

Schaltlichtbögen-Spektroskopie

Analyse und Modellierung von Schaltlichtbögen unter Einsatz von spektroskopischen Methoden

Moderne Gasleistungsschalter als zentrales Sicherheitselement in Energieversorgungsnetzen basieren auf dem Selbstblasprinzip. Hierbei wird der Abbrand von Düsenmaterial infolge der Strahlung des Schaltlichtbogens zum Druckaufbau in einem Heizvolumen und zwecks Löschung des Lichtbogens zur Beblasung eingesetzt. Ein Schwerpunkt in der Schalterentwicklung ist der Ersatz des klimaschädlichen Löschgases Schwefelhexafluorid z.B. durch Kohlenstoffdioxid. Für das Schaltvermögen dieser Schalter sind der Zeitbereich um den Stromnulldurchgang sowie die Phase unmittelbar danach von besonderer Bedeutung. In diesen Zeitbereichen treten physikalische Effekte auf: eine Strömungsumkehr im Heizkanal, der Wechsel von einem abbrandbestimmten zu einem axial beblasenen Bogen, die Bogenlöschung und ein Ausdampfen des Düsenmaterials durch die vorhergehende thermische Belastung. Diese Effekte sind bisher nur unzureichend verstanden und können in vorhandenen Modellen nicht quantitativ beschrieben werden. Deshalb ist die Untersuchung dieser Effekte und ihrer Wirkung auf das transiente Verhalten und die dielektrische Wiederverfestigung der Schaltstrecke einschließlich einer vollständigen Abbildung in Schaltersimulationen zentrales Ziel des Vorhabens. Ansatz ist die Untersuchung eines praxisnahen Modellschalters betrieben mit Spitzenströmen von einigen Kiloampere. Im Gegensatz zu vorhergehenden Arbeiten liegt der Schwerpunkt der Untersuchungen auf der schrittweisen Analyse der physikalischen Eigenschaften und Prozesse im zeitlichen Ablauf eines Schaltvorgangs insbesondere von der Hochstromphase bis hin zu einigen Millisekunden nach dem Stromnulldurchgang. Eingesetzt werden drei Methodengruppen, welche sich gegenseitig ergänzen. Über den gesamten Zeitbereich ist eine orts aufgelöste Widerstandsmessung der Lichtbogenstrecke mittels kapazitiver Sensoren vorgesehen.

Spektroskopische Untersuchungen

Mittels optischer Emissionsspektroskopie wird die Lichtbogenstrahlung über den Bogenquerschnitt analysiert, um so die Plasmatemperaturen und relevante Teilchendichten orts aufgelöst zu bestimmen. Beide Methoden wurden in Voruntersuchungen der Hochstromphase bereits erfolgreich eingesetzt. Jedoch ist noch zu klären, bis zu welchem Zeitpunkt vor dem Verlöschen des Bogens dessen Strahlungsemission noch zuverlässige Rückschlüsse erlaubt. Deshalb soll erstmals an einem solchen Schaltermodell als ergänzende Methode die Absorptionsspektroskopie eingesetzt werden, um außerhalb der Bogenphase Gasdichten kälteren Gases u. a. aus der Düsen evaporation zu bestimmen.

Simulation und Modellierung von Gasleistungsschaltern

Als dritte Methodengruppe dient die Simulation der Schaltstrecke einschließlich der Modellierung der dielektrischen Festigkeit. Der detaillierte Rückschluss auf die physikalischen Eigenschaften des Plasmas und der sich abkühlenden strömenden Gase aus dem Experiment wird schließlich die Kontrolle der Simulationen sowie die Ableitung geeigneter Teilmodelle u.a. für die Düsen evaporation im gesamten Zeitbereich und damit eine geschlossene Modellbildung ermöglichen.

Projektinformationen



Partner

- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)



Facts

- Geschäftszeichen: SCHN 728/16-1
- Laufzeit: Jan. 2016 – Mär. 2018

