

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Experimentelle Untersuchung der Kommutation mit besonderer Berücksichtigung der Änderung der Übergangsspannung und der Verteilung des Energieverlustes zwischen Kommutator und Bürste

Jordan, Friedrich

Berlin, 1909

1. Die Stellung der Theorie zur Frage der Funkenbildung

[urn:nbn:de:bsz:31-274862](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-274862)

VI. Das Verhalten der Kohlebürsten bei Funkenbildung.

1. Die Stellung der Theorie zur Frage der Funkenbildung.

Die Brauchbarkeit einer Kommutatormaschine hängt in erster Linie davon ab, ob es gelingt, eine Funkenbildung an den Bürsten zu vermeiden. Die wesentliche Aufgabe der Kommutationstheorie ist es deshalb, aus den Abmessungen einer Maschine die Funken-
grenze zu berechnen. Diese Aufgabe zu lösen ist der Theorie bisher nur unvollkommen gelungen, denn, wenn es sich um die genauere Berechnung der Funkengrenze handelt, versagt die Theorie.

Der Gedankengang, der den bekannten Theorien zugrunde liegt, ist kurz folgender:

Der Strom des äußeren Kreises verteilt sich den Übergangswiderständen entsprechend über die Bürsten und Lamellenverbindungen. Bei konstantem spezifischen Übergangswiderstand und bei Abwesenheit von Selbstinduktion würde dann der Stromverlauf in einer kurzgeschlossenen Spule, während sie aus dem einen Ankerzweig in den anderen übergeht, geradlinig sein. Die stets vorhandene Selbstinduktion muß nun durch Bewegung der kurzgeschlossenen Spule in einem Feld aufgehoben werden, wobei Form und Stärke des Feldes so beschaffen sein müssen, daß die infolge der Bewegung der Spule in ihr induzierte EMK in jedem Augenblick den EMKen der Selbstinduktion entgegengesetzt gleich ist. Weicht das Feld — Wendefeld oder kommutierendes Feld genannt — von dem dann genau bestimmten Verlauf ab, so entstehen zusätzliche Kurzschlußströme. Haben diese in dem Augenblick, in dem die Spule den Kurzschluß verläßt, noch beträchtlichen Wert, so muß das zur Funkenbildung führen. Man kommt so zu der bekannten Bedingung¹⁾

$$A = \frac{R_{wT} \cdot T}{F_u \cdot S} > 1,$$

worin R_{wT} den spezifischen Übergangswiderstand der ablaufenden Bürstenkante,

T die Kurzschlußzeit,

F_u die Berührungsfläche der Bürste,

S den größten Wert der scheinbaren Selbstinduktion

einer Spule bedeutet.

¹⁾ Arnold, „Die Gleichstrommaschine“, Bd. I, S. 425 und 508.

Würde dieser Wert < 1 , so müßte die Übergangsspannung zwischen Kommutator und Bürste am Ende der Kurzschlußzeit einen unzulässig hohen Wert annehmen.

Berücksichtigt man noch die Nebenschließungen durch Anker und äußeren Kreis, so erhält man eine ähnliche Bedingung, die einen etwas größeren Spielraum gewährt.¹⁾

Nun gehört zur Erzeugung eines Funkens eine gewisse Energiedichte, und die kann auch dann innerhalb gewisser Grenzen bleiben, wenn eine große Stromdichte nur sehr kurze Zeit anhält.

Verfolgt man diesen Gesichtspunkt weiter, so kommt man, wie Arnold und La Cour²⁾ gezeigt haben, zu dem Resultat, daß die Leistung, die in der Zeit T_a pro cm Bürstenlänge frei wird, 50 Watt nicht übersteigen soll. T_a ist die Zeit, die von dem Augenblicke an, in dem der variable Widerstand gleich dem konstanten Widerstand des Kurzschlußkreises ist, bis zum Aufhören des in dieser Zeit verschwindenden maximalen zusätzlichen Stromes vergeht.

Die Versuche, auf denen die vorstehend angedeuteten Überlegungen beruhen, sind nun an einer Versuchsanordnung gemacht, die nicht die tatsächlichen Verhältnisse der Kommutation nachahmt, sondern sie prüfen nur die zugrunde gelegte Anschauung von der Unterbrechung eines Stromes. Die bei diesen Anordnungen auftretenden Funken können nur entstehende Lichtbogen sein. Ihre Dauer ist höchstens gleich der Zeit des Fortschreitens um eine Isolationsdicke, denn die auf eine angeschlossene Lamelle folgende Leerlamelle kühlt so stark ab, daß ein Funke eben nur so lange bestehen kann, als sie noch nicht unter der Bürste hervorgetreten ist. Bestände der Lichtbogen länger, so müßte er überhaupt stehen bleiben (Rundfeuer).

Dasselbe gilt auch von den Versuchen von Liska, ETZ 1909, S. 82, die ohne Vorschaltung von Selbstinduktion unternommen sind.

Die Resultate hinsichtlich der Funkenspannung entsprechen denn auch dem Charakter und der Größe nach ganz den aus der Lichtbogentheorie bekannten. Überblickt man dagegen die folgenden Oszillogramme, so wird man finden, daß es sich auch da, wo es sich um kräftiges Funken handelt, wie es an Gleichstrommaschinen mit den verderblichsten Folgen für den Kommutator verbunden ist, keineswegs um ein Ausschalten zusätzlicher Ströme an der ablaufenden Bürstenkante handelt.

¹⁾ Arnold, ETZ 1908 S. 399. Rüdberg hat die von Arnold angegebene Wirkung der Nebenschließungen mathematisch formuliert. ETZ 1909 S. 370.

²⁾ Sammlung Elektrotechn. Vorträge. Bd. IX. Stuttgart 1906.