

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 63/64 (1914)
Heft: 21

Artikel: Oerlikon-Doppelrotor-Motor mit Kurzschluss-Anker und 18 Geschwindigkeitsstufen
Autor: Haffleur, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-31469>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

In Würdigung der Vor- und Nachteile der einzelnen Projekte wurden in einem ersten Rundgange die Projekte Nr. 8, 10, 12 und 15 ausgeschaltet, weil sie die Programmpunkte nicht in genügender Weise erfüllen. Bei einem zweiten Rundgange wurden sodann auch die Projekte Nr. 1, 5, 6, 14 und 16 ausgeschieden, weil einzelne Punkte, namentlich die Frage des Verkehrs und der Bebauung nicht befriedigend gelöst sind. Es blieben sodann noch die Projekte Nr. 2, 3, 4, 7, 9, 11 und 13. Von denselben wurden in einem dritten Rundgang ausgeschieden die Projekte Nr. 11, 13 und 9. Projekt Nr. 11 wurde ausgeschieden, weil hier die Strassenzusammenführungen und die Nebenstrassen zu willkürliche Bildungen zeigen und das Projekt in keinem einzigen Punkt einen bedeutenden Vorschlag bringt. Nr. 13 hat allerdings Vorzüge in verkehrstechnischer Beziehung und in der Anlage von Industriequartieren, es wird aber infolge der Unsicherheit in der Bebauung und der Zusammenführung der Strassen und der Anlage der Plätze ausgeschieden. Nr. 9 wurde fallen gelassen wegen der zu grosstädtischen, dem Charakter des Geländes widersprechenden Anlage. Es verblieben somit in engerer Wahl noch die Projekte Nr. 2, 3, 4 und 7. Von diesen wird das Projekt Nr. 3 in erste Linie gestellt und die übrigen drei Projekte als gleichwertig betrachtet. Immerhin kann dem Projekt Nr. 3 auch kein erster Preis zugedacht werden, weil die Bebauung zwischen Burgernzielweg und dem Egghölzli nicht befriedigend gelöst ist, und weil die Fortsetzung der Alignemente der Gemeinde Muri in der Richtung Ostermundigen fehlt.

Die Projekte Nr. 2, 4 und 7 sind in den gleichen Rang zu stellen, weil jedes derselben in irgend einem wichtigen Punkte besondere Vorzüge aufweist. Das Preisgericht kommt daher zum Schlusse, einen zweiten Preis von 2400 Fr. dem Projekt Nr. 3, Motto „Lindenthal“, und je einen dritten Preis ex æquo von 1700 Fr. den Projekten Nr. 2, Motto „Mutzopotamien“, Nr. 4, Motto „Wittgikofen“ und Nr. 7, Motto „De Kurve na“, zu erteilen. Dem Projekt Nr. 9 wird wegen seiner grosszügigen Ideen eine Ehrenmeldung zuerkannt und das Preisgericht empfiehlt dem Gemeinderat dessen Ankauf.

Hierauf wurden die versiegelten Kuverts der vier prämierten Projekte geöffnet und die Projektverfasser ermittelt. Als solche wurden bekannt für:

Nr. 3, Motto „Lindenthal“: Die Herren *Schneider & Hindermann*, Architekten, Gurtengasse 3 in Bern; *Bühlmann & Glauser*, Ingenieure in Bern.

Nr. 2, Motto „Mutzopotamien“: Die Herren *Niggli & Ruefer*, Architekten und *Ernst Blatter*, Grundbuchgeometer, alle in Interlaken.

Nr. 4, Motto „Wittgikofen“: Herr *Adolf Lori*, Architekt in Biel, Oberer Quai 54.

Nr. 7, Motto „De Kurve na“: Die Herren *Vifian & von Moos*, Architekturbureau, und *F. Dauwalder*, Bauinspektor, Interlaken.

Als Verfasser des Projektes Nr. 9, Motto „Zähringer“, haben sich genannt die Herren *Paul Riesen*, Architekt, und *Ernst Bietenharder*, Techniker, beide in Bern.

Bern, den 25. März 1914.

