

Automatisierte projektabhängige Filterung von technischen Regeln mit IDS

Lennard Buttgereit^{1,2,3} and Merna Emara¹

¹Institut für Bauinformatik, Technische Universität Dresden, Nürnberger Str. 31a, 01062 Dresden

²Schübler-Plan Digital GmbH, Grafenberger Allee 293, 40237 Düsseldorf

³IPROconsult GmbH, Schnorrstraße 70, 01069 Dresden

E-mail(s): lennard.buttgereit@gmail.com, merna.emara@tu-dresden.de

Abstract: Die deutsche Bauindustrie ist geprägt von einem komplexen Gefüge an technischen Regeln und Regularien. Am Bau Beteiligte müssen in der Regel eigenständig identifizieren, was davon auf sie in einem konkreten Bauprojekt zutrifft und was vernachlässigt werden kann. Dies, in Kombination mit der hohen Dynamik in Regelwerkentwicklung und -aktualisierung kann zu Unstimmigkeiten mit Behörden und langwierigen Genehmigungsverhandlungen führen. Vor allem trägt es aber auch zu einer empfundenen Überregulierung bei. Die nachfolgende Arbeit stellt ein Konzept für einen Dienst vor, der auf Grundlage von konkreten Projektinformationen automatisiert filtern kann, welche technischen Regeln, als ein Teil der Regulierung, zu beachten sind. Es basiert auf einem Register an Informationsanforderungen im Format von buildingSMARTs Information Delivery Specification, bei dem jeder Anwendungsbereich einer Regel eine eigene Informationsanforderung darstellt. Der Umfang des Registers ist aktuell auf die in der Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen gelisteten technischen Regeln festgelegt.

Keywords: Building Information Modeling (BIM), Code Compliance, Technische Regeln, Technische Baubestimmungen



Erschienen in Tagungsband 35. Forum Bauinformatik 2024, Hamburg, Deutschland, DOI: 10.15480/882.13541

© 2024 Das Copyright für diesen Beitrag liegt bei den Autoren. Verwendung erlaubt unter Creative Commons Lizenz Namensnennung 4.0 International.

1 Welche technischen Regeln sind rechtlich bindend?

Das Deutsche Institut für Normung (DIN) führt ca. 3900 technische Regeln mit Relevanz für das Bauwesen [1]. Vom DIN herausgegebene Normen oder technische Regeln müssen jedoch nicht automatisch beachtet werden. In Deutschland ist das Bauordnungsrecht maßgebend, also die jeweilige Bauordnung eines Landes (LBO). Im Nachfolgenden wird vereinfacht auf die standardisierende Musterbauordnung (MBO) Bezug genommen. Die dort in § 3 niedergeschriebenen allgemeinen Anforderungen an Anlagen können nach § 85a Abs. 1 Satz 1 durch sogenannte technische Baubestimmungen konkretisiert werden [2]. Dabei handelt es sich um technische Regeln, die aufgrund der Verkündung im Rahmen des Bauordnungsrechts zu beachten sind. Zu eigenständigen Rechtsnormen werden sie durch die Verweisung nicht [3].

Um welche technischen Regeln es sich konkret handelt, wird von der obersten Bauaufsichtsbehörde eines jeweiligen Landes bekannt gemacht. Analog zur MBO besteht in der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) eine für die 16 Länder homogenisierende Version. Sie wird vom Deutschen Institut für Bautechnik jährlich aktualisiert bzw. veröffentlicht und umfasst für den maßgebenden Abschnitt A in der Version 2023/01 nur 216 Verweise auf technische Regeln [4]. Die MVV TB und davon abgeleitete Landesverwaltungsvorschriften werden ausschließlich als PDF veröffentlicht (Stand 2024).

In der Theorie können am Bau Beteiligte das digitale Dokument sichten und die relevanten technischen Regeln identifizieren. In der Praxis ist dieses Vorgehen jedoch wenig realistisch. Zumeist wird auf das eigene Wissen, das erfahrener Kolleginnen und Kollegen zurückgegriffen oder im Zweifelsfall angenommen, dass alle technischen Regeln mit Bezug zum Projekt beachtet werden müssen. Im ersten Fall wird eine gewisse Fehleranfälligkeit und im zweiten Fall eine Überregulierung in Kauf genommen. Eine Möglichkeit, dies zu umgehen, wäre ein Dienst, der anhand konkreter Projektdaten automatisiert schlussfolgert, welche technischen Regeln für das Projekt gelten und welche vernachlässigt werden können. Im Grunde könnte ein solcher Dienst auch als Veröffentlichung der MVV TB in einem maschineninterpretierbaren Format interpretiert werden. Im Nachfolgenden wird ein solcher Dienst konzeptioniert.

