

# BIM-Workflow für Landschaftsarchitekten: ein Praxisbeispiel

Ilona Brückner<sup>1</sup>, Nils Maßling<sup>2</sup>, Maike Wozniak<sup>2</sup>, Martin Thieme-Hack<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hochschule Osnabrück, Osnabrück/Germany · i.brueckner@hs-osnabrueck.de

<sup>2</sup>Hochschule Osnabrück, Osnabrück/Germany

**Zusammenfassung:** Am Beispiel eines Planungsbeispiels ‚Platz‘ wird die Umsetzbarkeit eines BIM-Workflows getestet. Auf Basis des erstellten 3D-Modells können wesentliche Schritte eines BIM-Prozesses wie Ableitung von Plänen, Massenermittlung, Kollisionsprüfung und IFC-Export nachvollzogen werden. Grundlage ist die Formulierung von Anforderungsprofilen für die 3D-Modellierung der Bauteile. Weitere Schritte bei der Implementierung von BIM in der Landschaftsarchitektur werden diskutiert.

**Schlüsselwörter:** Building Information Modeling (BIM), Landscape Design, BIM-Workflow, BIM-Elements

## Einführung

Der Einsatz von BIM (Building Information Modeling) wird in Deutschland durch Initiativen der für Bauen und Verkehr zuständigen Ministerien stark forciert. Ab 2020 soll die Abwicklung öffentlicher Projekte mit BIM ab einem Volumen größer 5 Mio. Euro verpflichtend werden. Man verspricht sich eine höhere Produktivität der gesamten Wertschöpfungskette des Planens, Bauens und Betreibens insbesondere durch optimierte Abstimmungsprozesse zwischen den Beteiligten. Während sich also die Planungsmethode BIM im Hoch- und Infrastrukturbau bei öffentlichen aber auch bei privaten großen Bauprojekten etabliert, steht die Landschaftsarchitektur noch am Anfang.

Das gilt auch international. MIKE SHILTON (2018) gibt einen Überblick über die UK Strategie zur Einführung von BIM, bei der drei Level des BIM definiert werden. Er weist darauf hin, dass eine Definition von IFC-Standards für landschaftliche Elemente noch aussteht. Eine erste Annäherung diesbezüglich unternimmt die norwegische Initiative BIM for Landscape. Um einen angemessenen Prozess der Landschaftsmodellierung zu ermöglichen, hat sie eine Reihe von Definitionen und Parametern entwickelt und schlägt Codelisten vor, um die verschiedenen Bemühungen um einen einheitlichen Landschaftsobjektstandard zu verknüpfen (HALLGEIR et al. 2018).

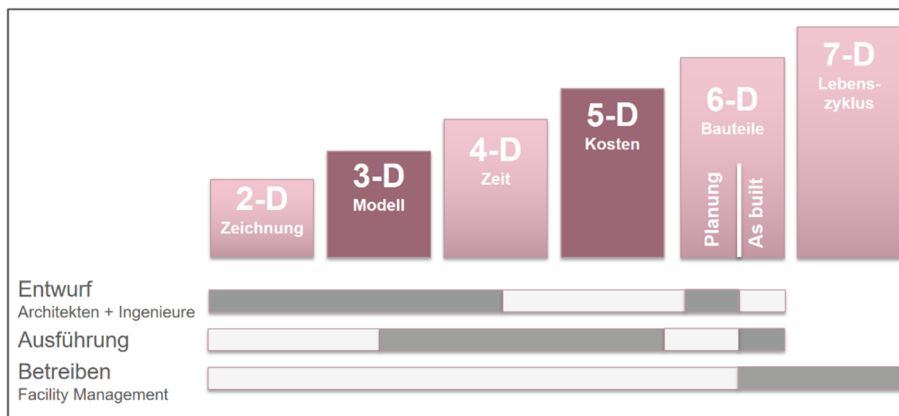
Zunehmend wird auch von Landschaftsarchitekten ein 3D-BIM-Modell erwartet, in Deutschland momentan insbesondere für Planungen des Freiraums im Zusammenhang mit Immobilienprojekten, bei denen BIM in den anderen Gewerken zum Einsatz kommt.