Die Mitglieder des Preisgerichts:

H. Lindt, städtischer Baudirektor; *Hans Bernoulli*, Architekt, Basel; *V. Wenner*, Ingenieur, Zürich; *Albert Gerster*, Architekt; *Adolf Tièche*, *Blaser*, Stadtbaumeister; *F. Steiner*, Stadttingenieur.

Oerlikon-Doppelrotor-Motor mit Kurzschluss-Anker und 18 Geschwindigkeitsstufen.

Von *A. Haffleur*, Oerlikon.

Ein empfindlicher Nachteil des Mehrphasen-Induktionsmotors besteht in der bekannten Schwierigkeit einer verlustlosen Regulierung der Umlaufzahl. Um diesem Uebelstand abzuwehren, sind schon verschiedenartige Methoden vorgeschlagen und mit Erfolg angewendet worden, wie z. B. die Kaskadenschaltung zweier Induktionsmotoren, die Kaskadenschaltung eines Induktionsmotors mit einem Kollektormotor, die Polumschaltung von Induktionsmotoren und die Drehstrom-Kollektormotoren. Alle diese Methoden sind in Fachkreisen gut bekannt. Weniger bekannt hingegen, und in der Praxis bis heute noch sehr wenig angewandt, ist eine weitere Methode, die darin besteht, mit Hilfe eines zweiten Motors den primären Teil des Hauptmotors mit

veränderlicher Geschwindigkeit in einer zur Umlaufsrichtung des Rotors gleichen oder entgegengesetzten Richtung zu drehen. Mit dieser Methode ist es möglich, einen Induktionsmotor auch übersynchron zu regulieren, während alle übrigen, mit Ausnahme derjenigen des Kollektormotors, nur eine untersynchrone Tourenveränderung gestatten. Die vielen Schwierigkeiten, die aber ein Kollektor verursacht, machen die Ausführung eines schnellaufenden Kollektormotors unmöglich.

Der Vorzug oben erwähnten Systems, mit einem Asynchronmotor auch übersynchron arbeiten zu können, kommt hauptsächlich solchen Maschinen zustatten, die aus wirtschaftlichen Gründen eine hohe Umlaufzahl erfordern, wie z. B. Gebläse, Kompressoren und Zentrifugalpumpen. Die bisher vereinzelt Darstellungen dieser Methode mussten sich auf drei Stufen beschränken. Durch das von der Maschinenfabrik Oerlikon ausgeführte neue System wird es nun möglich, mit der gleichen Kombination von zwei Motoren bis 26 Stufen zu erhalten, bei einer Aenderung der Umlaufzahl im Verhältnis 1:4. Der Grundgedanke dieses Systems besteht in der Ausbildung sowohl des Hauptmotors als auch des Hilfsmotors als polumschaltbare Stufenmotoren. Bei einem n -stufigen Hauptmotor und einem m -stufigen Hilfsmotor erhält man dann $2 \cdot n \cdot m + n$ Stufen, also bei $n = 2$ und $m = 6$ eine Stufenzahl von $2 \cdot 2 \cdot 6 + 2 = 26$.

Die höchstmögliche Drehzahl eines normalen zweipoligen Induktionsmotors beträgt bei 50 Perioden 3000 Touren. Mit dem neuen Oerlikon-Doppelrotor-Motor ist es heute möglich, bei 50 Perioden Umlaufzahlen bis 3750 und mehr zu erreichen. Die Wirkungsweise dieser Methode ist kurz folgende:

