Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber: A. Waldner
Band: 4/5 (1876)
Heft: 17

Artikel: Die dynamo-elctrische Maschine von Gramme
Autor: Hagenbach, Eduard
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-4943

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: 13.07.2025

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

INHALT: — Das Tracé der projectirten Eisenbahn Seebach-Zürich auf städtischem Gebiete. — Die dynamo-electrische Maschine von Gramme. Physikalische Untersuchung von Professor Eduard Hagenbach in Basel. — Ueber Locomotiven. Ob innenliegende oder aussenliegende Rahmen den Vorzug verdienen. — Gotthardbahn. Die Ausschreibung der Bauarbeiten. — Bern-Luzern-Bahn. Schiedsgerichtlicher Entscheid betreff. Zimmereggtunnel. — Administratives Curiosum. — Vollziehungsverordnung zum Eidgenössischen Forstgesetz. — Versammlung des Vereines schweizerischer Geometer in Bern am 7. und 8. October 1876. — Concurrenzen. Das Hamburger Rathhaus. Zur Concurrenzausschreibung für ein Schulgebäude in Schaffhausen. — Die Schweizerische Ausstellung in Philadelphia 1876. Berichtigungen und Erster Nachtrag. — Literatur. — Kleinere Mittheilungen. — Eisenpreise in England. — Verschiedene Metallpreise.

Das Tracé der projectirten Eisenbahn Seebach-Zürich auf städtischem Gebiete.

(Früherer Artikel Bd. V. No. 11, Seite 85.)

Es ist uns eine Antwort auf das Gutachten der Herren Experten Professor Culmann, Oberingenieur Tobler und Professor Baumeister zugesagt, welche in der nächsten Nummer erscheinen soll. Wir legen der heutigen Nummer das Längenprofil im Masstab von 1 : 10 000 für die Längen und 1 : 500 für die Höhen, und einen Uebersichtsplan von Zürich im Masstab 1 : 10 000 bei.

* * *

Die dynamo-electrische Maschine von Gramme.

Physikalische Untersuchung

von Professor **Eduard Hagenbach** in Basel.

(Aus dem Repertorium für Experimental-Physik, für physikalische Technik.)

In der an der Universität Basel neu errichteten physikalisch-chemischen Anstalt, welche zur Erinnerung an die berühmten Baseler Mathematiker Bernoulli den Namen Bernoullianum erhalten hat, befindet sich ein grosser, hauptsächlich für öffentliche populäre Vorträge bestimmter Hörsaal, der so eingerichtet ist, dass die Bilder des Sonnenmikroscopes, der Laterna magica, des Spectralapparates u. s. w. auf einen mit weisser Magnesia bestrichenen sechs Meter breiten Schirm projicirt und so etwa 400 bis 500 Zuhörern gezeigt werden können. Die Vorrichtungen sind der Art, dass zur Beleuchtung je nach Umständen Sonnenlicht, electrisches Licht oder Drummond'sches Licht verwendet werden kann. Da die Herstellung des electrischen Lichtes mit einer Bunsen'schen oder Deleuil'schen Batterie sehr misslich und kostspielig ist, musste mein Augenmerk darauf gerichtet sein, eine dynamo-electrische Maschine für die Erzeugung des Lichtes zu verwenden, besonders da wir in unserm physikalischen Laboratorium mit Hülfe der städtischen Wasserleitung über eine Arbeit von etwa 1 1/2 Pferdekraft verfügen können. Die Herren Heilmann, Ducommun und Steinlen in Mühlhausen im Elsass, die schon im letzten Winter eine grosse Giesserei ihres Etablissements mit vier Gramme'schen Maschinen beleuchteten, und die nun auch selbst solche Maschinen construiren, hatten die Gefälligkeit, mir eine derselben auf einige Zeit zu überlassen; ich benützte dieselbe, um nicht nur die Verwendung der Maschine zu obengenanntem Zwecke, sondern dieselbe überhaupt in physikalischer Beziehung etwas näher zu untersuchen; da wohl mit Bestimmtheit vorauszusehen ist, dass in einer vielleicht ziemlich nahen Zukunft überall da, wo stärkere Ströme nöthig sind, die dynamo-electrischen Maschinen an die Stelle der in so mancher Beziehung unangenehmen Säurebatterien treten werden, dürften wohl die von mir in erster Linie nur zu meiner eigenen Aufklärung angestellten Versuche ein allgemeineres Interesse haben.

