

EINSATZ VON **OPENBIM** UND **KI** IM **BEWILLIGUNGSVERFAHREN** DER **STADT WIEN**

USE OF OPENBIM AND AI IN THE APPROVAL PROCESS OF THE CITY OF VIENNA

Harald Urban & Christian Schranz (TU Wien), Tina Krischmann,
Hannes Asmera (ODE) & Bernd Pinter (Stadt Wien, MA01)

KEYWORDS:

Digitalisierung, openBIM, Behörde, BIM-Prüfroutine, KI

KURZFASSUNG

Im Forschungsprojekt BRISE-Vienna entwickelt ein Team aus Forscher_innen und BIM-Expert_innen das Baubewilligungsverfahren der Zukunft mit und für die Stadt Wien. Im Fokus steht das openBIM-Modell des einzureichenden Bauvorhabens. Dieses BIM-Modell wird teilautomatischen Prüfroutinen unterzogen. AR und KI unterstützen die Behörde im Verfahren.

ABSTRACT

In the research project BRISE-Vienna, a team of researchers and BIM experts is developing the building submission process of the future with and for the City of Vienna. The focus is on the openBIM model of the building project to be submitted. This BIM model is subjected to semi-automatic test routines. AR and AI support the authority in the process.

1. EINLEITUNG

Derzeit erfolgt das Bewilligungsverfahren der Behörde anhand von eingereichten 2D-Plänen. Immer mehr Planende verwenden BIM in ihrem Planungsprozess [21]. BIM (Building Information Modeling) ist eine optimierte Methode zum Erzeugen, Austauschen und Pflegen von digitalen, modellbasierten Bauwerksdaten [2] [7] [9]. Das openBIM-Modell [8] als zentrale Stelle der Bauwerksdaten und -informationen weist vielfältige Potenziale für den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks auf [22] (openBIM verweist auf die Verwendung offener Standards). Die Baueinreichung spielt im BIM-Projektzyklus noch eine geringe Rolle. Vielmehr stellt die Einreichung für BIM-Planer_innen derzeit einen Mehraufwand dar: aus den Modellen müssen wieder konventionelle 2D-Pläne generiert und mit weiteren Informationen angereichert werden. Dies ist ein massiver Medienbruch, weshalb es immer mehr Anstrengungen zu einer BIM-Einreichung gibt (z.B. [14]).

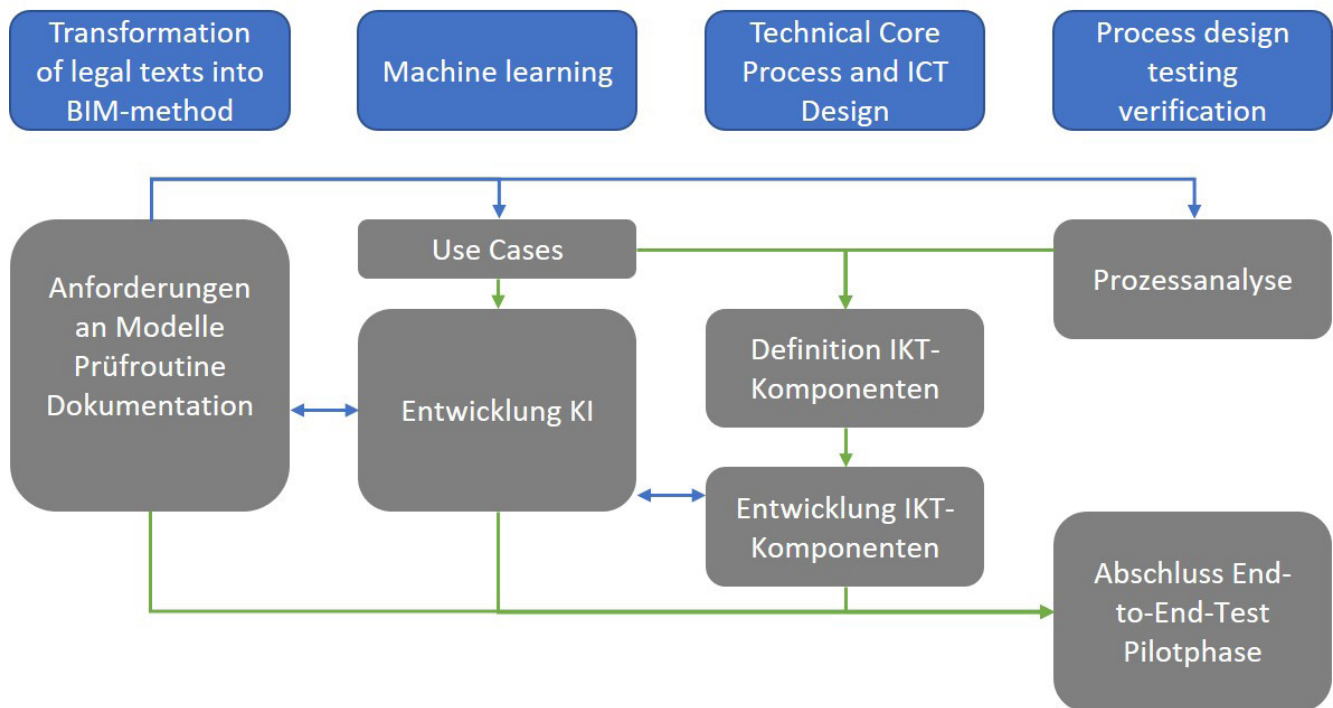


Abb. 1: Arbeitspakete samt Ablauf des Forschungsprojekts BRISE-Vienna (Abb.: Urban)

Das zentrale Thema im Forschungsprojekt BRISE-Vienna [18] ist daher die Entwicklung eines openBIM-Bewilligungsverfahrens. BIM-Modelle als Bauantragsmodell dienen als Grundlage für die baubehördliche Überprüfung anhand der Wiener Bauordnung [1], Nebengesetze [25] sowie des Flächenwidmungs- und Bebauungsplans [19]. Im Projekt BRISE-Vienna soll diese Prüfung aufgrund des Einsatzes von BIM neu durchdacht werden. Im Forschungsprojekt BRISE-Vienna arbeiten Wissenschaft (TU Wien – Bauingenieurwesen und Informatik), Verwaltung (Stadt Wien), BIM-Experten (ODE) und ZT Kammer (Wien, Niederösterreich, Burgenland) in enger Zusammenarbeit am Baubewilligungsverfahren der Zukunft. Als Forschungs- und Entwicklungsprojekt erhält BRISE-Vienna rd. 4,8 Mio. € Fördermittel von der EU-Förder-schiene „Urban Innovative Actions“.

