

OffshorePlan

Komplementäre Nutzung mathematischer und ereignisdiskreter Modelle zur Lösung komplexer Planungs- und Steuerungsprobleme in der Offshore-Baustellenlogistik



Links: Installation eines Rotorsterns, Foto: Hochtief
Oben: Verladung von Rotorblättern, Foto: Senvion

Motivation

Die Offshore-Baustellenlogistik mit Schwerpunkt der Windenergie definiert ein komplexes Planungs- und Steuerungsproblem. Aufgrund der Neuartigkeit der Offshore-Windenergie-technik gibt es keine etablierten Planungs- und Steuerungsmethoden für die Errichtungsplanung von Windenergieanlagen. Grundsätzlich werden hierzu ereignisdiskrete Simulationsverfahren oder Ansätze der mathematischen bzw. stochastischen Optimierung eingesetzt. Beide Methoden besitzen Vor- und Nachteile hinsichtlich Laufzeit, Detaillierungsgrad und Optimalitätsbedingungen. Das Ziel des Gesamtprojekts war die Untersuchung dieser Vor- und Nachteile sowie die Entwicklung von Ansätzen und Methoden diese für eine komplementäre Nutzung zu kombinieren.

Vorgehen

Im ersten Schritt wurde die Problemstellung der Offshore-Baustellenlogistik für Windkraftanlagen aufbereitet, um spezifische Anforderungen für die beinhalteten Teilprobleme zu identifizieren. Anschließend wurden verschiedene mathematische Modelle für die Teilprobleme „Installationsplanung“, „Transportplanung“, und „Kapazitätsoptimierung am Basishafen“ entwickelt. Zeitgleich wurden ereignisdiskrete Simulationsmodelle erarbeitet, die mittels Metaheuristiken möglichst op-

timale Lösungen liefern. Im zweiten Schritt wurde unter Verwendung des Model Driven Architecture Standards ein einheitliches Metamodell zur Modellgenerierung definiert. Aufbauend wurde die Modelltransformation zwischen dem Metamodell, dem ereignisdiskreten Simulationsmodell und den mathematischen Modellen implementiert.

Ergebnis

Im Ergebnis entstanden Methoden und Werkzeuge, die durch die erstmalige Nutzung aktueller Wetterdaten und -vorhersagen operative Entscheidungsunterstützung bieten. Durch die einheitliche Metamodellierung sind beide Modelltypen in beliebiger Kombination verwendbar. Insbesondere die mathematische Installationsplanung nutzt hierzu eine neuartige Kombination aus modellprädiktiver Regelung, Mixed-Integer Linear Programming und Markov-Ketten.

Publikationen (Auswahl)

Rippel, D.; Jathe, N.; Lütjen, M.; Freitag, M.: Evaluation of Loading Bay Restrictions for the Installation of Offshore Wind Farms Using a Combination of Mixed-Integer Linear Programming and Model Predictive Control. In: Applied Sciences, 9(2019)23, pp. 30

Rippel, D.; Peng, S.; Lütjen, M.; Szczerbicka, H.; Freitag, M.: Model Transformation Framework for Scheduling Offshore Logistics. In: Jahn, C.; Kersten, W.; Ringle, C. M. (eds.): Data Science in Maritime and City Logistics. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL), epubli, Berlin, 2020, pp. 32

GEFÖRDERT DURCH:



PROJEKTPARTNER:



LAUFZEIT:

04.2019 – 09.2021

ANSPRECHPARTNER:

Dr.-Ing. Michael Lütjen
E-Mail: ltj@biba.uni-bremen.de
Tel.: +49 421 218 50 123

Dipl.-Inf. Daniel Rippel
E-Mail: rip@biba.uni-bremen.de
Tel.: +49 421 218 50 137

ADRESSE:

BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH
Hochschulring 20
28359 Bremen



Das BIBA ist ein ingenieurwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität Bremen. Es forscht in den Bereichen Produktion und Logistik und verbindet dabei die prozessorientierte mit der produktorientierten Sicht. Durch die organisatorische und inhaltliche Verknüpfung mit dem universitären Fachbereich Produktionstechnik engagiert sich das BIBA sowohl in der Grundlagenforschung als auch in anwendungsorientierten Verbundprojekten sowie der industriellen Auftragsforschung.

Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Dieter Thoben
Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag

WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE

OffshorePlan

Complementary application of mathematical and discrete-event models to solve complex planning and control problems in offshore construction logistics



Left: Installation of a Preassembled Rotor Star, Photo: Hochtief
Above: Loading of Rotor Blades, Photo: Servnion

Motivation

Offshore construction logistics pose an exceptionally challenging problem in terms of planning and control. As offshore wind energy is still considered new technology, there are no established methods for planning and controlling the construction of offshore wind parks. Generally, one can differentiate two approaches: discrete-event simulations as well as mathematical or stochastic optimizations. Both methods provide their own advantages and disadvantages in terms of computational time, level of detail, and optimality. The project aimed to investigate these advantages and disadvantages and develop approaches and methods to combine them for complementary use.

Approach

The first step aimed to identify specific requirements for each subproblem involved in offshore construction logistics for wind turbines. Subsequently, different mathematical models for the subproblems »installation planning«, »transport planning«, and »capacity optimization at the base port« were developed. At the same time, discrete-event simulation models were developed, using metaheuristics to provide the best possible so-

lutions. In the second step, a uniform meta-model for a model generation was developed using the Model Driven Architecture standard. Based on this, model transformations between the metamodel, the discrete-event simulation model, and the mathematical models were defined.

Results

As a result, the project developed methods and tools that provide operational decision support by using current weather data and forecasts for the first time and can be used in any combination due to the uniform meta-modeling. In particular, the mathematical installation planning uses a novel combination of model-predictive control, mixed-integer linear programming, and Markov chains for this purpose.

Publications (Auswahl)

Rippel, D.; Jathe, N.; Lütjen, M.; Freitag, M.: Evaluation of Loading Bay Restrictions for the Installation of Offshore Wind Farms Using a Combination of Mixed-Integer Linear Programming and Model Predictive Control. In: Applied Sciences, 9(2019)23, pp. 30

Rippel, D.; Peng, S.; Lütjen, M.; Szczerbicka, H.; Freitag, M.: Model Transformation Framework for Scheduling Offshore Logistics. In: Jahn, C.; Kersten, W.; Ringle, C. M. (eds.): Data Science in Maritime and City Logistics. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL), epubli, Berlin, 2020, pp. 32

DURATION:

04.2019 – 09.2021

CONTACT:

Dr.-Ing. Michael Lütjen
E-mail: ltj@biba.uni-bremen.de
Tel.: +49 421 218 50 123

Dipl.-Inf. Daniel Rippel
E-mail: rip@biba.uni-bremen.de
Tel.: +49 421 218 50 137

POSTAL ADDRESS:

BIBA – Bremer Institut für Produktion
und Logistik GmbH
Hochschulring 20
28359 Bremen



BIBA is an engineering research institute located at the University of Bremen. It is committed to basic research as well as to application-oriented development projects and engages itself in practice-oriented implementations, whereby it relies on cross-national, institutional and interdisciplinary cooperation and transfer. BIBA always considers the entire value-added chain: from the idea, concept and production, through to the use and the end recycling of a product.

Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Dieter Thoben
Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag

WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE

FUNDED BY:



PROJECT PARTNER:

