

**Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

**Experimentelle Untersuchung der Kommutation bei  
Gleichstrommaschinen**

**Arnold, Engelbert**

**Karlsruhe, [1908]**

Versuche mit Wendepolen

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

Potentialkurven unter den Bürsten ihre einfache Erklärung. Es ist wohl anzunehmen, dass sie auf die Funkenbildung nicht ohne Einfluss sind.

Es ist dann noch untersucht worden, ob sich im Verlauf der Kurzschlussströme der verschiedenen Spulen einer Nut Abweichungen gegen einander zeigen. Da die Lage der Spulen relativ zum Feld verschieden ist und die letzte Spule der Nut unter ungünstigeren Umständen aus dem Kurzschluss tritt, so wären solche Abweichungen wohl erklärlich. Aus den gemachten Aufnahmen geht aber hervor, dass der zeitliche Verlauf der Kurzschlussströme einer Nut nicht wesentlich verschieden ist. Es ist deshalb hier nur eine solche Aufnahme als Beispiel gegeben (Fig. 51). Der Ordinatenmasstab beider Kurven ist verschieden.

#### Versuche mit Wendepolen.

Wie man aus den bisher besprochenen Oszillogrammen ersehen kann, ist der mechanische Aufbau der benutzten Maschine sehr unsymmetrisch. Abgesehen von den elektrischen Ursachen bedingt dies schon allein eine grosse Verschiedenheit der Kurzschlussströme gegeneinander, obschon für eine bestimmte Stellung einer Spule sich jedesmal dieselbe Kurve ergibt. Da die Wicklung eine Reihewicklung ist, sind bei zwei weggelassenen Bürsten die Felder aller Pollücken für die Kommutation massgebend, denn es liegen immer zwei kurzgeschlossene Spulen hintereinander. Das erschwert hier die Diskussion der Kurven beträchtlich. Bei Anwendung von Wendepolen treten diese Unsymmetrien am deutlichsten hervor. Die Pole stehen nicht in den Symmetrieachsen und auch die Grösse des Luftspaltes scheint bei jedem eine andere zu sein. Es ist daher kein Feld einer Kommutationszone wie das einer anderen.

Hier ist auch die axiale Länge des Wendepols kürzer, als es gut und allgemein üblich ist, sie beträgt nur die Hälfte der Ankerlänge. Die Breite ist gleich der Zahnteilung. Die Wendepole sind fremd erregt. Bei leerlaufender Maschine, also unerregten Wendepolen, feuert die Maschine stark. Das ist auch nicht anders zu erwarten, da sich ja das Ankerfeld, dem in der Kommutiernusszone Eisen gegenübersteht, stark ausbilden kann. Der Verlauf des Kurz-

schlussstromes ist ganz derselbe wie in Fig. 43, so dass hier auf die Wiedergabe verzichtet werden kann.

In Fig. 52 und 53 sind zwei Aufnahmen dargestellt, die unter gleichen Bedingungen erhalten sind, nur waren im ersten Fall die Wendepole unerregt, während im zweiten Fall die Erregung 2 Amp. betrug. Bemerkenswert ist, dass im ersten Fall trotz Unterkommution, die hier wieder in der charakteristischen Weise verläuft,

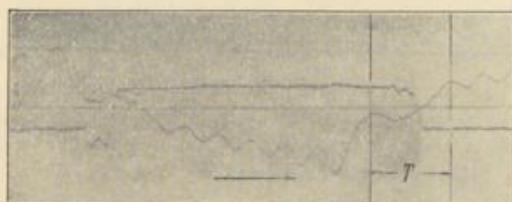


Fig. 52. Strom einer Spule und Feldkurve. Tourenzahl  $n = 500$ . Erregung des Feldes  $i_e = 1,2$  Ampère. Erregung der Wendepole  $i_{ew} = 0$ . Strom  $J = 20$  Ampère. Spannung  $E = 67$  Volt. Bürsten in der geometrisch neutralen Zone. Bürstenbreite  $b = 30$  mm. Funkenfrei.

