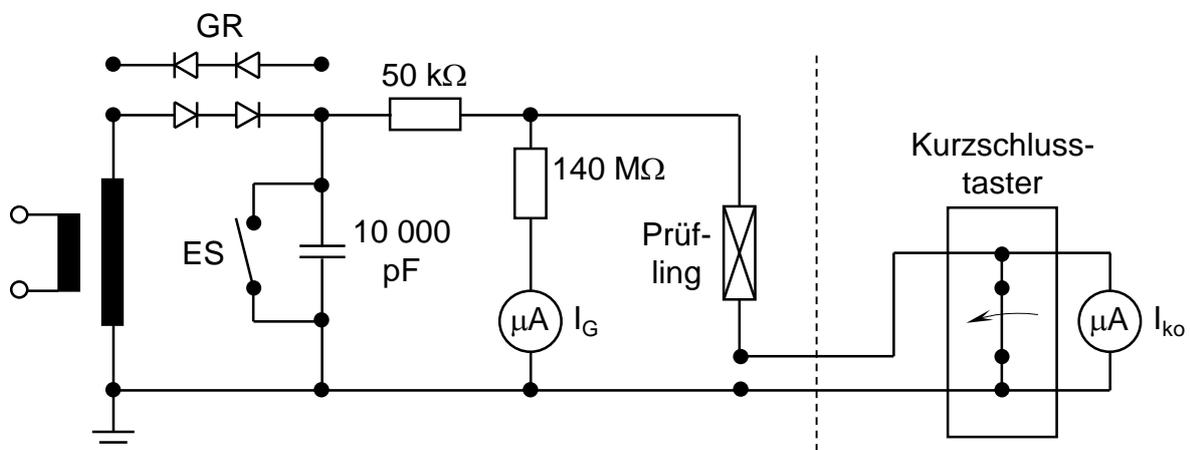
$$U_a = E_a \cdot r_i \cdot \ln \frac{r_a}{r_i} \quad (3)$$

Die (Korona-) Anfangsspannung nach Gleichung (3) gilt für ideale zylindrische Prüflinge. Oberflächenrauigkeiten beispielsweise durch Verwendung eines verdrehten Leiterseils führen jedoch zur Reduzierung der Anfangsspannung.

## 1.2 Messung des Korona-Stroms mit der zylindrischen Reusen-Anordnungen



## 2. Schaltung zur Prüfung mit Gleichspannung



### 3. Versuchsdurchführung

In einer Reuse ( $d = 92 \text{ mm}$ ), die in den Druckkessel eingesetzt wird, werden folgende Prüflinge eingespannt:

- Prüfling 1: Draht  $d = 1 \text{ mm}$ ,
- Prüfling 2: Draht  $d = 2 \text{ mm}$ ,
- Prüfling 3: Leiterseil  $d = 2 \text{ mm}$ .

Die Messung des Koronastroms  $I_{ko}$  erfolgt mit einem Multimeter Typ „Multizet“. Das Multizet darf aus Sicherheitsgründen nicht direkt, sondern nur über einen Kurzschlussstaster angeschlossen werden (siehe Abschnitt 2). Das Multizet muss im *Ampere*-Bereich betrieben werden.

Die Drähte und das Leiterseil sind vor Versuchsbeginn von Staubteilchen zu säubern.

Das Überdruck-Manometer zeigt den Relativdruck gegenüber Umgebungsdruck an. Beispielsweise ist für ein Luftdruck von 2 bar ein Wert von 1 bar am Manometer einzustellen. Bei den Überdruck-Versuchen ist der Absperrhahn am Unterdruck-Manometer unbedingt zu schließen!

#### 3.1 Vorgehensweise bei der Messung

Nach Schaltung unter Abschnitt 2 werden der Korona-Strom  $I_{ko}$  und die Gleichspannung gemessen. Die Messung der Gleichspannung erfolgt mit dem Gleichspannungsmessgerät ( $\mu\text{A}$ -Meter) durch Ablesen des Gleichstroms  $I_G$ .

Die negative und positive Gleichspannung (Strom  $I_G$ ) ist zu messen für folgende Korona-Ströme ( $I_{ko}$ ):

- Bei Einsetzen eines merklichen Korona-Stroms bei Spannungssteigerung.
- Bei folgenden einzustellenden Werten für den Korona-Strom:
  - $20 \pm 10 \mu\text{A}$
  - $50 \pm 15 \mu\text{A}$
  - $100 \pm 30 \mu\text{A}$
  - $200 \pm 50 \mu\text{A}$
  - $500 \pm 100 \mu\text{A}$

Der tatsächliche Wert von  $I_{ko}$  ist jeweils zu messen und zusammen mit dem Strom  $I_G$  zu dokumentieren.

#### 3.2 Unvollkommener Luftdurchschlag bei Umgebungsdruck

Für die Prüflinge 1, 2 und 3 sind bei Umgebungsdruck die Messungen nach der Vorgehensweise gemäß Abschnitt 3.1 durchzuführen.

### 3.3 Unvollkommener Luftdurchschlag bei unterschiedlichem Gasdruck

Für Prüfling 1 sind bei den absoluten Luftdrücken  $p = 2$  und  $3$  bar die Messungen nach der Vorgehensweise gemäß Abschnitt 3.1 durchzuführen.

### 3.4 Optische Erscheinungen

Nach Schaltung unter Abschnitt 2 ist für den Prüfling 1 bei Umgebungsdruck ein Korona-Strom  $I_{ko} \approx 750 \mu A$  einzustellen. Bei positiver und negativer Polarität sind die optischen Erscheinungen zu beobachten und zu protokollieren.

## 4. Auswertung

4.1 Aus den Messungen gemäß Abschnitt 3.2 sind die Spannungen, Koronaströme und Koronaverluste zu ermitteln und tabellarisch zusammenzustellen. Die Anfangsspannungen sind in einem Balkendiagramm darzustellen.

Ferner sind in je einem Diagramm mit linearen Achsen die Koronaströme bzw. Koronaverluste als Funktion der Spannung darzustellen.

4.2 Für Prüfling 1 ist die Koronaanfangsspannung rechnerisch zu ermitteln und mit dem entsprechenden Messergebnis zu vergleichen.

4.3 Aus den Messungen gemäß Abschnitt 3.3 sind die Spannungen, Koronaströme und Koronaverluste zu ermitteln und tabellarisch zusammenzustellen. Unter Berücksichtigung der für Prüfling 1 ermittelten Ergebnisse bei Umgebungsdruck (siehe Abschnitt 4.1) sind in je einem Diagramm mit linearen Achsen darzustellen:

- Koronaanfangsspannung als Funktion des Druckes
- Koronastrom als Funktion der Spannung mit dem absoluten Luftdruck als Parameter
- Koronaverluste als Funktion der Spannung mit dem absoluten Luftdruck als Parameter

4.4 Aus den Beobachtungen unter 3.4 sind die optischen Erscheinungen der Gleichspannungskorona anzugeben.