

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Experimentelle Untersuchung der Kommutation bei Gleichstrommaschinen**

**Arnold, Engelbert**

**Karlsruhe, [1908]**

Versuchanordnung

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

Je mehr man sich mit dem Problem der Kommutation befasst, um so mehr erscheint eine genaue rechnungsmässige Verfolgung der sehr verwickelten Vorgänge als ausgeschlossen. Man wird sich mit einer Theorie begnügen müssen, die bei möglichster Einfachheit das Wesentliche widerspiegelt und darauf verzichtet, auf die scheinbar launenhaften Unregelmässigkeiten, von denen jede Maschine eine besondere ihr eigentümliche Anzahl besitzt, einzugehen.

Die grosse technische und wirtschaftliche Bedeutung, welche eine gute Kommutierung für den Dynamobau besitzt, rechtfertigt es aber, dass dem in seinen Grundzügen zwar einfachen, in seinen Erscheinungsformen aber sehr mannigfaltigen Problem so viel Aufmerksamkeit zugewendet wird. Die überraschend grossen Fortschritte, die im Bau von Gleichstrommaschinen im Laufe der letzten Jahre gemacht worden sind, beruhen ausschliesslich auf der Verbesserung der Kommutierung. Eine bedeutende Steigerung der Leistungsfähigkeit der Gleichstrommaschinen sowie der Bau von Maschinen für grosse Leistungen und hohe Umdrehungszahlen, für rasch wechselnde Drehrichtungen und grosse Ueberlastungen sind erst in den letzten Jahren gelungen, nachdem neue Anordnungen für die Kommutierung erprobt waren.

Ohne eine vorzügliche Kommutierung wäre es z. B. nicht möglich gewesen, Gleichstrommotoren für den Antrieb von Walzenzugmaschinen zu bauen, deren maximal erforderliche Leistung 8000 bis 10000 Pferdestärken beträgt und deren Drehrichtung in der Minute bis 10 mal umgesteuert wird. Das gleiche gilt von grossen, rasch laufenden Gleichstromgeneratoren, die heute zahlreich in Verbindung mit Dampfturbinen gebaut werden.

#### Versuchsanordnung.

Das Schema der Versuchsanordnung mit der alle in Betracht kommenden Messungen vorgenommen wurden, ist in Fig. 1 dargestellt.

Eine Ankerspule  $s_1$  ist aufgeschnitten und die beiden Schnittenden  $a, b$  sind durch einen Widerstand  $r_1$  von 0,02 Ohm mit einander und durch zwei Schleifringe mit den Bürsten  $b_2, b_3$  verbunden. Der Widerstand einer Spule beträgt etwa 0,025 Ohm. Der in der Spule  $s_1$  fliessende Kurzschlussstrom kann dann durch Messung des Spannungs-

abfalls zwischen  $a-b$  bestimmt werden. Um die geringe Störung, die durch das Aufschneiden der Spule hineingebracht wird, zu vermeiden, müssten alle Ankerspulen mit dem gleichen Widerstand  $r_1$  versehen werden. Der Einfachheit wegen wurde jedoch hier davon abgesehen.

Weiter ist ein ähnlicher Widerstand  $r_2$  in die Verbindung der Spule mit dem Kommutator eingefügt und die Punkte  $c, d$  sind zu zwei Schleifringen geführt, auf welchen die Bürsten  $b_5, b_6$  aufliegen. Der auf diese Weise messbare Spannungsabfall in  $r_2$  ist ein Mass für den einer Lamelle zufließenden Strom. Solche Widerstände sind

