

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 17/18 (1891)  
**Heft:** 18

**Artikel:** Die internationale electrotechnische Ausstellung in Frankfurt a.M. 1891  
**Autor:** Denzler, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-86177>

### **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:** 15.03.2025

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

INHALT: Die internationale electrotechnische Ausstellung in Frankfurt a. M. 1891, IV. — Das neue Stadttheater in Zürich, V. — Bericht der eidg. Experten Prof. Ritter und Tetmajer über die Mönchensteiner Brücken-Katastrophe. — Miscellanea: Ueber die Construction von Blitzableitern. Sanirung von Marseille. Constante Magnete. Versuche mit Siederöhren an Locomotiv-Kesseln. Eine Schiffsschraube mit

umstellbaren Flügeln. Dichtungsringe aus Kupfer mit Asbest. Brems-systems-Aenderung in Preussen. Collmann-Steuerung. — Concurrenzen: Neues Secundarschulhaus in Winterthur. — Vereinsnachrichten: Stellenvermittlung.

Hiezu eine Lichtdruck-Tafel: Neues Stadttheater in Zürich, Längenschnitt.

## Die internationale electrotechnische Ausstellung in Frankfurt a. M. 1891.

Von Dr. A. Denzler, Ingenieur,  
Privatdocent für Electrotechnik am eidg. Polytechnikum.

### IV.

Als Nachtrag zum letzten Artikel muss noch der ausgezeichneten Regulatoren für Hochdruckturbinen der Firma Faesch & Piccard in Genf besonders Erwähnung gethan werden.

In der Gruppe der *Wechselstrommaschinen* und *Transformatoren* haben in grossem Masstabe ausgestellt: Die Actiengesellschaft Helios in Ehrenfeld bei Köln als Lizenzträgerin der Firma Ganz & Cie. in Budapest, sowie Siemens und Halske. Die beiden Heliosmaschinen, von denen die eine 400 kw und die andere 80 kw leistet, sind genau so gebaut wie die bewährten Wechselstrommaschinen von Zypernowski; das Gleiche gilt von den Wechselstromtransformatoren, die sich gegenüber den ältern Constructionen jener Firma dadurch unterscheiden, dass der theoretisch vollkommen pollose Eisendraht ring der einfacheren Herstellung halber durch einen zweitheiligen aus Eisenblechlamellen bestehenden Kern ersetzt wurde. Die gewählte primäre Vertheilungsspannung beträgt 2000 Vs., mit welcher auch ein im Palmengarten aufgestellter Wechselstrommotor betrieben wird.

Während bei den bekannten ältern Siemens'schen Wechselstrommaschinen die inducirten, eisenfreien Spulen rotirten, zeigen die neuesten Modelle eine ganz analoge Anordnung wie die Heliosmaschine, nämlich ein rotirendes Magnetrad mit radial nach aussen stehenden Polen und feststehende, inducirte Spulen mit starkem, lamellirtem Eisenkern. Die Art des Aufbringens der inducirten Windungen auf das Armatureisen bildet electricisch keine Verbesserung, mechanisch dagegen insofern, als sie gestattet, eine beschädigte Spule auszuwechseln, ohne das Magnetrad losheben und aus der Maschine herausnehmen zu müssen; die grösste der Siemens'schen Wechselstrommaschinen besitzt 60 inducirte Spulen und ebenso viele Magnetpole, bei 100 Umdrehungen in der Minute entwickelt sie 330 kw mit einer Polspannung von 2000 Vs.; von ihr aus werden unter Anderem auch Hochspannungstransformatoren gespeisen, welche die Spannung von 2000 Vs. auf 20000 Vs. erhöhen und in der Mainausstellung wieder auf 100 Vs. reduciren. Diese Transformatoren sind nicht mit Oel, sondern mit Hartgummiplatten isolirt, sodass ohne besondere Vorsichtsmaassregeln immer Stromverluste in Folge von Luftfeuchtigkeit, welche sich auf den Ebonitplatten condensirt, gedenkbar sind.

Von andern Wechselstromsystemen sind noch zu erwähnen: ein beinahe geräuschlos arbeitender Alternator von Mordey, mit auf der gleichen Achse montirter vierpoliger Erregerdynamomaschine, ferner eine Kingdon-Maschine von Woodhouse und Rawson in London für directen Wechselstrombetrieb ohne Transformatoren.