Wird ein normaler vierpoliger Motor an ein Netz von 50 Perioden angeschlossen, so wird sich der Rotor im Leerlauf mit 1500 Uml/min drehen. Wenn man nun den Stator des Hauptmotors durch eine geeignete Konstruktion drehbar anordnet und z. B. von einem 1000-tourigen Hilfsmotor durch Riemen- oder Zahnradübersetzung im Verhältnis 1:4 derart antreibt, dass sich der Stator in gleicher Richtung wie der Rotor dreht, so wird die Umlaufzahl des Drehfelds des Hauptmotors um 250, d. h. auf 1750 Uml/min erhöht. Der Rotor des Hauptmotors stellt sich im Leerlauf synchron zum Drehfeld und wird somit eine Umlaufzahl von 1750 annehmen. Haupt- und Hilfsmotor arbeiten in diesem Falle als Motoren. Wird der Hilfsmotor abgeschaltet und der Stator des Hauptmotors mittels einer Bremse festgehalten, so stellt sich der Rotor wieder auf 1500 Uml/min ein. Kehrt man die Drehrichtung des Hilfsmotors um, sodass sich der Stator des Hauptmotors nach Lüftung der Bremse entgegengesetzt der Umlaufrichtung des Rotors bewegt, und zwar wieder mit 250 Uml/min, so wird die Umlaufzahl des Drehfelds des Hauptmotors von 1500 auf 1250 Uml/min vermindert und der Rotor des Hauptmotors dreht sich nur noch mit 1250 Uml/min. In diesem Falle arbeitet der Hauptmotor als Motor und der Hilfsmotor als Generator.

In beiden Fällen ist die an der Welle des Hauptmotors abgegebene Leistung P gleich der algebraischen Summe der Watt-Aufnahme beider Motoren, vermindert um die Summe ihrer Verluste. Der Leistungsanteil des Hilfsmotors beträgt $P \propto \frac{250}{1500}$, derjenige des Hauptmotors

$$P \left(1 - \frac{250}{1500} \right).$$

Am einfachsten gestaltet sich die Anordnung, wenn Haupt- und Hilfsmotor direkt zusammengebaut werden, wie bei dem hier wiedergegebenen Doppelrotor-Motor. Dieser ist zum direkten Antrieb eines Oerlikon-Luftkompressors von 5000 mm Wassersäule und einer Luftmenge von 3 m³ pro Sekunde bei 3500 Uml/min bestimmt. Das komplette Aggregat ist in der Landesausstellung in Bern zur Aufstellung gelangt, wo der Motor bei gelöster Kupplung auf Wunsch in Betrieb vorgeführt wird.

Um 18 Geschwindigkeitsstufen zu erreichen, wurde der Hauptmotor zweistufig mit einer von zwei auf vier Pole

III. Preis ex aequo. Entwurf Nr. 7.

Motto „De Kurve na“.

Arch. Vifian & von Moos und
Bauinspektor F. Daurwalder, Interlaken.

Bebauungsplan 1 : 10 000.

Motto „De Kurve na“.

Arch. *Vifian & von Moos* und
Bauinspektor *F. Dauwalder*, Interlaken.

Bebauungsplan 1 : 10 000.

0 100 200 300 400 500m

umschaltbaren Feldwicklung, der Hilfsmotor vierstufig mit zwei von 32 auf 16 und 24 auf 12 Pole umschaltbaren Feldwicklungen ausgeführt. Der Hauptmotor besitzt also zwei synchrone Umlaufzahlen von 1500 und 3000 *Uml/min*, der Hilfsmotor vier synchrone Umlaufzahlen von 187, 250, 375 und 500 *pro min*. Der Rotor jedes Motors ist als Kurzschlussanker gebaut, und zwar ist die Käfigwicklung des Hilfsmotors direkt auf dem Umfang des drehbaren Stators des Hauptmotors untergebracht.

Durch Kombination der Stufen von Haupt- und Hilfsmotor ergeben sich bei vierpoliger bzw. zweipoliger Schaltung des Hauptmotors folgende Umlaufzahlen:

4-polig: $n = 1500 \pm 187$	2-polig: $n = 3000 \pm 187$
± 250	± 250
± 375	± 375
± 500	± 500

somit zweimal 8 Stufen. Wird der Hilfsmotor abgeschaltet und der Stator des Hauptmotors festgehalten, so erhält man noch die beiden Stufen 1500 und 3000 Touren. Die totale Stufenzahl beträgt somit 18. Die bei den verschiedenen Geschwindigkeitsstufen, bei konstant bleibendem Drehmoment, entwickelten Leistungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt, wobei der Einfachheit halber jeweils die synchronen Umlaufzahlen angegeben worden sind.

