

# Vierstufiger Drehstrommotor für 500, 750, 1000 und 1500 Touren und Gleichstrommotor von 350 - 1600 Touren der Maschinenfabrik Oerlikon

Autor(en): **Behn-Eschenburg, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **39/40 (1902)**

Heft 16

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-23437>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

**INHALT:** Vierstufiger Drehstrommotor für 500, 750, 1000 und 1500 Touren und Gleichstrommotor von 350—1600 Touren der Maschinenfabrik Oerlikon. — Die Architektur der Industrie- und Gewerbe-Ausstellung zu Düsseldorf 1902. — Die Generalversammlung des schweizer. elektrotechnischen Vereins in St. Gallen. — Miscellanea: Spurerweiterung auf zwei nordamerikanischen Eisenbahnen. Moderne Galerien in Wien und

Prag. Eine internationale Ausstellung für moderne dekorative Kunst im Haag. Restaurierung des Domes St. Peter und Paul in Brünn. Arbeitsfortschritt im Albulatunnel. Die älteste Gusseisenbrücke. — Literatur: Eingeg. literar. Neuigkeiten. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehem. Studierender. Hiezu eine Tafel: Die Industrie- und Gewerbeausstellung zu Düsseldorf 1902.

### Vierstufiger Drehstrommotor für 500, 750, 1000 und 1500 Touren und Gleichstrommotor von 350—1600 Touren der Maschinenfabrik Oerlikon.

Von Dr. Hans Behn-Eschenburg.

Bekanntlich hat die Maschinenfabrik Oerlikon schon im Jahre 1893 Drehstrommotoren gebaut, bei welchen die Polzahl mittels eines Umschalters, dessen Klemmen mit verschiedenen Ableitungen der induzierten Wicklung verbunden waren, verändert werden konnte. Die Umschaltung erwies sich als besonders einfach, wenn das Verhältnis der Polzahlen 1:2 gewählt wurde und es wurden daher in die Praxis hauptsächlich Motoren mit diesem Verhältnis der Umdrehungszahlen eingeführt. Die Motoren, welche damals zur Verwendung kamen, besaßen für das induzie-

Phasenabteilungen und es führen von diesen Abteilungen je drei Ableitungen — also im ganzen neun Ableitungen — zu dem Umschalter. Mittels des Umschalters wird dann für die Erzeugung von einem vierpoligen Feld die Wicklung der beiden einer Phase zugeteilten Spulengruppen in Serie, für die Erzeugung eines zweipoligen Feldes parallel geschaltet und zwar haben je zwei an dem Umfang aufeinanderfolgende Spulen eine Phasendifferenz der magnetomotorischen Kraft von 60 Grad bei dem zweipoligen Feld und 120 Grad für die vierpolige Wicklung. Es leuchtet ein, dass bei dieser Umschaltung der Magnetisierungsstrom sowohl bei der zweipoligen wie bei der vierpoligen Schaltung ungefähr der gleiche bleibt, dass der Streuungskoeffizient der zweipoligen Wicklung ungefähr halb so gross ist wie der Koeffizient der vierpoligen Wicklung, die Leistungsfähigkeit des zweipoligen Motors also ungefähr das doppelte betragen kann des vierpoligen, sodass das Drehmoment beider Motoren nahezu konstant bleibt, während die Leistung im Verhältnisse der Umdrehungszahl grösser wird.

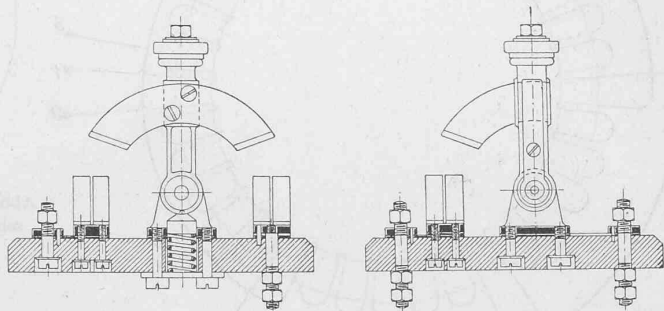
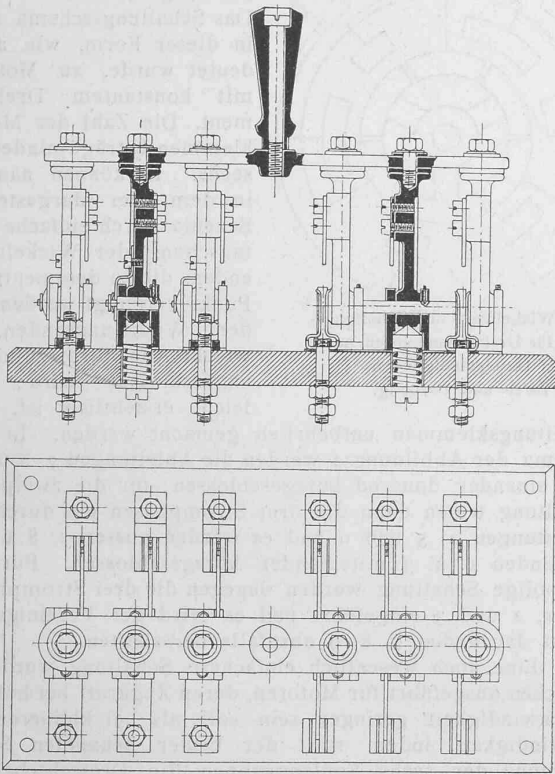


Abb. 1. Polumschalter für zwei Geschwindigkeiten zu Drehstrommotoren von 1 bis 6 P. S. Masstab 1 : 50.

