

Einsatz virtueller Realität bei der BIM gestützten Modellierung von abwassertechnischen Anlagen

Nicolas Seel und Stefan Grube

Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wolfenbüttel, Deutschland

Kurzfassung:

Die Entwicklung neuer Technologien bzw. deren Optimierung hat sich in den letzten Jahrzehnten stark beschleunigt, so auch der Bereich der virtuellen Realität (VR). VR bietet immersive Erfahrungen und ermöglicht realitätsnahe Erkundungen, die traditionelle Lehrmethoden in den Ingenieurwissenschaften ergänzen können. Hierbei sind die mittels Building Information Modelling (BIM) erstellten 3D-Modelle von großer Bedeutung. Sie erleichtern unter anderem die Zusammenarbeit im Team, die Kollisionsprüfung mit Bauteilen und das Lebenszyklusmanagement von Bauprojekten. Mit der Integration des Industry Foundation Classes (IFC) Dateiformat wurde dabei ein Standard geschaffen, welcher vielseitige Einsatzmöglichkeiten erlaubt. Mit Blick auf die am Markt präsenten VR-Visualisierungsprogramme zeigen sich unterschiedliche Funktionen und Priorisierungen. Einige ermöglichen kollaboratives Arbeiten in virtuellen Meetings und dedizierten Umgebungen, während andere realitätsnahe Darstellungen und umfangreiche Anpassungs- oder Interaktionsmöglichkeiten bieten. In der Ausbildung kann VR eingesetzt werden, um Lernenden praktische Erfahrungen in der Planung und Modellierung von Bauprojekten zu bieten. VR ermöglicht es, komplexe Vorgänge interaktiv und realitätsnah zu erleben, was traditionelle Lehrmethoden ergänzt.

Key-Words: BIM, Virtuelle Realität, VR, 3D-Modellierung, Abwassertechnik

1 Einleitung

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Entwicklung neuer Technologien in verschiedensten Bereichen rasant beschleunigt. Auch die virtuelle Realität (VR) zeigt hier signifikante Fortschritte im Bereich der Qualität und Benutzerfreundlichkeit. Als eine der innovativen Technologien des 21. Jahrhunderts besitzt VR das Potenzial, unsere Art zu lernen und zu lehren zu transformieren. VR bietet eine vollkommen neue, im-

mersive Erfahrung und die Möglichkeit, schwer oder gar unzugängliche Szenarien realitätsnah zu erkunden. Dies ermöglicht spannende Lernumgebungen, die eine alternative Perspektive zu traditionellen Lehrmethoden bieten.

Die Einsatzmöglichkeiten von VR sind bereits heute äußerst vielfältig und bedienen den privaten, wie geschäftlichen Bereich, als auch militärische Anwendungen. VR hat den Sprung aus der Unterhaltungsindustrie erfolgreich in die industrielle Nutzung geschafft und findet Anwendung in einer Vielzahl von Bereichen wie Planung, Fertigung, Medizintechnik und vielen mehr. Um in Bildungseinrichtungen bestmöglich auf Berufe vorzubereiten, kann es sinnvoll sein, diese Technologie auch in der Lehre und Ausbildung zu integrieren. So können Studierende frühzeitig mit VR-Technologien realitätsnahe Erfahrungen durch Visualisierungen von Projektaufgaben beispielsweise der Planung einer Pumpstation machen und ihre Fähigkeiten gezielt verbessern.

2 Vom Building Information Modeling zu virtueller Realität

Das Building Information Modeling, kurz BIM, beschreibt eine digitale Methode zur Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von verschiedensten Szenarien und Bauwerken. Bei der Nutzung von BIM entsteht ein intelligentes 3D-Modell, welches alle relevanten Informationen über ein Bauwerk in einem Datensatz mit Hilfe mehrerer BIM-Objekte zusammenführt. Diese Objekte können einzeln stehen, mit anderen Objekten verknüpft und nach Belieben angepasst werden. [1]

2.1 Beispiele wichtiger Merkmale von BIM:

Planung: BIM ermöglicht eine Zusammenarbeit zwischen Architekten, Ingenieuren, Bauunternehmern und anderen Projektbeteiligten. Alle Beteiligten können an einem zentralen Cloud-Modell arbeiten, was den Informationsaustausch stark vereinfacht.