Stufe	synchrone Umlaufzahl	Leistung in PS	Stufe	synchrone Umlaufzahl	Leistung in PS
1	1000	80	10	2500	210
2	1125	90	11	2625	220
3	1250	100	12	2750	230
4	1313	110	13	2813	240
5	1500	125	14	3000	255
6	1687	140	15	3187	270
7	1750	145	16	3250	280
8	1875	155	17	3375	290
9	2000	165	18	3500	300

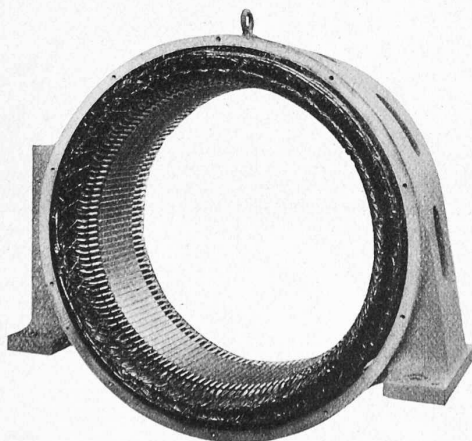


Abb. 3. Stator.

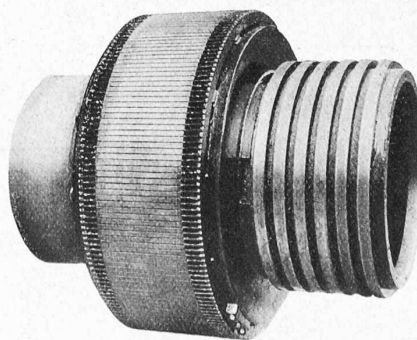


Abb. 4. Aussen-Rotor.

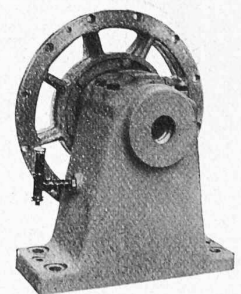


Abb. 6. Gemeinsamer Lagerbock beider Rotoren.

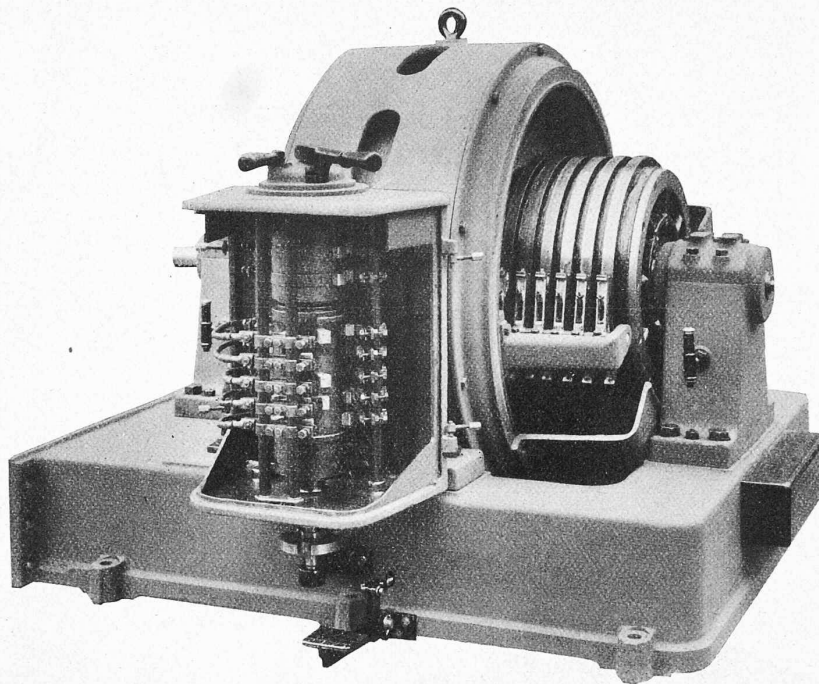


Abb. 2. Doppelrotor-Motor (Polumschalter und Schleifringe abgedeckt).