In den letzten Jahren ist nun fast allgemein für den Bau von Drehstrommotoren die Trommelwicklung eingeführt worden, deren Vorteile in Bezug auf Fabrikation, sowie auf magnetische und elektrische Verhältnisse bekannt sind. Als Ersatz für die bei den Motoren mit Ringwicklung normal eingeführte Polumschaltung bewirkte nun die Maschinenfabrik Oerlikon bei den neuen Motoren mit Trommelwicklung die Veränderung der Polzahl in der Weise, dass in die gleichen Nuten des induzierenden — und unter Umständen auch des induzierten — Systems, zwei voneinander getrennte Wicklungen gelagert wurden, von denen die eine für die erste Polzahl, die andere für die zweite Polzahl normal eingerichtet war. Diese Anordnung hat den offenbaren Vorteil, dass die Wahl der verschiedenen Polzahlen frei gestellt ist und ferner die Dimensionierung der Wicklungen für die verschiedenen Polzahlen unabhängig voneinander gewählt werden kann, was besonders in denjenigen

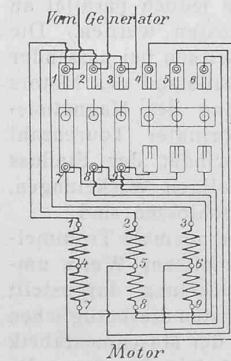
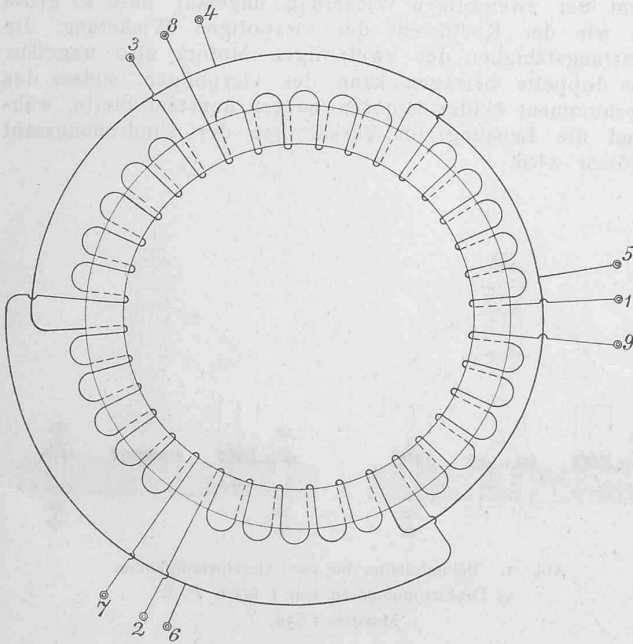


Abb. 2. Verbindungsschema zum Polumschalter.

Fällen von Vorteil ist, wo für die beiden Polzahlen sehr verschiedene Leistungen verlangt werden. So erfordert z. B. der Antrieb von Ventilatoren bei kleiner Umdrehungszahl eine bedeutend geringere Zugkraft als bei grösserer Tourenzahl; umgekehrt bedingt in der Regel der Antrieb

rende System eine Gramringwicklung, die bekanntlich an und für sich für jede beliebige Polzahl einteilbar ist. Für diese Gramringwicklung wurden schliesslich als normal das Wicklungsschema und das Schalterschema angenommen, welche in den Abbildungen 1, 2 und 3 (S. 168) dargestellt sind. Diese Abbildungen sind Kopien von Werkstattzeichnungen aus dem Jahre 1894, nach denen eine grosse Zahl Motoren und Schalter ausgeführt worden sind. Nach diesem Schema muss für die Umschaltung der Polzahl die Wicklung des Motors eingeteilt werden in sechs Spulengruppen, wenn es sich um die Umschaltung von zwei auf vier Pole handelt, und in  $6 \cdot 2$  Spulengruppen, wenn es sich um die Umschaltung von vier auf acht Pole handelt, indem hier das Wicklungssystem für vier und acht Pole als die Zusammensetzung von zwei hintereinander gruppierten Systemen von je zwei und vier Polen zu behandeln ist u. s. w. Diese sechs Spulengruppen sind mittels dreier konstanter Verbindungen zwischen den je einer Phase zugeteilten zwei Spulengruppen vereinigt zu drei