3D-Modellierung: Die mittels BIM erstellten 3D-Modelle liefern anschauliche Möglichkeiten, um Projektbeteiligte wie z. B. Bauherren schnell und übersichtlich zu informieren. Auch können verschiedenste Informationen wie Materialdaten in den BIM-Objekten hinterlegt und verarbeitet werden.

Kollisionsprüfung: Durch die Integration aller Gewerke in einem 3D-Modell, können potenzielle Kollisionen und Konflikte frühzeitig erkannt und so unnötige Kosten vermieden werden.

Lebenszyklusmanagement: BIM kann den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks von der Planung über den Betrieb bis hin zum Rückbau begleiten. Alle dafür wesentlichen Informationen (z. B. Wartungsintervalle von Bauteilen) können im Modell gepflegt werden. [1], [2, p. 2]

2.2 Der Weg von BIM zu VR

Zur Erstellung eines BIM-Modells stehen heutzutage eine Vielzahl von Programmen zur Verfügung. Dies führt unter anderem dazu, dass auch ein weites Spektrum verschiedener Dateiformate kursiert, was die weitere Verwendung in beispielsweise VR-Anwendungen erschwert. Die Lösung war die Entwicklung eines Standardformats, welches ähnlich wie das PDF-Format, eine hohe Kompatibilität gewährleistet. Das 2013 von buildingSMART eingeführte Industry Foundation Classes Dateiformat (ISO 16739-1:2018), kurz IFC, ermöglicht es Informationen ohne Verluste zwischen verschiedenen Programmen auszutauschen. [3] Zu erwähnen ist hierbei, dass es sich um eine fixierte Kopie des Modells handelt, was es nicht möglich macht Änderungen an dem IFC-Modell vorzunehmen. Da jedoch alle relevanten Informationen hinterlegt sind und abrufbar vorliegen, können Berechnungen beispielsweise für die technische Gebäudeausrüstung oder ähnlichem durchgeführt werden. Auch die Verwendung in verschiedenen VR-Visualisierungsprogrammen ist möglich.

2.3 Visualisierungsprogramme

Nachdem mit einem Modellierungsprogramm ein BIM-Modell erstellt und bei Bedarf in eine IFC-Datei umgewandelt wurde, kann dieses in einem VR-Visualisierungsprogramm verwendet werden. Abhängig davon, welche Aspekte für den jeweiligen Anwendungszweck relevant sind, bieten verschiedene Anbieter unterschiedliche Programme an.

Besonders im Bereich der Lehre ist es von Vorteil, wenn erstellte 3D-Modelle gemeinsam in virtuellen Meetings besichtigt werden können. Das Programm VREX™ der Firma Vixel stellt hierbei eine passende Option dar [4]. Über ein Web-Layout können mehrere virtuelle Räume angelegt werden, in welche IFC-Dateien der jeweiligen Modelle geladen werden. Über eine auf dem Rechner installierte Software kann das VR-Modell anschließend „betreten“ werden. Für Menschen, die die virtuelle Realität nicht gut vertragen, besteht die Möglichkeit in einer Desktopvariante ohne VR-Brille teilzunehmen. Das Programm bietet diverse Funktionen, welche in VR ausgeführt werden können. Dazu zählt beispielsweise das Setzen von Schnitten im gesamten Modell, das Aus- und Einblenden von Objekten, eine Zeichen- und Bemaßungsfunktion sowie die Anzeige von detaillierten Bauteilinformationen (siehe Abbildung 1). Die grafische Darstellung ist ausreichend und auf das wesentliche reduziert. Dies schont den Rechenaufwand des PCs, verringert jedoch die Immersion. Für die meisten ingenieurtechnischen Anwendungen (z. B. Begutachtungen während einer virtuellen Baubegehung, Markierung von Mängeln etc.) ist dies jedoch mehr als ausreichend.



