



BEUTH HOCHSCHULE
FÜR TECHNIK
BERLIN

University of Applied Sciences

Überprüfung und Optimierung eines Francis-Turbinenentwurfes mittels numerischer Strömungssimulation

vorgelegt von

Robert Fechner

Matrikel-Nr.: 769439

Beuth Hochschule für Technik Berlin
Fachbereich VIII Maschinenbau, Veranstaltungstechnik, Verfahrenstechnik
Maschinenbau-Erneuerbare Energien Bachelor

Bachelor of Engineering
- B.Eng. -

Erstgutachter: Prof. Dr.-Ing. Peter Bartsch (BHT Berlin)
Zweitgutachter: Dipl.-Ing. Uwe Salecker (CFX Berlin Software GmbH)

Berlin, 1. Oktober 2013

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Hintergrund	1
1.2	Zielsetzung	2
1.3	Gliederung	2
2	Theoretische Grundlagen	4
2.1	Wasserkraftanlagen	4
2.1.1	Entwicklung und Potential der Wasserkraftnutzung	4
2.1.2	Wasserkraftanlagen und Wasserturbinen	4
2.1.3	Francis-Turbine	6
2.1.4	Auslegung von Turbinen	10
2.2	Numerische Strömungssimulation	12
2.2.1	Erhaltungsgleichungen	13
2.2.2	Turbulenzmodelle	14
2.2.3	Diskretisierung	15
2.2.4	Rechennetz	15
2.2.5	Strömungssimulationen in der ANSYS Workbench	17
2.2.6	Interfaces in ANSYS CFX	18
3	Überprüfung des Francis-Turbinenentwurfes	19
3.1	Überprüfung des vorhandenen 3D-CAD-Modells	19
3.2	Parametrisiertes 3D-CAD-Modell	19
3.3	Vernetzung	23
3.4	Randbedingungen und Lösereinstellungen	32
3.5	Numerische Berechnung	33
3.6	Auswertung der numerischen Berechnung	33
4	Optimierung des Francis-Turbinenentwurfes	45
4.1	Vorgehen und Ziele der Optimierung	45
4.2	Setup der Optimierung	45
4.3	Erste Optimierung	45
4.4	Zweite Optimierung	51
4.5	Dritte Optimierung	53
4.6	Vierte Optimierung	58
4.7	Fünfte Optimierung	59
5	Optimierter Francis-Turbinenentwurf	61
5.1	Änderungen zur Ausgangsgeometrie	61
5.2	Unabhängigkeitsstudie der Lösung von der Netzfeinheit	63
5.3	Kennlinien	64
6	Zusammenfassung und Ausblick	67
	Literatur	68