Der Workflow verläuft so, dass die Fachplanungen in einem 3D-Modell, dem sogenannten Koordinierungsmodell, zusammengeführt werden. Dies erfolgt über die hersteller- und länderübergreifende Schnittstelle für den modellbasierten BIM-Datenaustausch IFC (Industry Foundation Classes). Diese baut ausschließlich auf 3D-Objekten auf. Das heißt, übliche 2D-CAD-Pläne können nicht in ein BIM-Koordinierungsmodell überführt werden.

Mit der Erstellung eines 3D-BIM-Modells muss ein klar erkennbarer Mehrwert verbunden sein. Das ist z. B. der Fall, wenn Visualisierungen gefordert sind, die sich ohne erheblichen Zusatzaufwand ableiten lassen. Ein echter Gewinn entsteht, wenn das entwickelte Modell über den gesamten Lebenszyklus genutzt werden kann.

## Anforderungen an Bauteile und Software

Ziel ist es, Kriterien für die 3D-Modellierung von Bauteilen der Landschaftsarchitektur zu formulieren, aufbauend darauf ein 3D-BIM-Modell zu erstellen und die Umsetzbarkeit eines BIM-Workflows zu prüfen. Das 3D-Modell soll zur Ableitung der für Ausschreibung und Kostenermittlung erforderlichen Daten dienen („5D“). Zur Qualitätsprüfung eine wird Kollisionsprüfung durchgeführt und das 3D-Platz-Modell wird über IFC ausgelesen.



**Abb. 1:** BIM 2D bis 7D – im Beitrag betrachtet: ‚3D‘ – Modell und ‚5D‘ – Kosten

Als Grundlage dient eine vorliegende 2D-Entwurfs- und Ausführungsplanung (Umgestaltung 'Klosterplatz Bielefeld'). Für den Beispielplatz sind die folgenden Modellelemente erforderlich:

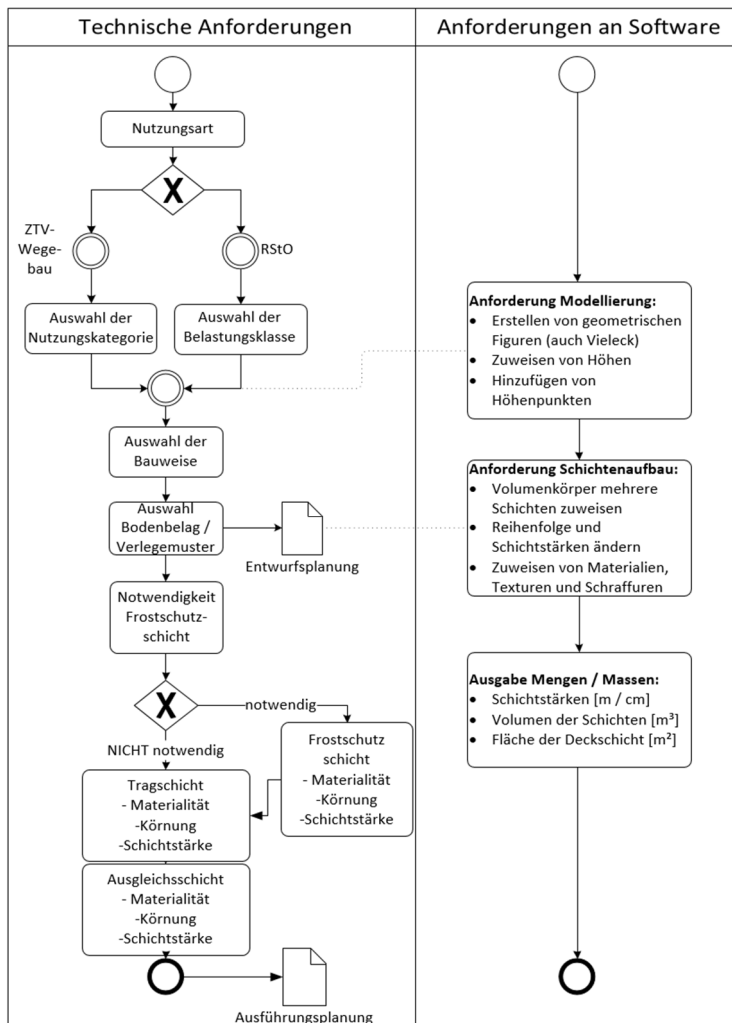
- befestigte Flächen und Einfassungen
- Entwässerungseinrichtungen und -leitungen
- Mauern, Treppen und Rampen
- Ausstattungsobjekte – Pflanzen und Außenmöblierung

Beim Erstellen der Bauteile sind technische Anforderungen einzuhalten, die sich aus technischen Regelwerken, dem Stand der Technik und ggf. weiteren Richtlinien ergeben. Außerdem werden Regeln für eine fachgerechte und effiziente 3D-Modellierung formuliert. Die so entstehenden Anforderungsprofile werden für alle Bauteile in Form von Ablaufdiagrammen zusammengefasst.

Abbildung 2 zeigt das Vorgehen beispielhaft für befestigte Flächen. Die Art der Nutzung und die damit verbundene Belastung bestimmen die einzuhaltende Bauweise (in Deutschland geregelt durch FLL-ZTV-Wegebau – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen oder RStO-

Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen). Im weiteren Verlauf sind Bodenbeläge und Verlegemuster für die Entwurfsplanung auszuwählen. Nach der Entscheidung, ob eine Frostschutzschicht erforderlich ist, werden Trag- und Ausgleichsschicht für die Ausführungsplanung definiert.

Hieraus ergeben sich die Anforderungen an die Softwaretools in Bezug auf die Modellierung der befestigten Fläche sowie die Ausgabe von Informationen für Ausschreibung und Kostenschätzung. Erforderlich sind flexible Modellierungstools, die auch komplexe geometrische Formen wie z. B. unregelmäßigen Vielecke oder Bereiche mit Rundungen abbilden können. Weiterhin muss es möglich sein, sowohl Definitionspunkten der Begrenzungslinien als auch im Platzinnenbereich unterschiedliche Höhen zuzuweisen (MABLING 2018).



**Abb. 2:** Anforderungen an die Modellierung befestigter Flächen mit BIM

Wege und Plätze bestehen in der Regel aus mehreren Schichten. Der modulierte Volumenkörper muss daher folgende Informationen beinhalten:

- Schichtaufbau, Schichtstärke und Materialien der einzelnen Schichten
- Texturen für das Deckschichtmaterial (3D-Visualisierung / Rendering)
- Schraffuren für eine 2D Schnittdarstellung

Für die Kostenschätzung und das Angebot ist die Ausgabe folgender Angaben wichtig:

- Flächengröße der Deckschicht
- Schichtstärken
- Volumina der einzelnen Schichten

Der nächste Schritt ist die Erstellung des 3D-BIM-Platzmodells. Eine BIM-Planungssoftware sollte grundsätzlich folgende Funktionalitäten bieten (BIMID-KONSORTIUM 2017):

- Erstellung von Bauteilen (Modellelemente) als dreidimensionale parametrisierbare Objekte sowie deren Verknüpfung mit alphanumerischen Informationen und ihre Zuordnung zu logischen Strukturen (z. B. Geländeoberfläche, im Hochbau i. d. R. Geschosse)
- Planableitungen und Bauteillisten zur Mengenermittlung aus dem Modell
- Schnittstellen für den modellbasierten Datenaustausch

Diese allgemeinen Anforderungen werden zurzeit am ehesten durch die im Hochbau etablierten BIM-CAD-Tools erfüllt. Für die Bearbeitung wurde die Software Autodesk Revit gewählt. Revit stellt die im Hochbau erforderlichen Bauteile wie Wände, Decken und Treppen etc. zur Verfügung.

Im folgenden Schritt wird geprüft, wie sich die Anforderungsprofile mithilfe der in der gewählten Software vorliegenden Tools in eine 3D-Modellierung umsetzen lassen.

### **3D – Modell 'Platz'**

Für alle Bauteile werden auf Basis der Anforderungsprofile in Frage kommende Tools verglichen (Tabelle 1 exemplarisch für befestigte Flächen). Das Tool, das am Geeignetsten erscheint, wird für die weitere Modellierung verwendet (MABLING 2018). Das entspricht dem pragmatischen Vorgehen, das in Bereichen, für die es bisher keine IFC-Objekte gibt, gängige Praxis ist.

Das im Hochbau für Geschossdecken genutzte IFC-Objekt ‚IfcSlab‘ ist auch für die Modellierung befestigter Flächen im Außenbereich geeignet, da es Decken mit unterschiedlichen Höhenpunkten und Schichtaufbauten ermöglicht. Für Bauteile wie Kantensteine, Stützmauern etc. gibt es bisher keine IFC-Klassen. Grundsätzlich lassen sich aber alle Elemente als Sonderbauteile (IfcProxy) mit frei definierbaren Benutzer-Eigenschaften (Custom Psets) erstellen. Vergleichbar ist dies mit dem Anlegen von (2D-) Bibliotheken auf der Basis von Blöcken in der herkömmlichen CAD.