Die Kernthemen des Forschungsprojekts sind:

- » Entwicklung von openBIM-Prüfroutinen
- » Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI), u.a. für die Analyse von Vorschriften
- » Einsatz von Augmented Reality im Bewilligungsverfahren (modellbasierte Einsichtnahme)
- » Entwicklung IKT-Struktur

Die ersten beiden Punkte sind nach einer Einführung in das openBIM-Bewilligungsverfahren Bestandteil dieses Artikels. Das Forschungsprojekt ist für die Umsetzung in verschiedene Arbeitspakete unterteilt (siehe Abb. 1). Das Projekt wurde mit einer eingehenden Soll-Prozessdefinition aller zukünftigen Abläufe gestartet. Erklärtes Ziel ist, die Potentiale eines zukünftigen, durchgängig digitalisierten openBIM-Verfahrens ausschöpfen zu können. Dieses neue Verfahren basiert auf dem technischen Wissen aus den Arbeitspaketen zu BIM und Künstlicher Intelligenz (in Abb. 1: AI für Artificial

Intelligence). Im Arbeitspaket „Transformation of legal texts into BIM-method“ werden die Anforderungen an die BIM Modelle, an die Entwicklung der Prüfroutinen, Dokumentation und an die Erstellung des Referenzmodells erarbeitet. Das Arbeitspaket „Machine learning“ entwickelt in enger Abstimmung neuartige KI-Lösungen. Die verschiedenen Anbindungen aus den anderen Arbeitspaketen und die Web- bzw. Datenbankkomponenten werden im Arbeitspaket „Technical Core Process and ICT Design“ definiert und entwickelt. Die Einbindung von Augmented Reality für die modellbasierte Einsichtnahme erfolgt ebenfalls in diesem Arbeitspaket. In der Endphase des Projektes werden die verschiedenen Komponenten gemeinsam in einer Pilotphase getestet und evaluiert.

2. OPENBIM-BEWILLIGUNGSVERFAHREN

2.1. Grundlagen

Im Zentrum des im Forschungsprojekt BRISE-Vienna entwickelten digitalen Bewilligungsverfahrens [15] steht das BIM-Modell. Eine Umsetzung von digitalen Bewilligungsverfahren ist nur in der openBIM-Methode (siehe Level 3 gem. ISO 19650-1 [12]) möglich. Die Verwendung der openBIM-Methode hat viele Gründe. Einerseits ist die Zugänglichkeit zu einem digitalen Bewilligungsverfahren nicht durch die Vorgabe einer speziellen Autorensoftware eingeschränkt. Die Bauwerber_innen können zur Erstellung des Bauantragsmodells die Autorensoftware ihrer Wahl verwenden. Dadurch kommt es nicht zu einer Benachteiligung oder gar eines Ausschlusses von Bauwerber_innen durch eine Software-Einschränkung. Andererseits erleichtert die Verwendung der openBIM-Methode die spätere Anpassung des Bewilligungsverfahrens für andere Orte (sowohl national oder international).

```
#11= IFCOWNERHISTORY(#7,#10,$,NOTDEFINED,$,$,$,1581848416);
#26= IFCPROJECT('3xUAvmkUzENPEaZ0_s0awj',#11,'AllplanTestprojekt',$,$,$,(#65),#36);
#36= IFCUNITASSIGNMENT((#13,#14,#15,#19));
#38= IFCBUILDING('0wVmWt28DpvgEtBzNOUSA',#11,'Default Building',$,$,#50,$,$,ELEMENT,$,$,$);
#47= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#48,$,$);
#48= IFCARTESIANPOINT((0,0,0));
#50= IFCLOCALPLACEMENT($,#47);
#54= IFCBUILDINGSTOREY('2au4f2cLb9Sqe_neNqe1FT',#11,'Geschoss',$,$,#58,$,$,ELEMENT,0,);
#55= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#56,$,$);
#56= IFCARTESIANPOINT((0,0,0));
#58= IFCLOCALPLACEMENT(#50,#55);
#65= IFCGEOMETRICREPRESENTATIONCONTEXT($,'Model',3,1.000000000000000E-5,#21,$);
#68= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#69,#71,#73);
#69= IFCARTESIANPOINT((11013.29361463148,18449.9287310378,-200,));
#71= IFCDIRECTION((0,0,1));
#73= IFCDIRECTION((-1,0,0));
#75= IFCLOCALPLACEMENT(#58,#68);
```

```
zñ      cy(ñhvZPúDi)°8ò°<ò°°xæ8o)Z$50 EOM'~--Vf[]±Ei²4i±'[] pr²EC<8m'p>æ² f
Z,,04[]?0m'p±'6ú²10[] 0o:ù;×¶E76h'°SX)uQ0ÄÄÖÉ'~JÜ7k[L']jô~ú»11;g$HxÄÄJ×
Z,,0'~é~æ|<c|K0ÜÜe·æÄzB[]I:²É0jE2Z
Z,,0tI
SZ|3'kZg!
ò-°ç833CE8H'ú'wúí'[]iëÉ,IK8[]æJ#P×çä;°mPlP°I[]pH[]æZmÄz\ó1ó1~+|×0j°
,00ä1ü!
I@[]_c,,)5 5°)t)(Pcf j33[]X-)'³ä),X910$Q0mPl
$10 @'L<[]ü!Zmz×k,°è²¹ú~æ'äüGpÉ æt'°(cf
jñæÉó,JHæ8,ó1°0XG0iXwç0_c[]cý0 0,ó')æ/T[]fæ
[]-[]08°CT Nw0æX$10_°²ÄpÜÉ=]
$Ä0 8'K[]'ym[]Z²$Äs1ZQ,IæJÉ0[ÜÄ ¾,,ä~ä,,Wj!Cæä[]'is°w0,[]-~0È)~«Äüi~°/N°u)(èbf
[Zx)0  []0°°s>0$0N8p°°B-j.:_IÉ_[]rc_]0FSÄm[]#~É0jX[]1Är27Éj²pæmfp[K0[]0pÜENo
[]p,,²40[]:GZ[]µ<)w°Eps[]z kóY°#°0&yæt'Ii°[]K0H°."br2[]0ct0ççÄÜ°°Äpcyâ"4|'²>Ä\itÄiI°[]C
+5ÄÜ°°èz g0[]S[]G t
8ÄÜ[]_[]t@mj pë0Z'[]>8KÄ°,v:psY0E#L$,°RC'[]0-
×«~°0pæÄä<[]8²Q1'[]G°_
8ÄC,°QE[]tj~_(\äi°Ä/°);¹Iib:psK0E<jÄK6æ(ÉF>P[+Ü_ý-[]É'cÄ/7tr³0L[]Z0p,,_äV\j0°°
xÄ8æÜ°°°T~°ÄÄ ¹"Ä~7æ9æj°0do'w0[]K0,
xÄCæxj;[]0i
```

Abb. 2: Datenausgabe im Texteditor: IFC-Datei (links) [8] und Revit-Datei (rechts) (Abb.: Urban)

In erster Linie bedeutet openBIM, in diesem Sinne, die Verwendung der IFC-Datenstruktur (gem. ISO 16739-1 [11]). Bei IFC handelt es sich um ein standardisiertes Datenschema, das auf der Datenmodellierungssprache EXPRESS beruht, die in Teil 11 des STEP-Standards (ISO 10303-11 [10]) geregelt ist. Diese Dateien können mit Texteditoren jederzeit geöffnet werden und sind daher programmunabhängig lesbar.

