Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 50 (1959)
Heft: 13

Rubrik: Diskussionsbeiträge

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: 15.01.2026

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

man mit einer einzigen Formel auskommen kann. Die Hegly-Formel sollte zugunsten der S. J. A.-Formel gestrichen werden.

Auch im Abschnitt über die Gefällsmessung vermisst man eine klare Definition des Gefälles als Differenz der Energien am Ein- und Austritt der Modellturbine. Diese Definition sollte durch Skizzen wie in den Regeln des SEV erläutert sein.

Wenn bei der Drehmomentmessung der Hebelarm des Dynamometers mit ± 0,1 % bestimmt werden soll, so bedeutet dies bei 1 m Länge eine Abweichung von 1 mm. Hier ist doch sicherlich eine Genauigkeit von ± 0,02 % möglich.

Die Vorschriften über die Lagerung sollten derart umgearbeitet werden, dass klar zu ersehen ist, dass die Lagerreibung der zugelassenen Lagerkonstruktionen nicht von der Öltemperatur abhängig ist. Dichtungen, d. h. deren Reibungen sollten in die doppelte Lagerung einbezogen werden.

Das *Kapitel 7* behandelt die Auswertung von Modellversuchsergebnissen. Der Vergleich mit den Garantien kann sowohl in direkten Grössen *Q*, *H*, *P* und *n*, als auch in spezifischer Darstellung erfolgen. Die letztgenannte Möglichkeit sollte deshalb miteinbezogen werden.

Der Abschnitt 7.4.3 ist in dem Sinne nicht ganz klar, als der Text nicht einwandfrei darstellt, für welchen Teil einer z. B. nicht erfüllten η-Kurve Pönalien zu berechnen sind. Es fehlt ausserdem Fig. 2.

Ein besonderer Abschnitt ist den Messfehlern gewidmet. Das bei 7.6.1.1 aufgeführte Wehr gehört vielleicht nicht hierher.

Für den unter 7.6.1.3 erwähnten Meßschirm erscheint mir der Fehler von ± 0,3 % zu hoch, besonders, wenn nach dem vorher gemachten Vorschlag eine Lippe angebracht wird. Auch beim Gefälle im Abschnitt 7.6.2 erscheinen uns die zugestandenen Messfehler zu hoch, besonders bei Versuchsständen mit kleinen Gefällen.

Wenn man auch beim Drehmoment 0,25 % Fehler zulassen will, so ergibt sich schliesslich für den Turbinenwirkungsgrad eine Messungenauigkeit von ± 0,65 %. Dieser Wert erscheint mir für eine moderne Versuchsanlage zu hoch. Mit Sicherheit können heute Werte etwa der halben Grösse ohne allzu grossen Aufwand erreicht werden.

Adresse des Autors:

A. Pfenninger, Oberingenieur, Escher Wyss AG, Escher-Wyss-Platz, Postfach Zürich 23.

Diskussionsbeiträge

Dr. h. c. **K. Rütschi**, Pumpenbau Brugg, Brugg, äussert sich kurz bezüglich Modelldurchmesser. Er begrüsst den verschiedentlich gefallenen Vorschlag, für ein bestimmtes Projekt einen konstanten Laufrad-, oder besser noch einen konstanten Saugrohreintrittsdurchmesser (bei Turbinen), bzw. Saugmunddurchmesser (bei Pumpen) vorzuschreiben. Der Votant tritt auch eingehend auf die Frage der Wirkungsgradaufwertung ein und verweist auf seine diesbezüglichen Veröffentlichungen in der Schweiz. Bauzeitung über Modellversuche an grossen Pumpenserien. Es werden rund einhundertmal so viele Pumpen wie Turbinen hergestellt, weshalb die Turbinenbauer mehr von den umfangreichen Modellerfahrungen der Pumpenbauer profitieren sollten. *Rütschi* fand bei seinen Versuchen eine eindeutige Abhängigkeit des hydraulischen Wirkungsgrades vom Saugmunddurchmesser, mit ganz untergeordneter Bedeutung der Förderhöhe. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der «hydraulische Wirkungsgrad» des Turbinenbauers nicht identisch ist mit dem «hydraulischen Wirkungsgrad» des Pumpenbauers, sondern mit dem «innern Wirkungsgrad», welcher die Radscheibenreibung und die Spaltverluste noch umfasst. Er zeigt mit Hilfe von Diagrammen, die von ihm gefundenen Zusammenhänge zur Belegung seiner nur vom Durchmesser abhängigen Aufwertformel, welche mit keiner der bekannten Turbinen-Aufwertformeln im ganzen untersuchten Bereich befriedigend übereinstimmt.

