

Wasserkraftschnecken zur Energieumwandlung

Detailuntersuchung zur Steigerung des Wirkungsgrades

Projekt: Wasserkraftschnecken zur Energieumwandlung
Laufzeit: 01.01.2014 bis 30.07.2015
Gesamtkosten: 40.000,00 €
Fördersumme: 40.000,00 €

Projektleiter:
Prof. Dipl. Ing. Werner Krick
Fakultät Bauingenieurwesen
Technische Hochschule
Nürnberg Georg Simon Ohm

Archimedes von Syrakus erfand bereits etwas 250 Jahre vor Christus die nach ihm benannte Archimedische Schraube. Diese wurde lange Zeit zur Bewässerung und Wasserförderung genutzt. Ab den 1990er Jahren wurde diese Idee von Archimedes neu aufgegriffen, da diese die potentielle Energie des Wasser in kinetische Energie umwandeln kann. Diese potentielle Energie wird anschließend in für uns nutzbare elektrische Energie umgewandelt.

Viele Standorte besitzen nicht genutztes energetisches Potential, welches durch den Neubau von Wasserkraftanlagen abgeschöpft werden kann. Wasserkraftschnecken scheinen für diesen Einsatzzweck besonders geeignet, da sie wartungsarm, weitgehend verstopfungsfrei und zumindest in Fließrichtung fischverträglich sind. Forschungen legen nahe, dass der Gesamtwirkungsgrad bei gut 69 Prozent liegt. Erkenntnisse der Universität Wien zeigen, dass im hydraulischen Bereich eine theoretische Leistung mit einem Wirkungsgrad von 96 Prozent erreicht werden kann.

Ziele

Das Ziel des Forschungsvorhabens war eine Untersuchung zur Steigerung des Wirkungsgrades der Wasserkraftschnecken (WKS) im hydraulischen und mechanisch bzw. elektrischen Teil.

Zuerst wurde die Hydraulik und die Mechanik genauer betrachtet, ob durch bauliche Veränderungen, der Wirkungsgrad verbessert werden kann. Hierzu wurde das An- und Abströmverhalten, eine Verbesserung der Einlaufgeometrie, sowie die Verringerung der Verluste durch Turbulenzen aufgrund der Spaltweite zwischen Wasserkraftschnecke (WKS) und deren Trog, betrachtet.

in den folgenden Untersuchungen wurden die Elektrik und die Elektronik genauer betrachtet.

Zur Stromerzeugung werden in Wasserkraftschnecken bisher standardmäßig Asynchronmaschinen (ASM) verwendet. Da die Nenn Drehzahlen jedoch erheblich zu gering sind, um mit einer ASM den Strom direkt einzuspeisen, wird ein Getriebe benötigt, um die geringe Drehzahl der WKS auf eine hohe Motordrehzahl anzupassen. Bei dieser Übersetzung kommt es zu erheblichen Verlusten. Wird nicht die optimale Wassermenge zugeführt, sinkt die Drehzahl ab und die ASM arbeitet im ineffektiven Teillastbereich.



Abb.1: Versuchsaufbau der Wasserkraftschnecke mit Getriebe und Generator im Labor „hydro.ohm“

Eine Reduzierung der Verluste im mechanischen Teil der Anlage sowie der Ersatz des Getriebes durch Permanent-synchronmaschinen (PMSM) war hier der Schwerpunkt der Forschung. Solche hochpoligen PMSM sind heute noch nicht marktüblich und werden am ELSYS Institut der TH Nürnberg erforscht. Diese Versuchsreihe sollte auch die Einsatzmöglichkeiten dieser Technik aufzeigen.

Projektverlauf

Für die durchgeführte Versuchsreihe wurde die Versuchsrinne umgebaut und die WKS in den vorbereiteten Rahmen eingesetzt. In der ersten Versuchsreihe wurde die WKS in verschiedenen Messreihen mit vier Anstellwinkeln und unterschiedlich starken Durchflüssen hinsichtlich der hydraulischen Verhältnisse untersucht. Dabei trat der höchste Wirkungsgrad mit 48 Prozent bei 80 Kubikmeter pro Stunde und 29 Grad Neigung auf. Hier wurde die Leistung ohne zwischengeschaltetes Getriebe direkt an der Drehmomentmesswelle gemessen.