Die ISO-zertifizierte IFC-Datenstruktur gewährleistet demzufolge die langfristige Verwendbarkeit der Modelldaten, wie es auch für Baugenehmigungsunterlagen vorgesehen ist. Im Projekt werden Prüfroutinen für das BIM-Modell, die Modellieranforderungen an das sogenannte Bauantragsmodell und Referenzmodell entwickelt. Das Bauantragsmodell ist das von den BIM-Planer_innen (Anwenderseite) einzureichende BIM-Modell (Abb. 2.2, links). Das Referenzmodell (Abb. 2.2, Mitte) enthält alle Informationen basierend auf Flächenwidmungs- und Bebauungsplan, textuellen Bestimmungen und Vermessungsplan. Dieses Referenzmodell wird durch die Behörde automatisch abhängig vom Bauplatz erstellt und bildet die Bebaubarkeit des Grundstücks ab. Im openBIM-Bewilligungsverfahren werden Bauantragsmodell und Referenzmodell überlagert (Abb. 2.2, rechts) und auf Kollisionen überprüft. Weitere Prüfroutinen umfassen zusätzliche Bestimmungen der Bauordnung [1], der Nebengesetze [25] und der OIB-Richtlinien [20]. Die Überprüfung des bauwerberseitigen BIM-Modells soll in Zukunft im redu-

zierten Umfang auch vor der eigentlichen Einreichung möglich sein. Dies erlaubt die Qualitätsüberprüfung des eigenen BIM-Modells für die BIM-Planer_innen.

2.2. openBIM-Bewilligungsverfahren – die Anwenderseite

Die openBIM-basierte Prüfung der eingereichten Unterlagen betrifft das durch die Bauwerber_innen zu erstellende Bauantragsmodell. Ein Bauantragsmodell muss die Vorgaben zu den für die behördliche Prüfung erforderlichen Informationsinhalten erfüllen. Im Zuge der Erstellung der openBIM-Modellanforderungen im Projekt BRISE-Vienna werden die Informationsanforderungen für die Übermittlung der notwendigen Informationen definiert. Teil dieser Informationsanforderung sind die Detaillierungsgrade:

- » LOG (Level of Geometry) und
- » LOI (Level of Information).

Beide Detaillierungsgrade werden sowohl für das Bauantragsmodell als auch das Referenzmodell (Gegenprüfmodell der Stadt Wien) ausgearbeitet und im Realbetrieb des digitalen Genehmigungsverfahrens für das Bauantragsmodell den Bauwerber_innen zur Verfügung gestellt. Die Bauwerber_innen erhalten zusätzlich über eine Knowledge Base Informationen für die Erstellung des Bauantragsmodells.

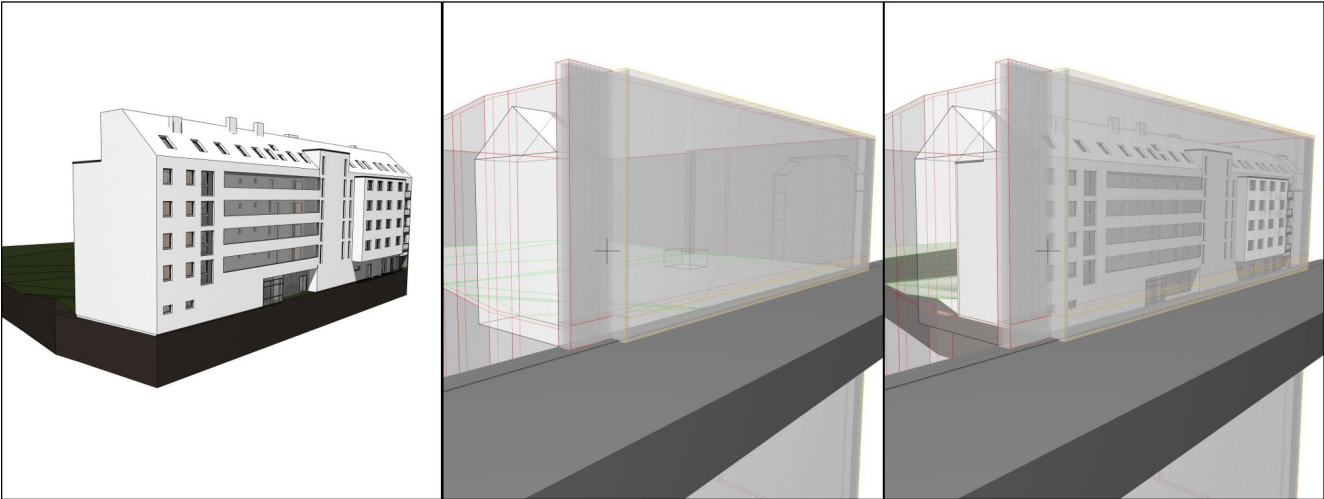


Abb. 3: Bauantragsmodell (links), Referenzmodell (Mitte) und Überlagerung beider Modelle (rechts) (Abb.: Krischmann)

Beispiel Elementklasse Wand (IfcWall)

LOI (Level of Information) > Merkmale:

- LoadBearing (Tragendes Element)
- IsExternal (Aussenliegendes Element)
- Status (Umbau-Status)
- FireRating (Brandschutzklasse)
- Compartmentation (Brandabschnittsbildend)

LOG (Level of Geometry) > Modellierweise:

- Wände mehrschichtig
- Geschossbezogen
- Basispunkt Wand = Rohdeckenoberkante

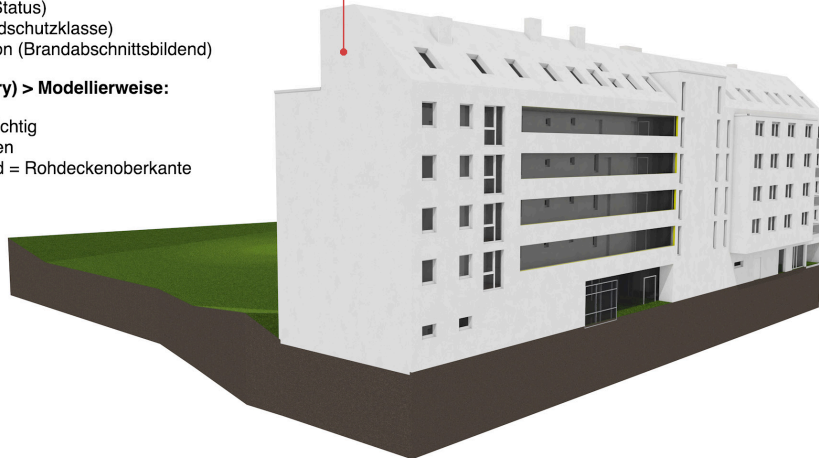


Abb. 4: Bauantragsmodell (Abb.: Krischmann)