2 Konzept zur projektabhängigen Filterung von technischen Regeln

Zunächst wird geklärt, welche Form die Projektdaten für den Dienst aufweisen sollen. Im Bestreben nach Transparenz kommt das offene Datenmodell der Industry Foundation Classes (IFC) zum Einsatz. Abhängig von der Serialisierung ergeben sich im Anschluss unterschiedliche Möglichkeiten, ein konkretes Bauwerkinformationsmodell gegen Anwendungsbereiche von technischen Regeln zu prüfen.

Für Modelle nach ifcOWL im Resource Description Framework (RDF) bieten sich die standardisierten Sprachen SPARQL und SHACL an, um entweder benötigte Komponenten abzufragen oder sie als vergleichbare Datenformen (Shapes) vorzugeben. Liegt ein Modell als STEP Physical File (IFC-SPF) vor, besteht in der Information Delivery Specification (IDS) ebenfalls eine standardisierte Technologie, um zu erfüllende Datenmuster vorzugeben.

Da für den vorliegenden Anwendungsfall keine zusätzlich benötigten Funktionen über die von IDS hinaus identifiziert werden konnten, wird aus Praxisgründen das Vorgehen mit IDS umgesetzt (Abbildung 1). So können Umformungsschritte des häufiger genutzten IFC-SPF zu einer RDF-Serialisierung gespart und ggfs. die Anwendung des Konzepts erleichtert werden.

Zur digitalen Weiterverarbeitung sollen die Ergebnisse anschließend in einem maschinenlesbaren bzw. -verarbeitbaren Format erfolgen. Eine Möglichkeit hierfür ist die Übergabe eines Information Container for linked Document Delivery (ICDD) nach DIN EN ISO 21597. Die im Rahmen des Beitrags umgesetzte Alternative sieht eine IFC-basierte Modellanreicherung vor. Das IFC-Schema umfasst bereits benötigte Entitäten und Beziehungen, die es ermöglichen, eine technische Regel mit den Komponenten des Projekts zu verknüpfen (Abbildung 2).

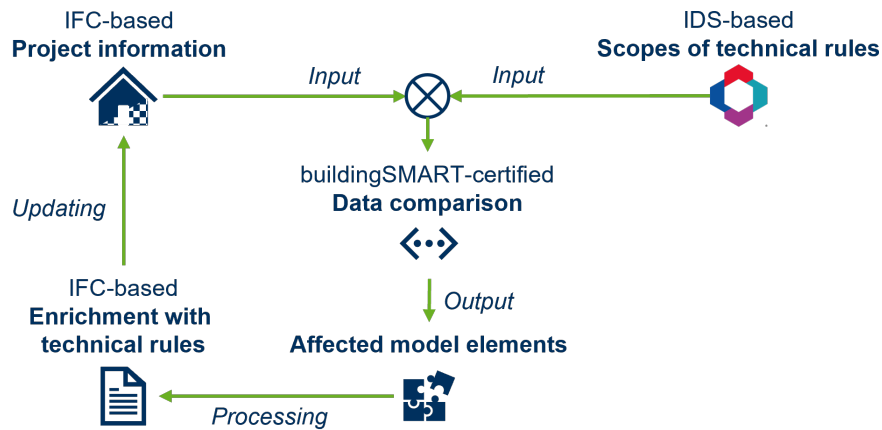


Abbildung 1: Konzept zur projektabhängigen Filterung von technischen Regeln als Prozessschema