Die Maschine, mit der ich experimentirte, entspricht im Wesentlichen der in der Schrift von Niaudet-Breguet auf der zweiten Tafel abgebildeten. Die Breite der Maschine, somit die Länge des Electromagneten beträgt 27 cm. Die innere drehbare Drahtspule mit dem in sich geschlossenen Ring aus Eisendraht besteht aus zwei Abtheilungen, die hinter einander in die Leitung eingeschlossen sind; jede Abtheilung besteht aus 48 einzelnen Spiralen. Es wird der ganze Strom und zwar der gleiche, der die Wirkung in der äusseren Leitung erzeugt, um den Electromagnet herum geleitet. — Die Maschine, mit welcher experimentirt wurde, gehört noch einem älteren Systeme an; seither haben die Herren Heilmann, Ducommun und Steinlen verbesserte Maschinen construirt, die bei geringerer Tourenzahl sehr günstige Wirkung geben und die jetzt ihre Giesserei beleuchten.

Die Bestimmung des electrischen Leitungswiderstandes nach der Methode der Wheatstone'schen Brücke ergab für

den Electromagneten	1,26	Siemens'sche	Quecksilbereinheiten
die innere Spule (beide Abtheilungen)	0,62	„	„
also im Ganzen	1,88	„	„

Die electromotorische Kraft einer Gramme'schen Maschine ist, wie leicht ersichtlich, eine variable Grösse, sie hängt ab von der Geschwindigkeit, mit welcher die innere Drahtspule rotirt, und von der Stärke des Stromes, welcher den Electromagneten umkreist; und dieser ist hinwiederum bedingt durch die Grösse des äusseren Leitungswiderstandes.

Die Stromintensitäten, welche zur Berechnung der electromotorischen Kraft nöthig waren, ermittelte ich dadurch, dass ein schwacher Zweigstrom des zu messenden Stromes durch ein Edelmann'sches Spiegelgalvanometer geleitet wurde. Ein Vorversuch hatte mir ergeben, wie viel Cubiccentimeter Knallglas in der Minute vom Strom der Hauptleitung für die Ablenkung um je einen Theilstrich am Galvanometer geliefert werden. Die Stromstärken gebe ich an in dem in der Minute gelieferten auf null Grad und 760 mm Druck reducirten Volumen Knallgas; ein Cubiccentimeter desselben entspricht 0,0009926 chemischen Einheiten von 9 Milligramm zersetztem Wasser in der Secunde.

Aus der Stromintensität und dem Widerstande wurde dann die electromotorische Kraft berechnet; ich gebe dieselbe an in Deleuil'schen Kohle-Zink-Elementen, wie ich sie gewöhnlich zur Erzeugung des electrischen Lichtes gebrauche; die electromotorische Kraft eines solchen Deleuil'schen Elementes habe ich gleich 0,0192 chemischen Einheiten oder gleich 1,6 Daniell gefunden.

Die Zahl der Umdrehungen wurde mit einem Deschiens'schen Tourenzähler gemessen.

Um nun vorerst die Abhängigkeit der Stromstärke und der electromotorischen Kraft von der Umdrehungsgeschwindigkeit und dem äussern Widerstande zu studiren, wurden folgende Versuche angestellt:

Ich liess bei verschiedenen eingeschalteten äussern Widerständen die Maschine mit verschiedenen Geschwindigkeiten laufen, beobachtete die Stromstärke und berechnete die electromotorische Kraft. Auf diese Weise erhielt ich die folgenden Resultate.

1. Die Maschine wurde durch einen dicken kurzen Draht, dessen Widerstand vernachlässigt werden konnte, geschlossen; also äusserer Widerstand gleich null, und Gesammtwiderstand gleich 1,88 Q.-E.

