Zur Frage dimensionsloser Kennziffern für hydraulische Kreiselmaschinen

Autor(en): **Keller, C.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **111/112 (1938)**

Heft 23

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-49958

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

führt. Neben langsamen, chronischen, zumeist ungefährlicheren Setzungen ist in gewissen Gebieten bei sehr grossen und schnell gesteigerten Belastungen die Gefahr eigentlicher plötzlicher Dammdurchbrüche durch die weichen Tonmassen gross; sie war auch Ursache der eingangs erwähnten Katastrophe. Ein ähnlicher Fall ereignete sich übrigens auch beim Bau der linksufrigen Zürichseebahn, wo im Winkel bei Altendorf (Schwyz) der Damm auf 3 m Kies aufgeschüttet wurde, der aber, da darunter 13 m weicher Seeschlamm lag, von dem man nichts ahnte, durchsackte unter Aufpressung von zwei aus Seeschlamm gebildeten seitlichen Inseln.

Abtrag der hohen Dämme, Einbau leichter Schlackendämme (der Untergrund des Tracés — die Züge erreichen selten mehr als 60 km/h Geschwindigkeit — besteht ähnlich wie in Russland meistens aus kiesig-sandigem Material, das bei Trockenheit zu unangenehmen Staubbildungen Anlass gibt; Brechschotterunterbau findet man erst an wenigen neu erstellten Strecken) und seitliche Gegendämme gegen Aufpressung der weichen Dammuntergründe, vorgängiges Aufschütten überhöhter Dämme mit nachträglichem Abtrag zur Beschleunigung der Hauptsetzung vor dem Betrieb sind einige der getroffenen Massnahmen, die auf den Untersuchungen, Berechnungen und Vorschlägen des geotechnischen Bureau beruhen.

Schon 1919 ist man in Finnland (später unter Leitung des geotechnischen Bureau) zur Verdrängung von Torf und Tonschichten unter geschütteten Dämmen, mit Serien von Dynamitsprengungen geschritten. Aehnlich wurde bei Molenbauten in den weichen, unkonsolidierten Schlammgebieten gewisser Häfen (z. B. Helsingfors) verfahren, wo mit Spezialschiffen erst grosse Sandmassen (unterseeische Ose) vom Meeresgrund gesaugt, dann an Ort und Stelle aufgespült und nachträglich durch Sprengungen auf festen Grund durchsacken gelassen wurden.

Die strengen Winter mit ihren Frosthebungen an Strassen- und Eisenbahnkörpern, die zahlreichen Fundationen in den prosperierenden Städten, die neuen Kraftwerkbauten mit ihren Dammschüttungen (Imatra, Kokemäki) und ihren Sickermöglichkeiten (Rouhiala, Harjavalta), der steigende Bedarf an Grundwasser zur Trinkwasserversorgung der Städte bei fast vollständigem Fehlen der Quellen, der zunehmende Bedarf an neuen Gruben für Betonzuschlagstoffe stellen die Geotechniker in Helsingfors vor eine Unzahl verschiedener und neuer Fragen, deren Lösung durch eine standardisierte Untersuchungsmethodik, durch lange Erfahrung und durch den erfreulich regen und fördernden Kontakt der Geotechniker aller nordischen Staaten wesentlich erleichtert wird.

Zur Frage dimensionsloser Kennziffern für hydraulische Kreiselmaschinen

Von Obering. Dr. C. KELLER, Escher Wyss, Zürich

Auf S. 169 lfd. Bds. der «SBZ» (Heft 14, vom 1. Okt. 1938) entwickelte Prof. R. Dubs, E. T. H., anhand einiger Beispiele für verschiedene hydraulische Maschinentypen eine neue dimensionslose Kennzahl. Sie soll einen Ersatz bilden für die in der Praxis übliche spezifische Schnelläufigkeit n_s. Diese hat bekanntlich den Mangel, dass sie abhängig ist von der Wahl der Einheiten und verschiedener Massysteme. Dieser Nachteil wird im Vorschlag von Dubs behoben. Daher stellt diese neue dimensionslose Kennzahl $K_s = \frac{Q\,n^2}{c^3}$ eine sehr brauchbare Grösse für die verschiedensten hydraulischen Rechnungen dar, deren Einführung in die Praxis an und für sich nichts im Wege steht. Die Suche und Diskussion um eine geeignetere Typenkennzahl, als sie das bisherige n_s darstellt, ist heute auch aktuell, da zurzeit im Rahmen des VDI Bestrebungen nach einer Vereinheitlichung gemäss Anregungen von Prof. Dr. Wagenbach im Gange sind. Es ist dabei auffallend, dass wohl im hydraulischen Maschinenbau der Begriff der Kennzahl allgemein bekannt ist, während im verwandten Gebiet der aerodynamischen Strömungsmaschinen, wie bei Axial- und Radial-Gasgebläsen, Ventilatoren, Luft-, Gas- und Dampf-Turbinen mit einer Kenngrösse bisher wenig gerechnet wird.

