

**Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

**Experimentelle Untersuchung der Kommutation bei  
Gleichstrommaschinen**

**Arnold, Engelbert**

**Karlsruhe, [1908]**

Versuche mit Maschine I

[urn:nbn:de:bsz:31-289939](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-289939)

b. Die momentane örtliche Potentialdifferenz zwischen Kommutator und Bürste (d. h. die zeitliche Aenderung der Potentialdifferenz zwischen dem Kommutator und einem Bürstenpunkt).  $U_1$  in II,  $U_2$  in I,  $U_3$  in 4,  $U_4$  offen. Die Hilfsbürste  $b_4$  steht fest und der Kontaktgeber  $K$  wird über einem Bogen, der der Kurzschlusszeit entspricht, in verschiedene Stellungen gebracht.

c. Die momentanen Werte des Kurzschlussstromes einer Spule (Kurzschlussstromkurve)  $U_1$  in III,  $U_2$  in 1,  $U_3$  in 4,  $U_4$  offen. Der Kontaktmacher wird wie bei b. eingestellt.

d. Die momentanen Stromstärken in der Verbindung einer Spule mit einer Lamelle (die Lamellenstromkurve).  $U_1$  in IV, sonst wie bei a. u. b.

e. Feldkurven.  $U_1$  in I, sonst wie bei a. und b.

f. Weiter ist noch eine in der Fig. 1 nicht gezeichnete Hilfs-

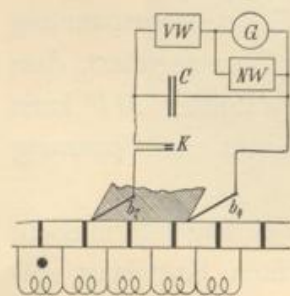


Fig. 3. Schema der Versuchsordnung zur Messung der Kurzschlussspannung.

bürste vorhanden, die hinter  $b_4$  sitzt, so dass man, wenn  $b_4$  und  $b_7$  (wie Fig. 3 zeigt) an den Kanten der Bürste stehen, den Verlauf der Kurzschlussspannung  $\Delta e$  zwischen den Bürstenkanten erhalten kann.

Die Teilscheibe des Kontaktgebers ist in  $360^\circ$  geteilt. Diese Grade sind in den folgenden Figuren angegeben.

Die nachfolgenden Versuche sind mit zwei mit Wendepolen versehenen Maschinen ausgeführt worden. Die eine Maschine ist zweipolig, die andere vierpolig.

### Versuche mit Maschine I.

Die Hauptdaten der ersten Maschine sind (s. Fig. 4):

Anker:	Durchmesser $D = 25$ cm
	Eisenlänge $l = 15$ cm
	Zahl der Luftschlitze $= 1$
	Breite des Luftschlitzes $= 1$ cm
Wicklung:	zweipolig
	Leiterzahl $N = 270$
	Nutzenzahl $Z = 45$
	Windungszahl pro Spule $w = 3$
	Leiterabmessungen: 4 Drähte parallel 1,3 mm nackt
	Spulenseiten pro Nut $u_n = 2$ .



Kommutator: Durchmesser  $D_k = 15,8$  cm  
 Lamellenzahl  $K = 45$   
 Lamellenteilung  $\beta' = 11$  mm  
 Lamellenbreite  $\beta = 10,3$  mm  
 Isolation  $\delta_i = 0,7$  mm  
 Polbogen  $b_p = 24$  cm  
 Luftspalt für den Hauptpol  $\delta = 2$  mm  
 „ „ „ Wendepol  $\delta_w = 2$  mm

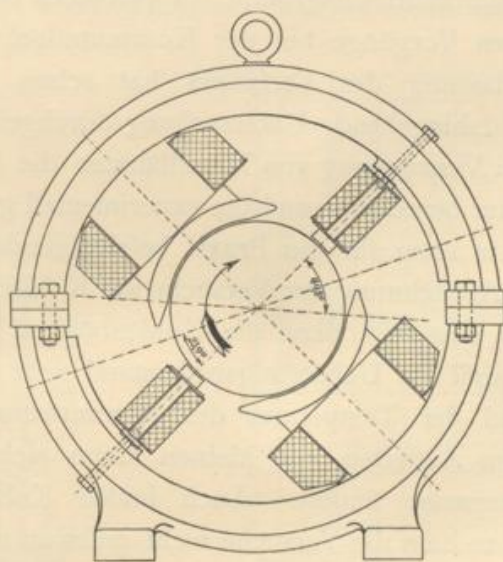


Fig. 4. Skizze der Versuchsmaschine I.

