

Plasmaeigenschaften in Funkenstrecken unter Stoßstrombelastung

Tobias Runge

Tag der mündlichen Prüfung: 02.05.2018

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat

2. Prüfer: Prof. Dr. rer. nat. Dirk Uhrlandt

Vorsitzender: Prof. Dr. rer. nat. habil. Achim Enders

Die vorliegende Arbeit mit dem Titel „Plasmaeigenschaften in Funkenstrecken unter Stoßstrombelastung“ beschäftigt sich mit den Auswirkungen eines Stoßstromes auf die Plasmaeigenschaften in einer Funkenstrecke. Diese hier betrachteten Plasmaeigenschaften sind die Temperatur, der Druck, die elektrische Leitfähigkeit, die Energie und die Masse.

Bisherige Arbeiten zu den Plasmaeigenschaften in Funkenstrecken beschränken sich im Wesentlichen auf Untersuchungen zu Wechsel- und Gleichstrombelastung. Untersuchungen zu Impulsbelastungen fehlen bislang.

Die Untersuchungen dieser Arbeit finden an einer Modellfunkenstrecke statt. Die Geometrie der Brennkammer ist variabel ausgelegt. Somit können die Einflüsse verschiedener Geometrien auf die Plasmaeigenschaften untersucht werden. Diese sind der Ausblaskanalquerschnitt, die Kammerhöhe und der Elektrodenabstand. Neben den geometrischen Einflüssen auf das Plasma ist die Variation der Stoßstromamplitude Teil der Untersuchungen.

Die Temperatur, der Druck und die elektrische Leitfähigkeit des Plasmas werden messtechnisch erfasst. Die Variation der genannten Versuchsparameter gibt hierbei Aufschluss über die Abhängigkeiten. Durch diese Ergebnisse werden Näherungsgleichungen der Maxima aufgestellt. Eine erfolgreiche Überprüfung dieser Formeln anhand einer weiteren Funkenstrecke zeigt die mögliche Übertragbarkeit der Formeln.

Basierend auf den experimentellen Ergebnissen wird eine theoretische Betrachtung mittels Modellbildung durchgeführt. Diese gibt Aufschluss über die weiteren Plasmaeigenschaften Energie und Masse. Deren Verläufe beeinflussen die Temperatur, den Druck und die elektrische Leitfähigkeit und damit das Verhalten des Plasmas beziehungsweise der Funkenstrecke. Die Betrachtung der Abhängigkeiten der Plasmaeigenschaften von verschiedenen Versuchsparametern zeigen deren Zusammenhänge auf.

In dieser Arbeit ist es gelungen, die Zusammenhänge der Plasmaeigenschaften und Vorgänge unter Stoßstrombelastung herauszuarbeiten. Diese unterscheiden sich

nicht von den Ergebnissen der Untersuchungen bei Wechsel- und Gleichstrombelastung.

Plasma properties in spark gaps under surge current load

The present work titled "Plasma properties in spark gaps for surge currents" deals with effect of an applied surge current on the behaviour and dependences of the electrical conductivity, pressure, temperature, energy and mass of the plasma on different boundary conditions like current amplitude and dimension of the spark gap.

The investigations are done in a spark gap model with changeable dimensions. Thus the influence of the cross section of the outlet ducts, height of the spark gap and distance of the electrodes can be investigated. Next to the dimensions of the spark gap the influence of the surge current amplitude on plasma properties is part of this work.

The electrical conductivity, pressure and temperature are determined using experimental investigations. The dependences of their maximum are given in a formula in order to estimate these values at different spark gaps for surge currents. A first verification of these formulas is also done in this work. Based on the experimental results a theoretical investigation is made in order to determine the energy and mass of the plasma.

The results of the investigations show the coherences of the plasma properties and their dependences of surge current amplitude and dimensions of the spark gap. These can be used in order to understand the plasma behaviour during surge current and suppression of the follow current fed by the distribution grid.