

Eurostars Projekt E!9116 Safe*Coast: Gezeitenenergie und Hochwasserschutz

Entwicklung und Untersuchung einer Niedriggefällsturbine für eine Kombination von Gezeitenkraftwerk und Flutpolder

Hintergrund

Das Safe*Coast-Projekt ist ein internationales, EU-gefördertes Vorhaben. Es hat zum Ziel an verschiedenen Küstenstandorten Hochwasserschutz, regenerative Energiegewinnung und Verbesserung der Verkehrssituation durch den Bau von Flutpoldern mittels eines innovativen auf Fertigteilen beruhenden Baukonzeptes mit integrierten Niederdruck-Wasserturbinen zu ermöglichen (siehe Abb. 1). Im Rahmen des von der TU München durchgeführten Teilprojekts soll eine speziell angepasste Wasserturbine entwickelt werden, die bei einer Umsetzung des Gesamtkonzepts verwendet werden kann. Die Turbine soll dabei in beiden Durchströmungsrichtungen, d.h. vom Meer zum Becken und vom Becken zum Meer, betrieben werden können, sodass sowohl bei Ebbe als auch bei Flut Energie erzeugt werden kann. Pumpbetrieb ist in dem Konzept in beide Richtungen vorgesehen.



Abbildung 1: Veranschaulichung des Safe*Coast Konzepts
Vorstudie

Um eine geeignete Turbine entwerfen zu können, wurden zu Beginn des Teilprojekts in einer Vorstudie die natürlich gegebenen Randbedingungen und Einsatzgebiete an verschiedenen Standorten abgeklärt, um hieraus die erforderlichen Betriebsparameter und Eigenschaften der Turbine ableiten zu können. Auch Aspekte der Ökologie und Ökonomie spielen bei der Definition der Anforderungen, die der Turbinenauslegung zu Grunde liegen eine Rolle. Neben dem von der Turbine zu verarbeitenden Ausbaudurchfluss sowie der zu erwartenden Fallhöhe sind auch Größen wie Turbinendurchmesser

und Drehzahl Hauptcharakteristika. Auch Anforderungen, die sich aus dem Betrieb in beiden Richtungen und der Pumpfunktion ergeben, sind zu berücksichtigen (siehe Abb. 2).

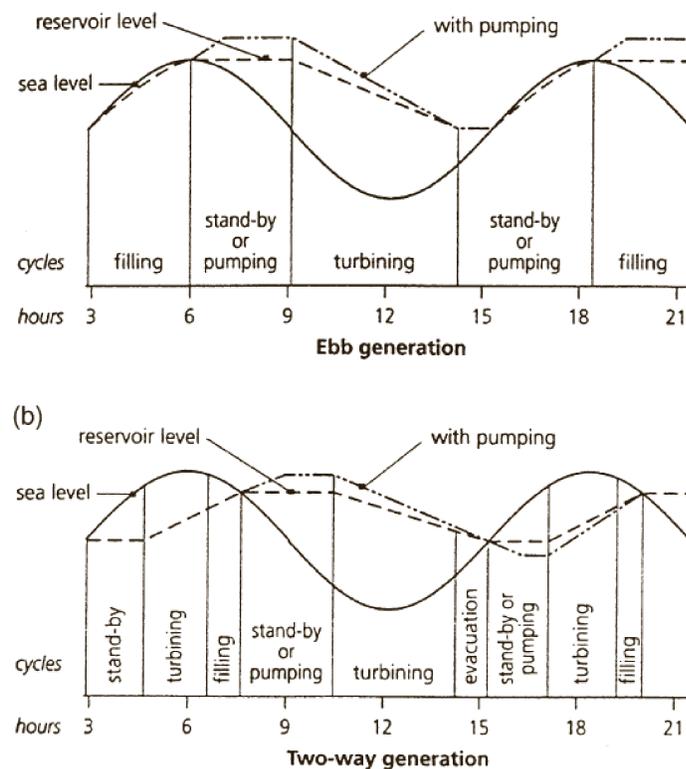


Abbildung 2: Betriebsweise von Gezeitenkraftwerken

Turbinenentwicklung

Im nächsten Schritt wurden die Ergebnisse der Vorstudie vertieft und die Spezifikationen genauer definiert. Insbesondere Einlauf- sowie Auslaufgeometrie, sowie die spezifische Drehzahl wurden festgelegt. Anschließend wurde ein erstes CAD-Modell der Turbine angefertigt und daraus ein numerisches Berechnungsnetz erstellt. Mithilfe von Simulationssoftware (Ansys CFX) wurde dann dieser erste Entwurf simuliert und eine Optimierung durchgeführt. Ziel war es, einen hohen Wirkungsgrad im Turbinenbetrieb zur Energieerzeugung zu erreichen, aber auch dass der geforderte Pumpbetrieb im Hochwasserfall zuverlässig funktioniert.

