Experimentelle Bestimmung der Luftreibungsverluste von Freistrahlturbinenläufern

Autor(en): **Tobler, H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **72 (1954)**

Heft 8

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-61146

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

Sonnenhitze zu 35 % absorbiert. Die Fensterstürze und Brüstungen sind aussen mit Drahtglas verkleidet, so dass die Glasfläche von oben bis unten durchläuft. Sämtliche Fenster sind geschlossen eingebaut, wodurch man wesentliche Ersparnisse an den Kosten für Fenstereinbau, Heizung, Klimaanlage und Reinigung der Fensterinnenflächen sowie durch die reinere Luft bessere Arbeitsbedingungen der 1200 Angestellten des Unternehmens erreicht hat. Die Klimaanlage gestattet die Kühlung der sonnenbeschienenen Seite, erwärmt die Schattenseite und regelt die Temperatur des zentralen Teiles des Gebäudes in jedem Stockwerk. Auf dem Flachdach ist auf umlaufenden Schienen ein Kranwagen montiert, der an Auslegern und Seilen die geführte Arbeitsbühne zur Reinigung der Aussenflächen trägt. Als Zwischendecken wurden «Stahlzellendecken» verwendet, die aus Stahlblechplatten mit eingeschlossenen Hohlräumen und einem Beton- und Asphaltüberzug bestehen. Die Deckenunterzüge dienen zugleich als Windverband, sie tragen eine dem Feuerschutz dienende Gipsdecke, während an die Zellendecke selbst eine weitere, schallschluckende Decke angehängt ist. Zwischen beiden liegen die Kanäle der Klimaanlage. Für die rasche Beförderung der Post wurde durch das ganze Gebäude ein besonderer Conveyor mit endloser Kette eingebaut, Leistung 4,08 t/h. Das Gebäude besitzt ferner fünf Aufzüge für je 20 Personen, Empfangs-, Küchen-, Restaurations-, Ausstellungs- und Vorführungsräume. Arch. Alfred Roth, der das Lever-Haus im «Werk» 1954, Nr. 2, mit schönen Bildern veröffentlicht, stellt eine interessante ästhetische Analyse des Hauses an. Er gibt ihm den Vorrang vor dem Bau der UNO in New York und bezeichnet es sogar als das faszinierendste und eleganteste Geschäftshaus der Welt. Dessen Architekten sind Skidmore, Owings & Merrill, Mitarbeiter G. Bunshaft.

Experimentelle Bestimmung der Luftreibungsverluste von Freistrahlturbinenläufern

Von Dipl. Ing. **H. Tobler**, Zürich

DK 621.3.082.62:621.241

Die Ermittlung des Wirkungsgrades einer Wasserturbine erfordert die Messung der ihr zugeführten hydraulischen Energie und der an der Turbinenkupplung verfügbaren Leistung. Da die Turbine in den meisten Fällen einen elektrischen Stromerzeuger antreibt, misst man die an dessen Klemmen abgegebene elektrische Leistung und erhält die Kupplungsleistung durch Addieren der im Stromerzeuger auftretenden Verluste. Häufig können aber die Verluste des Stromerzeugers nicht im Werk des Herstellers gemessen werden, da eine Werkmontage unterbleibt. Sie werden deshalb am definitiven Aufstellungsort in der Weise ermittelt, dass man den Stromerzeuger mittels seiner Turbine hochfährt, zur verfügbaren Stromquelle parallel schaltet und hierauf die Wasserzufuhr zur Turbine sperrt. Der Stromerzeuger arbeitet in der Folge als Motor, und das Turbinenrad dreht in der Luft. Die Luftreibungsverluste des Turbinenrades sind dann in der vom Stromerzeuger aufgenommenen Leistung eingeschlossen. Um sie zu berücksichtigen, wurden sie bisher mit Hilfe einer empirischen Formel berechnet. Das nachstehend beschriebene Verfahren erlaubt deren Messung in einfacher Weise.