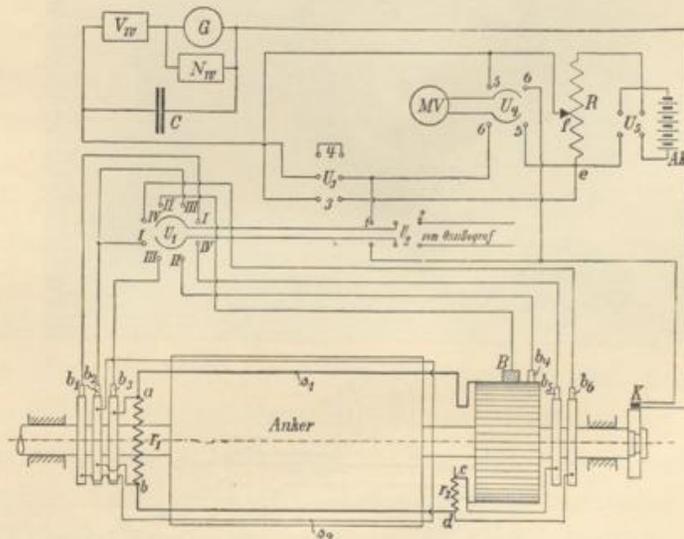


Fig. 1. Messanordnung zur Untersuchung der Kommutation.

auch in die benachbarten Verbinder eingebaut, so dass durch sie eine Störung der Stromverteilung unter der Bürste nicht hervorgerufen werden kann.

Zur Aufnahme der Feldkurve liegt oben in derselben Nut eine Prüfspule  $s_2$  aus 8 Windungen dünnen Drahtes, deren Enden durch zwei Schleifringe mit den Bürsten  $b_5$  und  $b_6$  verbunden sind.

Die Aufnahme der Kurve des Kurzschlussstromes, des Stromes einer Lamelle und der Feldkurve geschieht mit Hilfe des auf der Welle sitzenden Kontaktapparates  $K$ . (Fig. 2 a und b). Bei ihm sind nicht wie bei den üblichen Konstruktionen Schleifkontakte, sondern Druckkontakte angewandt, und die Dauer des Kontaktes ist soweit

herabgedrückt, dass der Apparat auch bei sehr schnellen Stromwechsellern tadellos funktioniert. Er besteht im Prinzip aus der mit der Maschinenwelle starr gekuppelten Kontaktscheibe  $S$ , einer Teilscheibe  $T$  und dem auf ihr verschiebbaren Gleitstück  $G$  aus Ebonit.

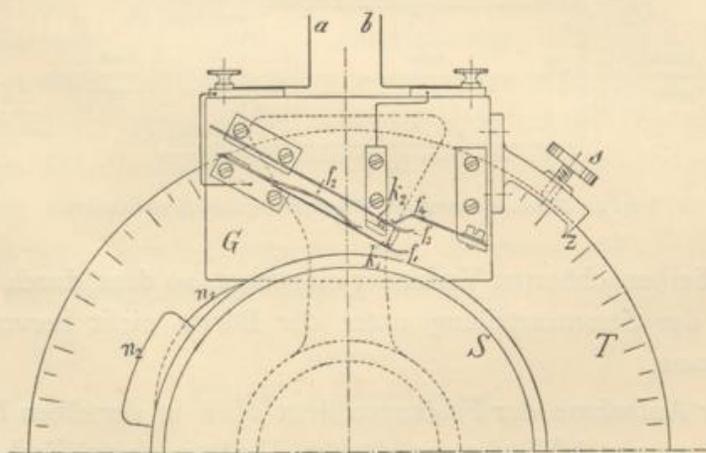
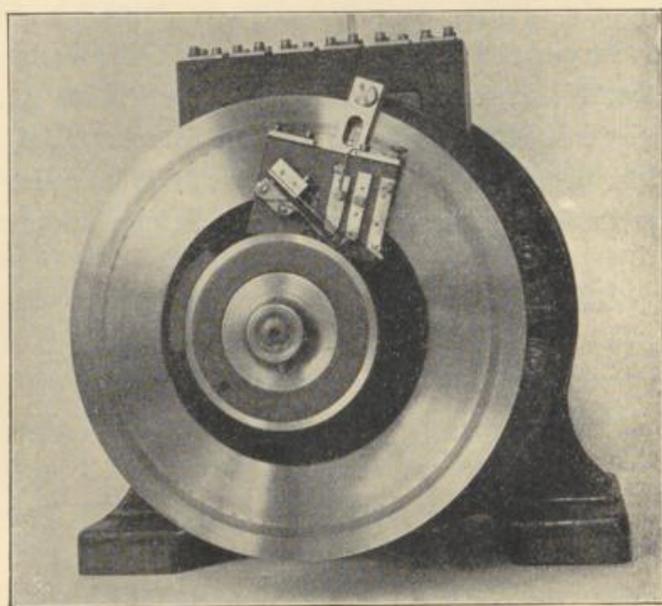


Fig. 2a und b. Kontaktgeber.