Die noch immer viele Anhänger besitzende Meinung, es existiren keine brauchbaren *Wechselstrommotoren* wird von der Heliosgesellschaft in überzeugender Weise dadurch widerlegt, dass sie 10 solcher Motoren, System Ganz & Cie., von  $\frac{1}{2}$ —20 P. S. im Betriebe vorführt. Jeder unbefangene Beobachter muss zu der Einsicht kommen, dass dieselben allen billigen Anforderungen ebenso gut Genüge leisten als die unmittelbar daneben arbeitenden Gleichstrommotoren. Der Umstand, dass sie unter voller Belastung nicht von selbst anlaufen und bei Ueberlastung stille stehen, dass die Rotationsrichtung sich nicht so leicht ändern lässt, ist bei Motoren, welche an Centralanlagen angeschlossen werden, selten von grosser Bedeutung. Dampf-, Wasser-, und Gas-

motoren können auch nicht beliebig vorwärts und rückwärts laufen, ebenso wenig lassen sich letztere unter Belastung in Gang setzen; trotzdem spricht ihnen niemand die Existenzberechtigung ab.

Von Siemens & Halske sind noch drei sogen. *Wechselstrom-Gleichstromtransformatoren* ausgestellt. Es sind dies nicht mehr einfache Inductionsspulen wie die gewöhnlichen Wechselstromtransformatoren, sondern Combinationen einer als Motor wirkenden Wechselstrommaschine und einer damit gekuppelten Gleichstrommaschine; man bezweckt damit auch in einer mit Wechselstrom betriebenen Beleuchtungsanlage einen allfälligen Bedarf an Gleichstrom, z. B. für galvanoplastische Arbeiten oder zum Laden von Accumulatoren, decken zu können; die Sache ist aber nicht ganz einfach, weil zum in Betrieb setzen des Transformators die Gleichstrommaschine vorerst dazu benützt wird, um den Wechselstrommotor im Leerlauf mit der Primärmaschine auf synchronen Gang zu bringen, erst dann kann der Stromkreis auf den Motor geschlossen und von diesem letztern Arbeit entwickelt werden; es wird also vorausgesetzt, dass zum Antrieb der momentan als Gleichstrommotor wirkenden Dynamomaschine bereits eine geladene Accumulatorbatterie vorhanden sei; verwendet man die Combination umgekehrt als *Gleichstrom-Wechselstromtransformator*, um von einer Gleichstromcentrale aus an entfernte Abonnenten, die nicht mehr an das allgemeine Leitungsnetz angeschlossen werden können, mittelst Wechselstrom und Transformatoren Licht abzugeben, so gestaltet sich der Betrieb weniger complicirt, weil dann der Gleichstrommotor ohne Weiteres angeht.

Wenn sich auch diesen beiden letztern Systemen in manchen Fällen eine gewisse Bedeutung nicht absprechen lässt, so muss dafür die Anwendung reiner *Gleichstromtransformatoren* bei dem heutigen fortgeschrittenen Stande der Wechselstromtechnik bereits als veraltet erscheinen.

Anstatt bei grosser Entfernung zwischen der Kraftstation und dem Vertheilungscentrum einfach hochgespannten Wechselstrom zu erzeugen und denselben nach einmaliger Transformation an die Consumenten abzugeben, wird in einem Gleichstromtransformator der hochgespannte Uebertragungsstrom zuerst in mechanische Energie umgesetzt und diese wieder zum Betrieb einer Gleichstromdynamomaschine mit niedriger Polspannung verwendet. Es bedingt diese doppelte Transformation einen Verlust von mindestens 18 bis 20% der eingeführten Energie, während derselbe in einem guten Wechselstromtransformator im Maximum 8 bis 10% beträgt; hiezu kommt noch, dass der letztere weder Bedienung noch Unterhalt erfordert, während eine Doppelmaschine wie der Gleichstromtransformator nicht ohne continuirliche Ueberwachung bleiben darf und viel eher Störungen und stärkerer Abnutzung ausgesetzt ist als ein Wechselstromtransformator. An der Ausstellung in Frankfurt sind zwei Typen vertreten; der erste derselben, wie er von Schuckert & Co. und Siemens & Halske ausgestellt ist, besteht einfach aus einem Gleichstrom-Electromotor, welcher direct mit einem Gleichstromgenerator gekuppelt ist; beim zweiten Typus sind die beiden Maschinen in eine einzige vereinigt, die Armatur erhält dadurch zwei getrennte Wickelungssysteme, von denen jedes an einen besondern Collector angeschlossen ist. In den Spulen mit dünnem Draht fliesst der hochgespannte Strom, in den benachbarten mit dickem Draht der Verbrauchsstrom. Diese Anordnung ist viel compendiöser, auch soll die Armaturreaction auf das magnetische Feld geringer sein als beim ersten System; dafür ist aber die Ankerwicklung so complicirt, dass die Anwendung von Spannungen von über 1000 Vs. ausgeschlossen ist, wenn man sich nicht der Gefahr von häufigen Kurzschlüssen zwischen benachbarten Spulen aussetzen will;

derartige Umformer haben Lahmeyer & Cie. und Schuckert & Cie. im Betrieb. Inwiefern sich solche in Deutschland auch im practischen Dienst bewährt haben, ist uns nicht bekannt, wol aber, dass man in England, wo das System der Gleichstromtransformatoren zuerst im Grossen angewendet wurde, fast ganz davon abgegangen ist.