Zahl der Umdrehungen in der Minute	Stromstärke in Cubiccent. Knallgas in der Minute	Electromotorische Kraft in Deleuil'schen Elementen
285	46,0	4,5
386	78,0	7,6
421	86,0	8,4
495	97,1	9,4
537	112,6	10,9
584	123,8	12,0
744	150,7	14,6
817	160,3	15,6
879	166,6	16,2
930	172,5	16,8
978	177,7	17,3
1045	183,0	17,8
1082	186,8	18,2

2. Die Maschine wurde durch einen längeren mit Gutta-Percha überzogenen Kupferdraht von 0,5 Q.-E. Widerstand geschlossen; der Gesammtwiderstand war also gleich 2,38 Q.-E.

*

Zahl der Umdrehungen in der Minute	Stromstärke in Cubiccent. Knallgas in der Minute	Electromotorische Kraft in Deleuil'schen Elementen
253	9,3	1,1
365	44,4	5,5
450	69,0	8,5
597	96,8	11,6
818	129,8	16,0
906	140,7	17,3
981	147,9	18,2
1109	161,7	19,9
1175	166,4	20,5
1283	176,3	21,7

3. Die Maschine wurde durch einen noch längeren Draht von 2 Q.-E. Widerstand geschlossen; der Gesammtwiderstand war also gleich 3,88 Q.-E.

Zahl der Umdrehungen in der Minute	Stromstärke in Cubiccent. Knallgas in der Minute	Electromotorische Kraft in Deleuil'schen Elementen
539	41,0	8,2
707	70,0	14,0
905	91,2	18,3
1178	110,5	22,2
1416	129,8	26,0
1584	142,1	28,5

Wenn man diese Resultate graphisch aufträgt und zwar die Umdrehungszahlen als Abcissen und die Stromstärken als Ordinaten, so erhält man Curven, die nur wenig von der geraden Linie abweichen und eine schwache Concavität nach unten haben, es wächst somit die Stromstärke nahezu der Umdrehungsgeschwindigkeit proportional; eine weitere Vermehrung der Geschwindigkeit mit Hülfe eines stärkeren Motors hätte wohl noch ziemlich weit die Stromstärke steigern können, wenn nicht die zu starke Erwärmung der Maschine eine grössere Rotationsgeschwindigkeit als 2000 Umdrehungen in der Minute schädlich erscheinen liesse.

Wenn man ferner durch Interpolation aus den obigen Tabellen die gleichen Umdrehungszahlen und verschiedenen Stromstärken sowie die gleichen Stromstärken und verschiedenen Umdrehungszahlen entsprechenden electromotorischen Kräfte bestimmt, so erkennt man leicht, dass bei kleinen Stromstärken die electromotorische Kraft mit zunehmender Stromstärke wächst. Wenn aber einmal der Strom eine solche Stärke erreicht, dass 80 Cubiccentimeter Knallgas in der Minute entwickelt werden, so nimmt die electrodynamische Kraft nicht mehr wesentlich mit Vermehrung der Stromstärke zu, offenbar weil schon der schwache Strom ausreicht, um die vollkommene Magnetisirung zu bewirken; ferner findet man, dass bei gleichen Stromstärken die electromotorische Kraft nahezu der Umdrehungszahl proportional wächst, was nach den Gesetzen der Induction zu erwarten war.

Zur Erzeugung des electrischen Lichtes wurde ein Serrin'scher Regulator angewandt. Die Stärke des electrischen Lichtes wurde mit einem Bunsen'schen Photometer bestimmt, wobei als Lichteinheit die bekannten Normal-Paraffinkerzen von 21,4 m/m Durchmesser und 41,3 m/m Flammenhöhe angenommen wurden. Den Leitungswiderstand des electrischen Lichtes bestimmte ich so, dass ich bei Einschaltung des Lichtregulators die Zahl der Umdrehungen und die Stromstärke beobachtete und dann statt des Regulators so lange Widerstandsdraht einschaltete bis ich wieder die frühere Umdrehungszahl und die frühere Stromstärke erhielt; auf diese Weise ergab sich der Widerstand des electrischen Lichtes gleich 4,75 Q.-E ; der Gesammtwiderstand ist also bei der Lichterzeugung 6,62 Q.-E.

Aus den über Lichtstärke und die dazu gehörige Stromstärke angestellten Beobachtungen ergiebt sich durch Interpolation und Berechnung folgendes:

Zahl der Umdrehungen in der Minute	Lichtstärke in Normalkerzen	Stromstärke in Cubicctm. Knallgas in der Minute	Electromotorische Kraft in Deleuil'schen Elementen
1700	506	119	40,8
1800	567	126	43,2
1900	628	133	45,6
2000	689	140	48,0

Versuche mit dem Prony'schen Zaume haben mich überzeugt, dass zur Erzeugung des Lichtes mit 1800 Umdrehungen circa 90 Kilogrammeter, also etwas über eine Pferdekraft verbraucht werden.