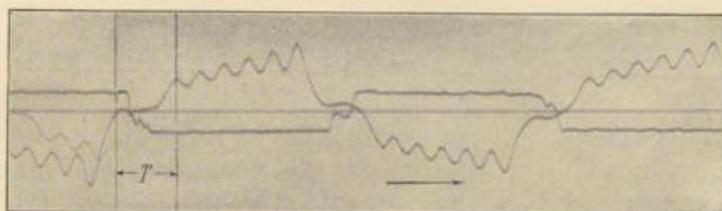


Fig. 53. Strom einer Spule und Feldkurve. Tourenzahl  $n = 500$ . Erregung des Feldes  $i_e = 1,2$  Ampère. Erregung der Wendepole  $i_{ew} = 2$  Ampère. Strom  $J = 20$  Ampère. Spannung  $E = 67$  Volt. Funken an den ablaufenden Kanten der Bürsten. Kontaktgebermarken an der positiven Bürste. Bürstenbreite  $b = 30$  mm.

funkenfreie Stromwendung stattfand, während bei der gegen das Ende wenig beschleunigten Kommution, wie sie Fig. 53 zeigt, schon Funken an den ablaufenden Kanten der Bürsten auftraten. Allerdings ist hier  $\frac{\text{Wendepolampèrewindungen}}{\text{Ankerampèrewindungen}} = 0,6$ .

Bei Anwendung von schmalen Bürsten ( $b = 15$  mm Fig. 54) war bei gleichem Belastungsstrom und schwächerer Erregung des Hauptfeldes für funkenfreien Gang dieses Verhältnis

$$\frac{2 AW_w}{N \cdot i_a} = 2,12.$$

Die Stromwendung ist, wie man sieht, nur wenig beschleunigt und im Anfang sogar leicht verzögert (Fig. 54).

Sind die Wendepole unter diesen Umständen unerregt, so bedingt das überwiegende Ankerfeld so starke Unterkommulation, dass leichtes Feuern eintritt (Fig. 55).

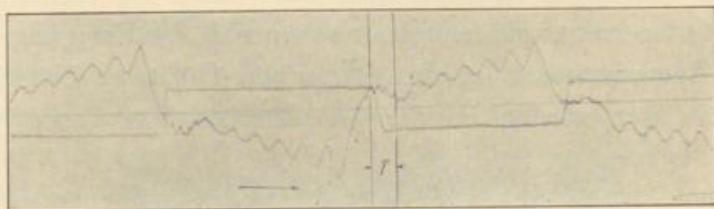


Fig. 54. Strom einer Spule und Feldkurve. Tourenzahl  $n = 500$ .  
Erregung des Feldes  $i_e = 0,95$  Ampère. Erregung der Wendepole  $i_{ew} = 7$  Ampère.  
Strom  $J = 20$  Ampère. Spannung  $E = 65$  Volt. Bürstenbreite  $b = 15$  mm.  
Bürsten in der neutralen Zone. Funkenfrei.

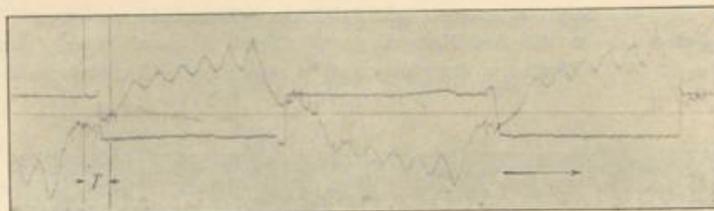


Fig. 55. Strom einer Spule und Feldkurve. Tourenzahl  $n = 500$ .  
Erregung des Feldes  $i_e = 1$  Ampère. Erregung der Wendepole  $i_{ew} = 0$ .  
Strom  $J = 20$  Ampère. Spannung  $E = 67$  Volt. Bürstenbreite  $b = 15$  mm.  
Bürsten in der neutralen Zone. Kleine Funken an den ablaufenden Kanten beider Bürsten.

