

**Visualisierung physikalischer Größen
bei der Simulation von Offshore-Windkraftanlagen-**

Abschlussarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
Master of Science (M.Sc.)

an der

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin,
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften II,
Studiengang Angewandte Informatik

Erstgutachter: Prof. Dr. Thomas Jung

Zweitgutachter: Dr. Steffen Unger

Vorgelegt von: Rick Kubiak

Matrikelnummer: 517654

Abgabedatum: 7. Dezember 2012

Inhaltsverzeichnis

Kurzbeschreibung	1
Abstract	2
1 Einleitung	3
1.1 Motivation und betriebliches Umfeld	4
1.2 Struktur der Arbeit	6
2 Grundlagen	8
2.1 Simulation	9
2.1.1 Einsatzgebiete	9
2.1.2 Modelica	14
2.2 Windenergie	17
2.2.1 Entwicklung der Anlagentechnik	18
2.2.2 Aufbau einer Windturbine	21
2.2.3 Besonderheiten im Offshore-Bereich	27
2.2.4 Bibliothek OneWind	31
2.3 Wissenschaftliche Visualisierung	34
2.3.1 Ziel der Veranschaulichung	35
2.3.2 Anforderungen an die Darstellung	37
2.3.3 Beispiele für den Einsatz	41
2.3.4 Anwendungen zur Visualisierung	44
2.3.5 Visualisierungspipeline	48
3 Analyse	53
3.1 Stand der Technik	53
3.1.1 Dymola	54
3.1.2 SimulationX	56
3.1.3 HAWCStab	57
3.1.4 Bewertung	60
3.2 Betriebliche Anforderungen	62
3.2.1 Entwicklungsumgebung OneModelica	62

3.2.2	Modelica-Bibliothek MultiBody	63
3.2.3	Modellstruktur in der Bibliothek OneWind	66
3.2.4	Bewertung	-.67
3.3	Anforderungsdefinition	68
3.3.1	Funktionale Anforderungen	68
3.3.2	Nichtfunktionale Anforderungen	72
3.4	Anforderungen an die Anwendungskomponenten	74
3.4.1	Simulationsumgebung	74
3.4.2	Visualisierungsanwendung	75
3.4.3	Datenübertragung	78
4	Realisierung	83
4.1	Entwurf	83
4.1.1	Integration in Modelica	84
4.1.2	Datenübertragung	89
4.1.3	Visualisierung durch Blender	94
4.1.4	Systemarchitektur	98
4.2	Implementierung	99
4.2.1	Visualisierung von MultiBody-Systemen	99
4.2.2	Darstellung weiterer technischer Domänen	111
5	Zusammenfassung und Ausblick	122
5.1	Bewertung der Ergebnisse	122
5.2	Herausforderungen während der Entwicklung	124
5.3	Mögliche Fortsetzung der Arbeit	126
	Quellenverzeichnis	129
	Glossar	139
	Abbildungen	144
	Listings	148