Abbildung 1: In VREX™ dargestelltes Modell einer Trennkanalisation mit häuslichem Anschluss (Virtuelle Realität); Über die Layer-Funktion kann das Model „Haus Architektur“ komplett ausgeblendet werden (rechts).

Soll das betrachtete Modell möglichst realitätsnah dargestellt werden, sind andere Programme zu verwenden. Zu nennen ist hier unter anderem das Programm Enscape™ der Firma Chaos Software GmbH [5], welches ein vollständig gerendertes Modell liefert. Das Programm wendet sich eher an Architekten als an Ingenieure. Auch die direkte Implementierung in viele Modellierungsprogramme z. B. Autodesk Revit™ ist möglich. Jedoch sind die Interaktionsmöglichkeiten in der virtuellen Realität begrenzt. Eine virtuelle Projektbesprechung ist aber auch hier im Team möglich. Von dem US-amerikanischen Unternehmen Epic Games steht ebenfalls ein solches Programm mit dem Namen Twinmotion™ zur Verfügung. Dieses kann problemlos in beispielsweise Autodesk Revit™ als Plugin installiert werden. Über eine Direct-Link Verbindung können dabei Modellanpassungen in Echtzeit gerendert und in Twinmotion™ dargestellt werden. [6]

Eine weitere Möglichkeit mit sehr detaillierter Grafik ist der Einsatz einer leistungsstarken Grafik-Engine, wie der Unreal Engine™ von Epic Games. Diese üblicherweise für Computerspiele verwendete Technologie ist auch mit verschiedenen BIM Programmen kombinierbar [7]. Nach dem Export in die Unreal Engine™ bestehen eine Vielzahl von optischen Anpassungsmöglichkeiten, einer weiteren Programmierung bestimmter Inhalte und die Integration von Physik. Beispielsweise kann eine weitergehende Interaktion mit Objekten integriert sowie fließendes Wasser oder Lichteinfall realitätsnah nachgebildet werden. Hierfür sind jedoch Vorkenntnisse für die entsprechende Programmierung notwendig. Ein optischer Vergleich dieser Programme ist in Kapitel 4.2 dargestellt.

3 Beispiele für die Nutzung von BIM und VR

Um die Nutzung von BIM weiter zu fördern und sich gegenseitig auszutauschen, haben Unternehmen und auch Hochschulen erste Netzwerke gebildet. Das BIM Center Aachen ist ein solches Netzwerk von Unternehmen und Instituten der RWTH Aachen. Das Netzwerk will eine vollständige Digitalisierung des Bauens über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks fördern. Unterstützung bei der Digitalisierung, Weiterbildungsangebote, Forschungsprojekte oder auch Evaluation und Zertifizierung von Prozessen im Bereich BIM werden angeboten. [8]

Ein weiteres Netzwerk ist die Initiative BIM2Water für digitales Planen, Bauen und Betreiben in der Wasserwirtschaft. Sie ist ein Verbund von mittelständischen Planungsbüros und Universitäten. Auf ihrer Webseite werden zahlreiche Projekte im Bereich Wasser- und Abwassertechnik dargestellt, in welchen die Planungen mit BIM realisiert wurden. [9]

Die HOCHTIEF ViCon GmbH ist ein Anbieter von Dienstleistungen im Bereich des Virtuellen Bauens sowie Building Information Modelings (BIM). BIM und VR-Technik wird unter anderem zum kollaborativen Arbeiten in verschiedenen Projekten genutzt. Im Rahmen des Forschungsvorhabens VR2WEB wurde dabei eine Kommunikationsplattform für Virtual Reality (VR) entwickelt [10]. Auch wurde im Rahmen des Projekts „Bridge Inspect“ eine Augmented Reality (erweiterte Realität) Anwendung entwickelt, um Bauwerksprüfer vor Ort bei der Schadensbewertung zu unterstützen. [11]