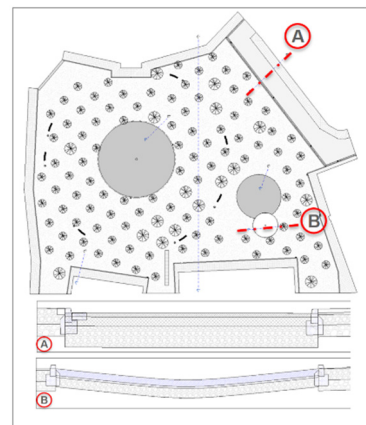
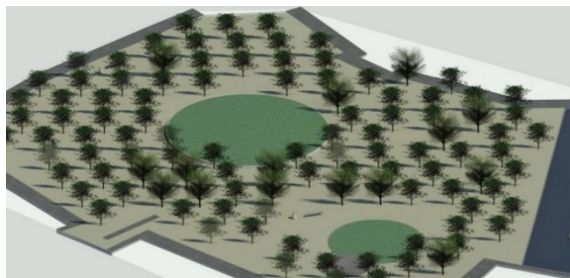
Bei der Erstellung von Bauteilen und deren Verwendung im BIM-Prozess ist außerdem der erforderliche Detaillierungsgrad in den verschiedenen Leistungsphasen von Bedeutung. Diese sind nicht Bestandteil der IFC-Definition von Objekten, sondern ergeben sich aus den Anforderungen der Auftraggeber und sind in den sogenannten EIR (Employer-Information-Requirement) zu definieren. Die Detaillierung wird meistens nach US-Vorbild mit den 5 Level of Detail (LOD 100 Vorentwurf bis LOD 500 Facility Management) beschrieben. Dabei

wird sowohl die Genauigkeit der Geometrie (LOG) als auch der Informationen (LOI) definiert. Dies erscheint für die Praxis momentan zu differenziert, sodass die Bauteile in 2 LOD-Stufen (LOD Entwurf, LOD Ausführungsplanung) erstellt wurden. Dieses Verfahren wird auch im Hochbau oft praktiziert. Üblich sind hier häufig Darstellungsgenauigkeiten im 3D-Modell bis zum Maßstab 1:50, während Details nach wie vor in 2D erstellt werden (BUNDESARCHITEKTENKAMMER E. V. 2017).

**Tabelle 1:** Bewertung der Modellierungstools in Revit für befestigte Flächen

<i>Anforderungen</i>	<b>Modellierungstool</b>		
	<b>Gelände</b>	<b>Decke</b>	<b>Geschossdecke</b>
<i>Modellierung Umgrenzung/Oberfläche</i>			
Erstellen von komplexen Umrisslinien	✓	✓	✓
Zuweisen von Höhen	✓	✗	✓
Hinzufügen von Höhenpunkten	✓	✗	✓
<i>Modellierung Schichtenaufbau</i>			
Volumenkörper mehrere Schichten zuweisen	✗	✓	✓
Reihenfolge und Schichtstärken ändern	✗	✓	✓
Zuweisen von Material, Texturen, Schraffuren	✗	✓	✓
<i>Anforderungen an Ausgabe von Mengen &amp; Massen</i>			
Schichtstärken	✗	✓	✓
Volumen der Schichten	✗	✓	✓
Fläche der Deckschicht	✗	✓	✓
✓ – Anforderungen erfüllt      ✗ – Anforderungen nicht erfüllt			

Abbildung 3 zeigt als Ergebnis das 3D-Modell des Platzes. Es ist gelungen, alle erforderlichen Bauteile zu erstellen. Das Modell ist für Visualisierungen und Schattenanalysen nutzbar. 2D-Schnitte und Ansichten lassen sich aus dem 3D-Modell ableiten und werden bei Änderungen automatisch nachgeführt.



**Abb. 3:** 3D-Modell des Platzes und daraus abgeleitete Werkspläne (Grundriss, Schnitte)

Die Nutzung zur Verfügung stehender BIM-Software für Projekte in der Landschaftsarchitektur erfordert viel 'Handarbeit' zum Beispiel beim Aufbau geeigneter Bauteilbibliotheken. Im Beispielprojekt wurden parametrisierbare Bauteile (in Revit sogenannte ‚Familien‘) für eine Stützmauer erstellt. D. h. alle in Abbildung 4 verwendeten Mauerscheiben und Eckelemente mit individuellen Abmessungen lassen sich aus einem ‚Prototyp‘ benutzerfreundlich ableiten.