tilatoren 7 bewirkt. Der Kurzschlussanker 8 des Hilfsmotors sitzt direkt auf dem Primärteil 3 des Hauptmotors, sein Stator 9 ist auf der Grundplatte 10 festgeschraubt. Die Klemmen der polumschaltbaren Wicklung 11 sind mit dem am Stator 9 direkt angebauten Polumschalter des Hilfsmotors verbunden (Abb. 2 u. 3). Dieser besitzt einen Drehrichtungswechsler, der mit der Polumschaltwalze so verriegelt ist, dass nur in der Nulllage die Drehrichtung gewechselt werden kann. Zum Anlassen dient ein Anlasstransformator,

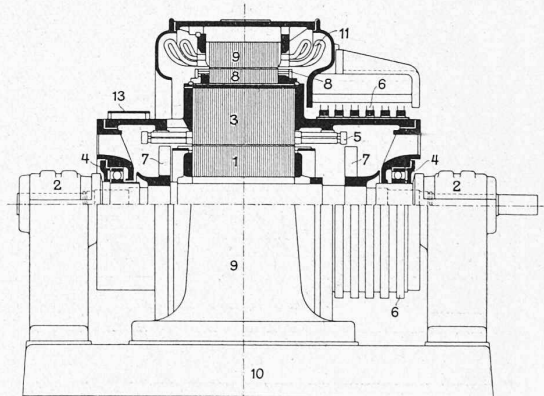


Abb. 1. Typenskizze des Doppelrotor-Motors M. F. O.

Der mechanische Aufbau des Motors ist aus Abbildung 1 ersichtlich. Der Käfiganker 1 des Hauptmotors ist in automatischen Ringschmierlagern 2 gelagert, die für 3500 *Uml/min* bemessen sein müssen. Der Primärteil 3 des Hauptmotors ist auf seitlichen Ansätzen der Lager 2 in Kugellagern 4 drehbar gelagert, welche letztere für eine maximale Umlaufzahl von 500 pro Minute bemessen sind. Für die Stromzuführung zur Feldwicklung 5 des Hauptmotors sowie deren Umschaltung von zwei auf vier Pole dienen die sechs Schleifringe 6. Die Kühlung des Hauptmotors wird durch die beiden Ven-

tilatoren 7 bewirkt. Der Kurzschlussanker 8 des Hilfsmotors sitzt direkt auf dem Primärteil 3 des Hauptmotors, sein Stator 9 ist auf der Grundplatte 10 festgeschraubt. Die Klemmen der polumschaltbaren Wicklung 11 sind mit dem am Stator 9 direkt angebauten Polumschalter des Hilfsmotors verbunden (Abb. 2 u. 3). Dieser besitzt einen Drehrichtungswechsler, der mit der Polumschaltwalze so verriegelt ist, dass nur in der Nulllage die Drehrichtung gewechselt werden kann. Zum Anlassen dient ein Anlasstransformator,

der mit dem Polumschalter für die Wicklung 5 des Hauptmotors kombiniert ist. Eine durch den Polumschalter des Hilfsmotors zwangsläufig betätigte Bremse 13 dient zum Festhalten des primären Teils 3 des Hauptmotors bei 1500 oder 3000 *Uml/min*. Bei allen übrigen Geschwindigkeiten wird die Bremse zwangsläufig gelüftet.

Abbildung 2 zeigt den kompletten Motor mit angebautem Polumschalter, wobei die obere Verschaltung der Schleifringe und diejenige des Polumschalters abgenommen sind. Abbildung 3 veranschaulicht den Stator des Hilfsmotors mit den zwei polumschaltbaren Wicklungen, Abbildung 4 den Aussenrotor, der die Feldwicklung mit den

Umlaufzahl. Mit dem Polumschalter des Hilfsmotors können wieder nach Belieben die Umlaufzahlen 3375, 3250, 3187, 3000, 2813, 2750, 2625 und 2500 *Uml/min* eingestellt werden.