Die Skanska AB nutzt VR, AR und MR (Mixed Reality) ab der Planungsphase und ermöglicht es so allen Projektbeteiligten immersive Eindrücke zu erhalten. Dabei sollen Unklarheiten bei Designoptionen beseitigt, Annahmen bestätigt, die Entscheidungsfindung beschleunigt und die Akzeptanz bei Stakeholdern gefördert werden. [12]

4 Nutzung in der Ausbildung/Lehre

4.1 Visualisierung studentischer Planungen

Planungs- und Bauvorgänge insbesondere abwassertechnischer Anlagen sind komplex. Vielfach fehlt Studierenden noch die Vorstellungskraft, wie eine Planung umgesetzt und baulich ausgeführt wird. Selbst in 3D-Darstellung auf einem Monitorbild ist das Planungsergebnis für Studierende nur bedingt greif- und interaktiv erlebbar. Praxisnähe während der Vorlesungen ist nur eingeschränkt möglich. Wichtige Softskills im praktischen Berufsalltag wie kollaborierendes Arbeiten an einer gemeinsamen Planung, Abstimmungsgespräche mit Bauherrn etc. sind in der Regel nicht oder nur eingeschränkt z. B. mit einem Planspiel möglich.

Um dieses fehlende Erleben der Lehrinhalte möglich zu machen, werden mittels virtueller Realität und Building Information Modelling den Studierenden Planungsvorgänge im Rahmen studentischer Projekte zum selbstständigen Lösen gegeben. Je nach Studiengang kann dies beispielsweise die Planung einer Grundstücksentwässerungsanlage z. B. für ein Hotel, ein Industriegebäude oder eines Schrottplatzes sein. Erforderliche abwassertechnische Anlagen z. B. Regenwasserbehandlungslagen sind von den Studierenden zu bemessen. Anschließend erfolgt die Planung mittels BIM. Während der Erstellung des Modells sind die Studierenden dazu angehalten die Planung in VR regelmäßig zu „begehen“, so dass aus der Planung direkt eine „Ausführung“ wird (Abbildung 1). Ziel ist, den Studierenden das in der Lehrveranstaltung erlernte Wissen durch VR begreif- und erlebbar zu machen.

4.2 Lehre in VR

Virtuelle Realität ist auch für den Einsatz in Lehrveranstaltungen geeignet, in denen Wissen in klassischer Vorlesungsart vermittelt wird. Nach dem ersten Kennenlernen der Vorlesungsinhalte können in VR ausgewählte Vorlesungsinhalte realitätsnah am Modell vertieft werden. Gerade der Einsatz von VR zur Begehung abwassertechnischer Anlagen ist sehr hilfreich, denn eine Exkursion in ein Kanalnetz oder in ein Bauwerk der Regenwasserbehandlung ist mit großem Aufwand verbunden. Ebenfalls sind aufgrund von Sicherheitsaspekten solche Exkursion mitunter nicht einfach durchführbar. Im Rahmen der Vorlesungen Sanitärtechnik 2 und wassertechnologischer Anlagenbau wird beispielsweise eine virtuelle Schrottplatzentwässerung (Abbildung 2) in einer Kleingruppe von bis zu 6 Studierenden im Programm VREX™ „begangen“. Hierbei werden ein Regenrückhalteraum, eine Sedimentationsanlage, ein Leichtflüssigkeitsabscheider sowie eine Hebeanlage einer Schrottplatzentwässerung mit ca. 4 ha entwässerte Fläche gezeigt. Wie in Kapitel 2.3 genannt stehen für immersivere Darstellungen beispielsweise die Programme Twinmotion™ (Abbildung 4) oder Unreal Engine (Abbildung 5) zur Verfügung.



Abbildung 2: In virtueller Realität betretbares Modell einer Schrottplatzen Entwässerung im Programm VREX™.