**Abb. 4:**  
Mauerscheiben als benutzereigene  
parametrisierbare Bauteile  
(LOD Ausführungsplanung)

3D-BIM-Modelle ermöglichen Kollisionsprüfungen. Mithilfe eines Modelcheckers kann die Konsistenz der eigenen Planung überprüft werden und anschließend die Planabstimmung zwischen den Gewerken stattfinden. Im vorliegenden Beispiel wurden Überschneidungen der Mauersegmenten-Volumina mit den Pflasterschichten ‚aufgespürt‘, die anschließend durch Modellierung der Auskofferungen beseitigt wurden. Es wird das Autodesk-eigene Werkzeug Naviswork Manage verwendet. So kann auf eine weitere Spezialsoftware – wie beispielsweise das in der Praxis verbreitete Solibri – verzichtet werden.

Abschließend wird das 3D-Modell des Platzes aus dem Revit-eigenen Datenformat in das softwareunabhängige IFC-Format exportiert, im IFC Viewer geöffnet und überprüft (KIT 2018). Alle Modellelemente sind sowohl in Ihren Geometrien als auch den angehängten Sachinformationen vollständig vorhanden, sodass das erstellte 3D-Modell als Bestandteil eines BIM-Kooperationsmodells auch für die weitere Planabstimmung mit anderen Gewerken geeignet wäre.

## 5D – Ausschreibung und Kostenermittlung

Ein Ziel der BIM-Bearbeitung ist die mengenkorrekte Ableitung der Ausschreibungsunterlagen. Erforderliche Massen lassen sich aus dem 3D-Modell durch Abfragen und Filter ermitteln und in Listen zusammenstellen. Eine händische Auswertung wird damit überflüssig. Die generierten Listen sind z. B. als Excel-Datei auslesbar. Für die Datenübergabe an der Schnittstelle zu Ausschreibungs-, Vergabe- und Abrechnungsprogrammen (AVA/GAEB) braucht Revit zusätzliche Tools, die mehrere Software-Anbieter zur Verfügung stellen. Alternativ ermöglichen Ausschreibungs-, Vergabe- und Abrechnungsprogramme auch direkt den Import von IFC-Modellen und die Zuordnung von Ausschreibungstexten, visuell unterstützt mit einem 3D-Viewer.

Eine besonders komfortable Lösung ist die App DBD-BIM von Dr. Schiller und Partner, die anhand des Beispielprojektes getestet wurde. Es handelt sich um eine Online-Lösung, die in die CAD-Software eingebunden wird. Sie bietet die Möglichkeit, den Bauteilen Standardleistungstexte (STLB) und Durchschnittspreise zuzuordnen. Dieses basiert auf dem Klassifikations- und Beschreibungssystem, mit dem BIM-Datenmodelle inhaltlich kompatibel zu Ausschreibungstexten und zum IFC-Standard mit Daten gefüllt werden können (DIN SPEC 91400, SCHILLER & FASCHINBAUER 2016).

Solange verwendete Bauteile der IFC-Logik entsprechen, funktioniert die Leistungszuweisung und Kostenermittlung mithilfe der DBD-BIM App weitestgehend automatisch und reibungslos. Im Fall von befestigten Flächen, Pflanzen und sonstigen Modellobjekten der Landschaftsarchitektur, für die noch keine IFC-Klassifikationen existieren, ist dieser Automatismus nicht möglich. D. h. die 3D-Elemente werden ausgewählt und dann den zugehörigen Bauteilen der DBD-BIM-Struktur von Hand zugeordnet.

Deutlich wird hier die Bedeutung expliziter IFC-Objekte sowie einer ‚richtigen‘ 3D-Modellierung für eine effiziente Massenermittlung. Probleme gibt es z. B. wenn Umgrenzungen wie Bordsteine mit Einzelbausteinen modelliert werden, die in ‚Stück‘ gezählt werden, die erforderliche Einheit für die Leistungstexte jedoch ‚m‘ ist. Wünschenswert ist weiterhin, dass in einer zukünftigen Version der DBD-BIM App auch Übermessungen berücksichtigt werden (wie dies im Fall von Fensteröffnungen in Wänden schon verwirklicht ist).

