Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 100 (2008)
Heft: 4

Artikel: Pumpen sind günstiger als Turbinen
Autor: Wellstein, Jürg
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-939723

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: 15.07.2025

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

Pumpen sind günstiger als Turbinen

Jürg Wellstein

Zusammenfassung

Für die Nutzung der Wasserkraft ist bei kleinen Leistungen der Einsatz von Turbinen oft zu kostspielig. Pumpen könnten diese Aufgabe übernehmen. Gefragt waren dafür jedoch verbesserte Kennlinien und Planungsgrundlagen.

Die Wasserkraftnutzung ist nicht nur Turbinenanlagen mit Stauseen, Pumpspeichersystemen und den Flusskraftwerken vorbehalten. Auch bei traditionellen Gewerbekanälen, Trinkwasser- und Abwasseranlagen usw. können Höhenunterschiede dazu dienen, mit unterschiedlichen technischen Mitteln die vorhandene Energie in Elektrizität umzuwandeln. Doch bei kleinen Leistungen üben die Kosten einer Turbinenanlage meist einen überproportionalen Einfluss auf den Bauentscheid und die Investitionen aus. Deshalb haben sich Anwender schon vor einiger Zeit Gedanken gemacht, ob statt teuren Turbinen auch rückwärts laufende Pumpen verwendet werden könnten. Inzwischen sind bereits einige Anlagen damit ausgestattet worden.

1. Mathematisches Modell für Leistungsvorhersage entwickelt

Jean Prénat befasst sich seit Jahren – zunächst während seiner Tätigkeit an der EPFL in Lausanne – mit der Frage, ob der Einsatz einer deutlich kostengünstigeren Pumpe als Turbine möglich ist, berechnet werden kann und welche Daten der Pumpengeometrie dafür notwendig wären: «Nach meinem Wechsel an die Ecole d'Ingénieurs de Genève (EIG) konnte ich im Rahmen eines konkreten Forschungsprojekts diese Thematik untersuchen. Inzwischen haben wir ein mathematisches Modell für die Leistungsvorhersage von Pumpen im Turbinenbetrieb erarbeitet und ein Berechnungsprogramm auf Excel-Basis entwickelt.»

Im Leistungsbereich von 20–300 kW sind zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten für die Wasserkraftnutzung zu finden, gleichzeitig besteht ein umfangreiches Marktangebot an dafür geeigneten Zentrifugalpumpen. Diese werden in unterschiedlichen industriellen und kommunalen Anlagen eingesetzt, haben vom Hersteller definierte Charakteristika, weisen bewährte Qualität für den Dauerbetrieb auf. Die Effizienz von Pumpen wird jedoch von verschiedenen Faktoren bestimmt. Die Höhe der Förderung (head) und der eigentliche Förderstrom werden im Lastprofil abgebildet; der Wirkungsgrad der verwendeten Pumpe stellt einen spezifischen Komponentenwert dar. Werkzeuge für deren Optimierung sind vorhanden, sie konnten u.a. auch mit Unterstützung des Bundesamts für Energie (BFE) von Industrie und Hochschulen entwickelt werden. Doch die Funktionalität als Turbine blieb bisher nur rudimentär erfasst.

Das ebenfalls vom BFE geförderte Forschungsprojekt zur exakten Charakterisierung des Turbinenbetriebs wurde 2003 im Labor der EIG in Genf gestartet. Involviert waren Vertreter der Fachhochschule in Sion, welche die elektrischen Aspekte des Einsatzes von Pumpen als Turbinen untersuchten, sowie der Industriepartner Sulzer Pumps in Winterthur.

2. Motivation des Industriepartners

Das Unternehmen Sulzer Pumps bietet eine breite Palette an Pumpen, mit diversen Einsatzgebieten. Philippe Dupont, Leiter der hydraulischen Entwicklung bei Sulzer Pumps, erläutert die Motivation zur Teilnahme an diesem Forschungsprojekt: «Wir haben auf der Grundlage der Kennlinienberechnungen unserer Pumpen auch die Turbinencharakteristika berechnet. Doch es war unser Anliegen, hier exaktere Daten und Modelle mitentwickeln und später auch nutzen zu können.»