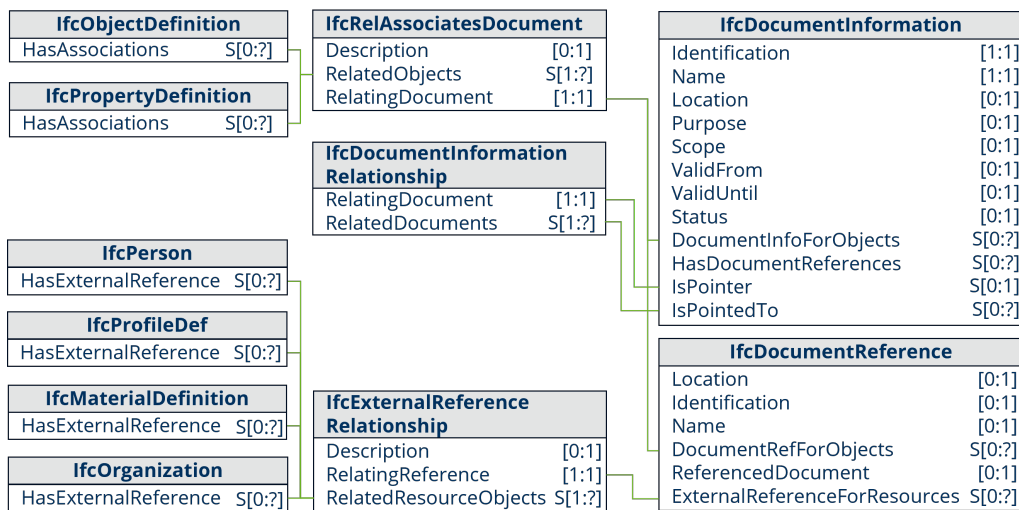


Abbildung 2: Ergebnisausgabe als IFC-basierte Modellanreicherung

3 Implementierung eines Prototypen

Für eine Implementierung des Konzepts gilt es zunächst, die Anwendungsbereiche der technischen Regeln auf IDS abzubilden. Im Rahmen des Prototypen wird dies für die 216 technischen Regeln der MVV TB durchgeführt. Bei einer händischen Sichtung der Anwendungsbereiche konnten vier Kriterien ausgemacht werden, mit Hilfe derer nahezu sämtliche Anforderungen abgebildet werden können: (1) Leistungsbeschreibung, (2) Anlagentyp, (3) Verwendete Baumaterialien und (4) Dokumentabhängigkeit.

3.1 Homogenisierung häufig auftretender Kriterien

Neben der Identifizierung der vier Kriterien muss festgestellt werden, dass die Beschreibungssprache und verwendete Begrifflichkeiten in den Anwendungsbereichen stark variieren. Dadurch könnte es bei Abgleich mit den Bezeichnungen innerhalb eines Bauprojektes zu Verwirrung und unvollständigen Ergebnissen kommen. Der Vorschlag lautet stattdessen, für den Dienst einheitliche, auf Standards fußende Bezeichnungen zu verwenden.

Das Kriterium „Leistungsbeschreibung“ wird als eine Kombination aus Leistungsbild und Leistungsphase (LPH) nach der Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen (HOAI) umgesetzt. Demnach ergeben sich für ein Leistungsbild in einer bestimmten LPH regelmäßige zu erbringende Grundleistungen [5]. Für den Anlagentyp können mit den Objektlisten ebenfalls Definitionen der HOAI genutzt werden. Die Materialeinordnung orientiert sich an der Europäischen Bauprodukteverordnung (EU-BauPVO) und den darin enthaltenen 35 Produktbereichen [6].

3.2 Abbildung der homogenisierten Kriterien auf IFC4.0.2.1

Für den ersten Teil der Leistungsbeschreibung, das Leistungsbild, wird der Entitätstyp `IfcActorRole` eingesetzt. Standardmäßig ist das Attribut `Role` und ein Eintrag der entsprechenden `IfcActorRoleEnum` zur Wertebelegung zu verwenden. Da es hierbei aber wieder zu Unstimmigkeiten mit der HOAI käme, wird die Behilfslösung mit dem Wert `USERDEFINED` und dem Attribut `UserDefinedRole` stattdessen umgesetzt. Die HOAI-LPHs können mit `IfcTask` und dem Attribut `Identification` deklariert werden. Über das Attribut `Status` ist zudem hinterlegbar, welche LPHs aktuell laufen, welche bereits abgeschlossen oder noch nicht angefangen sind.