Bei gesperrter Wasserzufuhr zur Turbine werden die Luftreibungsverluste L (Watt) in Form von Wärme der Umgebung mitgeteilt. Bezeichnet m (g) ein Massenelement des Turbinengehäuses, c (g cal) dessen spezifische Wärme, Θ (°C) dessen Temperatur und t (s) die Zeit, so ist die sekundlich von diesem Massenelement aufgenommene Wärmemenge l (Watt) gleich

$$l = 4{,}19\, c\, m \frac{d\,\Theta}{d\,t}$$

Trägt man die Temperatur Θ in Abhängigkeit der Zeit t graphisch auf, so erhält man die Charakteristik «a» (Bild 1). Wiederholt man den Versuch bei möglichst gleichem Anfangszustand des Turbinengehäuses unter Einführung einer zusätzlichen elektrischen Heizleistung L_z (Watt) in das Turbineninnere, so ergibt die graphische Darstellung der Messung für das gleiche Massenelement m die mit «b» bezeichnete Charakteristik, welche der Beziehung

$$\frac{l + l_z}{l} = 4{,}19\, c\, m \left[\frac{d\,\Theta}{d\,t}\right]'$$

entspricht; l_s bezeichnet darin den auf das Massenelement m entfallenden Anteil der Wärmeleistung L_z. Bei beiden Versuchen ist der prozentuale Anteil l bzw. $l + l_z$ der im Tur-

Der Erläuterungsbericht im Architektur-Wettbewerb

DK 72.092

1. Da liegen alle nun, die weissen Bogen. —
Gar manche Stunde wurde darauf hin- und hergezogen
Mit Zirkel, Bleistift, Tusche, Farb' und Pinseln,
Und auch der Gummi liess nicht ohne Winseln
Sich schaben, links, rechts, unten, oben.
Gar oftmals hörte man auch toben
Den Schöpfer, wenn es ihm nicht rollte,
So wie sein Köpfchen manchesmal doch wollte.
Zum Schluss kam ich noch dran, man nennt mich schlicht
Erläuterungsbericht.

Jetzt hang' ich hier, mit Nägeln angestiftet
Auf all die andern Bogen ausgerichtet,
Und wart' geduldig, ohne Klagen,
Was wohl die «hohen Herren» sagen,
Sofern sie nicht (auch dies ist schon geschehn)
Achtlos an mir vorübergehn.

Noch darf ich hoffen, ganz im stillen —
Doch hat die Jury meistens ihren eignen Willen
Und setzt ihn durch, daran gibt's nichts zu rütteln,
Es ist verboten, gar den Kopf zu schütteln.
Seh ich nicht so, wie sie es wünschen, aus,
Dann flieg' ich halt im ersten oder zweiten Rundgang raus.

2. So sei es denn gesagt, was ich zu sagen habe.
Zuerst da spricht man immer von der Lage,
Nur tönt das Wort fast allzu nördlich schon
Bei uns, da sagt man *Situation.*

Der Bauplatz hat so seine Tücken,
Dem heisst es auf den Leib zu rücken.
Zum ersten frägt man: Randbebauung? ? ?
Doch ändert man die Weltanschauung
Gar leicht, könnt' der Erfolg sich zeigen,
Sofern man würd' den Platz zerschneiden.
Doch keins von beiden ist geschehen,
Drum lohnt es sich, doch näher hinzusehen.
Und plötzlich hört man unvermittelt
Von *innen* her ist sie entwickelt.
Doch nicht nur das — sie nimmt Bedacht
Auch auf die gute Nachbarschaft.

Die Himmelsrichtung heisst: Süd-Ost.
Das ist doch klar, wie ... Apfelmost,
Und abgeriegelt wird der Wind,
Fürwahr, das sieht gleich jedes Kind.
Was fehlt denn noch? ... ach, wüsste ich es bloss,
— Doch — er ist da ... der obligate Hof.

Noch könnt' es heissen hier und dort:
Der Schultrakt steht am falschen Ort —
Denn, wird bebaut das Land im Süden,
Wird kurz der Abstand, ich müsst lügen
Wenn's nicht so wär. Doch ruf ich schnell:
Zu Hilfe komm mir Wilhelm Tell,
Du übst doch hier, zu aller Nutz' und Frommen ...
Nein: — Durch diese hohle Gass' darf keiner kommen.

3. *Organisation:* wie tönt das herrlich.
Doch manchmal ist es sehr beschwerlich
Zu lösen all die vielen Fragen,
Die uns das Programm hat zu sagen.