Obige Anlaufversuche wurden mit direkt gekuppeltem Kompressor bei halboffenem Schieber vorgenommen. Die Abbildung 7 gibt Wirkungsgrad und Leistungsfaktor in Funktion der Umlaufzahl für den gesamten Regulierbereich, unter der Annahme, dass der Motor mit konstantem Drehmoment arbeitet.

Wird der Hilfsmotor mit Schleifringanker ausgeführt, so kann die Umlaufzahl durch Schlüpfwiderstand kontinuierlich reguliert werden. Eine derartige Regelung lässt sich auch durch Verwendung eines Kollektormotors als Hilfsmotor erzielen.

Schweizerische Landesausstellung in Bern 1914.

Am 15. d. M. ist programmgemäss die Eröffnung der Landesausstellung erfolgt. Von den Festlichkeiten, den dabei gehaltenen Reden, sowie von dem grossartigen äusseren Eindruck, den die gesamte Anlage am Eröffnungstage machte, ist in der Tagespresse erschöpfend berichtet worden.

Auch über die Vollendungsarbeiten der einzelnen Abteilungen, die im schlimmsten Falle da und dort noch eine oder zwei Wochen beanspruchen dürften, ist dort mitgeteilt worden.

In letzterer Hinsicht konnte mit grosser Genugtuung festgestellt werden, dass die *Maschinenhalle* am 15. Mai fix und fertig eingerichtet stand und punkt 1 Uhr in Betrieb gesetzt worden ist. Die Aussteller dieser Gruppe, die unter kundiger Führung des technischen Direktors der Ausstellung, Ingenieur *P. Hoffet*, auch hier wieder solchen schönen Erfolg erzielt haben, sind besonders zu beglückwünschen. Ebenso war die an die Maschinenhalle anstossende Halle für Transportmittel nahezu fertig installiert, wie auch andere technische Abteilungen, das Verkehrswesen, die Abteilung für Städtebau u. a. m.

Wir möchten deshalb die schweizerischen Techniker, die diesen Abteilungen und namentlich der Maschinenausstellung ein gründliches Studium zu widmen gedenken, angelegentlich einladen, unverzüglich an die Arbeit zu gehen. Sie werden bei solcher heute, bevor die Hochflut der Besucher hereinbricht, weniger gestört sein, als später. Zudem bietet die Ausstellung so überreichen Stoff, dass sie für kommenden erneuerten Besuch immer wieder neue und wertvolle Ausbeute finden werden.

Die *Grosse Ausstellungskommission*, die am 16. Mai im Wirtshaussaal des Heimatschutz-Dörfli's zusammentrat, nahm die Berichte ihres Präsidenten, sowie des Zentralkomitee entgegen. Sodann genehmigte sie das Verzeichnis der Mitglieder des Preisgerichtes, aus dem wir bereits in der letzten Nummer das für unsere Leser Wissenswerteste mitteilen konnten.

Bei Eröffnung der Sitzung gedachte der Präsident der beiden Landesausstellungen in Zürich 1883 und Genf 1896, und die Kommission beschloss an deren Leiter, Herrn Oberst *A. Vögeli-Bodmer* in Zürich und Herrn Ingenieur *Th. Turrettini* in Genf, telegraphische Grüsse zu senden.

Zum Wettbewerb für ein Verwaltungsgebäude der Stadt Luzern.

Zu unserer Besprechung vom 25. April dieses Wettbewerbes, bzw. seiner Beurteilung (vergl. Seiten 209 und 242) erhielten wir am 16. Mai die erbetene „Rechtfertigung“ des Preisgerichtes in folgendem Wortlaut:

„In Nr. 17 der Schweiz. Bauzeitung schliesst Herr C. Jegher den Bericht über den Ideen-Wettbewerb für ein Verwaltungsgebäude der Stadt Luzern mit einigen „rein sachlichen“ Bemerkungen. Ton und Inhalt derselben beweisen, wie berechtigt „der einhellige Wunsch“ des Preisgerichtes nach einer kommentarlosen Wiedergabe war; denn der Zweck solcher Veröffentlichungen ist doch nicht der, zu hören, was Herr C. Jegher über die Entwürfe oder über die Preisrichter zu sagen hat. Am richtigsten wäre es deshalb, auf die geübte Kritik gar nicht einzutreten; lediglich die Rücksicht auf die Kollegen veranlasst die Unterzeichneten zu einer Antwort.“