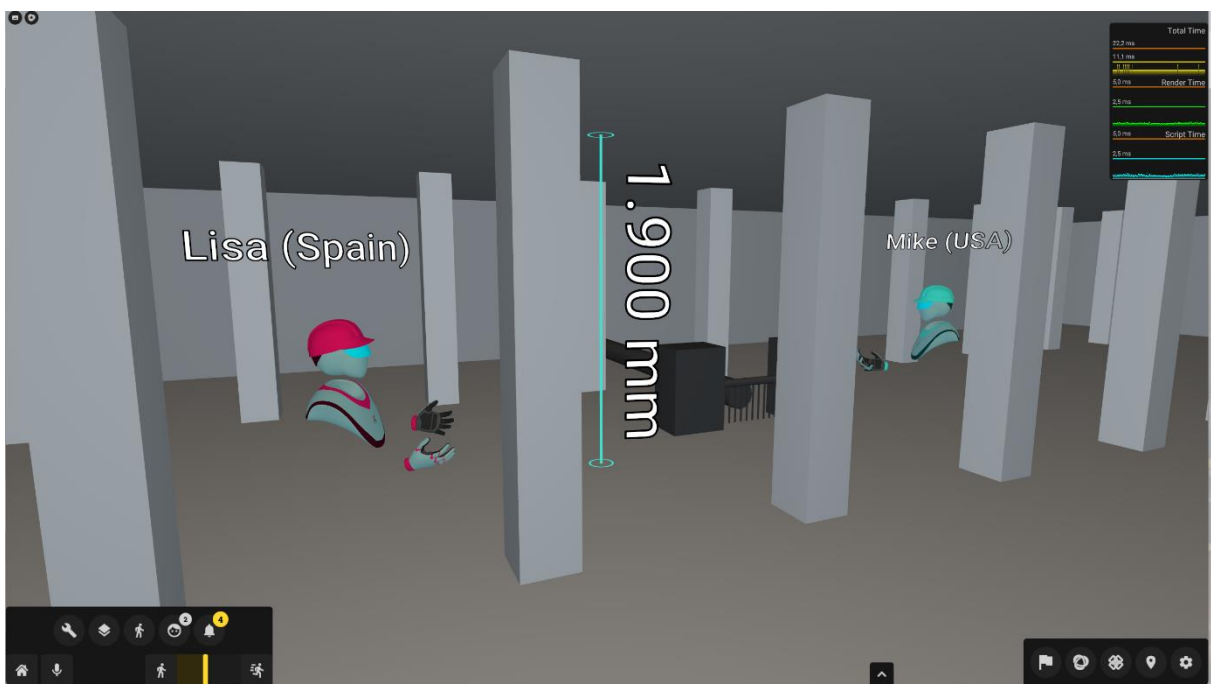


Abbildung 3: Screenshot eines immersiven Meetings in virtueller Realität im Modell einer Schrottplatzen Entwässerung im Programm VREX™.



Abbildung 4: In virtueller Realität betretbares Modell einer Schrottplatzentwässerung im Programm Twinmotion™ für detaillierte Objektbetrachtung.



Abbildung 5: In virtueller Realität betretbares Modell einer Schrottplatzentwässerung im Programm Unreal Engine™ für immersive Objektbetrachtung.

Aber auch für andere Themen eignet sich die Lehre mit VR. Beispielsweise lässt sich das Thema Brandschutz im Gebäude ebenfalls sehr gut in VR vermitteln, da hier z. B. Brandschutzklappen beispielsweise für Lüftungsanlagen in ihren verschiedensten Einbauausführungen und -stadien erlebt werden können (Abbildung 6).

