Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 87/88 (1926)
Heft: 2

Artikel: Die Bedeutung des Turbinen-Wirkungsgrades bei Niederdruck-Anlagen
Autor: Dubs, Robert
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-40919

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: 09.12.2025

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

Beton die im Vertrag vorgeschriebenen Eigenschaften bezüglich Druckfestigkeit, Dichte (Wasserdichtigkeit) und spezifischem Gewicht aufweisen. Dieses Vorgehen, das recht gute Ergebnisse gezeitigt hat, wird oft für armierte Beton-Konstruktionen, für Brücken usw. angewendet, kann aber noch nicht für alle Bauplätze verallgemeinert werden.

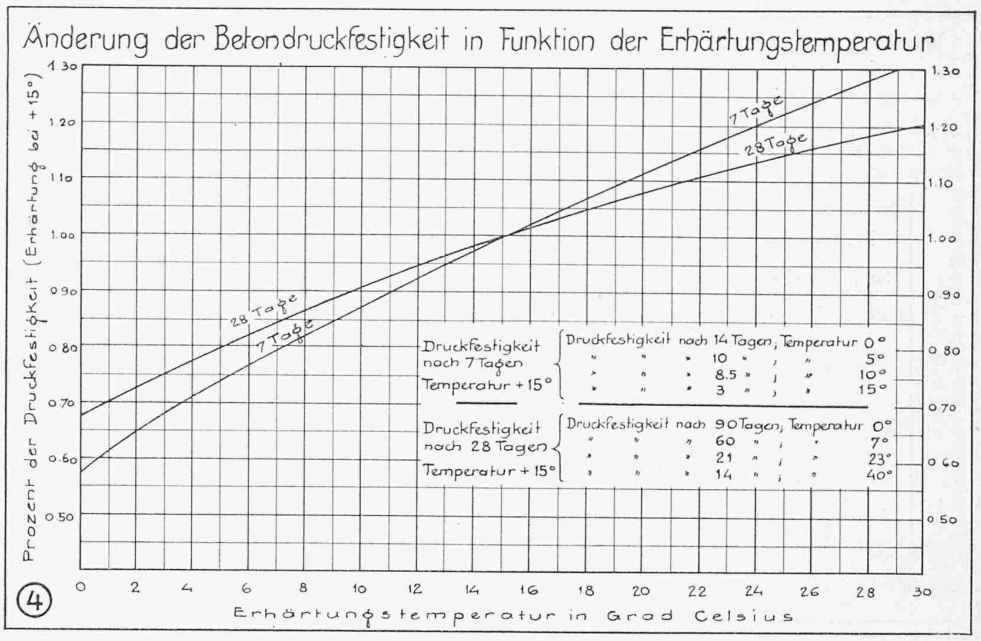
Einfluss der Art von Sand und Kies.

Die Herkunft von Sand und Kies, ihre Art und ihre granulometrische Zusammensetzung beeinflussen die Druckfestigkeit des Beton nur insoweit, als sie den Faktor Z/W zu verändern vermögen. Selbstverständlich ist vorausgesetzt, dass der Sand oder Kies keine Substanzen enthält, die einen chemischen Einfluss auf den Zement bewirken könnten und dass die Druckfestigkeit des Felsens, von dem die erstgenannten stammen, grösser ist als die des Bindemittels.

Im allgemeinen haben Sand und Kies einen umso günstigeren Einfluss auf den Faktor Z/W, je mehr deren Körper sich der Kugelform nähern und je gleichmässiger ihre Oberfläche ist. In dieser Hinsicht geben Flussand und Flusskies bei gleicher granulometrischer Zusammensetzung bessere Resultate in Bezug auf Druckfestigkeit als die gebrochenen Materialien. Diese hingegen erlauben leichter, eine regelmässige Granulierung zu erhalten, die mit der maximalen Druckfestigkeit übereinstimmt. Dazu hat das Steinmehl, das von hartem, besonders gewähltem Felsen herrührt, oft mehr oder weniger ausgesprochene Eigenschaften des Puzzolan.

Vereinfachung der Beton-Untersuchungen.

Wir haben gesehen, dass die Art des Kieses die Druckfestigkeit des Beton, die allein von der des bindenden Mörtels abhängt, nur indirekt beeinflusst. Die Untersuchung eines Beton auf Druck lässt sich also oft auf die eines Mörtels beschränken. Hieraus ergeben sich bedeutende Ersparnisse an Zeit, Einrichtungen, Transporten, usw.