Den Anlagentyp, also die Einträge der HOAI-Objektlisten abzubilden, ist weniger eindeutig. Grob teilt die HOAI in Gebäude, Innenräume, Freianlagen, Ingenieurbauwerke, Verkehrsanlagen und Fachplanungs- bzw. Beratungsleistungen ein. Letztes sind vor allem Tragwerksplanung und Technische Ausrüstung. Für Gebäude wird `IfcBuilding`, für Innenräume `IfcSpace`, für Tragwerke `IfcStructuralAnalysisModel` und für technische Ausrüstung `IfcDistributionSystem` jeweils mit dem Attribut `ObjectType` verwendet. Bei Freianlagen, Ingenieurbauwerken und Verkehrsanlagen hingegen ist in IFC 4.0.2.1 kein ideales Pendant zu finden. Möglich sind Entitäten für einzelne Objekte wie `IfcGeographicElement` und `IfcCivilElement` oder ein System aus den genannten als `IfcSpatialZone`. Mit der bereits offiziellen Anerkennung von IFC 4.3 als ISO-Standard entstehen neue Möglichkeiten zur Abbildung, die Bestandteil einer zukünftigen Erweiterung des Prototypen sind.

Das dritte Kriterium umfasst die verwendeten Materialien, was in IFC mit `IfcMaterial` abgebildet wird. Zur Wertebelegung eignet sich das Attribut `Category`. Die Dokumentabhängigkeit wird nicht als IDS-Anforderung abgebildet und bedarf daher nicht zwingend einer IFC-Abbildung. Stattdessen erfolgt die Umsetzung darunter fallender technischer Regeln im Rahmen der Ergebnisausgabe. Ist die übergeordnete technische Regel anzuwenden, so ist es die davon abhängige ebenfalls und wird dem Modell hinzugefügt.

3.3 Abbildung der Anwendungsbereiche auf IDS 1.0

Das Vorgehen wird exemplarisch anhand des Eurocodes 3 Teil 1-1 erläutert:

EN 1993-1-1 enthält Regeln für den **Entwurf**, die **Berechnung** und **Bemessung** von **Tragwerken** aus **Stahl**. Zusätzlich werden Anwendungsregeln für den **Hochbau** angegeben.

Die Kriterien werden identifiziert (fett hervorgehoben), den Kategorien zugeordnet, dann auf die standardisierten Werte und IFC-Definitionen abgebildet und daraus eine IDS-Formulierung abgeleitet.

Im Rahmen des Prototypen erfolgte die Abbildung der individuellen Begriffe auf die standardisierten Werte manuell über einen Textabgleich der Bezeichnungen mit der HOAI bzw. der EU-BauPVO. Die Ergebnisse werden tabellarisch festgehalten (Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht der aus dem Anwendungsbereich extrahierten Informationen

Begriff	Kategorie	HOAI/EU-BauPVO	IFC Entität.Attribut
Entwurf Berechnung Bemessung	Leistungsbild	Architektur, Ingenieurwesen, Tragwerksplanung	IfcActorRole.UserDefinedRole (+ Role)
	LPH	1, 2, 3, 4, 5	IfcTask.Identification (+ Status)
Tragwerk	Anlagentyp	Tragwerksplanung	IfcStructuralAnalysisModel.ObjectType
Hochbau	Anlagentyp	Gebäude	IfcBuilding.ObjectType
Stahl	Material	Metallbauprodukte und Zubehörteile	IfcMaterial.Category

Für den Prototypen wurden die 216 technischen Regeln der MVV TB analysiert und deren Anwendungsbereiche anhand der vier Kriterien festgehalten. Die Transformation zu IDS-Formulierungen erfolgt über einen Python-Algorithmus mit Hilfe des IfcTester-Packages als Teil von IfcOpenShell [7].

Für jede technische Regel entsteht ein IDS-Dokument mit je einer *specification* pro Kriterium. Jede *specification* besteht wiederum aus einem Bereich der *applicability* und einem der *requirements*. Das Kriterium LPH innerhalb der Leistungsbeschreibung im Beispiel oben hat beispielsweise alle Instanzen von IfcTask als *applicability* und die *requirements* sind, dass das Attribut *Identification* einen der Werte (LPH 1 bis LPH 5) annehmen muss (Quelltext 1).