Der Hauswirtschaft ein eigner Flügel —
Weil fraglos hält nur so im Zügel
Die Jugend man, denn um die zwanzig,
Da schmeckt die Liebe noch nicht ranzig.
Ein zweiter Schultrakt schliesst sich an,
Wo Theorie man treiben kann.
Und hinter diesem Teil da steht
Das Haus der Spezialität.
Zwei Gruppen lassen sich erkennen.
Nach Wunsch kann jeder sie benennen.
Metallbau und Elektrozunft,
Das Bauhandwerk und auch die Kunst

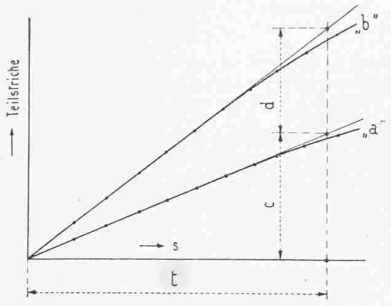


Bild 1. Erwärmungskurven mit und ohne Zusatzheizung

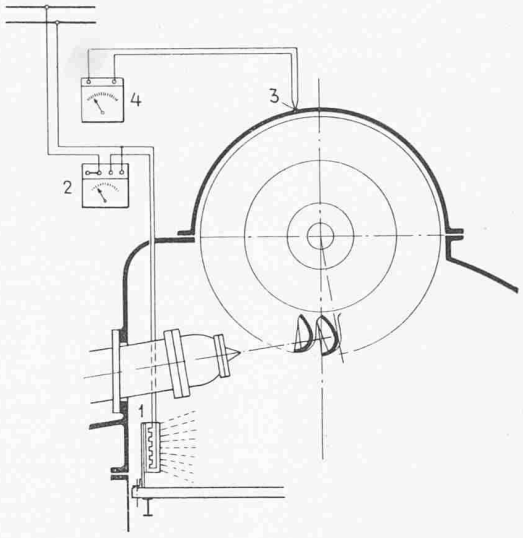


Bild 2. Einbau der Messeinrichtung in eine Freistrahlturbine

1 Heizwiderstand 3 Thermoelement
2 Wattmeter 4 Millivoltmeter

bineninnern erzeugten Gesamtwärme L bzw. $L + L_z$ derselbe, da das Laufrad eine intensive Luftumwälzung bewirkt. Da ferner die Temperatur am Anfang eines jeden Versuches linear zu der im Turbineninnern entstehenden Wärme zunimmt, gilt

$$\frac{l + l_z}{l} = \frac{L + L_z}{L} = \frac{\left[\frac{d\,\vartheta}{d\,t}\right]'}{\frac{d\,\vartheta}{d\,t}} = \frac{\frac{c+d}{t}}{\frac{c}{t}} \quad \frac{c+d}{c}$$

woraus sich die gesuchte Luftreibungsleistung L des Turbinenlaufrades wie folgt ergibt:

$$\frac{L + L_z}{L} = 1 + \frac{L_z}{L} = 1 + \frac{d}{c}$$

$$\underline{L = L_z \frac{c}{d}}$$

Beim Einbau des die Zusatzleistung L_z abgebenden Heizwiderstandes ist darauf zu achten, dass eine direkte Wärmebestrahlung des Turbinengehäuses vermieden wird. Die geeignete Anordnung im Gehäuse einer Freistrahlturbine zeigt Bild 2. Für die Messung der Temperatur Θ des Massenelementes m benützt man zweckmässig ein Kupfer - Konstantan-Thermoelement. Da für die Bestimmung der Luftreibungsverluste L nur die Neigung des geradlinig verlaufenden Teiles der Charakteristiken «a» und «b» massgebend ist, kann mit den am Millivoltmeter abgelesenen Teilstrichwerten gerechnet werden; eine Umrechnung auf die Temperatur erübrigt sich. Die zusätzliche elektrische Heizleistung L_z misst man mit einem Wattmeter; ist der Ohm'sche Widerstand des Heizwiderstandes bekannt, so genügt ein Voltmeter allein. Dass die Heizleistung im Verlaufe des Versuches konstant bleiben muss, versteht sich von selbst. Modellversuche haben ergeben, dass sich die Luftreibungsverluste L eines Freistrahlturbinenrades auf 1 % genau messen lassen. Im Prinzip ist das Verfahren auch bei Francis- und Kaplan-Turbinen anwendbar; der Einbau des Heizwiderstandes erfordert aber in diesen Fällen, insbesondere bei Kaplanturbinen, besondere Vorkehrungen.

Adresse des Verfassers: Dipl. El.-Ing. H. Tobler, Zürichholzstrasse 11, Zürich 57.