In der zweiten Versuchsreihe wurde im Trockenversuch das Getriebe von einem Torquemotor beaufschlagt und wies dabei Wirkungsgrade zwischen gut 40 bis 50 Prozent auf. Ein System-Frequenzumrichter hat während der dritten Versuchsreihe die unterschiedlichen Drehzahlen der Schnecke an das frequenzstarre Netz angepasst. Zusätzlich sorgte der gekoppelte PMSM für eine effiziente Energieabgabe. Durch eine optimierte Regelung des PMSM war es möglich, dass die Schnecke bei einem höchstmöglichen Wirkungsgrad ge-

fahren werden konnte.
 Zur Verbesserung des Wirkungsgrades wurde in der vierten Versuchsreihe der Einsatz von PMSM geplant. Dieser konnte aufgrund mechanischer Fehler nicht durchgeführt werden.

Ergebnisse

Im Wesentlichen sind die hauptsächlichen Verlustbringer bekannt. Diese sind im hydraulischen Bereich der Einlauf / Auslauf, der Anstellwinkel und die Spaltverluste. Die mechanischen Verluste sind auf die Lagerung und das Getriebe zurückzuführen. Abschließend kommen elektrische Verluste durch den Generator und die Einspeiseverluste hinzu. Ab Mitte 2016 wird ein Frequenzumrichter und eine PMSM für Kleinwasseranlagen in Betrieb gehen. Diese wird am Institut ELSYS betrieben und der aufgebaute PMSM wird am Umrichter erprobt.

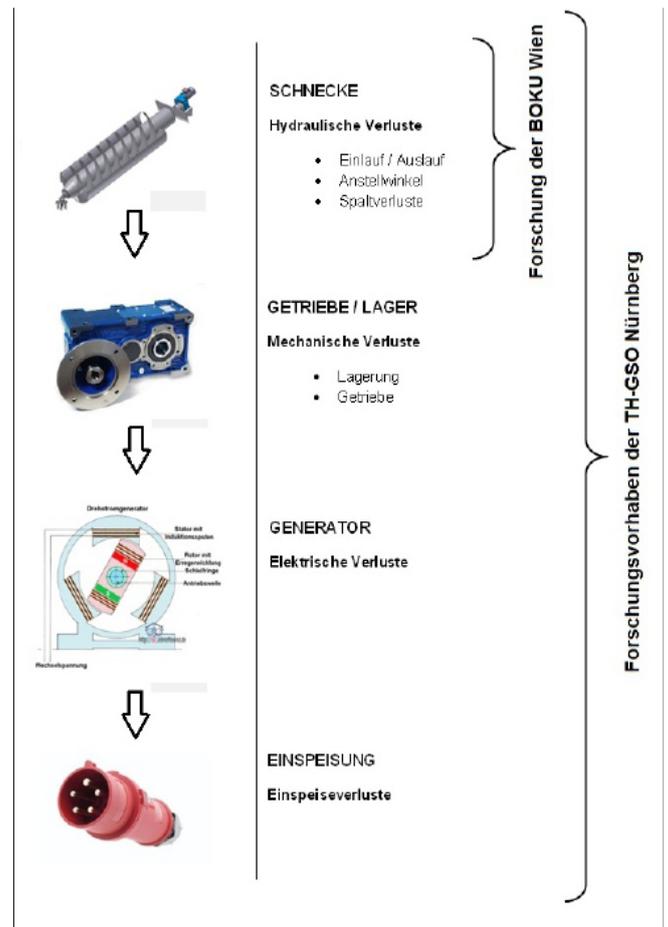


Abb.2: Schema der Verluste im Gesamtsystem „Wasserkraftschnecke“

Projektpartner aus der Wissenschaft



Fördergeber



Projektleiter
 Prof. Dipl. Ing. Werner Krick
 Telefon: 0911/ 5880-1133
 E-Mail: werner.krick@th-nuernberg.de

Fakultät
 Bauingenieurwissenschaft
 Technische Hochschule Nürnberg
 Georg Simon Ohm

www.th-nuernberg.de