Statt dass im Laufe der Arbeiten Würfel vom Beton entnommen werden, für die schwere Formen von mindestens 16 bis 20 cm Kantenlänge verwendet werden müssen, genügt es, den Mörtel vom Beton auszuscheiden, was ohne Nachteil die Verwendung von Formen bis 7 cm Kantenlänge gestattet.

Einfluss der Temperatur.

Die Abbildung 4 gibt nach den Versuchen von T. F. Richardson (veröffentlicht in „A treatise on concrete plain and reinforced" von F. W. Taylor und S. E. Thompson) den Einfluss der Temperatur auf die Geschwindigkeit der Erhärtung. Dieser Einfluss verringert sich mit dem Alter, um am Ende eines Jahres fast völlig zu verschwinden.

Einfluss der Dauer der Erhärtung.

Wenn die Druckfestigkeit nach 28 Tagen als Einheit angenommen wird, so haben wir bei einer Temperatur von $+15^0$ für den Fall der Erhärtung im Wasser oder im feuchten Sand gefunden:

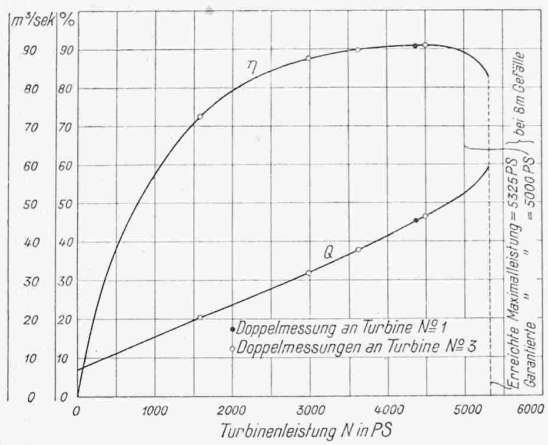
Druckfestigkeit in	7 Tagen	0,70,	in	3 Monaten	1,34
" "	28 "	1,00,	"	6 "	1,80
			"	12 "	2,00

(Schluss folgt.)

Die Bedeutung des Turbinen-Wirkungsgrades bei Niederdruck-Anlagen.

Von Ober-Ingenieur ROBERT DUBS, Zürich.

Der Bau von Wasserkraftanlagen für die Ausnützung von Niedergefällen ($H < 20$ m) hat besonders in den letzten zwei Jahrzehnten einen ganz bedeutenden Umfang angenommen. Diese Erscheinung findet ihre Begründung einesteils in den niedern Gestehungskosten der Kilowattstunde bei Niederdruckanlagen, andernteils in dem reichen Vorhandensein von wirtschaftlich ausnützbaren Niedergefällen. Dabei darf aber nicht übersehen werden, dass infolge der meist stark schwankenden Wasserführung der Flüsse der Ausbau eines Werkes nur für eine gewisse mittlere Wassermenge vorgenommen werden kann und ein wesentlicher Teil des Wassers während eines Teiles des Jahres unbenützt über das Wehr fliesst. Das nämliche tritt auch ein, wenn infolge schwächerer Netzbelastung die Turbinen-Regler die Leitapparate teilweise schliessen, wobei dann die überschüssige Wassermenge neben dem Kraftwerk vorbei geleitet werden muss. Trotz dieser ja allgemein bekannten Erscheinungen wurde vor Jahren und z. T. auch heute noch, grosser Wert auf sehr hohe Wirkungsgrade der Turbinen bei Teilbelastung auch dann gelegt, wenn das Wasserkraftwerk mit sehr vielen Einheiten ausgerüstet war, die eine wirtschaftliche Ausnützung auch der Minimal-Wassermenge des betreffenden Flusses durch stufenweises Abschalten von Maschineneinheiten gestatteten. Wenn indessen bei genügender Wasserführung eines Flusswerkes ohne Akkumulierung infolge kleiner Netzbelastung die Leit-Apparate der Turbinen teilweise geschlossen werden, dann ist es ja vollständig gleichgültig, ob das infolge guten Wirkungsgrades bei Teilbelastung von den Turbinen weniger geschluckte Wasser über das Wehr abfliesst, oder aber, bei weniger günstigem Wirkungsgrad, durch die Turbinen. Für den Besitzer des Wasserkraftwerkes ist es viel wichtiger, bei den bei Niederdruckanlagen oft stark schwankenden Gefällen eine *möglichst konstante Leistung* zu erzielen, d. h. bei den kleinsten Gefällen, also bei Hochwasser, möglichst viel aus seinen Turbinen herausholen zu können. Von grosser Bedeutung ist es für ihn auch, die Möglichkeit zu besitzen, seine Turbinen durch Mehröffnung des Leitapparates *überlasten* zu können, ohne dass dabei der Wirkungsgrad zu stark abfällt. Aus dieser Er-