Das Bauantragsmodell wird innerhalb des Forschungsprojekts BRISE-Vienna als Testmodell erstellt und verwendet. Der Erstellungsprozess nimmt im Besonderen Rücksicht auf die Anforderungen hinsichtlich:

- » Integration in den phasenbezogenen Projektverlauf,
- » Sicherstellung der Umsetzbarkeit in buildingSMART-zertifizierten Autorensoftware [4] für Architektur und
- » einfache Umsetzung und Weiterverwendung in Schnittstellenbereichen (GWR, 3D-Stadtmodell).

Ein allgemeines Ziel der Planung mit der BIM-Methode ist die Durchgängigkeit im Lebenszyklus. Allerdings werden in der Realität für die Einreichung oft die Fachmodelle im Planungsprozess ausgegliedert und parallel zur weiteren Planung (Vergabe, Ausschreibung, Ausführung) geführt. Ein Ziel von BRISE-Vienna ist es, diese Parallelität wieder aufzuheben. So sollen die für eine digitale Baueinreichung erforderlichen Angaben den Standard-Angaben nicht widersprechen, sondern diese ergänzen. Der verwendete LOG und LOI kann im Fachmodell weitergeführt werden. Im Realbetrieb sollen außerdem die Fachmodelle der Architektur (entspricht dem Bauantragsmodell) frühzeitig hinsichtlich der bautechnischen Anforderungen vorgeprüft werden können. Dies ermöglicht den Planungsbüros eine standardisierte Qualitätsprüfung, die nicht nur für das Genehmigungsverfahren relevant ist, sondern auch für die projektbezogene interne Qualitätssicherung verwendet werden kann.

Aus technischer Sicht verwendet das Bauantragsmodell die Standard-Entities (Klassen) der IFC-Datenstruktur [8] gem. buildingSMART für IfcSpatialStructureElement und IfcBuildingElement. Das Bauantragsmodell besteht aus dem Fachmodell der Architektur und muss nur bedingt Entitäten der IfcDistributionElement einsetzen (z.B. IfcSanitaryTerminal). Als Beispiel für den LOG und LOI der Standard-Bauelemente wird in Abb. 4 im Test-Bauantragsmodell eine Wand dargestellt.

Das Bauantragsmodell muss, wie sein klassischer Vorgänger „Einreichplan“, bestimmte Informationen beinhalten, die teilweise nicht durch die internationale IFC-Datenstruktur abgebildet werden. Der evaluierte LOI für das Bauantragsmodell besteht zum Teil aus den bauphasenüblichen Eigenschaften, wie z.B. in der Auftraggeber Informationsanforderung AIA des bSAT [3] angegeben. Eine Erweiterung der Modellinformationen in den jeweiligen Entities ist jedoch speziell hinsichtlich der baurechtlichen Themenbereiche notwendig, aber auch die bautechnischen Informationen werden ergänzt. Besonders die Räume des Bauantragsmodells finden hier Beachtung, da die internationalen Vorgaben nicht ausreichend sind. Deshalb wird das Objekt eines Raumes beispielsweise um die Information ergänzt, ob es sich um einen „Aufenthaltsraum“ handelt.

Die Vorgaben zur Modellierweise beziehen sich stark auf die Angaben in der ÖNORM A 6241-2, Anhang A [17]. Der LOG greift dabei beispielsweise auf die Geschossabhängigkeit von Bauelementen und den Bezug zum Geschossnull zurück. Im Zuge der Einreichung erhält die Behörde das Bauantragsmodell sowie alle erforderlichen Antragsunterlagen über ein Web-Service der Stadt Wien. In weiterer Folge können die Fachreferent_innen der MA37 auf das gesamte Antragskonvolut zugreifen und dies bei der Prüfung innerhalb der Prüfsoftware verwenden.

2.3. openBIM-Bewilligungsverfahren – die Behördenseite

Für eine Prüfung des Bauantragsmodells wird ein Gegenpart benötigt, speziell für die baurechtlich abzuprüfenden Inhalte der Rechtsmaterie. Das durch die Stadt Wien generierte Referenzmodell bildet die baurechtliche Hülle für den Bereich des Bauantrags und damit für das Bauantragsmodell.

Zentrale Grundlage für das Referenzmodell stellt der Vermessungsplan dar. Der erforderliche Inhalt dieses Vermessungsplans ist mit der Kammer der Ziviltechniker_innen für Wien, Niederösterreich und Burgenland abgestimmt. Der

Vermessungsplan entspricht in vielerlei Hinsicht dem klassischen Vermessungsplan, der den Projektbeteiligten als Basis zur Verfügung steht. Er wird jedoch um spezifische, abgestimmte Informationen ergänzt. Diese sind notwendig, um das Referenzmodell automatisiert erzeugen zu können. Der Vermessungsplan bildet zudem auch den Inhalt des Flächenwidmungs- und Bebauungsplans [19] der Stadt Wien ab.

Basierend auf diesen, für die automatisierte Erstellung erforderlichen Informationen sowie den für die Gegenprüfung mit dem Bauantragsmodell erforderlichen Informationen werden die Detaillierungsgrade LOG und LOI für das Referenzmodell erstellt. Die Automatisierung der Umwandlung von 2D- in 3D-Daten erfolgt in einer speziellen Software, die auf die Transformation von GIS-Daten ausgelegt ist. Die Kombination der Daten des Vermessungsplans mit den Informationsanforderungen des LOG und LOI lässt als Ergebnis das dreidimensionale Referenzmodell (als BIM-Modell im Format IFC) exportieren. Das Referenzmodell bildet die nahe Umgebung des Bauplatzes und den Bauplatz selbst (inklusive bestehender Bauwerke) ab (siehe Abb. 5).

Zur Erstellung des Referenzmodells werden des Weiteren noch die besonderen textuellen Bestimmungen benötigt, welche nicht Teil des Vermessungsplans sind. Daher ist innerhalb des Forschungsprojekts BRISE-Vienna der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) vorgesehen, wie genauer in Abschnitt 4 beschrieben ist. Die für den relevanten Bereich des Bauplatzes definierten besonderen Bestimmungen müssen für die Prüfung der Modelldaten maschinenlesbar übersetzt werden.