Am Beispiel der Anbindung von Ausschreibungstexten wird die Leistungsfähigkeit des Datenbankkonzepts von BIM deutlich. Prinzipiell ließen sich beliebig viele weitere Informationen anbinden. DBD-BIM verknüpft zum Beispiel relevante technische Normen und Richtlinien, die dann passgenau im Planungsprozess zur Verfügung stehen. Denkbar wäre z. B. auch die Anbindung der Pflanzenlisten von Baumschulen und Staudenproduzenten.

## **Zusammenfassung und Ausblick**

Für den gewählten Beispielplatz sind auf Grundlage des 3D-BIM Modells bereits wesentliche Elemente eines BIM-Prozesses abbildbar. Dazu zählen die Ableitung von Plänen und Bauteillisten zur Mengenermittlung aus dem Modell, sowie die Übergabe der Daten über die IFC-Schnittstelle für den modellbasierten Datenaustausch. Zielführend wären (wissenschaftlich begleitete) Praxis-Pilotprojekte unter Beteiligung von Landschaftsarchitekten, um weiteres Know-how aufzubauen.

Das skizzierte Beispiel umfasst natürlich nur einen kleinen Ausschnitt landschaftsarchitektonischer Planungsleistungen. Diese sind zurzeit nicht mit einer einzelnen Software abbildbar: Branchenspezifische CAD-Software hat Defizite bei den grundlegenden BIM-Funktionalitäten, Infrastruktur-Software ist nicht geeignet für die Konstruktion, Software für den Hochbau hat nur eingeschränkte Funktionen für Gelände. Jedoch stehen auch andere Gewerke vor der Aufgabe, hier Lösungen zu finden. Beispielhaft ist das Vorgehen im Straßenbau. Brücken werden als Sonderbauteile in Hochbau-Software erstellt und über IFC in eine Tiefbau-Software übergeben, wo sie in das Gelände und die Straßenplanung integriert werden. Auch für die Einbindung in GIS gibt es bereits Schnittstellen, wie z. B. im deutschen BIM-Infrastruktur-Pilotprojekt A99 getestet (SCHALLER et al. 2017).

Die Anbindung von Sachinformationen als wesentliches Leistungsmerkmal von BIM wurde in dieser Darstellung bisher nicht berücksichtigt. Dies ist aber essenziell u. a. für eine mögliche Übernahme des BIM-Modells als Datenbasis für das Grünflächenmanagement. Gerade dieser BIM-Ansatz ist relevant, da in der Phase des Betriebens bei Freianlagen hohe Kosten anfallen. Auch in der Gruppe der deutschen Produkthersteller für die grüne Branche wird die Notwendigkeit der Auseinandersetzung mit BIM gesehen. Anknüpfungspunkt sind dabei die vom LANDSCAPE INSTITUTE UK herausgegebene Vorschläge für Produkt Data Templates (PDTs), basierend auf einem Mastertemplate der CIBSE (Chartered Institute of Building Services Engineers). Eine Diskussion um PDTs für Betonbauteile und Baumschulprodukte wird in Deutschland aktuell in einer BIM-Arbeitsgruppe der FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau) geführt.

Häufig ist zurzeit nicht geklärt, welche Informationen der Fachplaner ‚Landschaftsarchitekt‘ in der Projektabwicklung mit BIM zu liefern hat. Für den Hoch- und Tiefbau wurden hierfür komplexe ‚Prozesslandkarten‘ entwickelt (Wer liefert was, wann, an wen, in welcher Tiefe?), die auch als Gerüst zur Formulierung von EIR (Employer-Information-Requirement) dienen. Auf dieser Basis wurde der Prototyp eines ‚Referenzprozess BIM für Freianlagen‘ erstellt, der die Basis liefern könnte für Muster-EIR, die BIM Leistungen unter Berücksichtigung des Machbaren aus Sicht der Landschaftsarchitektur beschreiben (WOZNIAK 2018). Bereits im vorliegenden wenig komplexen Beispiel wird deutlich, wie wichtig es ist, zu Projektbeginn im ERP die BIM-Anwendungsfälle ergänzt durch Modellierungsanleitungen zu formulieren. Nur so lässt sich sicherstellen, dass das im späteren Verlauf Auswertungen auf Grundlage 3D-Modells möglich sind, wie z. B. Mengenermittlungen und Verknüpfung zu Leistungen und Kosten (5D) oder die Simulation des zeitlichen Verlaufs des Baufortschritts (4D).

