Zur Frage der Regulierung hydraulischer Motoren

Autor(en): **Stodola, A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **23/24 (1894)**

Heft 8

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-18646

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

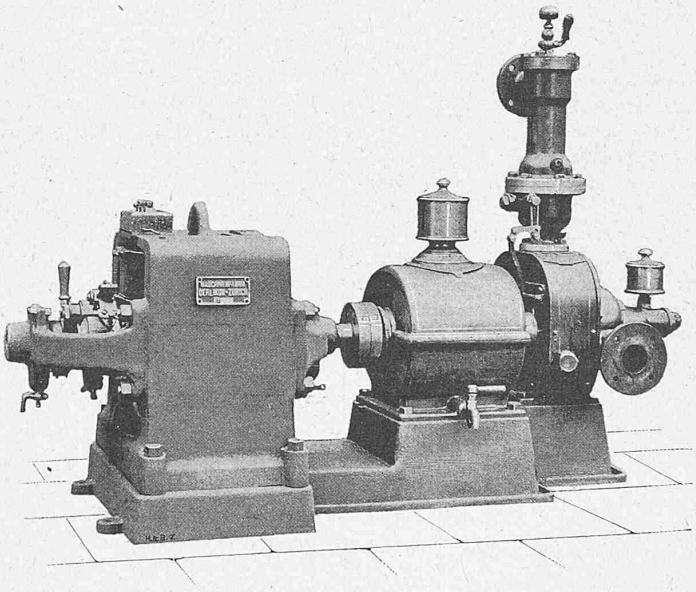
Gehäuse, in welchem das Schraubenrädergetriebe läuft. Letzteres besteht aus einem Doppelkolben von 19 *mm* Durchmesser auf der Welle, welcher in ein Doppelrad von 190 *mm* Durchmesser eingreift. Die Uebersetzung geschieht also im Verhältnis von 10 : 1 und setzt die Tourenzahl der Turbine von 30 000 per Minute auf 3000 Touren für die Dynamomaschine herab. Die Geschwindigkeit wird durch einen äusserst empfindlichen Regulator reguliert.

Der Auspuffdampf wird durch ein am Centrum des Turbinengehäuses angesetztes Rohr abgeführt. Das eine Ende der Turbinenwelle trägt eine Kuppelung, durch welche die Welle der Dynamomaschine damit verbunden ist. Letztere ist eine zweipolige Maschine mit Trommelwickelung des Normaltyps Oerlikon.

Versuche, welche in der Maschinenfabrik Oerlikon mit dieser Kombination angestellt wurden, ergaben vorzügliche Resultate: So machte die Dynamo bei Leerlauf 3100 Touren. Bei plötzlichem Einschalten der vollen Last von 29 Amp. bei 107 Volts sank die Tourenzahl auf 2980, also nur um 4 %.

Bei einem Nutzeffekt von 85 % der Dynamo und einem Wirkungsgrad der Schraubenräder von 0,90 entspricht die Arbeit der Dynamomaschine einer effektiven Leistung der Turbine von 5,5 P. S. Bei einem Dauerbetriebe von 3 Stunden mit dieser Last konsumierte die Turbine 259 *kg* Dampf, was also einem Dampfkonsum von 15,7 *kg* pro Pferdekraft-Stunde entspricht, ein Resultat, welches dem Dampfkonsum schnellgehender Dampfmaschinen gegenüber gewiss sehr befriedigen, ja überraschen muss.

De Laval'sche Dampfturbine
direkt gekuppelt mit einer Gleichstrom-Dynamo der Maschinenfabrik Oerlikon.



Perspektive.

Zur Frage der Regulierung hydraulischer Motoren.

In den meinem Aufsatze in Bd. XXII Nr. 26 angefügten Bemerkungen des Hrn. Prof. A. Stodola wird der leise Vorwurf erhoben, ich hätte die Thesen, welche gen. Herr Professor für *Regulatoren mit langsam wirkendem Hilfsmotor* aufstellt, übersehen. Dies ist nun nicht der Fall; sondern es wird meinerseits eben behauptet, dass die von Herrn Prof. Stodola für diese Gattung Regulatoren aufgefundenen Resultate leider vorläufig nicht für die ausübende Praxis Verwendung finden dürfen.

Nach meinen Erfahrungen nämlich ist es auf den Gang eines Regulators mit Stellhemmung (Hilfsmotor) von grösstem Einflusse, ob das Tachometer *sehr* oder nur *wenig statisch* ist.