Auch für Philippe Dupont ergibt der

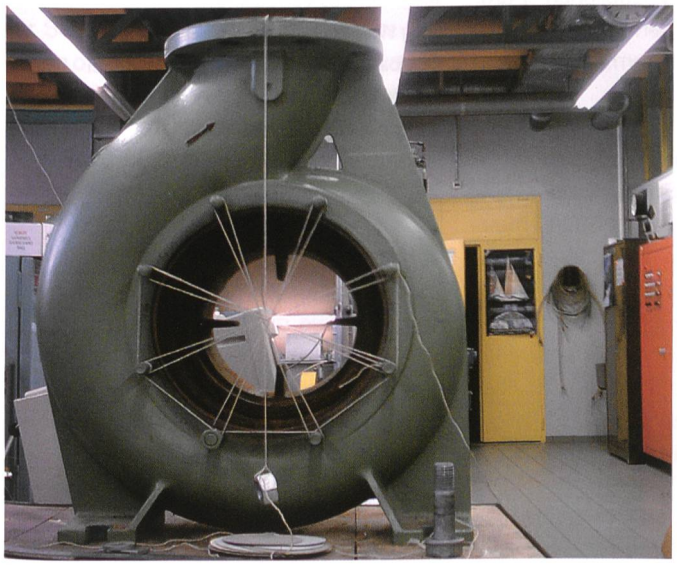

Bild 1. Die Analyse der geometrischen Daten einer Pumpe an der EIG war Grundlage für die Charakterisierung im Turbinenbetrieb.

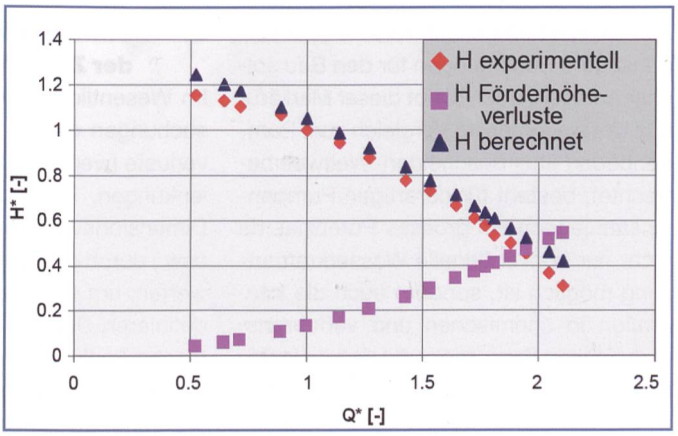

Bild 2. Modellierung der einen von fünf Testpumpen an der EIG mit berechneten und gemessenen Werte.

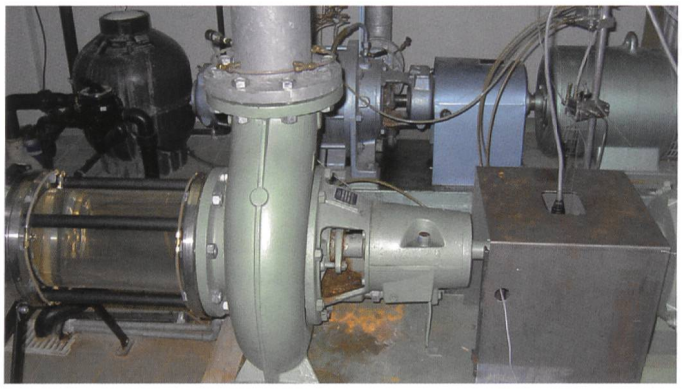

Bild 3. Teststand der EIG für die Messung der Turbinencharakteristika eingesetzter Pumpen.

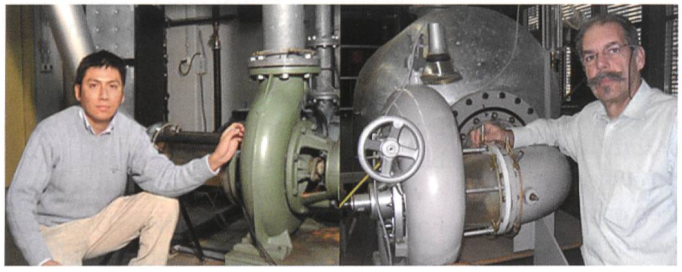

Bild 4. Jean Prénat (rechts) befasst sich seit Langem mit der Frage nach der Nutzung von Pumpen zur Turbinierung von Wasser bei kleineren Leistungen. Die Forschungsarbeiten an der EIG wurden von Jorge Arpe (links), einem EPFL-Absolventen, unterstützt, (Bilder 1–4: EIG).

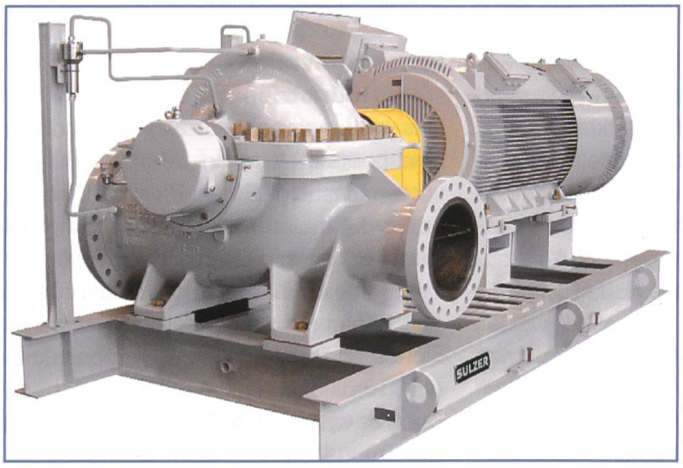

Bild 5. Axialgeteilte Spiralgehäusepumpe des Industriepartners beim Forschungsprojekt der EIG, (Foto: Sulzer Pumps).