von Werkzeugmaschinen bei kleiner Tourenzahl ein grösseres Drehmoment als bei gesteigerter Umdrehungszahl des Motors. Es kann in solchem Falle die eine Wickelung im Sinne einer Hülfswicklung auf Kosten der andern — Hauptwicklung — etwas beschränkt werden. Der offenbare Nachteil dieser Anordnung liegt in der Notwendigkeit, solche Motoren mit besonderen Nutzungen auszuführen, um dem Raumbedarf für beide Wickelungen zu entsprechen. Der Polumschalter erhält für diese Anordnung die sehr einfache Form zweier gewöhnlicher dreipoliger Ausschalter, von denen der eine die Wickelung der ersten Polzahl, der andere jene der zweiten Polzahl ein- oder ausschaltet. Die gesamte Motorwicklung erhält für zwei verschiedene Polzahlen fünf Ableitungsklemmen, indem zwei Enden der getrennten Wickelungen miteinander verbunden werden. Dementsprechend können bei der Verwendung von Schleifringen die beiden Wickelungen des induzierten Systems mittels fünf Schleifringen für die eine oder andere Polzahl in Betrieb genommen werden. Es wurde auch das induzierte



System gelegentlich so behandelt, dass die beiden Wickelungen an drei gemeinsame Schleifringe geschlossen wurden und man die Vereinigung der drei freigebliebenen Wickelungsenden zum neutralen Sternpunkt mittels einer Kurzschlussvorrichtung jeweils für die eine oder andere Wickelung vollzog. In der einfachsten Form wurde das induzierte System von Motoren mit zwei Polzahlen ebenfalls mit zwei getrennten Wickelungen ausgeführt, die jedoch parallel an drei gemeinsame Schleifringe angeschlossen werden. Die beiden induzierten Wickelungssysteme wirken bei passender Wahl der Windungszahlen nur beim Stillstand des Motors in merkbarer Weise durch Vergrößerung des Magnetisierungsstromes aufeinander ein. Bei normaler Tourenzahl mit einer der beiden Polzahlen verschwindet der Einfluss der Parallelschaltung der verschiedenpoligen Wickelungen, vollständig, da die Schleifringe kurzgeschlossen sind.

Es fehlte nicht an Bestrebungen, die normale Trommelwicklung von Drehstrommotoren in ähnlicher Weise umzuschalten, wie oben für die Ringwicklung dargestellt worden ist. Doch scheiterten wohl die meisten diesbezüglichen Versuche, — wie es auch bei denjenigen der Maschinenfabrik Oerlikon der Fall war — an dem Uebelstande, dass die normal übliche Trommelwicklung, die für eine bestimmte Polzahl eingerichtet ist, Spulen besitzt, deren mittlerer Wickelungsschritt eine dieser Polzahl entsprechende Polteilung umfasst und dass daher dieses Wickelungssystem für eine halb so grosse Polzahl mit doppelt so grosser Polteilung eine aussergewöhnlich grosse Streuung herbeiführt. Motoren, bei denen die gewöhnliche Trommelwickel-

lung für zwei Polzahlen im Verhältnis von 1:2 nach Art des Schemas der Abbildung 2 umgeschaltet wurde, zeigten daher im allgemeinen für die kleinere Polzahl sehr ungünstige Betriebsverhältnisse, insbesondere war das Anlaufen derselben bei dieser Polzahl sehr ungenügend, sofern Motoren mit Kurzschlussanker zur Verwendung kamen.

Es ist nun auf Grund zahlreicher Studien über die Wickelung von Drehstrommotoren der Maschinenfabrik Oerlikon gelungen, die Trommelwicklung so anzuordnen, dass die oben erwähnten Nachteile nicht eintreten und die Motoren gleich gute Betriebsverhältnisse zeigen, wie die normal nur für eine Polzahl gewickelten Motoren. Diese zum Patent angemeldete Wickelung besitzt, wie die Wickelung einer Gleichstromarmatur, homogen angeordnete Spulenelemente und wird nach dem alten Schema für Ringwicklung eingeteilt in  $6 \cdot p$  Spulengruppen, wobei  $p$  die kleinste Zahl der zu bildenden Polpaare bedeutet. Diese Spulengruppen werden mit dem gleichen Umschalter wie oben für die Polpaare  $p$  und  $2p$  umgeschaltet, wobei je zwei Spulenelemente für die Polpaarzahl  $p$  für jede Phase parallel miteinander, für die Polpaarzahl  $2p$  dagegen in Serie geschaltet werden.

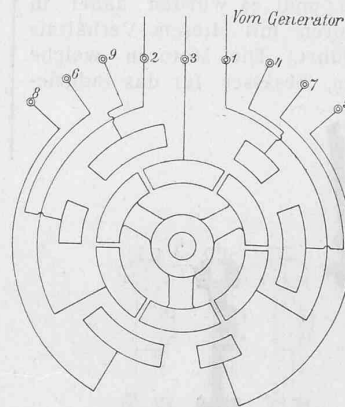


Abb. 3. Wickelungs- und Schaltungsdiagramm für Drehstrommotoren mit zwei Geschwindigkeiten. Zwei- und vierpolig.