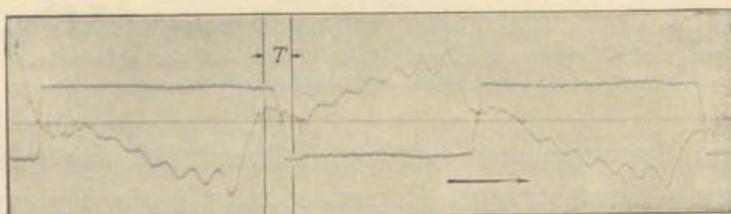


Fig. 56. Strom einer Spule und Feldkurve. Tourenzahl  $n = 500$ .  
Erregung des Feldes  $i_e = 1,2$  Ampère. Erregung der Wendepole  $i_{ew} = 7$  Ampère.  
Strom  $J = 45$  Ampère. Spannung  $E = 65$  Volt. Bürstenbreite  $b = 15$  mm.  
Bürsten in der geometrisch neutralen Zone. Kleine Funken an den ablaufenden Kanten beider Bürsten.

Auch wo zu Anfang der Kurzschlusszeit die Stromwendung beschleunigt (Fig. 56) und am Ende verzögert ist, haben sich Funken an den ablaufenden Kanten der Bürsten gezeigt.

Aus diesen Aufnahmen mit Wendepolen sieht man wieder, wie stark das resultierende Feld unter den Wendepolen von den Kommu-

tierungsvorgängen beeinflusst wird. Die Schwingungen sind auch hier nicht abgedämpft, sondern gegen den Fall, dass keine Wendepole vorhanden sind, noch wesentlich verstärkt. Die starken Spitzen der Feldkurve stehen genau um die Zeit des Fortschreitens einer Lamelle auseinander und fallen zeitlich mit dem eigentlichen Richtungswechsel des Stromes in den Ankerspulen zusammen.

Die erlangten Ergebnisse sind zunächst nur für die vorliegenden Verhältnisse, insbesondere für die verwendeten Polformen und Nutenformen gültig und nicht alle Ergebnisse dürfen verallgemeinert werden. Bemerkenswert ist jedoch, dass fast ausnahmslos die Zeit der Stromwendung viel kürzer ist, als sie sich aus der Bürstenbreite ergibt und dass das charakteristische Abflachen der Kurzschlussstromkurve bei den verschiedensten Stromdichten und Bürstenbreiten und sowohl bei Wendepolen als ohne Wendepole auftritt. Die Form der Kurzschlussstromkurve weist darauf hin, dass die Bürste über ihre Breite sehr verschieden beansprucht wird und dass eine richtige Schichtung der Bürste aus Kohle verschiedener Härte und Leitfähigkeit oder verschiedenem Material auf die Kommutierung von grossem Einfluss sein kann. Versuche über die Verteilung der Energiedichte unter der Bürste bei verschiedenen Kommutationsbedingungen und verschiedenen Bürstenmaterialien können hierüber Aufklärung bringen.

Die besprochenen Versuche wurden im Elektrotechnischen Institut der Hochschule während der letzten 2 $\frac{1}{2}$  Jahre durchgeführt. Die Herstellung von brauchbaren Messvorrichtungen und die Ausrüstung der Maschinen mit den erforderlichen Hilfseinrichtungen nahmen viel Zeit in Anspruch und die Versuche mussten oft längere Zeit unterbrochen werden. Die Einheitlichkeit der Versuche hat durch diese lange Zeit, über welche sie sich verteilen, etwas gelitten. Nachdem die Versuchseinrichtung nun besteht, werden sie in direktem Zusammenhange weiter fortgesetzt und auch auf die Energieverteilung und die Vorgänge in der Berührungsschicht von Bürste und Kommutator ausgedehnt.

Bei der Ausführung der Messungen haben mich die Herren Dr. J. Pollack, Ing. E. Pfiffner und Dipl. Ing. F. Jordan in dankenswerter Weise unterstützt.