3. EINSATZ VON OPENBIM-PRÜFROUTINE ZUR TEILAUTOMATISCHEN PRÜFUNG

Für die Entwicklung der Prüfroutinen [6] zur bautechnischen und baurechtlichen Prüfung kommt im Forschungsprojekt BRISE-Vienna die Software Solibri [23] zum Einsatz. Alle dafür notwendigen Modelle (Bauantragsmodell, Referenzmodell) werden dort zusammengeführt und der notwendigen Prüfung unterzogen. Die Logik der IFC-Datenstruktur (gem. ISO 16739-1 [11]) sowie die geforderten Detaillierungsgrade LOG und LOI dienen als Basis für die Entwicklung dieser Prüfroutinen. Somit ist gewährleistet, dass die Modelle alle prüfungsrelevanten Angaben enthalten. Danach durchlaufen die Modelle mehrere Prüfinstanzen.

Die erste Prüfinstanz ist der Formale Kriterien-Check (FCC – Formal Criteria Check). Diese Instanz prüft die Einhaltung der LOI-Anforderungen. Fällt diese Prüfung negativ aus, sind offensichtlich nicht ausreichend Datengrundlagen für die weiteren Instanzen vorhanden und es kann nicht eingegangen werden. Dabei müssen alle Prüfroutinen möglichst allgemein formuliert sein, um Modelle unabhängig ihrer Softwareherkunft in gleicher Qualität prüfen zu können.

Die zweite Prüfinstanz ist der Qualitäts-Kriterien-Check (QCC

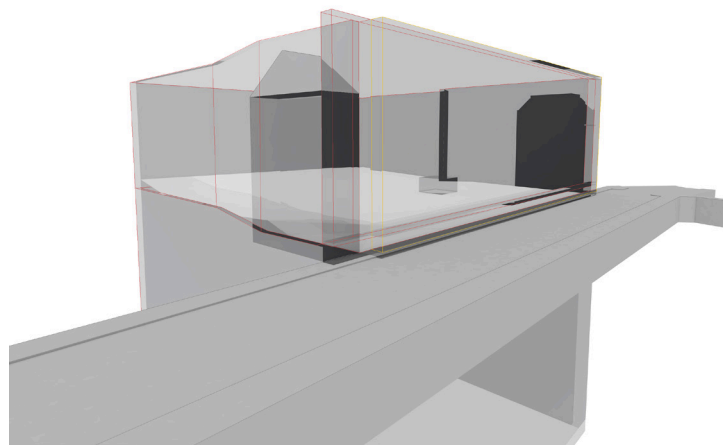


Abb. 5: Referenzmodell REM (Abb.: Krischmann)

– Quality Criteria Check), in dem Modelle in sich auf Kollisionen und andere Qualitätsmerkmale geprüft werden. Diese Prüfinstanz ist im Rahmen des Projekts BRISE-Vienna nicht relevant. In BIM-Projekten kommt ihr allerdings eine hohe Bedeutung zu.

Für die Genehmigungsplanung ist die dritte Prüfinstanz wesentlich: der Integritäts-Kriterien-Check (ICC – Integrity Criteria Check). Hier wird die für das Projekt festgelegte Rechtsmaterie geprüft.

Die entwickelten Prüfroutinen werden in drei Typen eingeteilt:

- » Typ 1: automatische Prüfroutine (siehe Abb. 6)
Die Prüfroutine läuft durch und es liegt automatisiert ein Ergebnis vor; hierbei sind keinerlei Eingaben eines Referent_in notwendig.
- » Typ 2: teilautomatisierte Prüfroutine (siehe Abb. 7)
Es liegt ein Prüfergebnis graphisch vor, ist aber durch Referent_innen zu prüfen bzw. zu bewerten.
- » Typ 3: unterstützende Prüfroutine (siehe Abb. 8)
Das Ergebnis der Prüfroutine ist als graphische Hilfestellung bzw. Hinweis zu sehen; es ist eine manuelle Sichtung und Bewertung der Situation durch Referent_innen notwendig

Grundlage für die Entwicklung jeder einzelnen Prüfroutine ist das Ergebnis der Evaluierung der für das Projekt festgelegten Rechtsmaterie wie Bauordnung, Richtlinien und Standards auf Automatisierbarkeit. Während dieser Evaluierung prüft das Entwickler_innen-Team für jeden Paragraphen, wie die entsprechende Automatisierbarkeit umgesetzt werden kann. Viele Paragraphen können nicht mit nur einer Prüfregel geprüft werden. Häufig müssen mehrere Prüfregeln kombiniert werden, um das Prüfziel zu erreichen. In solchen Fällen entsteht eine Regelkaskade mit Torwächterregeln. Zusätzlich lassen sich diese Torwächterregeln einsetzen, um einerseits die enorme Regelanzahl zu reduzieren sowie die Leistungsanforderungen an die Prüfsoftware zu mindern. Andererseits kann damit verhindert werden, dass ein grundlegender Fehler sich fortpflanzt und unzählige Folgefehler-

Prüfung WBO §83/2/f:
max. zulässige Auskragung von Vorbauten
über die Fluchtlinien

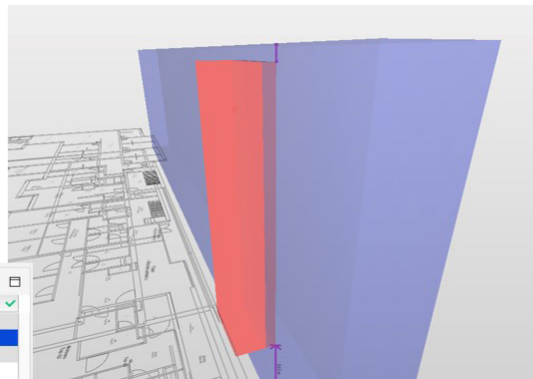
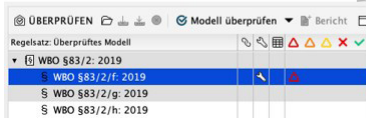


Abb. 6: Prüfung vom Typ 1 – automatische Prüfroutine (automatische Überprüfen der Auskragungen) (Abb.: Asmera)

Prüfung WBO §90/1:
Abdichtung gegen Feuchtigkeit bei Holzdecken in Badezimmer, Toiletten,
Waschküchen und Räume, in denen besondere Feuchtigkeit entsteht

