

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 9/10 (1887)
Heft: 23

Artikel: Die electrischen Motoren
Autor: Wietlisbach, V.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-14384>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.02.2026

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

5 bis $5\frac{1}{2} m^3$ Luft per Secunde durch die 500 mm Leitung zu fördern, wie dies aus einer Menge, von der Bauleitung sowol, als von der Unternehmung in bestimmten Zwischenräumen angestellten Messungen hervorgeht.

Der Bohrmaschinenbetrieb geschah durch hydraulische Transmission, denn, wie bekannt, war auf der Westseite, wo Alles auf Kraftersparniss abgesehen war, die hydraulische Rotationsbohrmaschine, System Brandt, zur Anwendung gekommen. — Während der Schutterperioden und während des Ladens der Bohrlöcher wurde die Hochdruckwasserpumpe, die beim Bohren mit 100 bis 110 Atm. Druck und mit 60 Umdrehungen arbeitete, nur mit etwa 6 bis 10 Atm. Druck und etwa 20 Umdrehungen in Betrieb gesetzt und dafür alle Kraft den Turbinen der Reserveventilation zugewendet. In Stuben, wo der Alpenbach gefasst war, wurde ein grösseres Reservoir angelegt, um während dieser Perioden das Betriebswasser anzusammeln, um es dann in den Bohrperioden zur Verfügung zu haben. Selbst beim grössten Wassermangel konnten, Dank diesen für grösste Kraftökonomie planirten Einrichtungen, die 4 Bohrmaschinen stets voll arbeiten und es konnte gleichzeitig $3\frac{1}{2} m^3$ Luft per Secunde bis zu den Arbeitsstellen getrieben werden, ohne dass die Dampfmaschine je in Anspruch genommen werden musste; nur wenn durch Lawinen die Leitungen zerstört wurden, kam diese zur Anwendung.

Vor 1883 bestand die Ventilationsleitung auf einer Strecke von 1450 m aus 500 mm weiten und auf fernere 1430 m aus 300 mm weiten Röhren, während bei Berechnung der Ventilationsanlage für die ganze Länge 500 mm Röhren und nur für die eigentliche Baustrecke von circa 500 m Länge 300 mm Röhren angenommen worden waren. Es machte sich, wie gegen den Winter von 1882 auf 1883 hin die Wasserkraft wieder abnahm, diese lange 300 mm Leitung in dem Maasse geltend, dass, obschon nie unter $3 m^3$ Luft per Secunde gefördert wurde, doch die Arbeitsleistung der Leute sichtlich abnahm. Nur ungerne und auf wiederholtes Mahnen entschlossen sich endlich die Bauunternehmer, Gebr. Lapp, dazu, die Kosten für 500 mm Röhren zu wagen, und vom Tage an, als wieder mehr, d. h. 4.5 bis $5.5 m^3$ per Sec., Luft mit gleichem Kraftaufwand gefördert werden konnte, war auf sämmtlichen Arbeitsstellen vor Ort, in den Aufbrüchen, im Vollausbruch und in den Mauerungen, eine ganz erhebliche Mehrleistung der Leute zu constatiren, so dass die Herren Gebr. Lapp wiederholt ihr Bedauern aussprachen, nicht früher die Kosten für die grössere Leitung gewagt zu haben, indem die durch Mehrleistung erzielten Prämien diese Kosten 10 bis 20 fach gedeckt hätten.

Ein Vergleich der in den ersten Bauperioden auf der Süd- und Nordseite des Gotthardtunnels, sowie der auf der Ost- und Westseite des Arlbergtunnels per Monat sich krankmeldenden Tunnelarbeiter, also in einer Periode, in der auf allen 4 Baustrecken im Uebrigen die gleichen Verhältnisse (also auch bezüglich der Temperaturen) walteten, gibt in schlagender Weise den Einfluss reichlicher Luft zu erkennen.