Weil diese Fragen heute offenbar im Flusse sind, scheint es angebracht, zu prüfen, ob nicht jetzt die Einführung einer dimensionslosen Kennzahl vorteilhaft wäre, die sowohl für hydraulische als auch für aerodynamische Maschinen universelle Gültigkeit hätte. Die Behandlung der Strömungsprobleme in diesen verschiedenen Gebieten geschieht heute ja immer mehr auf der gemeinsamen Grundlage der Aehnlichkeitsgesetze. So ist in dieser Zeitschrift wiederholt darauf hingewiesen worden, wie heute Probleme des hydraulischen Maschinenbaues durch Modellversuche mittels Luft durchgeführt werden können, und wie anderseits aerodynamische Maschinen mit den Versuchsmethoden der Hydrodynamik behandelt werden[1]). Die Beurteilung und die Vergleichsmöglichkeiten der verschiedenen Kreisel-Maschinen untereinander würden durch eine allgemein gültige Kennzahl bestimmt erleichtert.

Für Rechnungen an Axial- und Radialgebläsen beginnt sich seit kurzem ebenfalls eine dimensionslose Kennziffer σ einzubürgern. Diese Kennzahl kann neben der Charakterisierung der betreffenden Maschine vorteilhaft für Verlustbestimmungen in Funktion dieser Kennzahl, für Ermittlung günstigster Raddurchmesser u. a. m. gebraucht werden. Ihre Ableitung und der Zusammenhang mit dem n_s hydraulischer Maschinen findet sich in der Mitteilung 2 aus dem Institut für Aerodynamik an der E. T. H.: C. Keller, «Axialgebläse vom Standpunkt der Tragflügeltheorie»[2]). Es soll hier lediglich darauf hingewiesen werden, dass der Ausdruck für das Quadrat der Zahl σ bis auf einen Zahlfaktor identisch ist mit dem von Dubs für hydraulische Maschinen vorgeschlagenen K_s. Es besteht der Zusammenhang:

$$K_s = (17\,\sigma)^2 = 289\,\sigma^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

Zwischen der spezifischen Kennzahl einer hydraulischen und einer aerodynamischen Maschine besteht grundsätzlich folgende Beziehung: Die einer bestimmten hydraulischen Maschine entsprechende Gasmaschine ist jene, die bei gleicher Drehzahl das gleiche Durchflussvolumen hat. Die verarbeiteten Gefälle verhalten sich dabei bei beiden Vergleichsmaschinen proportional den jeweiligen spezifischen Gewichten des Fördermittels. Es folgt daraus, dass sich die spezifische Drehzahl von hydraulischen Maschinen (W) und aerodynamischen Maschinen (G) verhalten wie

$$\frac{n_{s\,(W)}}{n_{s\,(G)}} = \sqrt{\frac{\gamma_W}{\gamma_G}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

Es ist dabei vorerst angenommen, dass sich die Dichte im Laufrad der aerodynamischen Maschine nicht wesentlich ändere, wie dies bei Axialgebläsen, Ventilatoren und einzelnen Stufen von Luft- und Gasturbinen der Fall ist. Die eingehenden Ableitungen dieser Beziehungen sind beispielsweise in der oben erwähnten Dissertation sowie in den Arbeiten unter Fussnote 1 zu finden. Der Zusammenhang nach Formel (1) ergibt sich aus folgender Gegenüberstellung:

Die Dubs'sche Kennzahl K_s ist definiert als

$$K_s = \frac{Q\,n^2}{c^3} = \frac{Q\,n^2}{(2\,g\,H)^{3/2}} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

worin	Q in m³/s	Durchflussvolumen
	n in U/min	Drehzahl
	$c = \sqrt{2\,g\,H}$	Theoretische Gefällsgeschwindigkeit in m/sec
	H in $m\,WS$	Gefälle

Die Kennzahl σ nach Keller folgt aus

$$\sigma^2 = \frac{2{,}105\,Q\,n_{sec}}{(g\,H)^{3/2}} = \frac{4{,}43\,.\,2^{3/2}}{3600}\left(\frac{Q\,n^2}{c^3}\right) \quad . \; . \; . \quad (4)$$

Die Ausdrücke (3) und (4) zeigen die Uebereinstimmung in den Bestimmungsgrössen, und ein Vergleich der Zahlenfaktoren führt auf den Zusammenhang nach Formel (1).

Analog wie beim Zusammenhang zwischen n_s und K_s nach Dubs:

$$K_s = \left(\frac{n_s}{34}\right)^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

gilt für die Beziehung zwischen n_s und σ:

$$\sigma = \frac{n_s}{578} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6)$$

Bei dieser Sachlage wäre es wohl prüfenswert, ob bei einer zukünftigen Normierung der Kennzahlen diese Zusammenhänge nicht beachtet werden sollten. Der Begriff der Kennzahl für Turbomaschinen liesse sich dabei allgemein gültiger fassen, und man hätte sich eigentlich nur über den Zahlenfaktor zu einigen.

---

[1]) Vergl. z. B.: *C. Keller*, «Aerodynamische Versuchsanlage für hydraulische Maschinen», «SBZ», Bd. 110, No. 17, Oktober 1937. Ferner: *Ackeret, Keller, Salzmann*, «Die Verwendung von Luft als Untersuchungsmittel für Probleme des Dampfturbinenbaues», «SBZ», Bd. 104, Dezember 1934. Ferner: *C. Keller*, «Luft-Modellversuche für Drosselklappen von hydraulischen Anlagen», «SBZ», Bd. 107, Nr. 13, März 1936.

[2]) Für Anwendungen vergleiche auch: *B. Eck*, «Ventilatoren», S. 47 u. f. (Springer 1937).