Nach der Optimierung der Geometrie wurde die Turbine mechanisch durchkonstruiert, sodass die erarbeitete Geometrie durch eine funktionsfähige Turbine abgebildet wird, die tat-

sächlich hergestellt werden kann. Anschließend wird ein detailliertes Messprogramm zur physikalischen Untersuchung der Turbine ausgearbeitet. Dieses stellt sicher, dass alle benötigten Informationen gesammelt werden können und passende Messgeräte vorhanden und kalibriert sind. Ziel dieses Testprogramms ist es, die Ergebnisse aus der numerischen Entwicklung zu verifizieren und eventuelle Defizite aufzuzeigen. Um eine physikalische Untersuchung zu ermöglichen, wird in Zusammenarbeit mit den anderen Projektpartnern ein funktionsfähiges Modell der Turbine hergestellt. Dabei werden alle konstruktiven Elemente wie Leitapparat, Laufrad und Saugrohr im Modellmaßstab angefertigt.

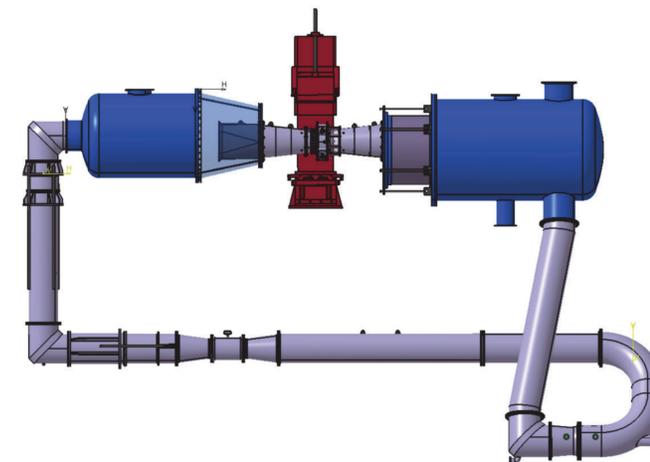


Abbildung 3: Universalversuchsstand im Dieter-Thoma-Labor
Dieses Turbinenmodell kann anschließend in einen Versuchsaufbau (siehe Abb. 3) am Lehrstuhl für Wasserbau eingebaut und betrieben werden. Durch das Aufnehmen sinnvoll ausgewählter Messgrößen während des Betriebs (z.B. Drehmoment, Durchfluss und Drehzahl), lassen sich eine Turbinencharakteristik erstellen, ein Kennfeld ermitteln und es können Kavitationsverhalten und Pumpbetrieb erprobt werden.

Ergebnisse

Die Vorstudie ist abgeschlossen und deren Ergebnisse wurden in einem Bericht zusammengefasst. Ein Kernaspekt der Vorstudie war es, mithilfe von Geschwindigkeitsdreiecken Kinematiken für verschiedene Turbinenbeschleunigungen und -arten in unterschiedlichen Betriebsmodi zu untersuchen. Die

Turbine wurde anschließend durch Simulationen optimiert und es konnten Kennfelder in Turbinen- und Pumpbetrieb erstellt werden. In Abbildung 4 sind beispielhaft eine Druckverteilung, sowie die dazugehörigen Stromlinien in einem Betriebspunkt der Turbine dargestellt.

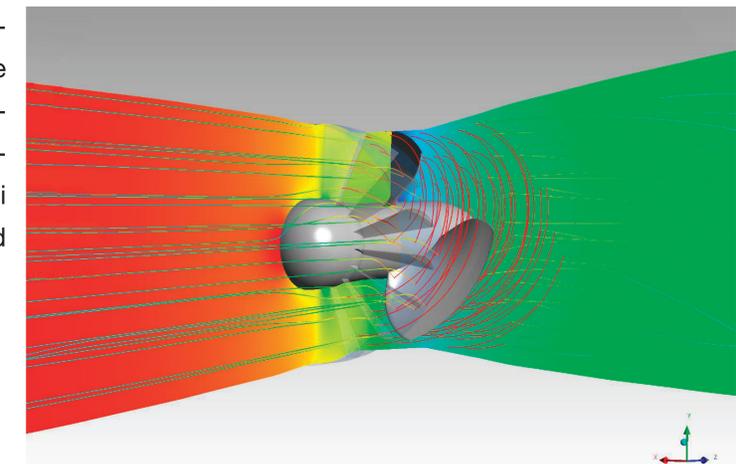


Abbildung 4: Druckverteilung und Stromlinien im Turbinenbetrieb

Da die Simulationsergebnisse sehr zufriedenstellend ausgefallen sind, wurde mit der Herstellung der Turbine begonnen. In den kommenden Monaten werden die Modellversuche durchgeführt und die gewonnenen Ergebnisse mit den Simulationsergebnissen verglichen.

Literatur

- [1] Arne Kollandsrud, TideTec AS, Oslo 2013
- [2] R.H. Charlier, "Sustainable co-generation from the tides" in: Renewable and Sustainable Energy Reviews 7 p. 187-213, paper, 2003

Projektdauer: November 2014 - Juli 2017

Kontakt

Stephan Hötzl M.Sc.; Tobias Schechtl M.Sc.
Lehrstuhl für Wasserbau und Wassermengenwirtschaft
Dieter-Thoma-Labor

Tel.: 089/289-23165; 089/289-23807
E-Mail: stephan.hoetzl@tum.de; tobias.schechtl@tum.de
Internet: www.wb.bgu.de