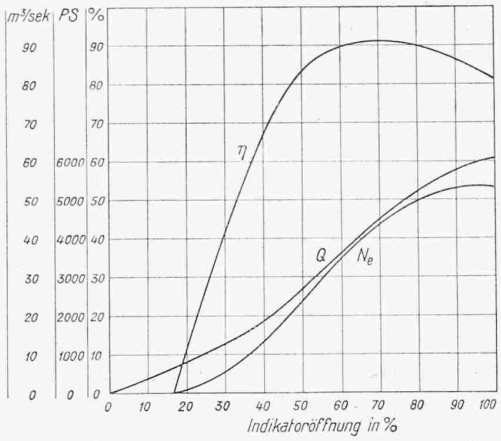
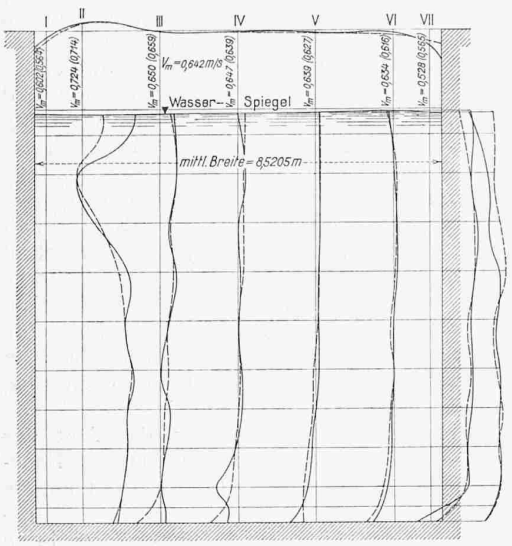


Abb. 1 und 2. Ergebnisse der Abnahmeversuche an zwei Turbinen des Kraftwerks Laufenburg im Juli 1915. Konstruktionsdaten: H = 8 m, Q = 60 m³/sek, N = 5000 PS, n = 107 Uml/min.



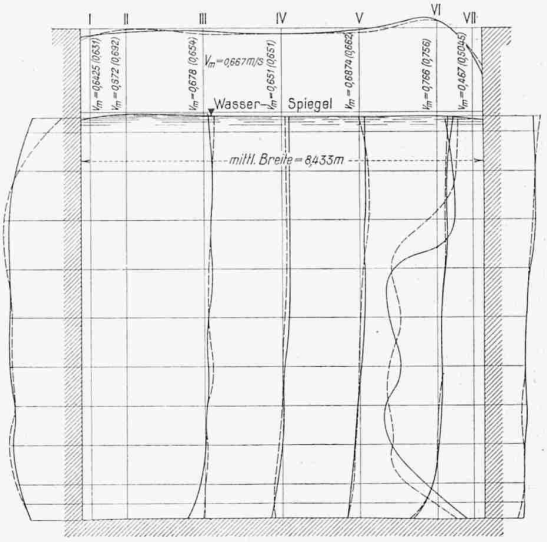


Abb. 3 und 4. Ergebnisse doppelter Flügelmessung im Einlauf der Turbine Nr. 1 (links) und 3 des Kraftwerks Laufenburg. Wirkungsgrad der Turbinen 90,1 %, bezw. 91,0 %. Wirkungsgrad der Turbinen 90,4 %, bezw. 91,5 %.

kenntnis heraus gehen deshalb die Bestrebungen der Turbinenkonstrukteure in den letzten Jahren dahin, eine Turbine zu schaffen, die die obenerwähnte Forderung möglichst gut erfüllt.