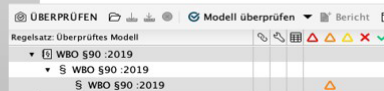
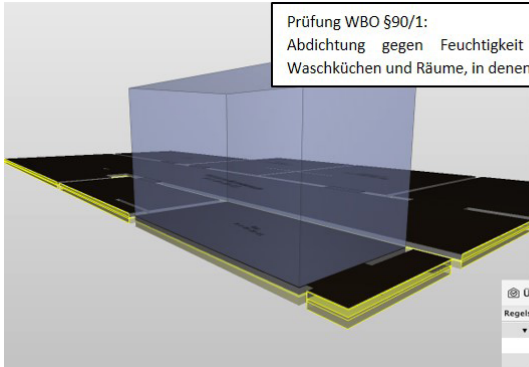


Abb. 7: Prüfung vom Typ 2 – teilautomatische Prüfroutine (automatische Prüfung: Wo liegen Feuchträume über einer Holzdecke, Referent: Kontrolle der Aufbauten auf Abdichtung) (Abb.: Asmera)

Prüfung WBO §89/1/f:
Bauwerke und alle ihre Teile müssen tragfähig sein

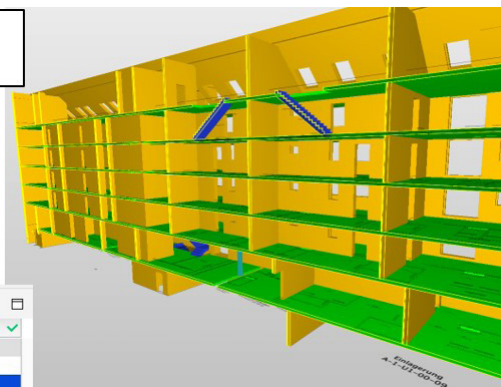
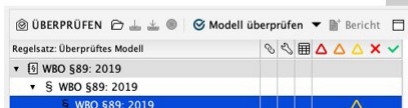


Abb. 8: Prüfung vom Typ 3 – unterstützende Prüfroutine (grafische Darstellung der tragenden Bauteile) (Abb.: Asmera)

meldung produziert. Ebenfalls ist bei der Regelerstellung und deren Dokumentation an eine möglichst effiziente Wartung in Hinblick auf zukünftige Bauordnungs-Novellen oder Gerichtsentscheide zu achten.

Neben den standardmäßig in der Prüfsoftware vorhandenen Regeln entwickelt das Entwickler_innen-Team zielgerichtet eigene neue Regel über die API-Schnittstelle (application programming interface) der Software, um ein größeres Spektrum an Fragestellungen bearbeiten zu können. Ziel hierbei ist die Entwicklung möglichst allgemein gültiger Regeln, damit diese an möglichst vielen Stellen (Paragraphen) flexibel einsetzbar sind. Ein Beispiel ist hier eine Rechenregel, die Berechnungen auf Basis von verschiedenen Werten der Modelle (z.B. „Höhe“) anstellt und diese als Grundlage für andere Regeln zur Verfügung steht. Nach erfolgter Prüfregelerstellung und Freigabe werden die Regeln geclustert, um sie zu strukturieren und zielgerichtet in den Prüfprozess einzugliedern. Für das eingereichte BIM-Modell (Wohnbau,

Schule etc.) erfolgt im Prüfprozess die Wahl der notwendigen und richtigen Prüfregelcluster.

4. KÜNSTLICHE INTELLIGENZ UNTERSTÜTZT DAS BEWILLIGUNGSVERFAHREN

Die Künstliche Intelligenz (KI) ist ein Teilgebiet der Informatik und beschäftigt sich mit der Abbildung „intelligenten“ Verhaltens durch die IT. Derartige technische Systeme können Probleme lösen, die noch vor einigen Jahren als faktisch unlösbar galten. Allerdings beherrscht jedes einzelne KI-System immer nur genau eine Sache – es ist auf genau eine ganz bestimmte Aufgabe hin entwickelt und optimiert worden. Eine KI, die „Gesichter erkennt“, kann nicht auf „Auto fahren“ umgeschult werden oder umgekehrt. Solche KI-Systeme sind also nicht intelligent im herkömmlichen Sinne; sie sind aber durchaus in der Lage, in ihrem eigenen Aufgabenbereich Erstaunliches zu leisten.

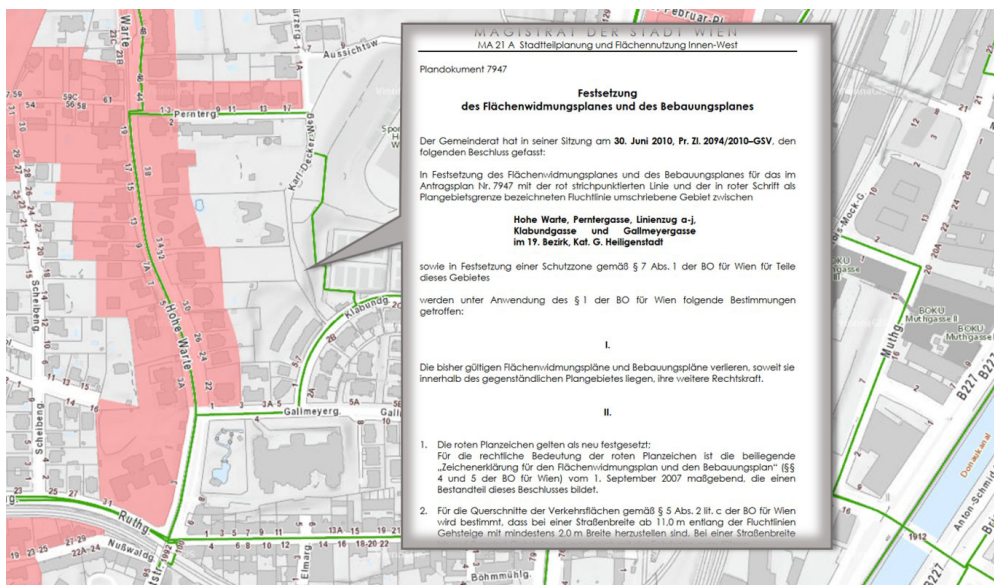


Abb. 9: Der Wiener Flächenwidmungs- und Bebauungsplan, inkl. Plandokument [19] (Abb.: Pinter)

Keine Intelligenz ohne Lernen – das gilt sowohl für Menschen als auch für KI-Systeme. Beim „machine learning“ legen Expert_innen einer Wissensdomäne dem KI-System eine große Menge an Trainingsdaten vor und erklären dem System zusätzlich, welche die jeweils richtige Entscheidung oder Antwort ist. Auf dieser Basis kann ein KI-System sein Modell der Umwelt selbstständig ableiten, erlernen und schlussendlich verbessern [16].