Die periodischen Schwankungen, seien sie nun durch die Trägheit des Wassers der Zuleitung, durch zu grossen Minimaleingriff oder durch Verspätung des Regulators verursacht, werden umsomehr Tendenz zur Abnahme zeigen, je statischer das Tachometer ist. Während also Herr Prof. Stodola zur Vermeidung zunehmender periodischer Schwankungen ein bestimmtes *Schwungradgewicht* oder ein gewisses *Windkesselvolumen* vorschreibt, glaube ich ein *statischeres Tachometer* als drittes Remedium empfehlen zu können.

Allerdings hat die Anwendung sehr statischer Tachometer bei Regulatoren mit Stellhemmung den bekannten Uebelstand im Gefolge, dass die Turbine bei verschiedenen Eröffnungen des Schiebers — wie selbe den verschiedenen Stellungen der Tachometerhülse entsprechen — sehr stark abweichende Geschwindigkeiten durch den Regulator vorgeschrieben erhält. Verkleinerung des Tachometerhubes, um den Ungleichförmigkeitsgrad möglichst herunterzuziehen, hilft da nicht und würde sich auch mit dem (in meinem Aufsatze erörterten) Minimaleingriffe — der um so leichter klein zu halten ist, je grösser der Tachometerhub ist — schlecht vertragen. Man steht also hier vor zwei einander widerstreitenden Bedingungen, welche die meisten Ausführungen durch Einbau schwerer Schwungräder und durch Hemmung der Tachometerhülse mittelst einer Oelbremse zu umgehen pflegen *). Es lässt sich behaupten:

Je statischer das Tachometer, desto weniger Schwungmasse genügt, um periodische Schwankungen zu vermeiden.

Regulatoren mit Hilfsmotor und kleinem Ungleichförmigkeitsgrad können bei geringen Schwungmassen nur angewendet werden, wenn sie mit einer Hemmung der Tachometerhülse ausgerüstet sind. Ich verzichte auf eine theoretische Begründung; — wer der Regulierung hydraulischer Motoren näher steht, wird mir ohnedem beistimmen. Die Prämissen, auf welche gestützt Herr Prof. Stodola in die mathematische Lösung des Problems eingeht, nehmen auf den intensiven Zusammenhang zwischen Stabilität des Tachometers und Trägheitsmoment der rotierenden Massen nicht gebührend Rücksicht. In den Schlussergebnissen wird der Stabilität des Tachometers auch nicht gedacht. Sollen die Resultate der Untersuchung allgemein sein, also auch für kleine Trägheitsmomente Geltung haben, so bedürfen sie noch der Ergänzung über den Einfluss der Oelbremse. Meine Zweifel an ihrer praktischen Verwendbarkeit sind — mit dem Gesagten — begründet.

Biella, den 11. Januar 1894.

A. Budau.

* * *

Als Erwiderung auf die vorliegende Zuschrift des Herrn Ingenieur Budau habe ich folgendes anzuführen:

Auf S. 114 des XXII. Bds. der Schweizerischen Bauzeitung findet sich in meiner Arbeit über Turbinenregulierung die Angabe: „es ist $\alpha_0 f_0 : f_1$ ein *Mass der Astasie des Regulators*"; ferner „$\alpha_0 f_0 : f_1$ ist um so grösser, je grösser die Astasie des Regulators ist." Noch weiter auf Seite 134 unter den „Schlussergebnissen", für den Fall des vollgeöffneten Leitkanals: „$\alpha_0 = 1 : \delta$, wo δ den Ungleichförmigkeitsgrad des Regulators bedeutet". Schliesslich lautet die explicite Formel (Nr. 54) für das reducierte Schwunggewicht

$$G_s = \frac{2\eta}{g} \frac{L}{H} \frac{c_0}{\delta} G_w,$$

woraus mit in die Augen springender Evidenz hervorgeht, dass die Schwungmasse um so kleiner werden darf, je grösser die Ungleichförmigkeit, d. h. die Stabilität des Regulators ist. Es kommt die kardinale Grösse α_0 in geradezu allen Relationen vor, welche auf die Schwungmasse Bezug haben, so dass für Jeden, der sich die Mühe nahm, ihre Bedeutung nachzusehen, der Einfluss der Astasie des Regulators von vorneherein evident ist. Es lassen sich in dieser Beziehung noch höchst interessante Folgerungen ziehen, welche in der Fortsetzung meiner Studie Platz finden werden.

Ich muss auf Grund des Gesagten meiner Verwunde-

*) Dies gilt auch für Dampfmaschinenregulatoren.

rung über die Behauptung des Herrn Budau Ausdruck geben, es sei in meiner Arbeit auf den Zusammenhang zwischen Stabilität des Regulators und den Schwungmassen keine Rücksicht genommen!