Denken wir uns die in der Drehrichtung des Kommutators gemessene Bürstenbreite in mehrere Teile zerlegt und in jedem Teilpunkte die Stromdichten für verschiedene aufeinanderfolgende Momente der Kommutation gemessen und als Funktion der Kurzschlusszeit aufgetragen, so stellt die mittlere Ordinate der so erhaltenen Kurve die mittlere örtliche Stromdichte dar. Wäre die mittlere örtliche Stromdichte konstant und proportional der an der betreffenden Stelle zwischen Bürste und Kommutator gemessenen mittleren Potentialdifferenz  $\Delta P$ , so liesse sich (s. Die Gleichstrommaschine, Band I, S. 445) der zeitliche Verlauf des Kurzschlussstromes (die Kurzschlussstromkurve) in einfacher Weise berechnen, denn die Kurzschlussstromkurve wird in diesem Fall die Integralkurve der Kurve der mittleren örtlichen Stromdichten.



Da die mittleren Potentialdifferenzen  $\Delta P$  sich mit Hilfe eines Voltmeters an jeder Maschine rasch und einfach messen lassen, und die Kurzschlussstromkurve aus der  $\Delta P$ -Kurve (dem Kommutationsdiagramm) durch eine einfache graphische Konstruktion (s. Gleichstrommaschine Band I, S. 774) gefunden werden kann, ist es wichtig zu wissen, wie weit die berechnete Kurzschlussstromkurve mit der tatsächlich vorhandenen und experimentell aufgenommenen Kurve übereinstimmt, denn wenn die Uebereinstimmung eine gute wäre, hätte man in dem Kommutationsdiagramm ein einfaches Mittel zur Beurteilung der inneren Vorgänge bei der Kommutation.

Auf Veranlassung des Verfassers hat schon früher Dr.-Ing. K. Czeija\* eine dahingehende Untersuchung durchgeführt und nachgewiesen, dass bei Verwendung von Metallbürsten die aus dem Kommutationsdiagramm berechnete und die experimentell gefundene Kurzschlussstromkurve in einer für die Praxis befriedigenden Weise übereinstimmen. Die Ausdehnung der Versuche auf Kohlenbürsten führten damals zu keinem Ergebnis, denn die Kohlenbürsten bereiten grosse Schwierigkeiten, weil ihr Uebergangswiderstand sehr wesentlich von dem Zustand und der Temperatur des Kommutators abhängt und weil er sich, beim Auftreten von kleinen kaum sichtbaren Funken, stark und sprungweise ändert. Auch laufen Kohlenbürsten nur langsam gut ein, so dass die Versuche recht mühsam und zeitraubend gewesen sind.

Die nachfolgend zuerst angeführten Versuche verfolgen nun das Ziel festzustellen, wie bei Kohlenbürsten die aus den  $\Delta P$ -Kurven und den Kurven der mittleren örtlichen Stromdichte berechneten Kurzschlussstromkurven mit den experimentell gefundenen übereinstimmen. Wir werden sehen, dass das Ergebnis ein wesentlich ungünstigeres ist, als bei Kupferbürsten.

#### Versuche ohne Wendepole.

Die ersten hier angeführten Versuche sind bei herausgenommenen Wendepolen gemacht worden.

Fig. 5 gibt die  $\Delta P$ -Kurve bei einer Bürstenbreite  $b_1$  von 16,5 mm, 800 Umdrehungen in der Minute und  $i_e = 0,79$  Amp. Erregung, für

\* Die experimentelle Untersuchung der Kommutierungsvorgänge in Gleichstrommaschinen. Sammlung elektrotechnischer Vorträge. 1903.