MITTEILUNGEN

Eidg. Technische Hochschule. Die ETH hat im zweiten Halbjahr 1953 den nachstehend genannten Studierenden auf Grund der abgelegten Prüfungen das *Diplom* erteilt:

Architekten: *Bastiaanse* Frau Maria, von Holland. *Bischof* Nicolas, von Basel. *Both* Karl Johan Henry, von Holland. *Brazzola* Giuseppe, von Castel San Pietro TI. *Briner* Robert, von Fehraltorf ZH. *Buchschacher* Rudolf-Otto, von Eriswil BE. *Chiesa* Luigi, von Bioggio TI. *Engel* Norbert, von Luxemburg. *Finne* Hans, von Norwegen. *Fröysa* John, von Norwegen. *Gachnang* Walter, von Oberrieden ZH und Fällanden ZH. *Gedde-Dahl* Jens, von Norwegen. *Gonzalez* Diez,

---

Sie geben Anlass bald zu maltraitieren
Den Geist, beim Zeichnen oder Demonstrieren.
Das Preisgericht wird weiter sehen
Ob auch der Grundriss kann bestehen.
Verlangt wird Klarheit, allerhand ...
Hier ist sie, steht doch Wand auf Wand.

4. Noch ist das Prüfen nicht beendet.
Doch hat sich manches schon gewendet
Zum Guten — oder auch zum Bösen,
Sofern es nicht gelang zu lösen,
Nach Wunsch — und sauber in der Haltung —
Die *arch'tektonische* Gestaltung.

Für Hauswirtschaft und Theorie,
Da kamen Sorgen mir noch nie,
Denn so ein flaches Ziegeldach
Ist hier doch wirklich angebracht.

Doch bei den vielen Zeichnungssälen,
Da musst' was and'res ich erwählen.
Weil Oberlicht besonders günstig
Fand ich es nicht für unvernünftig
Zum Schalenshed mich zu bekennen,
Selbst, wenn sie mich nun «Spinner» nennen.

Schon hör' ich sagen — und mit Recht —
Die Himmelsrichtung, die sei schlecht;
Seit wann braucht denn ein Zeichnungssaal
Das Licht von Süden her mit einemmal?
Es stimmt. — Man sollt' ihn nördlich stellen
Doch sind vergessen die Lamellen??
Man stellt sie nach dem Strahl der Sonne
Und reflektiert ihn an die Tonne,
Von wo zurück er wieder fällt
Und blendungsfrei den Raum erhellt.

So bin auch hier ich zweckgebunden.
Was neues wurd' noch nicht erfunden,
Denn sicher steht, oh, welcher Hohn,
Auch dieses Haus in Russland schon.

5. Die *Kostenfrage* kommt am Schluss,
Weil schliesslich man bezahlen muss
Das Bauwerk mit dem Steuergeld,
— Wenn es auch manchem nicht gefällt.

Der Kubikinhalt wurd' ermittelt
Und aus dem Aermel dann geschüttelt
Der Einheitspreis, und ohne Gnade
Wird so gelöst die Kostenfrage.

Doch manchmal ist man oberflächlich
Und irrt sich meistens dann beträchtlich;
Vergisst, dass Kubikmeter selten
Als sichere Vergleiche gelten.
Denn nicht nur Baukonstruktionen
Nein, auch die Installationen
Die wirken sich bei jedem Haus
Nach oben oder unten aus.

Nun bin am End' ich angekommen,
Und hab' die Freiheit mir genommen
Zu sprechen frei und fröhlich aus,
Wie ich gestaltet dieses Haus.

Das Preisgericht wird nun erkunden,
Ob ich nicht doch zu leicht befunden,
Doch was auch immer wird geschehen,
Mein Grundsatz *muss* ich eingestehen,
Er lautet — etwas abgewandelt —

Hier stehe ich, ich könnt' auch anders.

Dank einer freundlichen Aufmerksamkeit der Städt. Bauverwaltung Schaffhausen können wir unsern Lesern diesen originellen Erläuterungsbericht zu einem Wettbewerbsprojekt vermitteln, der 1951 im Wettbewerb für das Gewerbeschulhaus (SBZ 1951, Nr. 29, S. 407) zu Projekt Nr. 32, Kennzahl 12 581, eingereicht wurde. Angesichts der bevorstehenden Fastnachtszeit darf auch in Fachkreisen der Humor zu seinem Recht kommen, um so mehr, wenn er, wie hier, mit Selbsterkenntnis gepaart ist.