Ableitungsklemmen entbehrlich gemacht werden. In dem Schema der Abbildung 2 werden die Ableitungen 7, 8 und 9 mit einander dauernd kurzgeschlossen; für die zweipolige Schaltung treten dann die drei Stromphasen ein durch die Ableitungen 4, 5 und 6 und es werden ausser 7, 8 und 9 die Enden 1, 2, 3 miteinander kurzgeschlossen. Für die vierpolige Schaltung werden dagegen die drei Stromphasen bei 1, 2 und 3 eingeführt und es wird der Vereinigungspunkt der Enden 7, 8, 9 ebenfalls beibehalten.

Eine noch wesentlich einfachere Schaltung wurde inzwischen ausgeführt für Motoren, deren Zugkraft bei höherer Geschwindigkeit geringer sein soll als bei kleinerer Geschwindigkeit, indem statt der bisher bekannten Sternschaltung der sechs Spulengruppen die Dreieckschaltung angewendet wird, wobei sämtliche sechs Spulen sowohl für zwei als auch für vier Pole, bzw. für irgend ein vielfaches dieser beiden Polzahlen, dauernd miteinander in Serie geschaltet bleiben und nur die Stromzuführung von den Wickelungsenden 1, 2, 3 für die grösseren Polzahlen nach den Wickelungsenden 4, 5 und 6 für die kleineren Polzahlen versetzt werden. Bei dieser Anordnung ist für die niedrigere Polzahl der Leerlaufstrom bedeutend kleiner als für die höhere Polzahl. Diese ebenfalls zum Patent angemeldete Schaltung ist in den Abbildungen 4, 5, 6 und 7 veranschaulicht.

Unter Benutzung der von der Maschinenfabrik Oerlikon eingeführten neuen Trommelwicklung liegt es in der Hand des Konstrukteurs, die magnetischen und elektrischen Verhältnisse des Motors zu Gunsten oder Ungunsten der einen oder andern Polzahl zu verschieben, indem der Wickelungsschritt der einzelnen Wickelungselemente mehr der Teilung der einen oder der andern Polzahl angepasst wird. Es sind eine Reihe Motoren für verschiedene Betriebsbedingungen mit Umschaltung von 2:4, 4:8, 6:12



in Betrieb gesetzt worden, bei denen die Einfachheit des Systems sich vollkommen bewährt hat.

Unter Benutzung des für Trommelwicklung früher eingeführten Systems von zwei getrennten Wickelungen lässt sich nun weiter die Zahl der Geschwindigkeitsstufen leicht auf vier erhöhen, ohne dass die Zahl der Ableitungen einen unübersichtlichen und unpraktischen Charakter anzunehmen braucht. Die Zahl der Ableitungen für Motoren mit vier Geschwindigkeitsstufen wird  $2 \cdot 6$ , also nicht grösser als für vier einzelne normale Motoren. Der Motor erhält zwei getrennte Wickelungen, von denen jede für zwei Polzahlen, die im Verhältnis von  $1:2$  stehen, umschaltbar ist. Der Umschalter selbst ist eine Kombination von zwei gewöhnlichen dreipoligen Umschaltern. Diese geringe Zahl von Ableitungen und Kontakten, verbunden mit der einfachen übersichtlichen Wickelungsanordnung, die ganz analog der Wickelung von Gleichstromarmaturen ausgeführt ist, dürfte den Hauptfortschritt des neuen Systems darstellen. Die Drehrichtung und Reihenfolge der Geschwindigkeit kann natürlich in beliebiger Weise eingerichtet werden. Von ganz besonderem Vorteil wird der Schalter, wenn die Reihenfolge der Geschwindigkeiten kontinuierlich von der kleinsten zu der grössten Geschwindigkeit ohne Drehrichtungswechsel verläuft, wobei beim Abstellen des Motors der Uebergang von jeder höheren zu der nächsten kleineren Geschwindigkeit automatisch fast augenblicklich vor sich geht, indem der von der kleineren auf die grössere Pol-

ständen in den induzierten Stromkreisen durch Vermehrung der Polzahl während der Anlassperiode der Energieverlust in den Anlasswiderständen auf ein Viertel oder die Hälfte herabgesetzt werden kann, je nachdem die Polzahl beim Anlaufen das vierfache oder doppelte der normalen beträgt. Die Oekonomie des Anlassens kann damit jedem Serie-Parallelschaltungssystem von Gleichstrommotoren gleich gestellt werden, unter Verwendung normaler Motortypen.

