Freistrahlströmungen in Peltonturbinen

Autor(en): **Zhang, Zhengji / Casey, Michael**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **94 (2003)**

Heft 2

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-857515

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

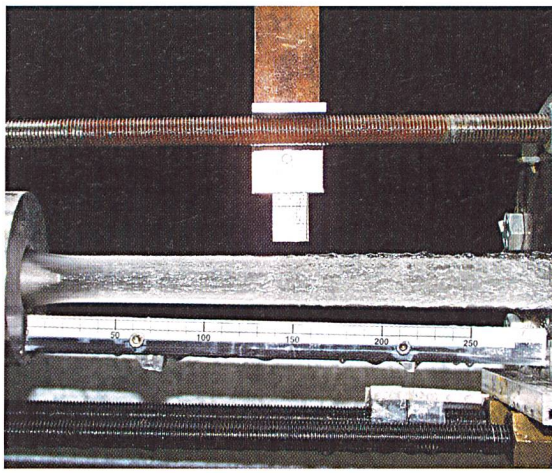
Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

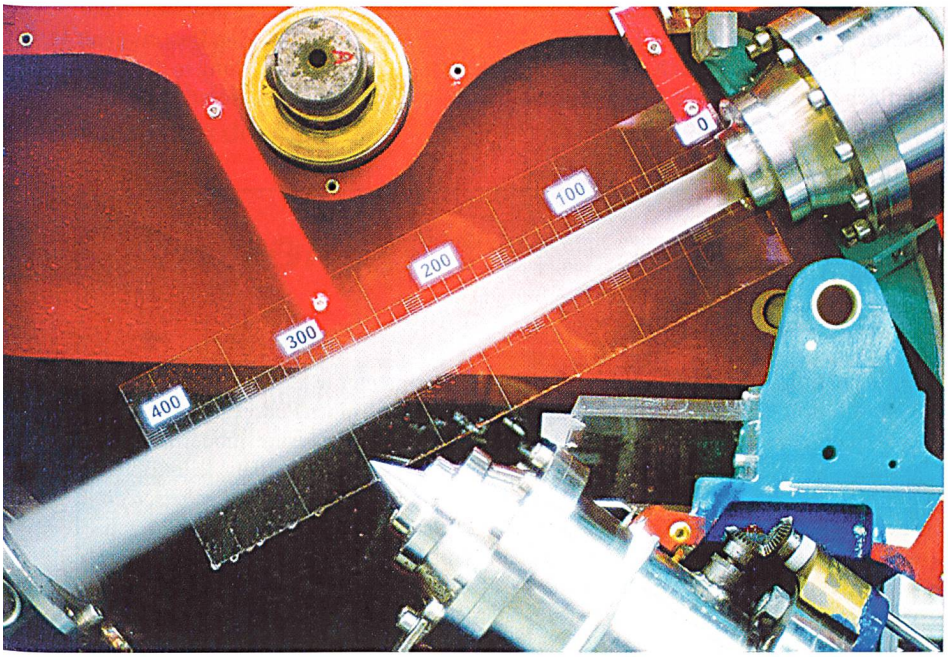
http://www.e-periodica.ch

Freistrahlströmungen in Peltonturbinen

Das Projekt beruht auf dem industriellen Bedürfnis an experimentellen Untersuchungen vom Freistrahl in Peltonturbinen. Es dürfte das erste Mal sein, dass der Freistrahl in Peltonturbinen systematisch und unter dem Einsatz der modernen Messtechnik untersucht wurde. Die aus Untersuchungen erzielten Ergebnisse werden zum grundsätzlichen Verstehen der Strömungsvorgänge im Freistrahl und somit zur Verbesserung der Düsenauslegung und zur Beurteilung der Wechselwirkung zwischen Freistrahl und Peltonbechern beitragen. Die Untersuchungsergebnisse sind insofern relevant, als sich die numerischen Berechungen vom Freistrahl dadurch validieren lassen. Die vorliegenden Untersuchungen im Freistrahl gelten als Grundlage bzw. Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen von kompletten Peltonanlagen. Das Endziel ist die weitere Erhöhung des Wirkungsgrades des Peltonsystems.