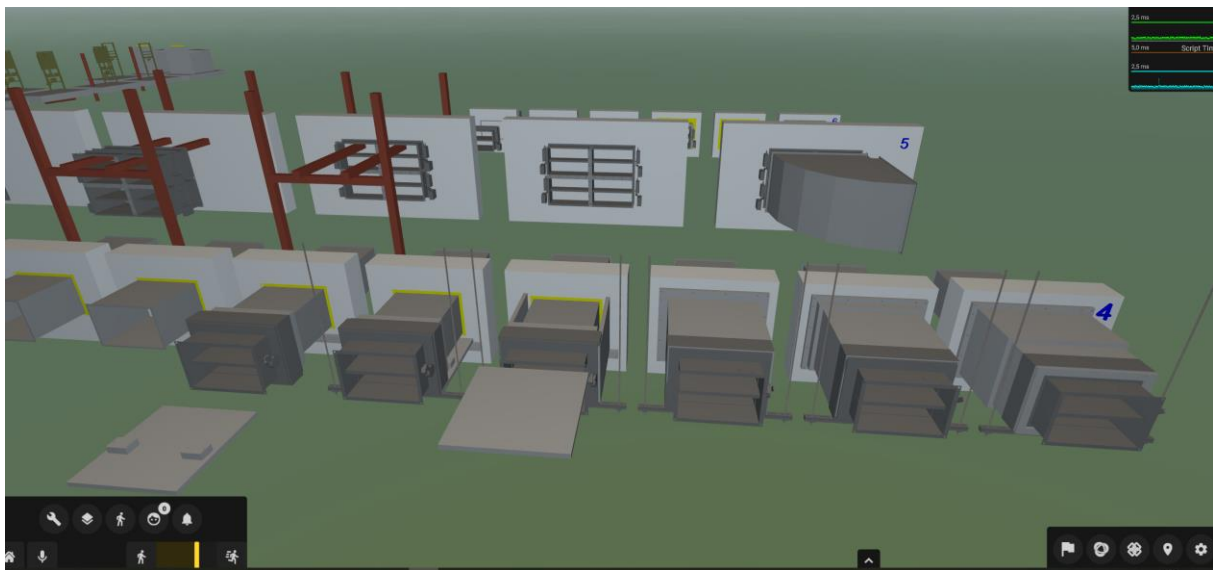


Abbildung 6: Brandschutzklappen in verschiedenen Stadien des Aufbaus, welche in virtueller Realität betrachtet werden können [13].

5 Zusammenfassung

Die vielfältigen Vorteile von BIM sind besonders bei der Planung von komplexen Bauprojekten von Vorteil, da so übersichtlich und kollaborativ gearbeitet werden kann. Einfachere Projekte benötigen dies nicht zwangsweise, jedoch kann auch hier eine BIM gestützte Umsetzung von Vorteil sein. Besonders mit Blick auf die Integration von virtueller Realität eröffnet dies eine Vielzahl neuer Möglichkeiten, die verschiedenen Baubeteiligten immersiv in das Projekt einzuführen oder in der Realität schwer zugängliche Bereiche digital zu betreten. Die Einsatzmöglichkeiten von virtueller Realität (VR) sind vielfältig. VR wird zunehmend in der Planung, Fertigung oder auch Medizintechnik integriert und kann daher auch in der Ausbildung Anwendung finden.

Mit Hilfe des Building Information Modeling (BIM) kann ein intelligentes 3D-Modell erstellt werden, welches alle relevanten Informationen in einem Datensatz vereint. Wichtige Merkmale von BIM sind die Möglichkeit der nahtlosen Zusammenarbeit, anschauliche 3D-Modellierung, frühzeitige Kollisionsprüfung und das Lebenszyklusmanagement von Bauwerken. Zur Vereinfachung des Informationsaustauschs in VR-Anwendungen wurde das Industry Foundation Classes (IFC) Dateiformat entwickelt. Dieses kann in vielen VR-Visualisierungsprogrammen genutzt werden, um virtuelle Meetings durchzuführen und verschiedene Funktionen zur Modellbearbeitung zu nutzen (z.B. Schnitte und Bauteilausblendung). Die grafische Darstellung ist dabei für ingenieurtechnische Anwendungen ausgelegt und reduziert so die notwendige Rechenleistung des PCs. Eine virtuelle Projektbesprechung im Team ist möglich, jedoch sind die Interaktionsmöglichkeiten im virtuellen Raum begrenzt. Für vertiefte Grafikoptionen eignet sich eine leistungsstarke Grafik-Engine wie die Unreal Engine™ von Epic Games. Diese ermöglicht eine Vielzahl von optischen Anpassungen und die Integration von

Physik, z. B. fließendes Wasser und erweiterte Objektinteraktionen. Hierfür sind jedoch gewisse Softwarevorkenntnisse notwendig.