Dass die Hilfsmittel der Mathematik, soweit sie dem Techniker zugänglich sind, nicht eine ins kleinste Detail exakte Darstellung der Wirklichkeit gestatten (insbesondere bei einem so komplizierten Probleme wie die Regulierung), ist eine allgemein bekannte Thatsache. Die theoretische Entwickelung kann nur in grossen Zügen das Principielle des mechanischen Vorganges aufhellen; der Versuch und vielfache Ausführungen müssen die notwendigen Erfahrungskoefficienten liefern.

Zürich, im Januar 1894. *A. Stodola.*

Verordnung betreffend die Kabel der Seilbahnen.

(Vom 12. Januar 1894.)

Der schweizerische Bundesrat,

in Anwendung des Art. 31 des Bundesgesetzes vom 23. Dez. 1872 über den Bau und Betrieb der Eisenbahnen auf dem Gebiet der schweizerischen Eidgenossenschaft;

auf den Antrag des Post- und Eisenbahndepartements,

beschliesst:

Art. 1. Ueber die Kabel der Seilbahnen ist, deren Beschaffung vorgängig, jeweilen eine Vorlage an das Eisenbahndepartement zu machen.

Dieselbe soll enthalten:

Die Dimensionen des Kabels und dessen Zusammensetzung, sowie Angaben über die Festigkeitsverhältnisse des in Aussicht genommenen Materials; ferner die Berechnung über die grösste normale Beanspruchung des Kabels und die vorgesehene Bruchfestigkeit desselben; sodann Angaben über die verschiedenen Rollendurchmesser und die zugehörigen Umspannungswinkel.

Die Vorlage hat seitens der Bahnverwaltung so rechtzeitig vor der Bestellung des Kabels zu erfolgen, dass allfälligen Einwendungen und Bemerkungen des Eisenbahndepartements noch Rechnung getragen werden kann.

Art. 2. Bei Bestimmung der grössten normalen Beanspruchung sind die für das Kabel ungünstigste Stellung und Belastung des Zuges, das Seilgewicht, die Seilsteifigkeit, die Reibungswiderstände der Wagen, sowie der Trag-, Ablenkungs- und Umleitungsrollen zu berücksichtigen.

Art. 3. Die Anforderungen an die Kabel werden wie folgt festgestellt:

a) Das Kabel soll als Ganzes geschmeidig und leicht zu biegen sein. Dementsprechend ist für dasselbe eine günstige Konstruktion zu wählen.
b) Die Bruchfestigkeit soll mindestens achtmal so gross sein, als die bei normalem Betrieb vorkommende grösste Belastung.
c) Die Zugfestigkeit des Drahtmaterials darf 15 *t* pro cm^2 nicht übersteigen und soll diesen Wert nur ausnahmsweise erreichen. Bei ungünstigen Traceverhältnissen der Bahn ist als Maximum für die Zugfestigkeit 12 *t* pro cm^2 anzunehmen.
d) Die Dehnung soll nicht unter 3 % betragen.
e) Die Torsionsarbeit soll mindestens 5,50 *cm t* pro cm^3 erreichen.
f) Die Anzahl der Umbiegungen um 180° um einen Dorn von fünffachem Drahtdurchmesser soll bis zum Bruch mindestens 10 betragen.

Das Eisenbahndepartement ist ermächtigt, bezüglich dieser Anforderungen in einzelnen Fällen besondere Vorschriften zu erlassen.

Art. 4. Der Nachweis über die erforderlichen Eigenschaften eines Kabels ist durch eingehende Untersuchungen in der eidgenössischen Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich zu leisten. Zu diesem Zwecke ist der Anstalt ein den Vorschriften des Eisenbahndepartements entsprechendes Kabelstück abzuliefern.

Das Protokoll über die Untersuchung hat die Bahnverwaltung dem Eisenbahndepartement so rechtzeitig einzureichen, dass vor der beabsichtigten Inbetriebsetzung des Kabels über die Zulässigkeit der Verwendung desselben ein Entscheid getroffen werden kann.

Die Untersuchung hat sich zu erstrecken:

auf Zerreissproben mit dem ganzen Kabel, eventuell auch Schlagproben;

auf Zerreissproben, Torsionsproben und Umschlag-Biegeproben mit allen Drähten je einer Litze.

Bei Kabeln neuerer Konstruktion (ohne Litzen) sind die Einzel-Drahtproben wenigstens mit $^1/_6$ der Drahtzahl des Kabelquerschnittes zu machen und auf die Drähte von verschiedenem Querschnitt entsprechend deren Anzahl im Kabel proportional zu verteilen.

Im übrigen kann das Eisenbahndepartement das Programm für die Proben nach Bedürfnis abändern.