Herr C. Jegher beschuldigt das Preisgericht einer „Rechtsverletzung“, weil drei programmwidrige Projekte prämiert worden

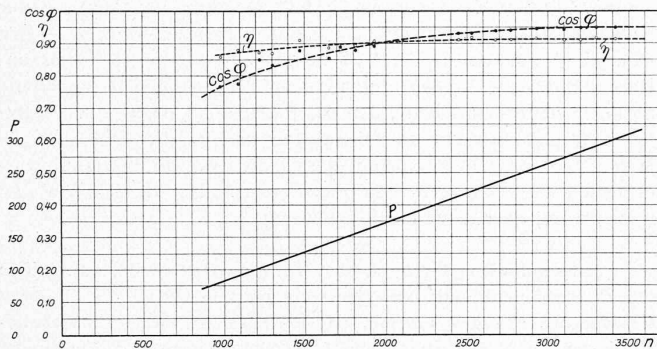


Abb. 7. Charakteristische Kurven des Motors.

sechs Schleifringen des Hauptrotors und den Kurzschlussanker des Hilfsmotors trägt. In Abbildung 5 ist der den Kurzschlussanker des Hauptmotors bildende Innenrotor mit den zwei Achsialventilatoren zur Kühlung des Hauptmotors dargestellt, während Abbildung 6 das Ringschmierlager des Hauptmotors mit den direkt aufgebauten, zur Aufnahme des Aussenrotors bestimmten Kugellagern zeigt. Diese Doppelager, die sich im Betriebe ausgezeichnet bewährt haben, können leicht und schnell demontiert werden.

Das Anlassen des Doppelrotor-Motors geschieht in folgender einfacher Weise:

Der Hilfsmotor wird mittels seines Polumschalters stufenweise über 187, 250, 375 auf 500 *Uml/min* gebracht und zwar in zur Umlaufrichtung des Innenrotors entgegengesetztem Sinne. Sodann wird der Anlasstransformer des Hauptmotors auf Stellung 1 gebracht, in der der Hauptmotor vierpolig geschaltet ist und ausserdem nur ein Drittel der normalen Netzspannung erhält. Der Innenrotor erreicht in etwa 30 Sekunden die absolute Geschwindigkeit von $1500 - 500 = 1000$ *Uml/min*. Nach einer weiteren Stufe wird dann dem Hauptmotor auf Stellung 3 (Arbeitsstellung für die vierpolige Wicklung) die volle Netzspannung gegeben. Der maximale Anlaufstrom beträgt etwa ein Drittel des Normalstroms bei 3500 *Uml/min*. Nun kann mit dem Polumschalter des Hilfsmotors nach Belieben jede einzelne Stufe mit 1125, 1250, 1313, 1500, 1687, 1750, 1875 oder 2000 *Uml/min* eingestellt werden. Um von 2000 auf 3500 *Uml/min* zu gelangen, wird der Anlasstransformer auf die Stellung 4 gebracht. Dadurch wird der Hauptmotor von vier auf zwei Pole umgeschaltet und erhält zugleich ein Drittel der Netzspannung. In etwa 50 Sekunden erreicht der Motor die volle Umlaufzahl. Die Spannung wird darauf wieder auf die normale erhöht, indem man den Hebel des Anlasstransformers über Stellung 5 auf die Arbeitsstellung 6 bringt. Der dabei entstehende maximale Stromstoss ist ungefähr gleich dem Normalstrom bei voller

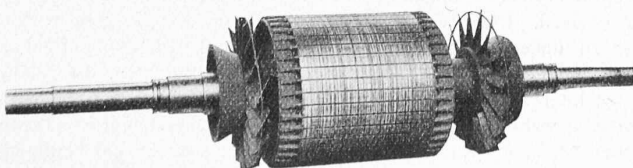


Abb. 5. Innenrotor des Doppelrotor-Motors.