567 Normalkerzen sind ungefähr gleich 80 Carcellampen, wie sie allgemein in Frankreich als Lichteinheit angenommen werden; man braucht also mit unserer Maschine für die Production des Lichtes einer Carcellampe 1,1 Kilogrammeter. Herr Tresca*) hat neulich Versuche mit zwei grösseren Gramme'schen Maschinen gemacht, um die Arbeit zu bestimmen, welche für die Erzeugung des Lichtes einer Carcellampe nöthig ist. Stellen wir seine Resultate mit den meinigen zusammen, so erhalten wir:

Maschinen von	gaben für 1 Carcellampe	
1850 Carcellampen	0,3 Kilogrammet.	(Tresca)
302 „	0,7 „	(Tresca)
80 „	1,1 „	(Hagenbach)

Es bestätigt dies das von Herrn Tresca gefundene Resultat, dass bei grösseren Maschinen das Licht verhältnissmässig wohlfeiler erhalten werden kann.

Der Schmid'sche Wassermotor, der die Gramme'sche Maschine trieb, erforderte in der Minute circa 280 Liter Wasser von 4 1/2 Atm.-Druck; bei einem Wasserpreis von 20 Cts. per Cubicmeter kostet also die Stunde Fr. 3,40.

Wenn ich mit den mir zu Gebote stehenden Deleuil'schen Elementen, deren Leitungswiderstand gleich 0,083 Q.-E. gefunden wurde, das mit der Gramme'schen Maschine erzeugte Licht erhalten will, so gebrauche ich, wie eine leichte Rechnung zeigt, zu einem Lichte, das dem mit 1700 Umdrehungen erreichten gleich kommt, 72 Elemente und zu einem Lichte, das dem mit 2000 Umdrehungen erreichten gleich kommt, 86 Elemente hinter einander.

Hieraus ist leicht abzuleiten, dass die Erzeugung des electrischen Lichtes mit einem Wassermotor und einer Gramme'schen Maschine gegenüber der Anwendung einer Säurebatterie nicht nur die Vortheile der Bequemlichkeit, sondern auch der Wohlfeilheit für sich hat.

Um Photographien, microscopische Präparate, Spectren u. s. w. in grossem Masstab zu projiciren, genügt das Licht der von mir untersuchten Gramme'schen Maschine vollkommen.

* * *

Ueber Locomotiven.

Ob innenliegende oder aussenliegende Rahmen den Vorzug verdienen.

(Schluss.)

Unter 222 in den Heusinger'schen Dimensionstabellen figurirenden Locomotiven sind:

173 mit aussenliegenden Cylindern und innenliegenden Rahmen,

37 mit aussenliegenden Cylindern und aussenliegenden Rahmen,

8 mit innenliegenden Cylindern und innenliegenden Rahmen,

1 mit innenliegenden Cylindern und aussenliegenden Rahmen und

3 mit innenliegenden Cylindern und Doppelrahmen.

Und ergiebt sich hiebei nebenstehende Tabelle, welche uns sämmtliche Beziehungen in augenscheinlichster Weise vor Augen führt. (siehe folgende Seite.)

Was nun die höhere oder tiefere Lage des Schwerpunktes der ganzen Maschine betrifft, so hängt dieselbe jedenfalls nur von der höhern oder tiefern Lage des Kessels ab; denn eine Veränderung der Lage der Rahmen hat auf den Schwerpunkt des Unterbaues keinen Einfluss.

Es geht aber aus unserer Tabelle hervor, dass der lichte Abstand zwischen Triebaxe und Kessel im Mittel:

372,0 m/m für Maschinen mit innenliegenden und

302,6 m/m für Maschinen mit aussenliegenden Rahmen beträgt, d. h. wenn wir für sämmtliche Maschinen ein und denselben mittleren Kessel- und Triebaxendurchmesser annehmen,

*) C. R. de l'Acad. des sciences 1876. Tome LXXXII pag. 299.