

Digitale Entwicklung einer Niedrigenergiekabine für den Schiffsbau – in interdisziplinärer Zusammenarbeit

Tobias Schöner, Christina Matheis, Katrin Lenz

Hintergrund

Die Digitalisierung eröffnet die Möglichkeit, verschiedene Disziplinen wie Energieeffizienz und Hygrothermik sektorenübergreifend zu vernetzen und Optimierungsstrategien bezüglich der Nachhaltigkeit zu übertragen. Vor diesem Hintergrund wurden im Projekt »Entwicklungsplattform EcoCab« Leistungsbilder des Fraunhofer IBP aus dem Bausektor für den Passagierschiffsbau adaptiert. Zielstellung war dabei, die Grundlagen für ein »Virtual Prototyping« zu schaffen – unter Berücksichtigung energetischer Leistungsfähigkeit, thermischer Behaglichkeit sowie ökonomischer und ökobilanzieller Aspekte.

Problemstellung

Ein modernes großes Kreuzfahrtschiff besteht neben den öffentlichen und technischen Bereichen aus mehreren tausend Passagierkabinen. Aus diesen resultiert ein großer Anteil am Material- und Energieeinsatz des gesamten Schiffs.

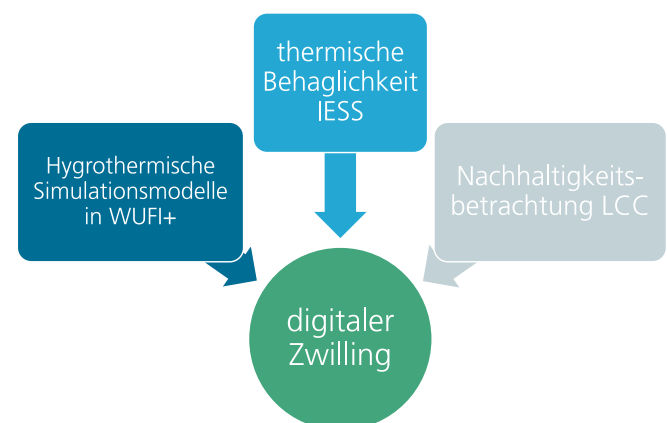
Daher haben Änderungen im Kabinendesign einen entsprechend hohen Einfluss auf das Gesamtsystem Schiff und leisten einen entscheidenden Beitrag zu dessen Nachhaltigkeit. Entwicklungsszenarien mit herkömmlichen physischen Prototypen sind einerseits zeit- sowie kostenaufwendig und andererseits hinsichtlich der Analyse- oder Variationsmöglichkeiten begrenzt.

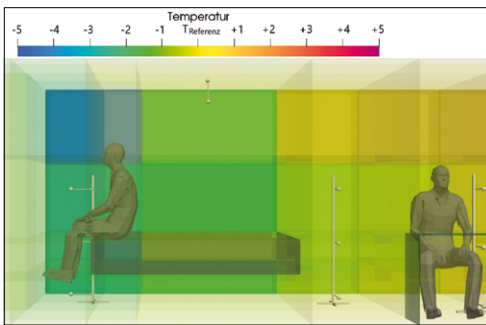
Lösungsansatz

Durch den Einsatz eines »digitalen Zwilling« der Kabine lassen sich u. a. die Entwicklungszeiten verkürzen oder die Anzahl der

betrachteten Variationen deutlich erhöhen. Die Vielzahl an Fragestellungen in Bezug auf Aspekte der Nachhaltigkeit erfordert dabei die Integration unterschiedlich fokussierter Bewertungsmodelle. Für die Bereiche energetische Simulation, thermische Behaglichkeit sowie Ökobilanzierung entwickelten Fachteams des Fraunhofer IBP Softwaretools. Hier konnten Erkenntnisse aus dem Bausektor übertragen und Synergien genutzt werden. Bei der eingesetzten Software handelt es sich um WUFI® Plus [1] für die energetischen Fragen, IESS (Indoor Environment Simulation Suite) [2] für solche des thermischen Komforts sowie Generis® [3] für die ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit. Diese Tools und ihre Funktionalitäten bilden zusammen den Simulationskern des digitalen Zwilling, zusammengeführt ermöglichen die Bewertungsmodelle ein ganzheitliches digitales Abbild (Bild 1).

Bild 1: Schematisiertes Zusammenspiel der Softwarekomponenten im digitalen Entwicklungszwilling.

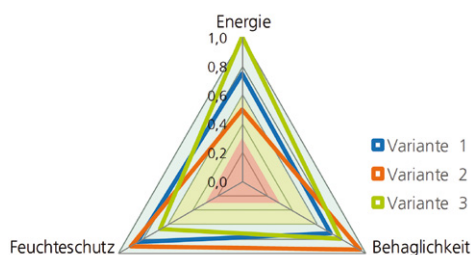




Für valide Berechnungsergebnisse war es darüber hinaus zwingend nötig, die initialen Modelle anhand empirischer Daten der Nachbildung einer Beispielkabine zu validieren. Dafür wurden die Messdaten den Simulationsergebnissen gegenübergestellt und Modelle bzw. Berechnungen entsprechend kalibriert. So war die gute Qualität der Simulationsmodelle empirisch belegbar. Die exemplarische Darstellung eines multizonalen Simulationsergebnisses in Form einer 3D-Heatmap zeigt Bild 2.