Als Beispiel für die Verwendbarkeit des neuen Systems der Maschinenfabrik Oerlikon geben wir im folgenden eine Darstellung (Abb. 8 und 9, S. 170) und Versuchsdaten des ersten nach diesem System ausgeführten Drehstrommotors, der zunächst zu Versuchszwecken bestimmt war und dessen

Ergebnisse voraussichtlich in Kürze noch bedeutend übertroffen sein werden. Der Motor ist ein normaler Drehstrommotor der Maschinenfabrik Oerlikon, Type 357, der für die normale Geschwindigkeit von 1450 Umdrehungen bei 50 Perioden mit einer Leistung von 8 P. S. bestimmt ist. Er wiegt etwa 220 kg und hat einen Ankerdurchmesser von 240 mm bei einer Eisenbreite von 180 mm, der äussere Gehäusedurchmesser beträgt 440 mm, die äussere Länge des Motors 470 mm. In die Nuten des induzierenden Systems sind zwei getrennte Wickelungen gelagert, von denen die eine für die Polzahlen 12 und 6, die andere für die Polzahlen 4 und 6 umschaltbar angeordnet ist. Die Wickelung wurde so gewählt, dass der Motor bei den höheren Geschwindig-

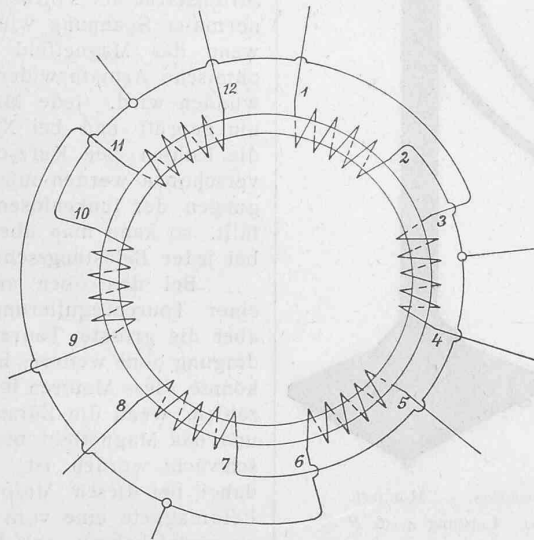


Abb. 4.

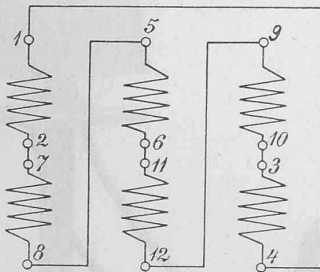


Abb. 5.

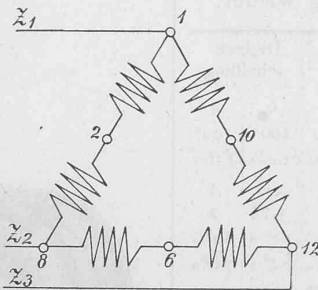


Abb. 6.

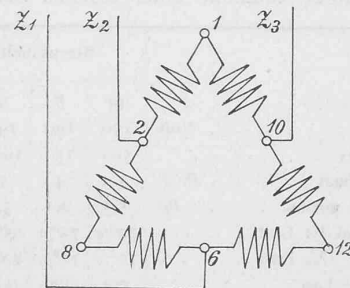


Abb. 7.

zahl umgeschaltete Motor so lange als Generator Strom in das Leitungsnetz zurückschickt, bis die der höheren Polzahl entsprechende Geschwindigkeit erreicht ist. Im allgemeinen ist für die doppelte Polzahl der Streuungskoeffizient wenigstens zweimal grösser als für die halb so grosse Polzahl; infolgedessen ist der Anlaufstrom des Motors mit Kurzschlussanker mit der doppelten Polzahl auf gleichen Magnetisierungsstrom reduziert halb so gross als bei grösserer Geschwindigkeit und es kommt der vorteilhafte Umstand zur Geltung, dass der Motor beim Anlaufen mit der kleinen Geschwindigkeit einen geringern Anlaufstrom aufweist als bei der grösseren Geschwindigkeit, sodass diese Umschaltung bei Kurzschlussankern direkt als Anlaufschaltung zur Reduktion des Anlaufstromes benutzt werden konnte.

Einen grossen Vorteil in der Betriebsökonomie kann die Polumschaltung bei Drehstrommotoren bieten, die sehr häufig abgestellt und wieder angelassen werden müssen, z. B. zum Betrieb von Fördermaschinen oder Bahnen, bei welchen bekanntlich der Energieverlust beim Anlassen eine sehr bedeutende Rolle spielt. Denn es leuchtet ein, dass bei gegebener Zugkraft mit Verwendung von Anlasswider-

keiten von 1000 und 1500 Umdrehungen etwa 6 P. S. leisten sollte und vorzugsweise mit diesen Geschwindigkeiten in Betrieb zu stehen hat, sodass die Streuung und der Leerlaufstrom zunächst bei diesen Umdrehungszahlen günstig ausfallen sollten. Der Motor besitzt ebenfalls zwei getrennte Kurzschlusswickelungen, von denen jede aus nackten Drähten ohne Isolation, nach dem bekannten System der Maschinenfabrik Oerlikon gewickelt ist und zwar ist jeweilen von jeder Wickelung eine der Nutenzahl entsprechende Zahl Spulen mit einem besonderen Wickelungsschritt in sich kurzgeschlossen. Der Motor hat 12 Ableitungsklemmen; der Schalter besitzt drei Kontaktbürsten für die Stromzuleitungen und 12 Kontaktfinger in Verbindung mit den Motorklemmen.