Die softwareunabhängig formulierten Anforderungsprofile zur Modellierung landschaftsarchitekturspezifischer Bauteile in BIM dienen hier zur Auswahl geeigneter Modellierungstools sowie als Richtschnur für die Erstellung des Platz-Modells. Auch bei der mit Softwareherstellern zu führenden Diskussion um notwendige Neu- und Weiterentwicklungen von BIM-Tools können sie helfen.

Sie bieten sich jedoch vor allem als Grundlage für die Entwicklung von BIM-Standards für Landschaftsarchitektur-Bauteile an. Zur Weiterentwicklung des IFC-Standards werden sogenannte IDMs (Information Delivery Manuals) erstellt. Diese Methode zur Definition der Anforderungen für den Datenaustausch im konkreten BIM-Anwendungsfall liegt als DIN EN ISO 29481 vor. In der Fachgruppe ‚BIM in der Landschaftsarchitektur‘ des German Chapter of buildingSmart sind zurzeit ‚IDM Pflanze‘ sowie ‚IDM befestigte Flächen‘ in der Diskussion. Um bei der Definition und Standardisierung von BIM-Prozessen im Umfeld der Landschaftsarchitektur voranzukommen, sind nationale und internationale Abstimmungsprozesse erforderlich. Ein vielversprechender Anfang ist das Activity Proposal for buildingSMART International, named ‚IFC for Site, Landscape, and Urban Planning‘ by Jeffrey Ouellette, buildingSmart International.

## Referenzen

BIMiD-KONSORTIUM (2017), BIMiD-Leitfaden – So kann der Einstieg in BIM gelingen. Hrsg. vom Fraunhofer IBP. <https://bim-cluster-rlp.de/pdf/BIMiD-Leitfaden-2018.pdf> (22.03.2019).



- BUNDESARCHITEKTENKAMMER E. V. (2017), BIM für Architekten – Leistungsbild, Vertrag, Vergütung. <https://www.bak.de/w/files/bak/03berufspraxis/bim/bim-bak-broschuere-web.pdf> (22.03.2019).
- BRÜCKNER, I. et al. (2018), Platz-Modellierung und Abrechnung mit BIM – von 3D bis 5D. In: Neue Landschaft, 12/2018, 34-30. Patzer Verlag, Berlin
- CIBSE, ProductData Templates. <https://www.cibse.org/knowledge/bim-building-information-modelling/product-data-templates> (22.03.2019).
- DIN EN ISO 29481-1:2018-01. Bauwerksinformationsmodelle – Handbuch der Informationslieferungen – Teil 1: Methodik und Format.
- KIT – KARLSRUHER INSTITUT OF TECHNOLOGY: FZKViewer. <https://www.iai.kit.edu /1648.php> (22.03.2019).
- LANDSCAPE INSTITUTE, PDT Store. <https://www.landscapeinstitute.org/technical-resource/pdt-store/> (22.03.2019).
- MABLING, N. (2018), BIM-gestützte Modellierung in der Landschaftsarchitektur – am Beispiel eines städtischen Platzes mit Autodesk Revit. Bachelor-Thesis, Hochschule Osnabrück.
- SCHALLER, J. et al. (2017), Planungsoptimierung von Ingenieur- und Umweltplanung durch Integration von BIM und GIS. Leitfaden Geodäsie und BIM. Runder Tisch GIS e. V., 128-130.
- SCHILLER, K. & FASCHINGBAUER, G. (2016), Die BIM-Anwendung der DIN SPEC 91400. Hrsg. vom DIN – Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag, Berlin.
- SHILTON, M. (2018), Digital Futures – BIM in LANDSCAPE Design: A UK Perspective. Journal of Digital Landscape Architecture, 3-2018, 236-240. doi:10.14627/537642025; <https://gispoint.de/gisopen-paper/4372.html>.
- WIK, K. H., SEKSE, M., ENEBO, B. A. & THORVALDSEN, J. (2018), BIM for Landscape – A Norwegian Standardization Project. Journal of Digital Landscape Architecture, 3-2018, 241-248, doi:10.14627/537642026; <https://gispoint.de/gisopen-paper/4372.html>.
- WOZNIAK, M. (2018), Anforderungen an den BIM Referenzprozess von Freianlagen. Master-Thesis, Hochschule Osnabrück.