

# **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. Einwirkungen auf die Potentialkurve

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

## VIII. Rückwirkung der Kurzschlußströme auf die Maschine.

### 1. Einwirkung auf die Potentialkurve.

In den Oszillogrammen der vorigen Abschnitte, die die Momentanwerte der Spannung einer Lamelle gegen die Bürsten (die durchlaufende Potentialkurve) geben, fallen die Zacken dieser Kurven

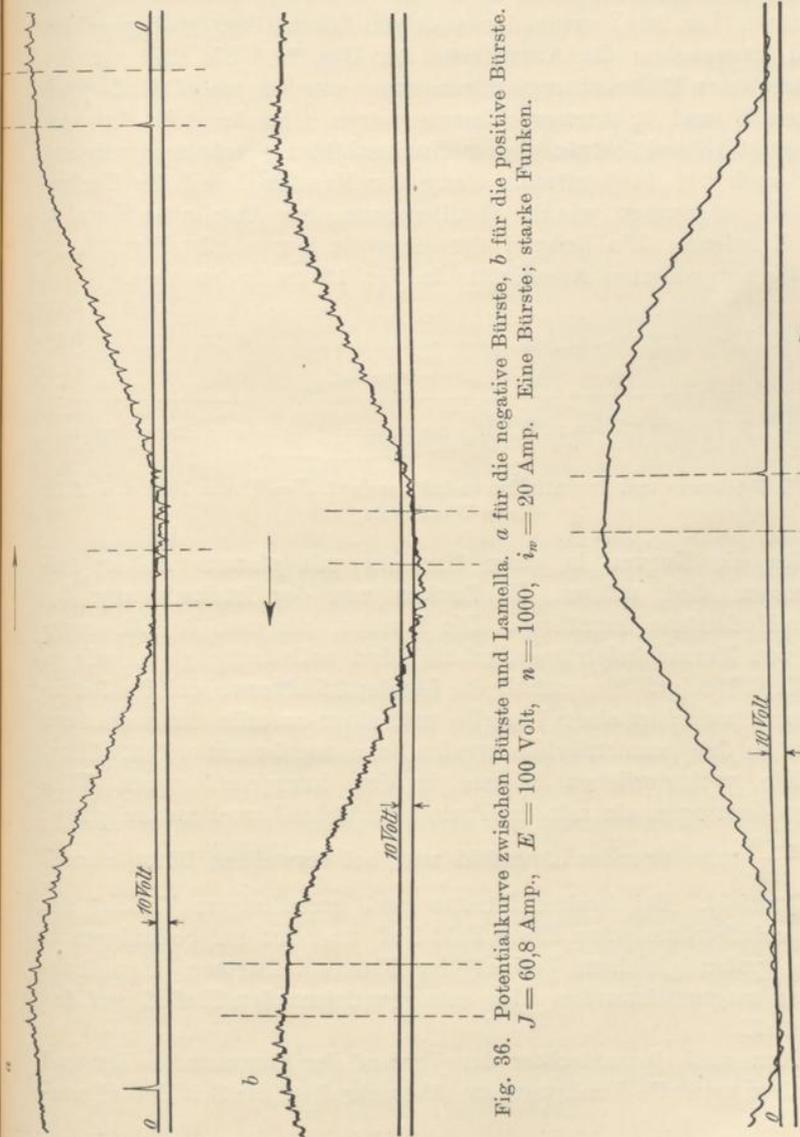


Fig. 36. Potentialkurve zwischen Bürste und Lamelle. *a* für die negative Bürste, *b* für die positive Bürste.  $J = 60,8$  Amp.,  $E = 100$  Volt,  $n = 1000$ ,  $i_w = 20$  Amp. Eine Bürste; starke Funken.

Fig. 37. Potentialkurve zwischen der positiven Bürste und einer Lamelle.  $J = 60,8$  Amp.,  $i_w = 102$  Amp. Zwei Bürsten. Funkenfrei.

besonders auf, um so mehr als es sich hier um einen glatten Anker handelt. Man findet, daß vor und nach dem Teil, der wesentlich von den übergehenden Strömen bestimmt ist, die Kurve Spitzen aufweist, die um die Zeit des Fortschreitens um eine Lamellenteilung voneinander abstehen (vgl. Fig. 11, 13, 21, 24 usw.).