Wir stellen in der folgenden Tabelle die durch Versuche erhaltenen verschiedenen Werte des Wirkungsgrades bei Vollast und Halblast, der Phasenverschiebung, des maximalen Drehmomentes und der Anzugskraft beim Anlaufen zusammen. Mit jeder Polzahl wurden die in der Tabelle angegebenen Leistungen im Dauerbetrieb von drei Stunden abgegeben und die ebenfalls in der Tabelle verzeichneten Temperaturzunahmen beobachtet. Der Motor

dient jetzt zum Antrieb einer Drehbank und kann zu diesem Zwecke unter Dreieckschaltung der verschiedenen Wicklungen so eingerichtet werden, dass bei den höchsten Polzahlen das Drehmoment vermindert wird. Wir geben

**Mehrstufige Drehstrommotoren der Maschinenfabrik Oerlikon.**



Abb. 8. Vierstufen-A-Motor, System Oerlikon. — Montiert.  
Umdrehungszahl: 500, 750, 1000 und 1500. Leistung 4—6 P. S.

daher in der Tabelle noch je zwei Werte für die Polzahlen 6 und 4 unter Annahme einer solchen Schaltung wieder.

	Sternschaltung				Dreieckschaltung	
	12	8	6	4	6	4
Polzahl . . . . .	12	8	6	4	6	4
Spannung . . . . . Volt	190	190	190	190	190 <sup>1)</sup>	190 <sup>1)</sup>
Touren, leer . . . . .	500	750	1000	1500	1000	1500
Leistung normal . . . . . P. S.	3,5	4	7	8	3,5	4
Drehmoment normal . . . . . kg	5,5	4,1	5,2	4	2,75	2
Wirkungsgrad <sup>1</sup> / <sub>1</sub> Last . . . . .	72%	73%	85%	86%	80%	80%
» <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Last . . . . .	70%	72%	82%	86%	82%	75%
cos φ bei <sup>1</sup> / <sub>1</sub> Last . . . . .	0,7	0,82	0,85	0,92	0,89	0,92
» <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Last . . . . .	0,5	0,65	0,70	0,83	0,80	0,88
Schlüpfung bei <sup>1</sup> / <sub>1</sub> Last . . . . .	10%	7%	3%	4%	8%	6%
Max. Drehmoment . . . . . kg	9,5	6,2	18	12	5,8	4
Leerlaufstrom . . . . .	11	9	8,5	6	2,8	2
Anlaufstrom . . . . .	50	50	130	135	43	45
Anlaufzugkraft . . . . . kg	5,5	3,5	6	5	1,5	1,3
Erwärmung nach drei Stunden bei Vollast . . . . . °C	50	50	40	40	35	35

Auf diesem Weg hat die Maschinenfabrik Oerlikon unter Verwendung der normalen Motortypen mit Trommelwicklung ein System von Drehstrommotoren eingeführt, die bei einer Abstufung der Geschwindigkeit im Verhältnis 1 : 2 den gleichen Raumbedarf, gleiches Gewicht, die gleiche Leistungsfähigkeit, gleichen Wirkungsgrad und Leistungsfaktor besitzen, wie die entsprechenden Motortypen mit nur einer Geschwindigkeitsstufe und die bei einer vierfachen Stufenreihe nur unwesentliche Volumen- und Preissteigerung bedingen. Die Modifikation dieses Schaltungsschemas für Ein- und Zweiphasenmotoren ist aus dem Vorstehenden leicht abzuleiten, indem die neue Trommelwicklung vollkommen gleich behandelt wird, wie die Ringwicklung mit gleicher Spulenzahl.

<sup>1)</sup> Bei 110 Volt beobachtete Werte reduziert auf 190 Volt.