Unter den Novitäten der Ausstellung machen die verschiedenen *Mehrphasen-* und *Drehstromsysteme* am meisten von sich reden; man wäre beinahe versucht zu glauben, dass durch dieselben mindestens eine ganz neue Aera in der Entwicklung der Electrotechnik eröffnet werde. Das Princip und die Construction einer Drehstrommaschine ist den Lesern der „Schweizerischen Bauzeitung“ aus einer in Nr. 8, Bd. XVIII enthaltenen Beschreibung der von der Maschinenfabrik Oerlikon für die Kraftübertragung Lauffen-Frankfurt gebauten Primärmaschine bekannt. Wir können dieselbe als eine Wechselstrommaschine auffassen, welche gleichzeitig drei oder mehr von einander unabhängige Wechselströme von gleicher mittlerer Spannung und Intensität erzeugt; diese Ströme unterscheiden sich nur dadurch von einander, dass sie ihre maximalen und minimalen Werthe nicht im gleichen Moment, sondern successive in gleichen Zeitintervallen annehmen, und zwar entspricht diese Zeitdifferenz bei einer Dreiphasenstrommaschine genau dem dritten Theil der Periode eines vollständigen Stromwechsels und bei Vierphasenströmen einer Viertelperiode; die Beanspruchung einer solchen Maschine ist daher eine viel gleichmässiger als bei einer Wechselstrommaschine von gleicher absoluter Nutzleistung. Der Gesamteffect der verschiedenen Ströme ist mit der Wirkungsweise einer mehrcylindrigen Dampfmaschine zu vergleichen, wenn die Kurbeln der gemeinschaftlichen Welle um  $90^\circ$  bzw.  $120^\circ$  gegen einander versetzt sind.

Werden zwei solcher Drehstrommaschinen in passender Weise mit einander verbunden und die erste der Stromerzeugung in Gang gesetzt, so wird die zweite genau ebenso als Electromotor arbeiten können, wie es bei zwei einfachen Wechselstrommaschinen der Fall wäre; denn denkt man sich zwei der drei Stromkreise geöffnet, so unterscheidet sich die Drehstrommaschine in der Anordnung nicht mehr von einer gewöhnlichen Wechselstrommaschine; wie diese letztern werden die Mehrphasenstrommaschinen sowol für Selbsterregung als auch für separate Erregung gebaut; als Secundärmaschinen besitzen sie den einfachen Wechselstrommaschinen gegenüber den Vortheil, bei geringer Belastung von selbst anzulaufen; soll die Arbeitsleistung erhöht werden, so sind die Feldmagnete mit Gleichstrom zu erregen, sobald der synchrone Gang erreicht ist. Bedenkt man jedoch, dass der Vortheil des Angehens mit der Erstellung einer Uebertragungsleitung erkauft werden muss, welche statt aus zwei aus drei Drähten besteht, so gewinnt man den Eindruck, dass in der Mehrzahl der Fälle durch die Einführung des Drehstromes für blosse Kraftübertragungen nur sehr wenig gewonnen wird. Geradezu ungünstiger gestalten sich die Verhältnisse, wenn man Drehstrom als Ersatz für Wechselstrom in Beleuchtungsanlagen verwenden will; allerdings lässt sich auch Drehstrom transformiren, allein die Vorgänge in den Drehstromtransformatoren werden bei ungleichen Belastungsvariationen auf den verschiedenen Stromkreisen so complicirt, dass eine selbstthätige Regulirung auf constante Secundärspannung viel schwieriger ist als mit gewöhnlichen Transformatoren.

Die grossen Vorzüge des Drehstromes treten erst bei dessen Anwendung auf electriche Kraftvertheilung zu Tage; derselbe ermöglicht nämlich den Bau von Electromotoren, welche an Einfachheit und Betriebsicherheit alles übertreffen, was bis jetzt existirt, und die als Ideal eines Kleinmotors bezeichnet werden können; es handelt sich dabei nicht etwa um die einfache Anwendung der Reversibilität des dynamoelectricen Principes auf kleine Drehstrommaschinen, sondern um die originellen und genialen Neuconstructionen des Herrn von Dolivo-Dobrowolsky, durch welche die Richtigkeit des eben erwähnten Theorems scheinbar in Frage gestellt wird. Man darf sagen, dass ohne die Arbeiten und

