

Zusammenfassung zur Promotionsschrift

**Anforderungskonforme integrierte  
Modellierung – Methodik und Datenmodell**

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)

an der Fakultät Bau- und  
Umweltingenieurwissenschaften  
der Bauhaus-Universität Weimar

vorgelegt von

Martina Mellenthin Filardo

(interne Doktorandin)

Mentor:

Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt

Weimar, den 8. April 2025

## **Problemstellung und Zielsetzung**

1. Im Bauwesen wird die Digitalisierung primär durch die Methode des Building Information Modelling (BIM) für integrales Planen, Bauen und Betreiben verkörpert. In diesem Zusammenhang ergeben sich disziplinübergreifende Anforderungen an die Modellierung bzw. den geforderten Liefergegenstand für jeweils festgelegte Anwendungsfälle, welche vertraglichen in den Auftraggeber- Informationsanforderungen (AIA) festgehalten werden.
2. Um die Effektivität des modellbasierten Arbeitens zu stärken, müssen Informationsanforderungen in einer Form vorliegen, die den Import in die Modellierungsumgebung ohne Medienbrüche ermöglicht. So kann die Informationserzeugung (Modellierung) treffsicher im Informationslieferungsprozess nach ISO 19650 berücksichtigt werden. In dieser Arbeit wird die Modellierungsumgebung als Technologie-Werkzeug bzw. -Raum verstanden, in dem das Bauwerksinformationsmodell als Liefergegenstand geplant und umgesetzt (modelliert) wird.
3. Die derzeit üblichen fließtextbasierten AIA bieten wenig bis keine Möglichkeit zur automatischen Integration in die Modellierungsumgebung, da die Informationen unstrukturiert vorliegen. Es besteht somit ein Informationsbruch.
4. Ziel dieser Arbeit ist die Formulierung einer maschineninterpretierbaren Spezifikation, welche projekt-, phasen- und anwendungsfallspezifische Anforderungsbeschreibungen ermöglicht.
5. Die Verwendung einer solchen AIA-Spezifikation unterstützt die Automatisierung der unterschiedlichen Planungsschritte, indem Informationen bzw. Anforderungen je nach Anwendungsfall strukturiert gebündelt werden und in der Modellierungsumgebung automatisch integrierbar sind.

## **Stand der Wissenschaft**

6. Die Vielfalt an existierenden Spezifikationen, die bei der Anforderungsdefinition und -überprüfung hinzugezogen werden können, zeigt, dass dieses Thema eine Kernkomponente der BIM-Methodik ohne eindeutige Lösung adressiert.
7. Mehrere Untersuchungen und Studien zur Kategorisierung und Gegenüberstellung von unterschiedlichen Methoden zur Definition bzw. Überprüfung von Informationsanforderungen liegen vor. Die signifikante Anzahl an Studien zu Informationsanforderungen deutet auf einen wissenschaftlichen Konsens zur Notwendigkeit und zum Bedarf einer Lösung hin. Entwickelte Datenmodelle stützen sich stark auf die Standardisierung. Der Bezug zur Standardisierung untermauert

die im Rahmen der Dissertation durchgeführte Untersuchung vorhandener maschineninterpretierbarer Spezifikationen (IDM, IDS und LOIN).

8. Die hier nun gewählte Verbindung der Anwendungsfälle mit Liefergegenständen und Meilensteinen ermöglicht die modulare Definition von konkreten Anforderungen für konkrete Anwendungsfälle. In Zusammenhang mit den BIM-Anwendungsfällen und der Untersuchung vorhandener Spezifikationen wurde festgestellt, dass zwar etliche wissenschaftliche Vorschläge zur Strukturierung von Anforderungsinhalten im Bauwesen vorliegen. Doch konnten in der Literatur nur wenige Beiträge zu neuen Technologien mit disziplinbezogenen Inhalten gefunden werden. Dies deutet auf eine große Divergenz zwischen dem theoretischen Stand der Wissenschaft und der Überführung in die praktische Umsetzung im Bauwesen hin.