Zum Vergleich dieser mit Drehstrommotoren erreichbaren Geschwindigkeitsabstufung fügen wir am Schlusse eine Tabelle hinzu, welche die Versuchsergebnisse eines nach neuem System der Maschinenfabrik Oerlikon gebauten Nebenschluss-Gleichstrommotors darstellt, dessen Geschwindigkeit im Verhältnis von 350 auf 1600 Touren bei konstanter Bürstenspannung nur durch Regulierung des Widerstandes der Nebenschlusswicklung in jeder beliebig feinen Abstufung reguliert wird. Die Bürsten stehen für jede Drehrichtung und Belastung in der neutralen Stellung fest. Die Maschinenfabrik Oerlikon befolgt das Konstruktionsprinzip, die Kommutierungsbedingungen aller Gleichstrommaschinen so zu wählen, dass die Maschinen bei normaler Tourenzahl mit den Kohlenbürsten in der neutralen Stellung bei der Stromstärke der Vollbelastung funkenlos laufen sowohl bei normaler Spannung wie auch bei Kurzschluss der Bürsten, wenn das Magnetfeld nur so stark erregt ist, dass der ohmische Armaturwiderstand von der Stromstärke überwunden wird. Jede Maschine wird auf diese Bedingung hin geprüft und bei Nichterfüllung derselben, wenn z. B. die Kohlen bei Kurzschluss aus der neutralen Stellung verschoben werden müssen, beanstandet. Sind die Bedingungen der funkenlosen Kommutierung in dieser Weise erfüllt, so kann man über das Verhalten des Kommutators bei jeder Belastungsschwankung beruhigt sein.

Bei den oben angeführten Gleichstrommotoren mit einer Tourenregulierung in den Grenzen von 1 : 5 liegt aber die grösste Tourenzahl zu hoch; als dass diese Bedingung ohne weiteres in ökonomischer Weise erfüllt werden könnte, diese Motoren feuern daher bei den höchsten Tourenzahlen, wenn die Bürsten in der neutralen Stellung stehen und das Magnetfeld bis auf die minimale Feldstärke geschwächt worden ist. Die Maschinenfabrik Oerlikon hat daher bei diesen Motoren zwischen den Polschuhen der Feldmagnete eine vom Hauptstrom durchflossene Kompensationswicklung angebracht, die ein genügend starkes Magnetfeld in entgegengesetzter Richtung zu dem Armatur-



Abb. 9. Vierstufen-A-Motor, System Oerlikon. — Demontiert.  
Umdrehungszahl: 500, 750, 1000 und 1500. Leistung: 4—6 P. S.

feld erzeugt, das die zur Funkenbildung führende Spannung zwischen zwei Lamellen in der neutralen Stellung unterdrückt. Mittels dieser Kompensationswicklung, deren ohmischer Verlust ungefähr die Hälfte des Armaturkupfer-



verlustes beträgt, wurde erreicht, dass die Motoren, die für eine normale Geschwindigkeit von 1000 Touren gebaut sind, bei Umdrehungszahlen zwischen 350 und 1600 mit voller Stromstärke in jeder Drehrichtung ohne Bürstenverstellung vollkommen funkenlos laufen. Diese ältere Anordnung der Kompensationswicklung zwischen den Polkernen mit weit ausgebreiteter neutraler Zone scheint gegen-

**Nebenschluss-Gleichstrommotor mit abstufbarer Geschwindigkeit der Maschinenfabrik Oerlikon.**

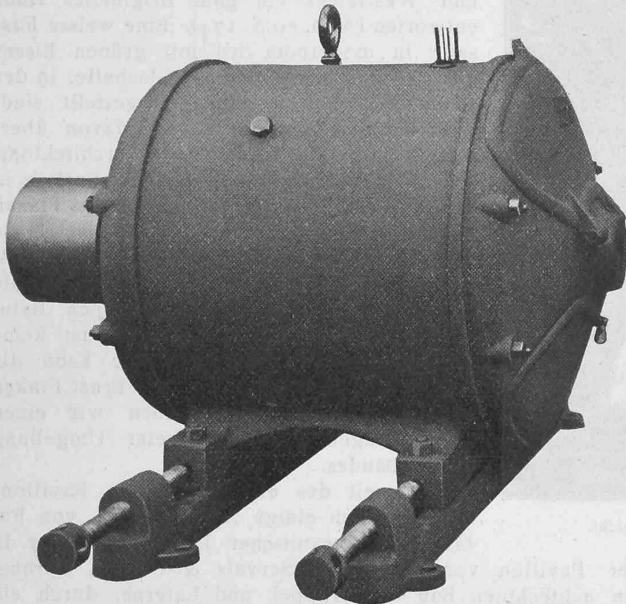


Abb. 10. Gleichstrommotor, System Oerlikon. — Montiert.  
Tourenzahl: von 350 bis 1600 bei konstanter Bürstenspannung.  
Leistung: 3,5 bis 8 P. S.

über der kürzlich von Déri eingeführten Bewickelung von Eisenringen nach Art der Induktionsmotoren insofern einen Vorteil zu haben, als das Armaturfeld in der neutralen Zone in dem Luftraum zwischen den Polkernen verläuft und daher an und für sich sehr viel schwächer ist, als bei den geschlossenen Ringen.