Vergleichung der per Monat krank gemeldeten Arbeiter auf der Süd- und Nordseite des Gotthardtunnels sowie auf der Ost- und Westseite des Arlbergtunnels in durchschnittlich gleichen Abständen von den Tunneleingängen:

	St. Gotthard	Arlberg
	Airolo-Göschenen.	St. Anton-Langen.
	Krankgemeldete per Monat:	Krankgemeldete per Monat:
Januar 1874	43 24	1881 40 6
Februar	36 18	42 8
März	66 26	49 24
April	57 25	64 26
Mai	168 34	77 25
Juni	5 38	57 33
Juli	91 42	40 17
August	96 52	67 24
September	79 29	42 7
October	60 34	40 21
November	59 51	46 33
December	77 37	59 23
Total per Jahr	917 410	623 247
Durchschnittszahl der angestellten Arbeiter	900 830	1070 920

Wie schon vorausgeschickt, war auch auf der Ostseite am Arlberg in der ersten Periode nur die von den Bohrmaschinen verbrauchte Luft zur Ventilation benutzt, also waren in dieser Beziehung puncto Ventilation ungefähr die gleichen Verhältnisse auf der Ostseite am Arlberg, wie auf den beiden Baustrecken am Gotthard. Es mag die secundliche durchschnittliche Luftmenge zu jener Zeit in Airolo $0.5-1.5 m^3$, in Göschenen $1.5-2 m^3$, in St. Anton $1.5-2.5 m^3$, in Langen $3.5-4 m^3$ betragen haben.

Die grössere Zahl von Erkrankungen in Airolo mag mehr oder weniger auch mit den starken Wasserinfiltrationen im Zusammenhang stehen. Eine Mehrung der Kranken war später auch in Langen bemerkbar, als man in Strecken eindrang, die reichlich Wasser durchliessen, in denen die Arbeiter von oben durchnässt wurden. In St. Anton minderten sich die Krankheitsfälle nach der Herstellung besonderer Ventilation in hohem Grade.

Es zeigen obige, den Monatsberichten entnommene Zahlen, dass das Wohlbefinden der Arbeiter und deren Leistungsfähigkeit ebenso sehr von der Luftzufuhr, als von den herrschenden Temperaturen abhängen; eine Bestätigung dieser Meinung glaubt Schreiber dies auch darin zu finden, dass in einem sicilianischen Bergwerke, welches er leitete, Arbeiter Monate lang in einer Strecke arbeiteten, in welcher die Temperatur nicht unter 40° Celsius sank, ohne dass besondere Krankheitsfälle zu notiren gewesen wären; allerdings waren diese Räume gut ventilirt und die Luft jedenfalls relativ trockner, als dies am Gotthard der Fall gewesen sein mag. Genannte Räume des Schwefelbergwerks waren Jahre lang zuvor im Brände gestanden. (Fortstzg. folgt.)

Die electrischen Motoren.

Von Dr. V. Wieltsbach in Bern.

Es ist eine sehr merkwürdige Eigenschaft der Dynamomaschine, dass sie reversibel oder umkehrbar ist, so dass sie sich ebensowol verwenden lässt zur Verwandlung von mechanischer Arbeit in electrische Energie, als umgekehrt zur Gewinnung von electrischer Energie aus mechanischer Arbeit. Wenn auch ein und dieselbe Maschine für beide Zwecke dienen kann, so sind doch die Vorgänge dabei nicht ganz dieselben, und es ist daher vortheilhaft, unter Berücksichtigung der besonderen Eigenthümlichkeiten für die Gewinnung mechanischer Arbeit aus electrischer Energie specielle Maschinen, die sogenannten *Motoren* zu konstruiren.

Die Verschiedenheiten des Verwandlungsprocesses zeigt sich namentlich beim Gang der Maschine an der Bürstenstellung. Während beim Generator die Bürsten in der Richtung des rotirenden Ankers vorwärts verschoben werden müssen, um den grössten Effect zu erhalten, ist dagegen beim Motor diese Verschiebung entgegen der Drehungsrichtung des Ankers nach rückwärts auszuführen. Diese Verstellung der Bürsten hat ihre Hauptursache bekanntlich in der Veränderung des von den Schenkeln erzeugten magnetischen Feldes durch den magnetisierten Anker. Würde man eine Maschine mit so starken Schenkeln bauen können, dass der Magnetismus des Ankers keinen merkbaren Einfluss auf das magnetische Feld der Maschine ausübt, so wäre an einer solchen kein Verstellen der Bürsten nöthig; es würden aber auch keine Funken wahrnehmbar sein. Solche vom theoretischen Standpunkte aus vollkommene Maschinen würden aber viel zu theuer werden, um eine practische Bedeutung erlangen zu können. Um einen gewissen Effect mit denselben zu erzielen, müssten sehr grosse Dimensionen zur Anwendung kommen, da der Anker nur ganz wenig Eisen enthalten dürfte. Man kann aber auch bei den gewöhnlichen Maschinen durch zweckmässige Vertheilung des Eisens auf den Anker und die Schenkel und durch vortheilhafte Anordnung der Wickelung sowol die Bürstenverstellung als auch die Funken auf ein Minimum reduciren. Diese Anordnung hat nun bei den Motoren und Generatoren nicht dieselben Bedingungen zu erfüllen. Bei

den letzteren stossen sich die Magnetpole von Schenkel und Anker wechselseitig ab, bei ersteren ziehen sie sich an. Dadurch wird der abweichende Einfluss des Ankers auf die Schenkel und die verschiedene Anordnung des magnetischen Feldes in beiden Fällen bedingt. Eine wichtige Folge davon ist, dass die durch die Foucault'schen Ströme hervorgerufene Induction beim Motor im Schenkel und Anker gleich gerichtet, im Generator entgegengesetzt gerichtet wird.