Unter den Niederdruck-Wasserkraftwerken, die mit einer grossen Zahl von Einheiten ausgerüstet sind, soll hier beispielsweise nur das vor etwa 15 Jahren erbaute Kraftwerk Laufenburg herausgegriffen werden, das zehn, von der A.-G. der Maschinenfabriken Escher Wyss & Cie. gelieferte, horizontalaxige Schnelläufer-Doppel-Zwillingsturbinen besitzt, die bei den vor etwa zehn Jahren durchgeführten offiziellen Abnahmeversuchen die in obenstehenden Diagrammen (Abbildungen 1 und 2) dargestellten ausserordentlich hohen und günstigen Wirkungsgrade ergaben. Dabei ist zu bemerken, dass jede Wassermessung mit zwei Woltmann'schen Flügeln doppelt und unabhängig voneinander durchgeführt wurde, wobei sich gerade bei den höchsten Wirkungsgradwerten eine beinahe vollständige Uebereinstimmung der gemessenen Wassermengen ergab (vergl. Abbildungen 3 und 4). Die Leistungsmessung erfolgte wie immer bei solchen Versuchen mit Präzisionsinstrumenten nach der Zwei-Wattmeter-Methode; die Versuche erstreckten sich über eine Woche und konnten vollständig störungsfrei durchgeführt werden. Eine Turbine wurde unter vier verschiedenen Belastungen gemessen, und bei einer andern eine Stichprobe gemacht, die beinahe vollständige Uebereinstimmung bezüglich der Leistungen und der Wirkungsgrade ergab.

Wir sind hier aus dem Grunde etwas ausführlicher auf diese Resultate eingetreten, weil es damals eine Ausnahme war, mit einer Wasserturbine Wirkungsgrade von über 90 % zu erreichen. Hierzu ist nun heute allerdings, wie bereits oben erwähnt, zu sagen, dass diese guten Wirkungsgrade für den Besitzer der Wasserkraftanlage im vorliegenden Falle eines Flusswerkes gar nicht die hohe Bedeutung haben, wie dies im ersten Moment erscheint. In den weitaus meisten Fällen ist es für ein Niederdruckwerk mit vielen Einheiten viel wichtiger, Turbinen zu besitzen, die bei starker Belastung günstig arbeiten und für Gefällsschwankungen möglichst wenig empfindlich sind.

Das Bestreben der Turbinen-Konstrukteure, eine Konstruktion zu schaffen, die obige Bedingungen möglichst erfüllt, hat zum Bau der Propeller- und Schraubenturbine geführt, die gegenwärtig wohl als „die" Turbine für Ausnützung von Niedergefällen bei spezifisch hoher Drehzahl und mehreren Einheiten bezeichnet werden darf. Auf diese Neukonstruktion soll in dieser Zeitschrift später ausführlicher eingetreten werden.

Robert Gnehm.

1852—1926.

Am 4. Juni 1926 starb in Zürich nach langer Krankheit Prof. Dr. Robert Gnehm, der während der beiden letzten Jahrzehnte als Präsident des Schweizerischen Schulrates auf die Entwicklung unserer Technischen Hochschule grossen, massgebenden Einfluss ausgeübt hat. Durch seinen eigenen Entwicklungsgang, der ihn über alle Stufen der akademischen Hierarchie führte, und ihm so eine einzig dastehende Kenntnis aller Einrichtungen, Ueberlieferungen und Bedürfnisse der eidgenössischen Hochschule vermittelte, sowie als hervorragender Techniker, war Gnehm der berufene Mann um die Bedingungen herbeizuführen, die für ein weiteres, den Anforderungen der Zeit entsprechendes Gedeihen der Bildungsanstalt erforderlich sind.

Robert Gnehm, geboren am 20. August 1852 in Stein am Rhein, hatte dort die Schulen, dann die Kantonsschule in Schaffhausen besucht und in den Jahren 1870 bis 1872 an der chemisch-technischen Abteilung des Zürcher Polytechnikum studiert. Nach der Diplomprüfung war er zunächst Hilfsassistent, dann erster Assistent von Professor Emil Kopp. Als Kopp 1875 starb, wurde dessen ganze Lehrtätigkeit in technischer Chemie dem Assistenten, der sich eben als Privatdozent habilitiert hatte, übertragen. Er