Die folgende Tabelle enthält Versuchsdaten, die mit einem normalen vollkommen abgeschlossenen Kapsel-Motor der Maschinenfabrik Oerlikon Typ H 36 (Abb. 10 und 11), gewonnen wurden, der für intermittierenden Betrieb mit einer Leistung von 3 P. S. bei 130 Volt mit regulierbarer Geschwindigkeit von 350 bis 1600 Touren bestimmt ist. Der Motor hat ein Gewicht von 400 kg. Der äussere Gehäusedurchmesser beträgt 500 mm, die äussere Gehäuselänge

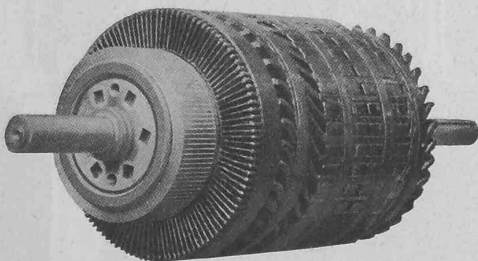


Abb. 11. Gleichstrommotor, System Oerlikon. — Demontiert.  
Tourenzahl: Abstufbar von 350 bis 1600 bei konstanter Bürstenspannung. — Leistung: 3,5 bis 8 P. S.

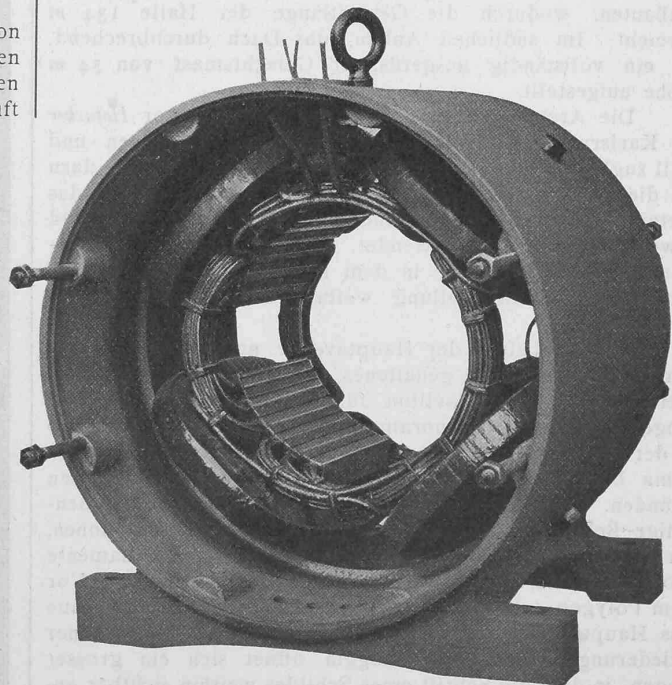
400 mm, die Bohrung 250 mm, Eisenbreite 180 mm. In den Stahlgusszylinder des Gehäuses sind vier lamellierte Pole eingeschraubt; die Polschuhe haben offene Nuten, in welche die Kompensationswicklung eingebettet ist. Der gleiche Motortyp wird bei der normalen Tourenzahl von 1000 für eine dauernde Leistung von 9 P. S. verwendet.

**Versuchsergebnisse**

mit einem Gleichstrommotor der Maschinenfabrik Oerlikon  
Typ H 36 für 350 bis 1600 Touren.

Geschwindigkeit, Touren p. Min.	1500	1000	750	500	350
Spannung . . . . . Volt	130	130	130	130	130
Stromstärke bei Leerlauf . . . Amp.	4	2,3	1,8	1,5	1,5
» » Vollast . . . »	25	25	25	25	25
Nebenschlussstrom bei Leerlauf »	0,12	0,21	0,29	0,3	0,8
» » Vollast . . . »	0,06	0,12	0,18	0,3	0,6
Leistung bei Vollast . . . P. S.	2,9	3,15	3,2	3,3	3,2
» » Halblast . . . »	1,4	1,74	1,75	1,75	1,75
Wirkungsgrad bei Vollast . . . %	66	72	73	74	73
» » Halblast . . . %	59	71	74,5	76	74
Temperaturerhöhung d. Armatur bei 2 St. Vollast in geschlossenem Gehäuse . . . . . °C	50	—	—	—	45

Bei Gegenüberstellung des Drehstrommotors mit Polumschaltung und des Gleichstrommotors mit Nebenschlussregulierung tritt als prinzipieller Unterschied der beiden Regulierungen hervor, dass der Drehstrommotor bei allen Polzahlen mit annähernd gleichem magnetischem Flux im Luftraum arbeitet und daher bei den höhern Tourenzahlen grössere Leistung und besseren Wirkungsgrad erhalten kann, während der Gleichstrommotor eine Steigerung der Tourenzahl nur durch eine Verminderung des magnetischen Feldes erreicht, also eine Steigerung der Leistung und des Wirkungsgrades unmöglich ist. In der Wirkungsweise würde einem Drehstrommotor mit zwei umschaltbaren Polzahlen ein Gleichstrommotor mit zwei Kollektoren entsprechen, welche in Serie oder parallel geschaltet werden können, oder eine Kombination aus mehreren Gleichstrommotoren.



Diese beiden Regulierungsarten führen aber selbstverständlich im Vergleich zu der reinen Nebenschlussregulierung und der Polumschaltung zu teureren Konstruktionen und komplizierteren Anlagen.