Wenn die Dynamomaschine als Generator verwendet wird, so kann sie innerhalb ziemlich weiter Grenzen mit nahe constantem Nutzeffect bis zur maximalen Beanspruchung verwendet werden. Es gibt zwei einfache Mittel, den Wirkungsgrad derselben zu variiren. Da die electromotorische Kraft proportional der Tourenzahl und der Intensität des magnetischen Feldes ist, so kann man durch Veränderung des einen oder anderen Factors jeden gewünschten Effect mit einfachen Hilfsmitteln erzielen. Beim Motor wird gewöhnlich die Beibehaltung einer bestimmten Tourenzahl auch bei verschiedener Beanspruchung verlangt, was eine besondere Regulirung des magnetischen Feldes nöthig macht. Es ist nun allerdings möglich, durch richtige Abmessung der Schenkel und Anwendung gemischter Wicklung Motoren zu construiren, welche bei verschiedener Beanspruchung und sogar bei Schwankungen der zugeführten Energie eine bestimmte Geschwindigkeit beibehalten, doch arbeiten sie nur bei einer gewissen normalen Beanspruchung mit dem maximalen Nutzeffect, dieser sinkt aber rasch auf 50 Proc. und noch tiefer, wenn jene erheblich abnimmt.

Es ist daher im Allgemeinen jeder Motor durch drei verschiedene Grössen definiert: seine Tourenzahl, seine Klemmenspannung und die normale Beanspruchung, während beim Generator die Angabe des Stromes bei normaler Leistung nach Spannung und Intensität genügt. Bis jetzt hat man die Motoren hauptsächlich für die Kraftübertragung auf weite Distanzen in Aussicht genommen, und es sind in dieser Richtung in der Schweiz schon ganz schöne Leistungen zu verzeichnen.

Obgleich sie in dieser Richtung namentlich zur Nutzbarmachung von Wasserkräften in abgelegenen Orten wichtige Dienste leisten können, so wird doch ihre ganze Bedeutung erst dann zur Geltung kommen, wenn die Kraftabgabe auf kleine Distanzen von grossen, in Industriecentren gelegenen Maschinenanlagen aus, allgemein durchgeführt sein wird. In America stehen schon mehrere solcher Anlagen in Betrieb, so in New-York, Boston, Philadelphia, Pittsburg und Baltimore. Die verwendeten Motoren haben eine Leistungsfähigkeit von 1/8 bis zu 20 Pferdekräften und geben bei normaler Beanspruchung einen durchschnittlichen Nutzeffect von 90 Prozent.

Die Abgabe der electrischen Energie wird am besten von den Centralstationen für electrische Beleuchtung übernommen, und bildet eine naturgemäss Ergänzung derselben. Die ganze Maschinenanlage für electrische Beleuchtung funktionirt nur eine kleine Zeit während des Tages, und kommt im Sommer fast gar nie voll zur Geltung. Nach der Statistik der americanischen Gesellschaften steht eine Beleuchtungsanlage durchschnittlich 60 bis 90 Tage während eines Jahres im Betrieb, und bleibt wenigstens $\frac{3}{4}$ des ganzen Jahres unbenutzt. Die Kraftabgabe erstreckt sich über eine viel längere Zeit, welche sich Sommer und Winter ungefähr gleich bleibt, sie wird hauptsächlich während des Tages, die Beleuchtung während der Nacht verlängt.

In Folge der bessern Ausnutzung der Anlage wird es möglich, sowol das Licht, als die Kraft billiger abzugeben. Da die beiden Energieformen nicht gleichzeitig Verwendung finden, so wird die Capacität der Anlage dadurch zugleich erhöht. Die Erfahrung in den americanischen Städten hat gezeigt, dass man ohne Bedenken für den combinirten Dienst Verpflichtungen für Lieferung der electrischen Energie eingehen kann bis zu einem Totalbetrag, der die Capacität der Centralstation um $\frac{1}{3}$ übersteigt, ohne

fürchten zu müssen, jemals den Bedürfnissen nicht genügen zu können.