Da es sich bisher nur um die Ausschnitte aus der durchlaufenden Potentialkurve gehandelt hat, so seien zunächst einmal einige ganze Kurven, und zwar zwischen einer Lamelle und der negativen (Fig. 36a) sowie der positiven Bürste (Fig. 36b) gegeben. Ihnen entsprechen die Ausschnitte der Fig. 24. Sie sind mit der beschriebenen Meßschaltung aufgenommen worden, wobei die Doppelbürsten  $b_1$  und  $b_2$  kurzgeschlossen waren. Es handelt sich um Kurven, die bei beträchtlicher Funkenbildung erhalten wurden. Aber auch bei funkenfreiem Gang der Maschine sind die Zacken deutlich ausgeprägt, wie die Oszillogramme der Abschnitte 2 und 3, Kap. V zeigen. Ein Beispiel für die volle Kurve gibt Fig. 37, zu der die vergrößerten Ausschnitte in Fig. 12 zu finden sind.

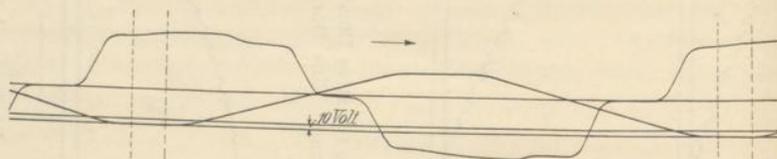


Fig. 38. Feldkurve und Potentialkurve bei Leerlauf.  $J=0$ ,  $n=1000$ ,  $i_e=2,15$ . Ohne Wendepole.

Da die Kurven in einer Maschine mit glattem Anker aufgenommen sind, müssen die Zacken von der Rückwirkung der Kurzschlußströme herrühren. Die Kurven, die man bei Abwesenheit von Kurzschlußströmen erhält, sind vollständig glatt, wie es die Fig. 38 zeigt. Sie enthält die Leerlaufsfeldkurve und die Potentialkurve zwischen einer Lamelle und einer anstelle der negativen Bürste in der geometrisch neutralen Zone angebrachten Prüfbürste.

Die veränderlichen Ströme in den kurzgeschlossenen Windungen erzeugen ein mit der Periodenzahl der Lamellendurchgänge  $c_k = \frac{K \cdot n}{60}$  schwingendes Längsfeld und bei verstellten Bürsten auch ein Querfeld. Bei breiten Bürsten und geradlinigem Verlauf der Kurzschlußströme wäre dieses Feld Null und hat bei beliebigem in allen Spulen gleichem Verlauf der Kurzschlußströme einen konstanten magnetisierenden oder entmagnetisierenden Einfluß auf das Hauptfeld.

Nun wird, je schlechter der Verlauf der Kommutation ist und je weiter man die Funkengrenze überschreitet, die Zeit der eigent-

lichen Stromwendung immer kürzer, ohne daß eine größere Ausbildung zusätzlicher Ströme damit verbunden ist. Die größere Wirkung des schwingenden Feldes wird also nicht durch Vergrößerung des veränderlichen Stromvolumens, sondern durch Verkürzung der Zeit der Änderung erreicht.

Noch vor Erreichung der Funkengrenze wird sich also unter allen Umständen ein mit der Periodenzahl der Kommutation veränderlicher Kraftfluß ausbilden, der als der Träger sämtlicher Selbst- und gegenseitigen Induktionen anzusehen ist.

Er wird in den massiven Eisenteilen des Feldmagnetgestelles durch Induktion von Wirbelströmen einen erheblichen Widerstand erfahren, so daß er gezwungen ist, zum größten Teil durch die Polschuhe und die Luft zu verlaufen. Im Joch selbst wird nur ein sehr kleiner Teil des Kraftflusses fließen.

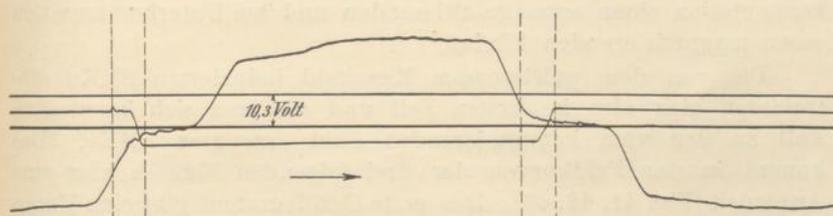


Fig. 39. Feldkurve und Strom einer Ankerspule.  $J = 20,5$  Amp.,  $E = 100$  Volt,  $n = 1000$ . Bürsten  $14^\circ$  gegen die Drehrichtung verstellt. Eine Bürste. Leichte Funken.