Bei der Erstellung sowie der messtechnischen Begleitung des Mock-Ups konnte wiederum auf Erfahrungen aus dem Baubereich zurückgegriffen werden. In Bild 3 ist die Außenansicht des Simulationsmodells zu sehen.

Die Modelle sind so konzipiert, dass sie möglichst plattformoffen weiterverwendet werden können. Zusammengefasst sind die Ergebnisse in einem virtuellen »Entwicklungscockpit«, das die Möglichkeit bietet, Auswirkungen von Konstruktionsvarianten unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien zu bewerten. Hierfür wurde eine gängige Tabellenkalkulation genutzt, erweitert um entsprechende Exportfunktionen. So ist eine vergleichende Bewertung mehrerer Varianten schnell und einfache möglich. Sie erfolgt unter den Hauptaspekten Energie, thermische Behaglichkeit sowie Dauerhaftigkeit beim Feuchteschutz, wie hier in Bild 4 exemplarisch dargestellt ist.



Perspektivisch ist vorgesehen auch die Betrachtung ökologischer (Ökobilanz) und ökonomischer Aspekte (Lebenszykluskosten) in dieser Bewertung zu ergänzen.



Bild 2: Temperaturverteilung in einer multizonalen Simulation.

Bild 3: Außenansicht Kabinen-Mock-Up zur messtechnischen Validierung der Simulationsmodelle, berücksichtigt ist das Verhalten der Anlagentechnik.

Bild 4: Exemplarischer Vergleich mehrerer Varianten im virtuellen Entwicklungscockpit.

Zusammenfassung

Basierend auf bestehenden Simulationsmodellen und am Markt etablierten Softwareprodukten schafft das Projekt EcoCab am Fraunhofer IBP die virtuelle Entwicklungsplattform für eine autarke und nachhaltige Niedrigenergiekabine im Bereich der Passagierkreuzfahrt. Sie ermöglicht die integrale Bewertung einzelner Aspekte der Nachhaltigkeit, wie auch des thermischen Komforts und der energetischen Performance in einer virtuellen Umgebung. Zukünftige Optimierungen im Kabinenbau können damit mit Hilfe umfangreicher Variantenrechnung gegenübergestellt werden. So wird eine schnelle und kosteneffiziente Bewertung von konstruktiven Variationen frühzeitig möglich.

Forschungsbedarf

Die Durchführung des Forschungsprojektes fand während der Covid-19 Pandemie statt. Teile der im Projekt erzielten Ergebnisse sollten hier zu einer weiteren Steigerung der Resilienz bei der Weiterentwicklung der Kabine führen. Methodische Ansätze des Fraunhofer IBP aus dem Bereich des Personenverkehrs [4], können zukünftig auch auf den Kreuzfahrtsektor übertragen werden. Beispielsweise sind dies Ansätze zur Einschätzung des Ansteckungsrisikos durch die Ausbreitungsmodellierung einer viralen Last. Somit können künftig Maßnahmen zum Schutz der Passagiere simuliert, bewertet und in ein individuelles Hygienekonzept integriert werden. Voraussetzung dafür ist die Erweiterung und messtechnische Neukalibrierung einzelner Simulationsmodelle. Auch die Anbindung ökonomischer und ökologischer Analysemöglichkeiten oder »Sustainable Development Goals« (SDG)-basierter Bewertungsansätze [5] bleibt ein weiterer wichtiger Forschungsbereich, der mit Hilfe der bisherigen Modellierungsansätze auf weitere Schiffsbereiche erweiterbar sein dürfte.

Das Projekt wurde gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), Förderkennziffer 035X475B.

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-00
info@ibp.fraunhofer.de
www.fraunhofer.de

Standort Holzkirchen
Fraunhoferstraße 10
83626 Valley
Telefon +49 8024 643-0

Literatur

- [1] Antretter, F.; Pazold, M.: Hygrothermische Gebäudesimulation mit Multizonen-Gebäudedurchströmungsmodell. In: Bauphysik 35 (2013), H. 2, S. 86-92. <https://doi.org/10.1002/bapi.201310051>.
- [2] Pathak, A.; Norrefeldt, V.: Validation of the simulation tool for environmentally friendly aircraft cargo fire protection system. In: IOP Conference Materials Science and Engineering, 2021. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1024/1/012091>
- [3] Fraunhofer IBP. GENERIS®. Version 1.0. Stuttgart, 2020. Verfügbar unter: <https://www.generis-solution.eu/>.
- [4] Will, H. et al.: Risikoeinschätzung zur Ansteckungsgefahr mit COVID-19 im Schienenpersonen- sowie im Straßenpersonennah- und -fernverkehr. Dresden: Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt, 2021. <https://doi.org/10.48755/dzsf.20210004.01>.
- [5] Henzler, K. et al.: SDG-Based Sustainability Assessment Methodology for Innovations in the Field of Urban Surfaces. In: Sustainability 12 (2020), H.11, article no. 4466 (32 S.). <https://doi.org/10.3390/su12114466>.

© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
Nachdruck oder Verwendung von Textteilen oder Abbildungen nur mit unserer schriftlichen Genehmigung.