Prof. Dr. **J. Ackeret**, ETH, Zürich, geht zuerst auf die Frage der Modelltreue ein und macht darauf aufmerksam, dass es viel einfacher ist, ein Modellrad zeichnungsgetreu herzustellen, als ein Ausführungsrad (Toleranzen vorschreiben!). Ein Weg bestünde darin, dass zuerst die Grossausführung hergestellt und nach deren genauer Vermessung dann das Abnahmemodellrad geschaffen würde. Bezüglich Modellmaßstab und Aufwertung muss vor allem darauf geachtet werden, dass der Aufwertungsbetrag unterhalb einer festzulegenden Grenze liegt, unabhängig von der Aufwertformel. Im weiteren tritt Prof. *Ackeret* auf die grundlegenden Unterschiede im Schiffsbau (Froudesche Zahl) und im Bau hydraulischer Maschinen ein. Bei diesen spielt infolge der hohen Reynoldschen Zahlen die Rauhigkeit eine viel grössere Rolle in bezug auf den Wirkungsgrad. Sind die Verluste im wesentlichen nur noch Reibungsverluste bei hohen Reynoldschen Zahlen, dann erklären sich die Resultate von *Rütschi* von selbst. Abschliessend drückt Prof. *Ackeret* sein Erstaunen darüber aus, dass nach Aussage verschiedener Referenten und des Diskussionsleiters, Prof. *H. Gerber*, bei Peltonturbinen nur bei Teillast eine Aufwertung, dagegen bei Vollast eher eine Abwertung auftrete. Er könnte eine eventuelle Erklärung darin sehen, dass bedingt durch die in der Becherströmung ausschlaggebenden Zentrifugalkräfte, grössere Geschwindigkeitsgradienten am Strahlrand zu stärkerer Strahlauflösung führen.

Dipl. Ing. **P. Jaray**, Motor Columbus AG, Baden, bekundet das grosse Interesse, welches seitens der Besteller hydraulischer Maschinen den Regeln für Modell-Abnahmeversuche entgegengebracht wird. Immerhin macht er darauf aufmerksam, dass der Kunde schlussendlich mit der Ausführungsmaschine arbeiten muss und deshalb nur dort Modellabnahmen am Platze sind, wo die Unmöglichkeit vernünftiger Grossabnahmen besteht oder wo die Kosten der Modellabnahmen wesentlich kleiner sind.

Oberingenieur **Duport**, Neyrpic, Grenoble, behandelt zuerst den Maßstabeinfluss auf den Aufwertbetrag bei Teillast, Vollast und Überlast. Er zeigt, wie komplex die Aufwertfrage ist, da eine Formel, die für den optimalen Wirkungsgrad gute Resultate ergibt, für die Teil- und Überlastwirkungsgrade grosse Abweichungen ergeben kann. Ferner ist die Aufteilung der gesamten hydraulischen Verluste in Teilverluste (Leitapparat — Laufrad — Saugrohr — Spalt) wünschbar, aber immer noch problematisch. (Der Spalt z. B. kann nicht modellgetreu ausgeführt werden. Ausweg: Diesen Verlust am Modell für sich messen und eventuell auch an der Ausführung). Auch die Frage der Kavitation ist sehr schwer erfassbar: Wie gross ist der kritische Druck, an welcher Stelle genau tritt er auf, wie gross ist dort der Verdampfungsdruck effektiv? *Duport* hält viele der vorgeschlagenen Massnahmen für illusorisch bei der heute für Grossabnahmen geltenden Messtoleranz ± 2 % (Punkte) im Wirkungsgrad. Auf alle Fälle sind Toleranzen auch für das Modell wünschbar. Abschliessend betont der Votant, dass nicht zu weit gegangen werden sollte in der Reglementierung, da die ganze Frage nach wie vor eine Vertrauensfrage bleibe.

Dr. **G. Ziegler**, Graz-Andritz, führt einleitend einige praktische Wünsche zum Regelentwurf an: Erstens sollte für die Aufwertung eine bestimmte Formel als verbindlich erklärt,

oder es sollte auf die Aufwertung verzichtet werden, wobei die im jetzigen Entwurf der Modellregeln enthaltenen Bestimmungen unbedingt auszubauen sind, so dass für alle eine eindeutige Basis resultiert. Zweitens ist die Frage der Messtoleranzen genauer zu formulieren und speziell in bezug auf die Schirmeichung und die Messtoleranz der Überfälle ($\pm$ 1,5 % = ?) zu überprüfen. Er geht anschliessend nochmals ein auf die in den Vorträgen von *Hutton* und *Fauconnet* behandelte Frage der Kavitation, und weist vor allem auf das dabei auftretende Problem des Luftgehaltes (Zugspannungen) hin.

