Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 87/88 (1926)
Heft: 13

Inhaltsverzeichnis

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: 03.07.2025

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

INHALT: Vom Wirkungsgrad der Wasserturbinen. — Die baulichen Anlagen des Kraftwerkes Partenstein. — Wettbewerb für die Gewerbeschule und das Kunstgewerbe-Museum Zürich. — Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft. — Nekrologie: Willy Schreck. — Miscellanea: Zweistöckige Eisenbahnwagen. Der Schweizerwoche-Verband. Eidgenössische Technische Hochschule. Internationale Verständigung über Materialprüfungen der Technik. Deutsche Studiengesellschaft für Automobilstrassenbau. Der Internationale Brückenbaukongress an der E. T. H. Elektrifikation der Berliner Stadt- und Ringbahn. — Konkurrenzen: Limmatwerk Wettingen der Stadt Zürich. — Literatur. — S. T. S.

Band 88. Nachdruck von Text und Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 13

Vom Wirkungsgrad der Wasserturbinen.

Von ARNOLD PFAU, Consulting Engineer der Wasserturbinen-Abteilung von Allis-Chalmers Mfg. Co., Milwaukee, Wis., U. S. A.

Man hört und liest in letzter Zeit so viel Schönes über Wirkungsgrade von Francis-, Propeller-, Kaplan- und Löffelrad-Turbinen, dass eine kleine Rundschau vielleicht von Interesse sein dürfte, und im Anschlusse an diese auch eine Ueberlegung, wie weit es sich noch lohnt, den Wirkungsgrad „hinaufzuschrauben".

Im Anfang der 90er Jahre war man in Europa allgemein mit einem Wirkungsgrad von 75 % zufrieden, sowohl für Reaktionsturbinen als auch für Löffelradturbinen. Warum dies nicht 74 oder 76 % war, dürfte seinen Grund mit darin haben, dass die Faustregel $N = QH$ eben auf der Annahme eines Wirkungsgrades von 75 % beruhte.

Als dann die Amerikaner den Typenbau einführten und ihre Modelle in der Versuchsanstalt Holyoke, Mass. ausprobierten, stiegen die Wirkungsgrade auf Werte über 80 %, sodass es keineswegs gewagt erschien, dort einen allgemeinen Wirkungsgrad von 80 % als Garantie-Grundlage anzunehmen. Wiederum nicht 79 oder 81 %, sondern 80 %, weil die auf dem englischen Massystem aufgebaute, einfache Formel $N = QH/11$ eben einen Wirkungsgrad von 80 % in sich schloss.

Diese kommerzialisierten und auf Lager, d. h. in Normalsätzen gebauten Typen, wie Hercules, Victor, Giant, Mc Cormick, usw., sickerten nach und nach in den europäischen Markt durch, und ich erinnere mich noch lebhaft, wie Ende der 90er Jahre die erste „Hercules-Turbine" von Singruen Frères in Epinal ihren Einzug in eine Schweizer Fabrikanlage hielt, und wie nach sorgfältiger Bremsung von Seite skeptischer Vertreter einer hervorragenden schweizerischen Turbinenfabrik zugegeben werden musste, dass der Wirkungsgrad tatsächlich grösser als 80 % war. Dies gab natürlich der guten, alten 75 %-Formel den Todesstoss, und bald wurde selten weniger als 80 % garantiert.

Ebenso mussten dann die Wirkungsgrade von Löffelradturbinen erhöht werden, weil es dem genialen Konstrukteur Doble in San Francisco gelungen war, ihn wesentlich zu verbessern. Dieser Erfolg muss nicht so sehr seinem sogen. Ellipsoidal Bucket zugeschrieben werden, als vielmehr seiner Nadeldüsen-Konstruktion, die den Wirkungsgrad des auf den Löffel auftreffenden Strahles erhöhte.

Auch diese Neuerung hat man zuerst etwas belächelt, sie wurde aber seither bei allen Turbinenfabriken heimisch und hat die alte, einen rechteckigen Strahl erzeugende Zungenregulierung gänzlich verdrängt. Wirkungsgrade der Löffelrad-Turbinen von 80 bis 83 % konnten so ohne Bedenken als normal adoptiert werden.