### **Eingesetzte Methoden**

9. Zunächst wird eine qualitative Analyse baupraktisch verwendeter AIA-Dokumente durchgeführt, um den Status Quo-Zustand zu ermitteln und die dort definierten Anforderungen zu analysieren. Dazu wurden in einem ersten Schritt AIA-Dokumente von Anwendungspartnern gesammelt und deren Inhalte analysiert, strukturiert und bewertet. Gemeinsamkeiten und Unterschiede sowohl hinsichtlich der Struktur als auch zu Inhalten von AIA werden identifiziert.
10. Da zahlreiche Spezifikationen im Kontext von Informationsanforderungen existieren, muss vorab bestimmt werden, ob diese die ermittelten AIA-Inhalte formal bzw. strukturell bereits abdecken und sich für den Einsatz im Rahmen der AIA eignen. Dafür findet eine Eingrenzung der in Frage kommenden Spezifikationen anhand ihrer Technologien statt.
11. Anschließend wird eine Gegenüberstellung der Spezifikationen (IDM, IDS, LOIN) und der AIA-Inhalte durchgeführt, um konkrete Inhalte zu ermitteln, die von einem ergänzenden AIA-Datenmodell abgedeckt werden müssen.
12. Um Dopplungen mit anderen Forschungsansätzen zu vermeiden, wird der Stand der Wissenschaft strukturiert zusammengefasst. Eine klare Trennung zwischen laufender Forschung und aktiver Anwendung ist im Kontext der Anforderungsdefinition nicht einfach, da wesentliche Forschungsaktivitäten aktuelle und zukünftige Normen und Standards adressieren.
13. Im Rahmen dieser Dissertation wurde die iterative Implementierung eines prototypischen Werkzeugs zur Verarbeitung maschinenintepretierbarer AIA-Inhalten anhand von relevanten AIA-Inhalten aus den gesammelten AIA-Dokumenten durchgeführt.

14. Das hierbei erarbeitete AIA-Datenmodell und die dazu eingesetzte Methode der disziplinübergreifenden anforderungskonformen integrierten Modellierung werden anhand einer prototypischen Implementierung validiert. Die Validierung erfolgte zweistufig: technisch und inhaltlich.
15. Mit der im Zuge der technischen Validierung erzeugten maschineninterpretierbaren AIA wird die Anwendung des prototypischen Werkzeugs und somit die vorgeschlagene Methode dargestellt.
16. Abschließend wird der inhaltliche Beitrag mit Berufstätigen aus der Bauindustrie evaluiert und zusammengefasst, was eine direkte Validierung der prototypischen Implementierung darstellt und als Überprüfung der Methode und des AIA-Datenmodells gelten soll.

### **Im Wesentlichen erzielte Ergebnis**

17. Die vergleichsweise neue AIA ist bisher in der Praxis volatil in ihren Inhalten und in ihrer Struktur.
18. Diese Dissertation erweitert die Wissensdomäne, indem sie fundiert und ohne Blick auf wirtschaftliche Interessen abgrenzt, welche Inhalte zu einer vollständigen AIA zählen. Dies stellt einen Mehrwert für jedes moderne Projektmanagement dar, da Bauvorhaben mit einer Menge an vielfältigen Dokumenten verbunden sind.
19. Die Vielfalt an Spezifikationen, die bei der Anforderungsdefinition und -überprüfung hinzugezogen werden könnten, zeigt, dass dieses Thema eine Kernkomponente der BIM-Methodik adressiert.
20. Die Abgrenzung von bestehenden maschineninterpretierbaren Spezifikationen zu benötigten AIA-Inhalten ermöglicht den gezielten Einsatz von AIA-kompatiblen Spezifikationen.
21. Das entwickelte AIA-Datenmodell bindet direkt Kernelemente der Informationsbedarfstiefe nach ISO 7817-3 und indirekt Elemente der ISO 23387 ein, somit bietet es die Standard-Konformität der AIA. Dadurch wird auch eine Kompatibilität der AIA mit Ansätzen des Linked Building Data ermöglicht.
22. Das erzeugte Python-Skript zur automatischen Generierung von mit dem entwickelten AIA-Datenmodell kompatiblen maschineninterpretierbaren (XML-basierten) AIA-Dokumenten untermauert die Praktikabilität des Ansatzes.
23. Der entwickelte Prototyp zur Verarbeitung von XML-basierten AIA in einer marktüblichen Modellierungsanwendung demonstriert die methodische Integration der Informationsanforderungen in den Erzeugungsprozess der Liefergegenstände: Statt Anforderungen manuell ex post einzutragen (Methodenänderung), werden sie kontinuierlich und automatisch in der Modellierung integriert.