Auf  $G$  sitzen isoliert die beiden Kontaktfedern  $f_1$  und  $f_3$  und die Gegenfedern  $f_2$  und  $f_4$ .  $S$  hat einen Kontaktnocken  $n_1$ .  $G$  kann durch Drehen in eine beliebige Lage relativ zu  $n_1$  gebracht und hier mit der Stellschraube  $s$  fixiert werden. Zum Ablesen dient der Zeiger  $Z$ . Der Stromkreis der Leiter  $a$  und  $b$  wird einmal pro Umdrehung

geschlossen, wenn  $n_1$  unter  $f_1$  zu liegen kommt.  $f_1$  wird dadurch bis zum Anschlag mit der Kontaktfläche  $k_1$  der Feder  $f_3$  gehoben. Aber nur einen Augenblick dauert der Kontakt, denn im nächsten Moment gehen  $f_1$  und  $f_3$  in die Höhe und trennen die Kontaktfläche  $k_1$  von ihrem Sitz. Damit aber nach dem Passieren von  $n_1$  nicht noch einmal Kontakt gemacht wird, ist ein zweiter Nocken  $n_2$ , axial und radial gegen  $n_1$  verschoben, vorhanden, der  $f_3$  hochhebt und so lange oben hält, bis  $f_1$  in die ursprüngliche Lage zurückgekehrt ist.

Der Momentanwert einer Spannung, wie ihn der Kontaktgeber  $K$  liefert, ist an dem ballistischen Galvanometer  $G$ , in der bekannten Schaltung (s. Fig. 1) mit Widerstand und Kondensator  $C$ , ablesbar. Sind die vom Kontaktgeber pro Umdrehung gegebenen Momentanspannungen annähernd gleich, so kann der Galvanometer als Nullinstrument benützt werden, indem man die Gleichstromspannung zwischen  $f_e$  durch Aenderung des Widerstandes  $R$  so reguliert, dass der Galvanometeranschlag Null wird. Am Millivoltmeter  $MV$  kann in der Stellung 5 des Umschalters  $U_4$  die kompensierte Spannung abgelesen werden.

Die eigentliche Messung vollzieht sich also folgendermassen: An dem Umschalter  $U_1$  wird die der gewünschten Kurvenart entsprechende Verbindung hergestellt, dann  $U_2$  entweder auf den Oszillographen oder den Kontaktapparat umgelegt und je nachdem man im letzteren Falle mit Galvanometeranschlag oder nach der Kompensationsmethode arbeiten will, wird  $U_3$  in die Stellung 4 oder die Stellung 3 gebracht.

Die Eichung des Galvanometers  $G$  erfolgt mit der regulierbaren Spannung  $e-f$ , die mit dem Millivoltmeter  $MV$  bei Stellung 5 des Umschalters  $U_4$  bei richtiger Tourenzahl des Kontaktgebers gemessen werden kann; dabei ist der Umschalter  $U_3$  in der Stellung 3 und  $U_2$  offen.

Es kann gemessen werden:

a. Die mittlere örtliche Potentialdifferenz zwischen Kommutator und Bürste ( $AP$ -Kurve oder Kommutationsdiagramm). Umschalter  $U_1$  in Stellung II,  $U_2$  in Stellung 1,  $U_3$  offen und  $U_4$  in Stellung 6. Die schmale Hilfsbürste  $b_4$  wird nach und nach über die ganze Breite der Hauptbürste  $B$  verschoben. Jeder Stellung der Hilfsbürste entspricht ein Punkt der Kurve. Der Kontaktmacher  $K$  ist kurz geschlossen.

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-

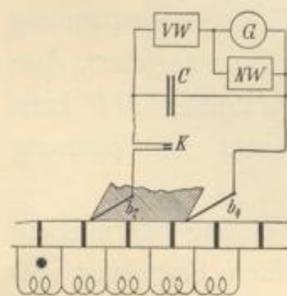


Fig. 3. Schema der Versuchsordnung zur Messung der Kurzschlussspannung.

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 $u_n = 2$ .