Vor der Hand muss von der Benutzung von Wechselstrommaschinen für die Kraftübertragung im Grossen abgesehen werden. Auch die Beleuchtungsanlagen mit Gleichstrombetrieb eignen sich nicht alle gleich gut zur Kraftabgabe. Die *Bogenlichtbeleuchtung* verwendet im Allgemeinen geringe Stromstärken, welche ca. 9 bis 10 Amp. betragen. Der electrische Effect wird durch das Product Voltamp. = Watt gemessen, und es gehen 736 Watt auf eine Pferdestärke. Wenn nun ein Motor mit einem mechanischen Nutzeffect von 80 Prozent arbeitet, so entspricht einer Pferdestärke bei 10 Amp. eine Spannung von 92 Volt. Mit der Grösse des Motors wächst die nötige Spannung und beträgt für 10 Pferdestärken schon 920 Volt.

Bei der *Glühlichtbeleuchtung* geschieht die Stromvertheilung mit constanter Spannung. Die letztere beträgt gewöhnlich 100 bis 200 Volt. Die Stromstärke richtet sich nach der Beanspruchung.

Es ist nun besonders wünschenswerth für die Motoren, welche überall zerstreut in den Werkstätten und Wohnungen aufgestellt werden sollen, eine ungefährliche *niedrige* Spannung beizubehalten. Das ist der eine Grund, weshalb die Vertheilung bei constanter Spannung der Vertheilung bei constantem Strom vorzuziehen ist. Ein anderer Grund liegt in dem Umstande, dass die Regulirung der Motoren auf constante Drehgeschwindigkeit bei Vertheilung mit constanter Spannung viel leichter und ökonomischer sich ausführen lässt, als bei constantem Strome. Die Sprague-Motoren z. B., welche in New-York von der Edisongesellschaft an ihre Beleuchtungsleitungen angeschlossen werden, reguliren sich automatisch, selbst wenn die Beanspruchung von Null bis zur vollen Leistung anwächst und die zugeführte Spannung um 50 Prozent variiert. Dabei beträgt der Nutzeffect des Motors beim normalen Gange 91 Prozent.

Allerdings müssen bei der Vertheilung mit constanter Spannung die Leitungen, entsprechend den hohen Stromstärken, dicker gewählt werden. Würde man besondere Anlagen für die Kraftübertragung anlegen, so würde man vortheilhaft die Klemmenspannung der Motoren höher, etwa zu 400 Volt, wählen. Mit solchen Spannungen ist die Kraftvertheilung bis auf einen Umkreis von 1 km von der Centralstation aus ökonomisch durchführbar; es wird dabei vorausgesetzt, dass die Kraft den Consumenten nicht höher zu stehen kommen dürfe, als wenn sie diese einem eigenen entsprechenden kleinen Krafterzeuger, z. B. einer kleinen Dampfmaschine oder einem Gasmotor entnehmen. Da die Einrichtung eines electrischen Motors viel einfacher und der Betrieb und Unterhalt viel billiger ist, so wird bei neuen Anlagen der electrische Motor immer vorgezogen werden. So kostet in Boston eine Pferdekraft pro Jahr (zu 10 Stunden täglich) 125 Dollars. Die Gesellschaft behauptet, mit diesem Preise sehr gute Geschäfte zu machen. Es wird dabei der Gewinn der Anlage einzig durch den Umstand erzielt, dass grosse Dampfmaschinen billiger betrieben werden können, als kleine, und dass der Nutzeffect des electrischen Triebwerkes auch für lange Distanzen nicht erheblich sinkt. Noch viel günstiger stellen sich natürlich die Verhältnisse, wo grosse Wasserkräfte in der Nähe industrieller Städte wie in Zürich, Genf, Schaffhausen, zur Verfügung stehen. In solchen Fällen würde das electrische Triebwerk eine unvergleichlich bequemere und vortheilhaftere Ausnutzung ermöglichen, als die bis jetzt gebräuchlichen Systeme mit Drahtseil oder Wasserdruk. Es läge daher die Einführung des electrischen Triebwerkes im Interesse sowol der Besitzer der betreffenden Kraft, als der Consumenten. Dass die schweizerischen Fabricanten in dieser Beziehung mindestens ebenso leistungsfähig sind als das Ausland ist in diesen Blättern schon mehrmals zur Genüge gezeigt worden.