Dr. **R. Dziallas**, J. M. Voith GmbH, Heidenheim/Brenz, ist der Ansicht, dass sich die Schwierigkeiten, die sich bei der Tagung gezeigt haben, vermindern, wenn sich die Besteller bei vorgesehenen Modell-Abnahmeversuchen auf die Garantierung der Modellwirkungsgrade beschränken. Dabei könnten sie zusätzlich verlangen, dass die Wirkungsgrade für einen bestimmten Modelldurchmesser von z. B. 350 mm abgegeben werden. Erfolgt die Nachprüfung bei den einzelnen Herstellern dann mit einem anderen Modelldurchmesser von z. B. 250 oder 500 mm, so kann man die Wirkungsgrade in diesem kleinen Bereich mit genügender Genauigkeit z. B. nach der Formel von *Moody* auf die Wirkungsgrade bei 350 mm Durchmesser auf- oder abwerten. Bei einem angenommenen mittleren Modellwirkungsgrad von 90 % für einen Laufraddurchmesser von 350 mm, würde diese Auf- bzw. Abwertung je etwa 0,7 % betragen. Nimmt man eine Messgenauigkeit des Modellversuches von $\pm$ 0,3 % an, so liegen die äusserst möglichen Abweichungen bei einer solchen Umrechnung in der Grössenordnung der Messgenauigkeit. Er vertritt ferner die Ansicht, dass es zweckmässig ist, keine Garantien für den Modell-Kavitationsversuch zu verlangen, sondern sich die Freiheit oder die zulässige Grösse von Kavitationsanfressungen an der Grossausführung garantieren zu lassen.

Dr. **S. P. Hutton**, Head of Fluid Mechanics Division, East Kilbridge, stellt bezüglich der Kavitationsbeiwerte σ bei verschiedenem Luftgehalt des Wassers (x) klar, dass bei konstantem σ *kritisch* über x, ein mit etwa $\sqrt{x}$ parabolisch höher steigendes σ *Zerstörung* und zwischen diesen Werten ein für die Anlage praktisch massgebendes σ *Anlage* existiert, so dass man für Vergleiche auch in dieser Beziehung Klarheit schaffen müsste. Zum Problem der Auf- oder Abwertung von Freistrahlturbinenwirkungsgraden teilt er mit, dass nach seiner Erfahrung und Kenntnis der Literatur alle denkbaren Fälle möglich sind.

Oberingenieur **A. Pfenninger**, Escher Wyss AG, Zürich, unterstreicht nochmals, dass alles getan werden muss, um den Kunden, der primär stets an der Ausführungsturbine interessiert ist, zufrieden zu stellen.

Prof. **H. Gerber**, ETH, Zürich, der als Versammlungsleiter stets zwischen den einzelnen Vorträgen und Diskussionsbeiträgen die wichtigsten Aussagen prägnant zusammengefasst hatte, stellte zum Schluss noch fest, dass erstens nun Klarheit darüber bestehe, in welchen Punkten keine einheitliche Meinung vorherrsche, dass zweitens die vorgeschlagenen Modellgrössen sich sicher an der unteren zulässigen Grenze bewegen, und dass drittens bezüglich Kavitation die versuchstechnischen Schwierigkeiten so gross scheinen, dass eine allseitig befriedigende Lösung dieser Frage, und insbesondere die Einhaltung der Froudeschen Ähnlichkeitsbedingungen, für die Modell-Abnahmeversuche kaum möglich sein dürfte.

Miscellanea

In memoriam

Hartmann Egg †. Am 14. März 1959 starb im hohen Alter von 88 Jahren in seinem Heim auf dem Etzliberg in Thalwil Hartmann Egg, Mitglied des SEV seit 1899 (Freimitglied), der den grössten Teil seiner erfolgreichen Berufsarbeit der Elektrifizierung der Bahnen des In- und Auslandes widmete und darin Bedeutendes leistete.