Peltonturbinen-Freistrahl auf dem Prüfstand.



Strahlbeobachtung auf dem Prüfstand.

■ Zhengji Zhang und Michael Casey

Adresse der Autoren
Dr. *Zhengji Zhang*
Dr. *Michael Casey*
Sulzer Innotec
Zürcherstrasse 58
8401 Winterthur

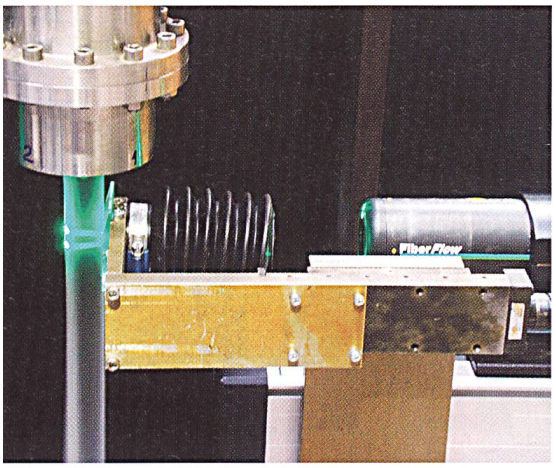
Auszug aus dem PSEL-Tätigkeitsbericht 2001
Projekt Nr. 229 des Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft (PSEL)

Allgemeines und Ziele

In Hinsicht auf das hydraulische Verhalten sind Peltonturbinen, trotz ihres Einsatzes seit über hundert Jahren, gegenüber anderen hydraulischen Maschinen noch nicht hinreichend untersucht worden. Das Potenzial zur Erhöhung des Wirkungsgrades in der Peltonturbine ist daher erwartungsgemäss hoch. Seine Ausschöpfung in der Praxis setzt jedoch das physikalische Verständnis der komplexen Strömungen in der Peltonturbine voraus. Dies ist heutzutage insofern sehr gut möglich geworden, als in den letzten Jahren sowohl numerische als auch messtechnische Verfahren bedeutend weiterentwickelt wurden. Dementsprechend sind Untersuchungen an Peltonturbinen seit Jahren immer attraktiver geworden.

Der Freistrahl von Peltonturbinen ist eine wichtige Komponente, die den Wirkungsgrad des gesamten Turbinensystems beeinflussen kann. Das ist nicht nur auf Grund des direkten Strömungsverlustes in Abhängigkeit von Düsengeometrien und von der Strömung in der Düse der Fall, sondern auch wegen der Wechselwirkung zwischen Freistrahl und Peltonbecher. Dabei spielt die Strahlqualität eine übergeordnete Rolle. Ein idealer Freistrahl verfügt über eine gleichmässige und drallfreie Geschwindigkeitsverteilung im Strahlquerschnitt und weist keine Strahlerweiterung auf.

Sehr viele Untersuchungen an Freistrahlen und an der Wechselwirkung zwischen Freistrahl und Peltonbecher sind von diesen idealen Bedingungen ausgegangen. Reale Freistrahlen hingegen zeigen oft eine komplexe Strömungsstruktur, die in Zusammenhang mit der drallbehafteten Zuströmung zur Düse und mit der Strömungsentwicklung in der Düse steht. Frühere Untersuchungen am Freistrahl von Peltonturbinen beschränkten sich oft auf Fotografien und Messungen mit Pitot-Rohren. Die damit erreichte Qualität ist sehr niedrig und die Erkenntnisse zum Strömungsverhalten sind sehr beschränkt. Über viele Aspekte des Freistrahls, wie die Querschnittsform des Strahles, die Strömungsverteilung im



Einrichtung für Laser-Doppler-Anemometrie.

Freistrahl und ihre Entwicklung längs der Strahlachse, sowie die Abweichung des Freistrahls von der Düseachse und die Fallhöheeffekte, konnten keine plausiblen Aussagen gemacht werden. Zudem benötigt die numerische Berechnung von komplexen Freistrahlströmungen Experimente zur Validierung. Aus diesen Überlegungen erweisen sich experimentelle Untersuchungen am Freistrahl als unentbehrlich. Daraus ergeben sich auch die kommerziellen und wirtschaftlichen Ziele des vorliegenden Projektes.