Diese Garantiewerte für Francis- und Löffelrad-Turbinen behaupteten dann das Feld für mehrere Jahre, bis ein neuer Vorstoss gemacht wurde, einerseits durch Verbesserung der Löffel, wodurch Wirkungsgrade bis zu 88 % erreicht wurden, anderseits durch sorgfältige Durchbildung der Saugrohre der Francisturbinen. Damit wurde der Wirkungsgrad nicht nur mit Bezug auf seine absoluten Werte beträchtlich erhöht, sondern es wurde auch eine grössere Flexibilität desselben unter veränderlichem Gefälle oder Umlaufzahl ermöglicht, indem diese neuen Saugrohr-Konstruktionen eine bessere Ausnützung sowohl der noch vom Laufrade abgegebenen kinetischen Energie, als auch der im Wirbel enthaltenen Energie gestatteten, welch letzte in den früheren Krümmern grosse Störungen und Verluste verursachten. Diese Vervollkommnung des Saugrohres trägt auch zum grossen Teil dazu bei, dass mit der Propeller- oder der Kaplan-Turbine ebenfalls recht günstige Wirkungsgrade erzielt werden können.

So ist nun zur Zeit ein Wirkungsgrad von 90 % für Francis-Turbinen nichts aussergewöhnliches mehr. Die eingehenden Proben mit den von der Allis-Chalmers Mfg. Co. gelieferten 70 000 PS Niagara-Einheiten haben einen Gesamtwirkungsgrad von 91,2 %, mit einem reinen Turbinenwirkungsgrad von 93,8 % ergeben. Mit einem Wirkungsgrad von nahezu 94 % dürfte aber die praktische Grenze wohl bald erreicht sein. Es dürfte daher an der Zeit sein, auf andere Wege des Fortschrittes zu sinnen.

Man versteht allgemein unter Wirkungsgrad einer Kraftmaschine das Verhältnis zwischen der von der Maschine geleisteten und der ihr zur Verfügung stehenden Energie. Dieser so definierte Wirkungsgrad fusst also auf einer rein technischen Grundlage. Das Bestreben zur Erreichung eines hohen Wirkungsgrades bringt oft Verfeinerungen der Konstruktion mit sich, die die Kraftmaschine komplizierter gestalten, und es werden dabei oft auch Gesichtspunkte ausser Acht gelassen, die zur Erhaltung der Dauerhaftigkeit des Betriebes von grösserer Wichtigkeit sind, als Bruchteile eines Prozentes im Wirkungsgrade.

Durch Zusammenschalten der einzelnen Kraftnetze wird erreicht, dass möglichst wenige, darum aber umso grössere Einheiten angewendet werden können. Damit steigt aber auch die Notwendigkeit, dass solche Einheiten in ununterbrochenem Betriebe bleiben, besonders in solchen Fällen, wo das Betriebswasser nicht aufgespeichert werden kann und daher bei einem Stillstand der Einheit nutzlos über das Wehr abfliesst.

Es erscheint daher am Platze, den Begriff „Wirkungsgrad" etwas weiter auszubauen, d. h. nicht nur vom Standpunkte des Konstrukteurs aus zu betrachten, sondern vom Standpunkte des Bankiers, der mehr auf die Bilanz, als auf eine schöne Wirkungsgradkurve schaut. Wir können dem ohne weiteres Rechnung tragen, wenn wir neben dem Begriff *technischen Wirkungsgrad* noch einen *kommerziellen Wirkungsgrad* einführen. Wir wollen darunter das Verhältnis verstehen zwischen der von der Kraftmaschine für eine bestimmte Zeit, z. B. ein Betriebsjahr tatsächlich abgegebenen und der während dieser Zeit ohne Betriebsunterbruch theoretisch erzielbaren Arbeit.

Bezeichnet η_t den technischen Wirkungsgrad und η_k den kommerziellen Wirkungsgrad, so wäre $\eta_k = \eta_t$, wenn die Einheit während des ganzen Betriebsjahres die verfügbare Energie ausnützen und abgeben könnte. Sobald aber diese Einheit einen Betriebs-Unterbruch erleidet, ist $\eta_k < \eta_t$. Es ist somit klar, dass der neue Begriff kommerzieller Wirkungsgrad die Auskunft liefert, die kommerziell interessiert, indem er die Periode in sich schliesst, während der das Kapital unproduktiv ist. Natürlich müssen in diesem Begriffe auch alle andern Ursachen des Betriebsunterbruches eingeschlossen werden, wie Störungen im wasserbaulichen und im elektrischen Teil. Wir wollen uns aber der Einfachheit halber hier nur auf die Turbine selber beschränken und die vollständige Ausbildung des Begriffes „kommerzieller Wirkungsgrad einer Anlage" weitern Studien überlassen.

Jeder Betriebsunterbruch einer Turbine zieht folgendes nach sich: 1. Einen Energie-Ausfall L_1, also einen Einnahmen-Verlust. 2. Eine Geldauslage L_2 zur Bestreitung der Reparaturkosten. 3. Eine weitere Geldauslage L_3, im Falle die durch