Auch von der Sättigung der Maschine, insbesondere des Ankers, hängt viel für die Möglichkeit der Ausbildung des Eigenfeldes der Kurzschlußströme ab. So zeigt z. B. Fig. 39 die Feldkurve und den Strom einer Spule. Man bemerkt in der Feldkurve nur sehr kleine Zacken von der Periodenzahl  $c_k = \frac{K \cdot n}{60}$ . Der pulsierende Kraftfluß der kommutierenden Spulen ist also nur sehr klein. Schaltet man nun die Felderregung ab und erregt nur vom Anker her, so daß man nun mit Hilfe der Prüfspule den Verlauf des Ankerfeldes erhält, so sieht man (Fig. 40), daß bei fast gleichem Verlauf der

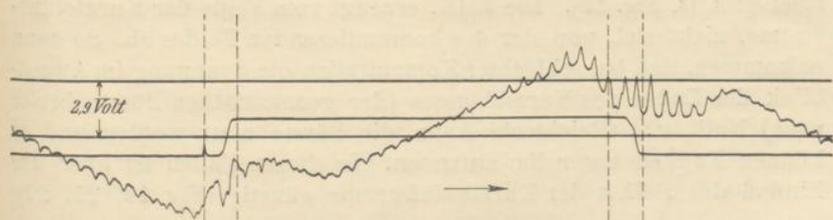


Fig. 40. Ankerfeldkurve und Strom einer Ankerspule.  $J = 20,5$  Amp.,  $i_e = 0$ ,  $n = 1000$ . Ohne Funken.

Kurzschlußströme das Eigenfeld bedeutend schärfer ausgeprägt ist. Von diesem pulsierenden Längsfeld sind auch die Spitzen der durchlaufenden Potentialkurven erzeugt, von denen man zunächst annehmen möchte, daß sie vom Ausschalten des betreffenden Stromes herrühren (s. Fig. 13, 20, 23).

## 2. Die Beeinflussung der Funkengrenze.

Wie wir gesehen haben, ist nur die an den Bürstchenkanten erreichte Spannung für die Funkenbildung maßgebend. Da sich die in einer Spule induzierten EMKe aus der vom kommutierenden Feld und der vom Eigenfeld induzierten zusammensetzen, ist es klar, daß die letzteren die Funkengrenze direkt beeinflussen können.

Nun hat das Feld der Kurzschlußströme im Mittel bei Überkommuation einen entmagnetisierenden und bei Unterkommuation einen magnetisierenden Einfluß.<sup>1)</sup>

Die von dem pulsierenden Eigenfeld induzierten EMKe subtrahieren sich also im ersten Fall und addieren sich im zweiten Fall zu den vom kommutierenden Feld erzeugten EMKe. Das kommt in den Feldkurven der drei folgenden Figuren klar zum Ausdruck (Fig. 41, 42, 43). Das erste Oszillogramm gibt eine Unterkommuation bei in der neutralen Zone stehenden Bürsten ohne Anwendung von Wendepolen und leichter Funkenbildung. Die Spitzen setzen sich einfach auf die Feldkurve, soweit sie vom Erregerfeld und Ankerfeld herrührt, auf. Ebenso verhält es sich beim nächsten Oszillogramm, das bei schwach erregten Wendepolen und starker Funkenbildung aufgenommen ist. Hier fällt die Spitze mit dem Austreten der Spule aus dem Kurzschluß zusammen. Man vergleiche dazu das Oszillogramm der Fig. 24. In diesen Oszillogrammen ist der Verlauf der Potentialkurve, soweit er von dem kommutierenden Feld herrührt, ziemlich gut zu erkennen, und man sieht, daß das pulsierende Feld am meisten zur Funkenbildung beiträgt.

Umgekehrt ist es bei Überkommuation, wofür Fig. 43 ein Beispiel gibt (s. Fig. 12). Die EMK, erzeugt vom Felde der Kurzschlußströme, zieht sich von der des kommutierenden Feldes ab. So kann es kommen, daß bei schlechter Kommutation die Spannung im Augenblick des Endes des Kurzschlusses (der geometrischen Bürstenbreite nach) Null ist. Gleichwohl kann die Bürste matt werden und es können Funken unter ihr auftreten. In diesen Fällen ist aber der Einfluß des Feldes der Kurzschlußströme günstig (Fig. 12, 25, 26),

<sup>1)</sup> R. Pohl, Sammlung elektrotechn. Vorträge, VI. Bd., 10. Heft.