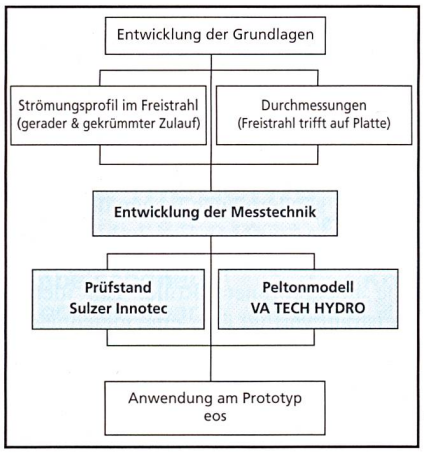
Projekt und Umfeld

Die Leitung des vorliegenden Projektes ist bei Sulzer Innotec und die Teilnehmer sind VA Tech Hydro und EOS. Das Projekt umfasst den Einsatz bzw. die Entwicklung der relevanten Methoden zu experimentellen Untersuchungen vom Freistrahl in Peltonturbinen. Die im Labor aufgrund verschiedener Aspekte der Freistrahlströmung entwickelten Methoden sollen auch für die Feldmessungen einsatzfähig sein.

In der Abteilung für Strömungstechnik bei Sulzer Innotec ist ein Prüfstand mit einer Modelldüse installiert worden. Die Fallhöhe kann bis 30 Meter variiert werden. Die Abteilung für Strömungstechnik verfügt seit vielen Jahren über die Theorie und Erfahrung mit laser-optischen Verfahren für Strömungsuntersuchungen. Sie ist davon überzeugt, dass das Laser-Doppler-Anemometer (LDA) in den vorliegenden Untersuchungen zur Messung der Geschwindigkeit und deren Verteilung im Freistrahl erfolgreich eingesetzt werden kann. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist, dass das Durchdringen der Laserstrahlen durch die wellige Oberfläche des Freistrahls gewährleistet ist. Dies dürfte durch die Benutzung eines Kontaktfensters aus Plexiglas für alle Fälle einschliesslich der Fallhöhe über 100 Meter möglich sein.

Der reale Freistrahl ist gekennzeichnet durch die Drehung der Strömung und Änderung des Strahlquerschnittes im Strahl sowie durch die Abweichung von der geometrischen Düsenachse und Wechselwirkung mit der Umgebungsluft. Alle diese Aspekte des Freistrahles sollen charakterisiert werden. Der Einsatz des LDA-Verfahrens kann nur einen Teil der oben erwähnten Phänomene veranschaulichen. Andere Messverfahren müssen entwickelt werden, um den Freistrahl komplett zu erfassen. Insbesondere soll die Messtechnik in der Lage sein, den Freistrahl auch bei einer Fallhöhe von 100 Metern zu messen.

Ein besonderes Merkmal der Düsenströmung bei Peltonturbinen ist bekanntlich der Fallhöheneffekt. Aufgrund dieses Effektes ist der dimensionlose Durchfluss bei der Düse von der Fallhöhe abhängig. Die bisherigen theoretischen Betrachtungen deuten darauf hin, dass die Grenzschichtentwicklung in der Düse dafür verantwortlich ist. Zur Bestimmung der Grenzschichtentwicklung in der Düse soll eine entsprechende Messtechnik entwickelt werden.



Mehrstufiger Projektplan.

Le jet libre des turbines Pelton

Le projet repose sur le besoin industriel d'expérimenter le jet libre des turbines Pelton. Ce fut la première fois que le jet libre dans les turbines Pelton a été analysé systématiquement et en ayant recours à la technique de mesure moderne. Les résultats permettront de comprendre les processus d'écoulement dans le jet libre, d'améliorer l'injecteur et d'évaluer l'interaction entre le jet d'eau et les augets. Ces résultats sont significatifs dans la mesure où les calculs numériques du jet d'eau sont ainsi validés. Les enquêtes peuvent être considérées comme base ou point de départ pour procéder à de plus amples recherches sur l'installation Pelton complète. Le but final est d'augmenter le rendement du système Pelton.

Industrial IT

das Erfolgsrezept von ABB

ABB