In der Ausbildung können Studierende durch BIM VR-Planungsvorgänge realitätsnah erleben. Dies ermöglicht es ihnen, das theoretische Wissen praxisnah und interaktiv anzuwenden und wichtige Softskills zu entwickeln, welche im späteren Berufsfeld relevant sein können. Virtuelle Realität eignet sich ebenfalls gut für Lehrveranstaltungen, um Wissen praxisnah zu vermitteln. Besonders hilfreich ist VR unter anderem für die Begehung abwassertechnischer Anlagen, da echte Exkursionen oft schwierig und aufwendig sind. In kleinen Gruppen können Studierende virtuelle Anlagen wie Schrottplatzentwässerungen oder Brandschutzsysteme erkunden und dabei verschiedene Komponenten und Installationsstadien hautnah erleben.

6 Literaturverzeichnis

- [1] Autodesk, „autodesk.de,“ [Online]. Available: <https://www.autodesk.de/solutions/bim/benefits-of-bim> [Zugriff am 25 06 2024].
- [2] J. Skyrde, „Nutzung von virtueller Realität bei der Planung von sanitärtechnischen Anlagen,“ Bachelorarbeit, nicht veröffentlicht, Wolfenbüttel, 2021.
- [3] buildingSMART, „buildingsmart.org,“ [Online]. Available: <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes/> [Zugriff am 25 06 2024].
- [4] <https://www.vrex.no/>, „vrex.no,“ [Online]. Available: <https://www.vrex.no/> [Zugriff am 01 07 2024].
- [5] Enscape, „Enscape3d.com,“ [Online]. Available: <https://enscape3d.com/de/> [Zugriff am 01 07 2024].
- [6] Epic Games - Twinmotion, „twinmotion.com,“ [Online]. Available: <https://www.twinmotion.com/en-US/solutions/architecture> [Zugriff am 29 07 2024].
- [7] unrealengine.com, [Online]. Available: <https://www.unrealengine.com/en-US/datasmith> [Zugriff am 25 07 2024].
- [8] BIM Center Aachen, „rwth-campus.com,“ [Online]. Available: <https://bim.rwth-campus.com/ueber-uns/#vision> [Zugriff am 02 07 2024].
- [9] BIM2Water, „bim2water.org,“ [Online]. Available: <http://www.bim2water.org/bim2water-de/> [Zugriff am 02 07 2024].
- [10] „th-koeln.de,“ VR2WEB, 07 2020. [Online]. Available: https://www.th-koeln.de/hochschule/vr2web--die-virtuell-immersive-webkonferenz_75913.php [Zugriff am 25 07 2024].
- [11] Hochtief ViCon, „www.hochtief-vicon.de,“ [Online]. Available: <https://www.hochtief-vicon.de/vicon/Forschung-6.jhtml> [Zugriff am 02 07 2024].
- [12] Skanska AB, „Skanska.com,“ [Online]. Available: <https://www.usa.skanska.com/what-we-deliver/services/innovation/immersive-experiences/> [Zugriff am 02 07 2024].

[13] J. Haase, „Brandschutzlösungen in virtueller Realität erleben,“ Masterarbeit, nicht veröffentlicht, Wolfenbüttel, 2023.

Korrespondenz an:

Nicolas Seel
Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften
Salzdahlumer Straße 46/48
38302 Wolfenbüttel, Deutschland
+49 5331-939-39840
ni.seel@ostfalia.de