Art. 5. Die Kabelbefestigung ist nach der Anleitung des Eisenbahndepartements vorzunehmen. Dieselbe muss überall, wo eine Ausnahme vom Departement nicht gestattet wird, bei voller Tageshelle erfolgen.

Dem Eisenbahndepartement ist vom Zeitpunkt der Kabelbefestigung (Vergiessung) rechtzeitig Anzeige zu machen, damit dessen Organe dem Vorgang eventuell beiwohnen können.

Art. 6. Die Ueberwachung des Kabels während des Betriebes hat in folgender Weise zu geschehen:

a. Tägliche Besichtigung des Kabels und dessen Befestigung durch dazu geeignete Beamte der Bahn.
b. Genaue Untersuchung desselben von der Inbetriebsetzung an zunächst alle Monate durch einen hierfür speciell geeigneten Beamten der Bahn.

Dabei ist u. a. auch die Zahl der Drahtbrüche und die Lage derselben gewissenhaft festzustellen.

Ferner ist die Dehnung (Verlängerung) des Kabels nach einer vom Eisenbahndepartement aufgestellten Anleitung genau zu ermitteln.

Sobald Drahtbrüche auftreten oder andere Unregelmässigkeiten am Kabel beobachtet werden, sind die Revisionen in kürzern Zeiträumen vorzunehmen.

Bei Seilbahnen, deren Betrieb während des Winters eingestellt wird, hat eine genaue Revision des Kabels nach Schluss der Saison und eine solche vor der Betriebseröffnung im Frühjahr zu erfolgen, und zwar letztere so rechtzeitig, dass den vom Eisenbahndepartement angeordneten Massnahmen noch vor der Inbetriebsetzung Rechnung getragen werden kann.

Die Resultate der periodischen Untersuchungen des Kabels, d. h. die Angaben über den allgemeinen Zustand desselben, die Abnutzung, die Zahl und Lage der Drahtbrüche, allfällige Beschädigungen etc. sind jeweilen sofort in der vorgeschriebenen Form dem technischen Eisenbahninspektorate mitzuteilen.

Nach besondern Vorfällen oder bei Wahrnehmung abnormaler Erscheinungen hat die Bahnverwaltung jeweilen sofortige Untersuchung und Rapportierung an das technische Eisenbahninspektorat anzuordnen.

Ueber jedes Kabel ist sodann ein Buch zu führen, für dessen Einrichtung das Eisenbahndepartement ein Schema aufstellen wird.

Art. 7. Je nach den Resultaten der periodischen Untersuchungen und unter Berücksichtigung des Dienstalters des Kabels ist der Zeitpunkt der Auswechslung — wenn nötig durch das Eisenbahndepartement — zu bestimmen.

Ueber das ausgewechselte Kabel sind Untersuchungen analog denjenigen für neue Kabel in der eidgenössischen Anstalt für Prüfung von Baumaterialien anzustellen.

Zu diesem Zwecke ist sofort nach der Auswechslung ein Stück in vorgeschriebener Länge aus der meistbeschädigten Partie des Kabels an genannte Anstalt zu senden.

Art. 8. Die Kosten sämtlicher Untersuchungen und Proben der Kabel fallen der Eisenbahngesellschaft zur Last.

Art. 9. Die Bahnverwaltungen haben für die rechtzeitige Beschaffung eines Reservekabels zu sorgen.

Art 10. Die gegenwärtige Verordnung tritt sofort in Kraft. Das Eisenbahndepartement wird mit den Vollziehungsanordnungen beauftragt.

Bern, den 12. Januar 1894.

Im Namen des schweiz. Bundesrates,
Der Bundespräsident:
E. Frey.

Der Kanzler der Eidgenossenschaft:
Ringier.

Miscellanea.

Kongress für den Kirchenbau des Protestantismus. Auf Anregung der *Vereinigung Berliner Architekten* findet Ende März — voraussichtlich am 28. und 29. — in Berlin ein Kongress statt, um zwischen den Geistlichen, den bauverständigen Laien und den Baumeistern einen mündlichen Meinungsaustausch über die Gestaltung protestantischer Kirchen herbeizuführen. Die Vereinigung steht dem Gedanken fern, hierdurch irgendwelche, dem protestantischen Geiste zuwiderlaufende Schematisierung anbahnen zu wollen. Sie hält jedoch die Herbeiführung einer näheren Fühlung zwischen den erwähnten Elementen für eine Vorbedingung weiterer glücklicher und selbständiger Entwickelung des protestantischen Kirchenbaues. — Um für die zu pflegenden Beratungen eine gesicherte Grundlage