Einsatz von Pumpen als Turbinen kostengünstigere Bedingungen für den Bau solcher Anlagen, doch bleibt dieser Markt für das Unternehmen im Vergleich zum Pumpenbedarf eher bescheiden. Weltweit betrachtet, besteht für derartigen Pumpeneinsatz jedoch ein grosses Potenzial, da nicht nur konventionelle Wasserkraftnutzung möglich ist, sondern auch die Integration in chemischen und verfahrenstechnischen Prozessen und damit ein Rekuperationsnutzen möglich wären.

Die Berechnungen von Pumpen im Turbinenbetrieb basieren im Allgemeinen auf empirischen Formeln, die man in der Literatur findet. Damit lassen sich jedoch nur Vorhersagen mit über 10 Prozent Abweichung vom Realwert machen, bieten also teilweise wenig Übereinstimmung mit den tatsächlich erreichbaren Leistungen. Wissenschaftliche Arbeiten nutzten solche Ansätze, deren Genauigkeit aber bisher zu gering war. Im Gegensatz zu diesen Berechnungen konnte mit dem EIG-Projekt nun eine 5%-Toleranz der Vorhersage erreicht werden. Jorge Arpe, damaliger wissenschaftlicher Mitarbeiter am EIG, meint: «Der Vergleich unserer Berechnungen mit den Experimenten hat uns in Bezug auf das Effizienzmaximum (Best Efficiency Point BEP) diese ausserordentlich geringe Abweichung von fünf Prozent bestätigt. Das Berechnungswerkzeug kann also durchaus zuverlässige Daten für den Einsatz von handelsüblichen Pumpen als Turbinen liefern.»

3. Umfangreiche Analysen der Zentrifugalpumpen

Im Wesentlichen ging es bei den Untersuchungen darum, die einzelnen Druckverluste (wegen Reibung, Strömungsumlenkungen, kontinuierliche und abrupte Dimensionsveränderungen, Einlaufwinkel usw.) durch eine Zentrifugalpumpe zu bewerten, um entsprechende Kennlinien zu definieren. Dazu sind umfassende geometrische Analysen der Pumpen erforderlich gewesen. Erhebliche Verluste treten auch auf, wenn die Fliessrichtung und die Winkel des Gehäuseinnern sowie des Pumpenrades nicht übereinstimmen und deshalb schockartige Effekte in der Strömung verursacht werden. Diese Verluste wurden im Projekt zwar nicht näher behandelt, könnten aber Gegenstand weiterer Forschungsarbeiten sein.

Im Rahmen der internationalen Anstrengungen zur Standardisierung von Zentrifugalpumpen ist auch bei Sulzer Pumps viel Know-how in Neuentwicklungen geflossen. Auf dieser Grundlage kann nun auch der Turbinenbetrieb mit hoher Planungssicherheit berechnet werden. Mit Hilfe von Gehäuse und Laufradgeometrien lassen sich also heute exakte Prognosen der erreichbaren Leistungen bzw. des optimalen Betriebspunktes durchführen und so eine zuverlässige Wahl des geeigneten Pumpentyps realisieren. Bei unterschiedlichen Medien bieten Pumpen ein geprüftes Einsatzspektrum.

4. Programm für Berechnung von Betriebsdaten

Auf dem Teststand in Genf wurde eine Zentrifugalpumpe mit unterschiedlichen Drehzahlen untersucht, weitere vier Pumpen konnten bei Sulzer getestet werden. Diese Daten hat das Unternehmen dem Forscherteam in Genf zur Verfügung gestellt. Während von der permanent an der EIG installierten Pumpe mangels geometrischer Daten zunächst Messungen gemacht werden mussten, lagen von den andern vier Modellen also die Herstellerdaten vor. Auf dieser Grundlage basiert die Entwicklung eines Excel-Programms zur Berechnung der voraussichtlichen Betriebsdaten beim Betrieb von Pumpen als Turbinen. Dieses Programm inkl. Dokumentation kann bei der Programmleitung «Kleinwasserkraftwerke» kostenlos bezo-gen werden.

Anschrift des Verfassers
Jürg Wellstein, Fachjournalist SFJ
Wollbacherstrasse 48, CH-4058 Basel
Tel. 0611 603 24 87
wellstein.basel@bluewin.ch

Kontakte

Forschungsprojekt «Charakterisierung von Pumpen im Turbinenbetrieb»
Jean Prénat, prenat@eig.unige.ch
Jorge Arpe, jorge.arpe@colenco.ch
Philippe Dupont
philippe.dupont@sulzer.com
BFE-Forschungsprogramm «Kleinwasserkraftwerke»:
Michael Moser, Bereichsleiter
michael.moser@bfe.admin.ch
Klaus Jorde, Programmleiter
pl@smallhydro.ch, www.smallhydro.ch