4.1. Textanalyse mit Künstlicher Intelligenz

Sprache wird in der KI mit „Natural Language Processing“ (NLP) analysiert und prozessiert [5]. Dabei zerlegt die KI als Erstes einen Satz in seine einzelnen Wörter und führt diese Wörter zurück auf die jeweilige Grundform (Infinitiv). Die anschließende Konnotation, basierend auf der Grammatik der jeweiligen Sprache, bringt alle Wörter des Satzes in geeignete Relation zueinander. Das Ergebnis ist eine Gewichtung und ein semantischer Zusammenhang der einzelnen Wörter untereinander. Auf Basis dieser Analyse lässt sich im letzten Schritt die Intention, also der eigentliche Inhalt des Satzes ableiten. Beispielsweise liegt den beiden Sätzen „Wie ist das Wetter heute in Tokio?“ und „Soll ich einen Regenschirm einpacken?“ der gleiche Inhalt zugrunde, nämlich die Frage nach dem Wetter, wiewohl beide Sätze auf den ersten Blick doch wenig Gemeinsamkeiten aufweisen. KI-Systeme, die derartige natürlich sprachliche Texte verstehen, sind mittlerweile sehr gut erforscht [13] [24] und haben in den letzten Jahren ihren Siegeszug vom Handgelenk über das Auto bis in die Wohnräume der Menschen angetreten: Alexa, Siri, WienBot und Co sind zu Assistenten des täglichen Lebens für viele geworden.

4.2. Der Wiener Flächenwidmungs- und Bebauungsplan

Der Wiener Flächenwidmungs- und Bebauungsplan [19] beinhaltet neben den zweidimensionalen Plan- bzw. GIS-Daten noch zusätzliche Informationen, die nicht in dieser grafischen Form abbildbar sind. Diese Informationen werden in den entsprechenden Plandokumenten als „besondere textuelle Bestimmungen“ in Form von PDF-Dokumenten hinter-

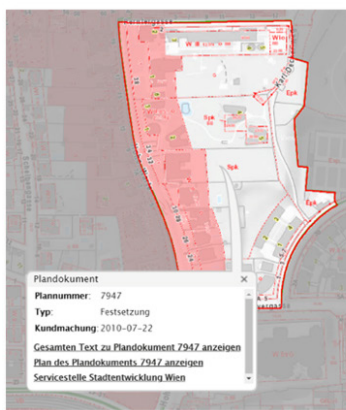
legt. Diese beiden Elemente, der zweidimensionale Plan und die dazugehörigen besonderen textuellen Bestimmungen, bilden eine untrennbar zusammengehörige Einheit und können daher auch nur gemeinsam betrachtet werden (siehe Abb. 9). Die Plandokumente erweitern somit die Wiener Bauordnung um zusätzliche Auflagen und Bestimmungen, die auf die unmittelbare geografische Lage Rücksicht nehmen können.

Die Texte in den Plandokumenten wurden allesamt von Menschen in natürlicher Sprache verfasst. Diese Texte beinhalten selbstverständlich spezifische Inhalte betreffend der Wiener Bauordnung und der Stadtplanung. Ganz allgemein sind sie jedoch Rechtstexte, deren Form und Sprachstruktur sich in vielen Teilen signifikant von der im Alltag gesprochenen Sprache, und damit an die daran angelehnte geschriebene Sprache, unterscheiden. Solche Rechtstexte, in der Literatur auch „legal text“ genannt, sind typischerweise im Nominalstil verfasst. Zwar greifen auch hier grundsätzlich die oben beschriebenen NLP-Methoden, dennoch sind sowohl die KI-Forschung als auch die praktische Erfahrung mit solchen Texten noch nicht besonders umfassend. Daher stellt insbesondere die Entwicklung eines treffsicheren und verlässlichen KI-Systems [5] für die Analyse der Plandokumente eine besondere Herausforderung im Projekt BRISE-Vienna dar.

4.3. Zusätzliche Prüfregelein ableiten

Eine zentrale Aufgabe der KI in BRISE-Vienna ist die Analyse der Plandokumente. Abhängig vom zukünftigen Bauplatz lädt das KI-System das dazugehörige, aktuell gültige Dokument mit den besonderen textuellen Bestimmungen von den öffentlichen Servern der Stadt Wien. Dabei soll die KI den enthaltenen Rechtstext nicht nur inhaltlich verstehen, sondern insbesondere alle enthaltenen Kategorien, Merkmale und deren dazugehörigen Werte extrahieren (siehe Abb. 10).

Nachdem die KI alle relevanten Daten aus dem betroffenen Plandokument extrahiert hat, fasst diese die gefundenen Merkmale zu sinnvollen Sammlungen zusammen. Jede er-



Kategorie	Merkmal	Wert	Ka
Strassen_und_Gehsteige	StrassenbreiteMax	6,0m	Meta
Strassen_und_Gehsteige	VorkehrungBepflanzungOeffentlicheVerkehrsflaeche	TRUE	Lage_Gelae n
Dach	AbschlussDachMax	4,5m	Hoehe
Hoehe	GebaeudeHoeheArt	1,5m	Ausgestaltu es
Ausgestaltung_und_Sonstiges	GebaeudeBautyp	30,0qm	Flaeche
Ausgestaltung_und_Sonstiges	GebaeudeBautyp	Nebengebäude	Dach
Dach	TechnischeUndBelichtungsAufbautenZulaessig	TRUE	
Ausgestaltung_und_Sonstiges	AnordnungGaertnerischeAusgestaltung	TRUE	Flaeche

Abbildung 10: Analyse eines Plandokuments durch die KI (Abb.: Pinter)

zeugte Sammlung wird an die Prüfsoftware weitergereicht, in Kombination mit den Merkmalen und deren konkreten Werten. Diese so übergebenen Sammlungen lösen in der Prüfsoftware die jeweils korrespondierende Prüfroutine aus. So wird die Baubehörde in die Lage versetzt, nicht nur das eingereichte Bauantragsmodell gegenüber den im gesamten Stadtgebiet allgemein gültigen Bauordnungen, Richtlinien und Standards prüfen zu können, sondern auch jene Bestimmungen in die Überprüfungen miteinzubeziehen, die nur für diese ganz spezielle Baueinreichung ihre Gültigkeit haben.

5.ZUSAMMENFASSUNG

Im vorliegenden Aufsatz wurden das im Zuge des Forschungsprojekts BRISE-Vienna in Entwicklung befindliche openBIM-Bewilligungsverfahren der Stadt Wien samt zwei essentieller Bestandteile vorgestellt – die Entwicklung der Prüfroutinen für die teilautomatische Überprüfung sowie der KI-Algorithmen die Analyse der Plandokumente.