die Erfolge von Dobrowolsky's, welcher ursprünglich nur beabsichtigte, einen guten Wechselstrommotor zu erfinden, sich heute kein Mensch um den Drehstrom als solchen kümmern würde, wenn gleich das Princip durchaus nicht neu ist, wie aus den noch schwebenden Prioritätsstreitigkeiten hervorgeht. Der Drehstrommotor von Dobrowolsky besteht in seiner einfachsten Form aus einem feststehenden Gramme'schen Ring, welcher einen massiven, auf der Motorachse sitzenden Eisencylinder concentrisch umschliesst; die Ringwicklung ist in drei gleiche Spulen eingetheilt, deren Anfänge mit den drei Zuleitungen zur Drehstrommaschine in Verbindung stehen, während die Enden sich in einem Punkt vereinigen. Unter dem Einfluss der die Spulen durchfliessenden Wechselströme, welche in ihren Phasen um  $120^\circ$  von einander differiren, entstehen im Ring zwei freie magnetische Pole, dieselben durchwandern während der Zeit eines vollständigen Polwechsels den ganzen Ringumfang; da sie gleichzeitig anziehend auf den Eisenkern wirken, so versetzen sie denselben in drehende Bewegung. Ein derartiger Motor besitzt somit weder einen Collector noch Bürsten, noch eine zerstörbare Armaturwicklung; derselbe läuft auch unter Belastung an, die Tourenzahl bleibt zwischen Leerlauf und Vollbelastung innerhalb 4 % constant, bei Ueberbelastung steht er nicht plötzlich still, wie ein synchron laufender Wechselstrommotor, sondern vermindert einfach seine Geschwindigkeit. Der mechanische Nutzeffect beträgt schon bei 2 P. S. Motoren gegen 80 %; das Gewicht ist relativ klein und die Construction äusserst einfach, so dass auch die Herstellungskosten sich erheblich niedriger stellen als für andere Electromotoren von entsprechender Stärke.

Um die Entwicklung der unter der Einwirkung des rotirenden Magnetfeldes auftretenden activen Foucaultströme zu begünstigen, versieht von Dobrowolsky bei grössern Modellen den Eisencylinder mit einer massiven Kupferarmirung.

Der Maschinenfabrik Oerlikon, welche die Licenz für den Bau von Drehstrommotoren, System Dobrowolsky, besitzt, ist es gelungen deren Construction in mehrfacher Hinsicht zu verbessern, so dass jetzt nach demselben Princip auch Motoren für Leistungen bis 25 P. S. mit hohem Nutzeffect ausführbar sind. Ueber einen solchen kurz vor Schluss der Ausstellung eingesandten Motor wurden folgende Daten\*) publicirt: Bei 1200 Touren beträgt die Nutzleistung 20 P. S., bei einem mechanischen Nutzeffect von 90 %, der Durchmesser des rotirenden Cylinders ist 40 cm, dessen Breite 20 cm, der ganze Motor wiegt nur 450 kg. Reducirt man des Vergleichs halber das Gewicht eines 20 P. S. Gleichstrommotors vom Manchester Type auf dieselbe Tourenzahl, so findet man etwa 1000 kg, also mehr als das Doppelte.

Die „Allgemeine Berliner Electricitätsgesellschaft“ hat in Frankfurt noch einen 80 P. S. Drehstrommotor ausgestellt; nach dem ziemlich complicirten äusseren Aussehen desselben zu urtheilen, scheint es sich eher zu empfehlen, zur Abgabe so grosser Kräfte einfache Drehstromgeneratoren als Motoren zu verwenden.

Die gegenseitige Stellung zwischen Drehstrom und reinem Wechselstrom dürfte nach dem Obigen zur Zeit etwa folgende sein: Handelt es sich um die Errichtung einer Centralstation für electriche Kraftvertheilung, so gebührt dem Drehstrom unbedingt der Vorzug. Dies ist auch noch der Fall in einer gemischten Anlage, so lange die Kraftabgabe mindestens von ebenso grosser Wichtigkeit ist, als die Beleuchtung; überwiegt dagegen die Beleuchtung stark, so spricht die schwierigere Spannungsregulirung in einem Drehstromvertheilungssystem und die Complication eines nach dem Dreileitersystem anzulegenden secundären Vertheilungsnetzes zu Gunsten der Anwendung des einfachen Wechselstroms. Dieses Verhältniss kann sich aber sofort verschieben, sobald es gelingen sollte neue leistungsfähige Wechselstrommotoren zu erfinden. (Schluss folgt.)

\*) Siehe London „Electrician“ Nr. 700, pg. 658 vom 15. Oct. 1891.