Geboren in Rüschlikon (ZH) am 1. März 1871 verlebte er im Kreise mehrerer Geschwister eine schöne Jugendzeit. Nach Absolvierung der Kantonsschule in Zürich, wobei seine mathematische Begabung bereits hervortrat, bezog er die ETH und beendete seine Studien als Elektroingenieur an der Technischen Hochschule Darmstadt bei Geheimrat Prof. Dr. Kittler. Bereits die ersten 4 Jahre seiner praktischen Tätigkeit lenkten ihn auf den Bau elektrischer Strassenbahnen in Mülheim an der Ruhr und Witten in Deutschland. Im Jahre 1899 kehrte er in die Schweiz zurück, um bei der damals bekannten Firma Alioth in Münchenstein bei Basel die Bahnabteilung zu gründen, zu deren Direktor er im Jahre 1906 avancierte. Unter seiner Leitung wurden von dieser Firma die Energieerzeugungs- und Verteilanlagen, die Fahrleitungen und das elektrische Rollmaterial hauptsächlich folgender Bahnen gebaut: Birseckbahn, Birsigtalbahn, zu deren Begründer und Verwaltungsrat er gehörte, Greyerzerbahnen, Wengernalpbahn (Elektrifizierung), Berninabahn, Montreux–Oberland-Bahn, Monthey–Champéry-Bahn, Altstätten–Gais-Bahn, sowie verschiedener Drahtseilbahnen. Ferner wurden damals die Vollbahnversuchsstrecke Cannes–Grasse der Paris–Lyon–Méditerranée-Gesellschaft sowie Elektrifizierungsprojekte der Lötschbergbahn, der Rhätischen Bahnen und der Hauensteinlinie über Läufelfingen der SBB, als Konkurrenzvorschlag zum Bau des Hauenstein-Basistunnels, bearbeitet.

Im Jahre 1911 folgte Egg als überzeugter Befürworter der niederfrequenten Einphasentraktion für Bahnen einer Berufung als Direktor der Bergmann-Elektrizitätswerke Berlin. In die Zeit seiner achtjährigen Tätigkeit bei diesem Unternehmen, das mit Siemens-Schuckert und der Allgemeinen Elektricitätsgesellschaft auf dem Gebiet der Vollbahn-Elektrifizierung als führend galt, fallen die Leitungsanlagen der Mittenwaldbahn, der Strecke Bitterfeld–Leipzig und mehrerer schlesischer Gebirgsbahnen, alle den nachmaligen Deutschen Reichsbahnen gehörend. Alle diese Linien sind mit dem später bei den Schweizerischen Bundesbahnen zur Anwendung gelangten Stromsystem ausgerüstet. Auch in der Herstellung von elektrischen Triebfahrzeugen war diese Firma mit Schnellzugs- und Güterzugs-Lokomotiven bis 2200 kW (3000 PS) Leistung hervorgetreten. Noch im hohen Alter erinnerte sich Egg mit besonderer Verehrung der fruchtbaren Zusammenarbeit mit dem sowohl wissenschaftlich-technisch, als auch rein menschlich hochstehenden, geistigen Führer der deutschen Vollbahn-Elektrifizierung, Wirklichem Geheimem Oberbaurat Wittfeld. Dieser hatte Egg auch zur Ausarbeitung eines Berichtes über die allgemeine Elektrifikation der Staatsbahnen unter Berücksichtigung einer rationellen Ausnützung sowohl der vorhandenen Steinkohlen-, Braunkohlen- und Torflager, als auch der verfügbaren Wasserkräfte beigezogen. Seine umfassende Tätigkeit führte ihn auch wiederholt in die Türkei, wo er in Konstantinopel einen Bahnbau leitete. Als Beweis der Regsamkeit seines Geistes sei angeführt, dass er sich trotz seiner ausserordentlich starken, technischen Inanspruchnahme die türkische Sprache in Wort und Schrift aneignete.

Die unbefriedigende Entwicklung der politischen Verhältnisse in Deutschland in den dem ersten Weltkrieg folgenden Jahren, sowie sein ausgesprochener Wunsch, seine reiche Berufserfahrung seiner geliebten Heimat zur Verfügung zu stellen, führten ihn im Jahre 1919 in die Schweiz zurück.

Die Schweizerischen Bundesbahnen hatten, gezwungen durch die nachteiligen Auswirkungen der für den Bahnbetrieb untragbaren Kohlenknappheit während und nach dem ersten Weltkrieg, auf Grund der Empfehlungen der bereits 1904 ins Leben gerufenen «Schweizerischen Studienkommission für den elektrischen Bahnbetrieb» im Jahre 1911 eine ihrer Generaldirektion angegliederte «Abteilung für Elektrifizierung» geschaffen. Erwähnt sei, dass Egg schon während seiner Tätigkeit bei der Firma Alioth sich als ständiger Mitarbeiter der genannten Kommission sehr aktiv beteiligte und diese Funktion auch in seiner nachfolgenden Stellung in Berlin weiter ausübte.

Es darf wohl als ein besonderer Glücksfall betrachtet werden, dass der Leiter der Abteilung für Elektrifizierung, Emil Huber-Stockar, der als Begründer und initiativer Förderer der elektrischen Bahntraktion in der Schweiz in die Geschichte eingegangen ist, sich die überaus wertvolle Mitarbeit von Egg, dieses in allen Fragen der elektrischen Traktion bewan-