Dieses neue openBIM-Bewilligungsverfahren weist vielfältige Vorteile für alle Stakeholder im Zuge des Verfahrens auf, wie Krischmann et al. schon in [15] ausführten. Das Behördenverfahren wird dadurch transparenter. Die im Forschungsprojekt entwickelten Prüfroutinen erlauben eine teilautomatische Prüfung der Rechtsmaterie. Somit fallen zeitintensive Routineprüfung der Referent_innen der Baubehörde weg und ermöglichen die Konzentration der freigeordneten Kapazitäten auf rechtlich aufwendigere Prüfungsmaterie. Das Bewilligungsverfahren wird somit beschleunigt und die Qualität verbessert.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich für die Planenden. Das einzureichende BIM-Modell kann bereits vor der Einreichung der teilautomatischen Prüfung unterzogen werden. Diese Überprüfung ermöglicht, dass BIM-Modell solange zu verbessern, bis die für die Einreichung erforderliche Qualität erreicht wird. Dies erhöht die Qualität des BIM-Modells nicht

nur für die Einreichung, sondern auch für die weitere Verwendung durch nachkommende Unternehmen (z.B. Baufirmen) und den Bauwerber_innen in der Nutzungsphase.

Als dritter Punkt wurde die Entwicklung von KI-Algorithmen für die Abbildung von textuellen Bestimmungen in ein BIM-Referenzmodell vorgestellt. Diese erleichtern die Kontrolle der Bestimmungen und beschleunigen den Überprüfungsprozess. All diese Punkte können zu einer wesentlichen Beschleunigung des gesamten Bewilligungsverfahrens führen.

LITERATUR

- [1] Bauordnung für Wien (2021): Wiener Stadtentwicklungs-, Stadtplanungs- und Baugesetzbuch. LGBl. Nr. 71/2018, <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrW&Gesetzesnummer=20000006> [Zugriff am 12.02.2021].
- [2] Borrmann, R., König, M., Koch, C., Beetz, J. (Hrsg.) (2015): Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. Springer Fachmedien, Wiesbaden.
- [3] buildingSMART Austria (2019): Auftraggeberinformationsanforderung (AIA). http://www.buildingsmart.co.at/wp-content/uploads/2020/12/2020050_AIA-buildingSMART-Austria_Webinar.pdf [Zugriff am 12.02.2021].
- [4] buildingSMART International (2021): Certified Software. <https://www.buildingsmart.org/compliance/software-certification/certified-software/> [Zugriff am 12.02.2021].
- [5] Devlin, J.; Chang, M.-W., Lee, K., Toutanova, K. (2019): BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. <https://arxiv.org/abs/1810.04805> [Zugriff am 15.02.2021].

- [6] Eastman, C., Lee, J.-m, Jeong, Y., Lee, J.-k. (2009): Automatic rule-based checking of building designs. In: Automation in Construction 18 (8), S. 1011–1033.
- [7] Eichler, C.C. (2016): BIM-Leitfaden: Struktur + Funktion. 2. Auflage, Mironde-Verlag, Niederfrohna.
- [8] Eichler, C.C., Schranz, C., Krischmann, T., Urban, H., Gratzl, M. (2021): BIMcert Handbuch. Grundwissen openBIM. Ausgabe 2021. Mironde-Verlag, Niederfrohna.
- [9] Hausknecht, K.; Liebich, T. (2016): BIM-Kompendium – Building Information Modeling als neue Planungsmethode. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.
- [10] ISO 10303-11 (2004): Industrial automation systems and integration – Product data representation and exchange – Part 11: Description methods: The EXPRESS language reference manual. International Organization for Standardization, Ausgabe November 2004.
- [11] ISO 16739-1 (2018): Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries – Part 1: Data schema. Internationale Organisation für Normung, Ausgabe November 2018.
- [12] ISO 19650-1 (2018): Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles. Internationale Organisation für Normung, Ausgabe Dezember 2018.
- [13] Jurafsky, D., Martin, J.H. (2009): Speech and Language Processing. An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition. 2. Auflage, Prentice Hall, New Jersey.
- [14] König, M. (2019): Forschungsprojekt BIM-basierter Bauantrag – Konzept für die nahtlose Integration von Building Information Modeling (BIM) in das behördliche Bauantragsverfahren. 2019, <http://bimbauantrag.de> [Zugriff am: 12.02.2021].
- [15] Krischmann, T., Urban, H., Schranz, C. (2020): Entwicklung eines openBIM-Bewilligungsverfahrens. Bauingenieur, 95 (9), S. 335–344.
- [16] Müller, A., Guido, S. (2016): Introduction to Machine Learning with Python. O'Reilly Media, Cambridge.
- [17] ÖNORM A 6241-2 (2015): Digitale Bauwerksdokumentation, Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM. Austrian Standards Institute, Ausgabe Juli 2015.
- [18] Stadt Wien (2021): BRISE-VIENNA – Projektbeschreibung. <https://digitales.wien.gv.at/site/projekt/brisevienna/> [Zugriff am: 12.02.2021].
- [19] Stadt Wien (2021): Flächenwidmungs- und Bebauungsplan. <https://www.wien.gv.at/flaechenwidmung/public/> [Zugriff am 12.02.2021].
- [20] Österreichisches Institut für Bautechnik (2019): OIB-Richtlinien. <https://www.oib.or.at/de/oib-richtlinien> [Zugriff am 12.02.2021].
- [21] Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., Teicholz, P. (2018): BIM Handbook. 3. Auflage, Wiley, Hoboken, New Jersey.
- [22] Sanchez, A., Hampson, K., Vaux, S. (2016): Delivering Value with BIM: A Whole-of-Life Approach. Routledge, London.
- [23] Solibri Inc. (2021): Solibri Model Checker [Software]. <https://www.solibri.com/> [Zugriff am: 28.01.2021].
- [24] Webber, B., Cohn, T., Yulan, H., Liu, Y. (Hrsg.) (2020): Proceedings of the 2020 conference on empirical methods in natural language processing (EMNLP).
- [25] Wiener Garagengesetz: Gesetz über das Einstellen von Kraftfahrzeugen, kraftbetriebene Parkeinrichtungen und Tankstellen in Wien. LGBl. Nr. 71/2018, <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrW&Gesetzesnummer=20000052> [Zugriff am 15.04.2020].

AUTOREN:

Harald Urban, Christian Schranz

Technische Universität Wien
Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Karlsplatz 13/234-01, 1040 Wien
harald.urban@tuwien.ac.at
christian.schranz@tuwien.ac.at
www.ibb.tuwien.ac.at/zdb

Tina Krischmann, Hannes Asmera

ODE office für digital engineering
Grünbergstraße 15, 1120 Wien
t.krishmann@ode.or.at
h.asmera@ode.or.at
www.ode.or.at

Bernd Pinter

Stadt Wien, MA01 – Wien Digital
Friedrich-Schmidt-Platz 3, 1080 Wien
bernd.pinter@wien.gv.at