Algorithm 1: Auszug aus einer IDS-Spezifikation für die Leistungsphase nach HOAI.

```

<specification name="LPH_nach_HOAI" ifcVersion="IFC4" minOccurs="1" maxOccurs="
  unbounded">
  <applicability>
    <entity>
      <name> <simpleValue>IFCTASK</simpleValue> </name>
    </entity>
  </applicability>
  <requirements>
    <attribute>
      <name> <simpleValue>Identification</simpleValue> </name>
      <value>
        <xs:restriction base="xs:string">
          <xs:enumeration value="LPH_1"/>
          <xs:enumeration value="LPH_2"/>
          ...
        </xs:restriction>
      </value>
    </attribute>
  </requirements>
</specification>

```

3.4 Abgleich mit Bauwerkinformationsmodellen und Ergebnisausgabe

Mit IfcTester können Bauwerkinformationsmodelle als IFC-SPF in einer Python-Programmierungsumgebung automatisiert gegen IDS-Dateien geprüft werden [7]. Das Ergebnis umfasst für jede Spezifikation der IDS, welche Modellkomponenten überprüft wurden, welche davon die Bedingungen erfüllen und davon abgeleitet auch, welche dies nicht tun. Im Rahmen des Beitrags erfolgt die Ergebnisausgabe als IFC-basierte Modellanreicherung.

Dabei wird zunächst ein Dokumentobjekt für die MVV TB allgemein erstellt. Trifft eine technische Regel daraus auf die Projektkonfiguration zu, wird sie dem Modell als Dokumentinformation hinzugefügt und erhält eine Beziehung zum MVV TB Objekt, um den rechtlichen Charakter zu deklarieren. Davon wird eine tatsächliche Referenz mit Hilfe einer aktuellen URL abgeleitet, die wiederum mit den Modellkomponenten verlinkt wird, auf die sich die technische Regel bezieht (Abbildung 3).

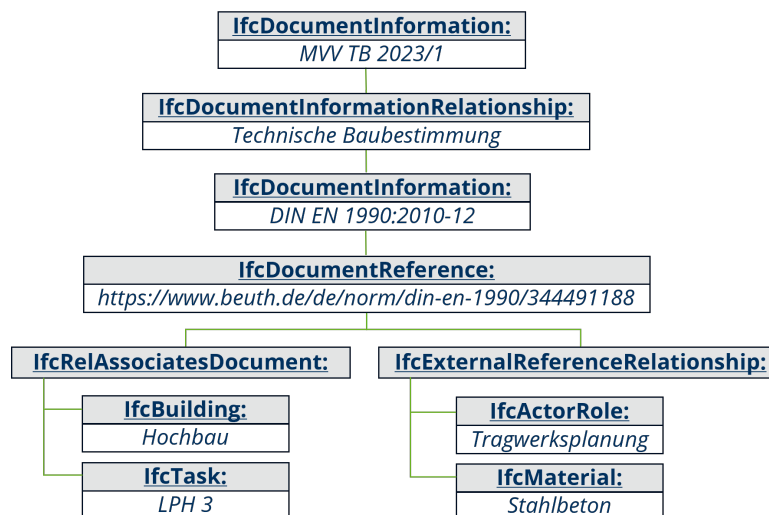


Abbildung 3: Vereinfachte Darstellung der Ergebnisausgabe als IFC-basierte Modellanreicherung

4 Auswertung

Die Auswertung erfolgt anhand eines Beispielprojekts. Gegeben sei eine zu planende Industriehalle, die als Holz-Beton-Verbund hergestellt werden soll. Ein Planungsbüro bewirbt sich mit einem Architektorentwurf und möchte sicher gehen, dass die technischen Regeln zur allgemeinen Gestaltung beachtet wurden. Sie nutzen den konzeptionierten Prototyp, um nur die für ihr Projekt relevanten Regeln zu filtern. Dafür ist es im ersten Schritt notwendig, die Projektinformationen IFC-konform und entsprechend der HOAI bzw. der EU-BauPVO anzulegen, sofern nicht eh geschehen (Quelltext 2). Mit der Instanz von IfcBuilding und dem *ObjectType* „Gewerbe/Industrie/Landwirtschaft“ wird deklariert, dass es sich um einen Industriebau nach HOAI Anlage 10.2 handelt (Quelltext 2, #2). Der aktuelle Projektfortschritt ist durch eine IfcTask-Instanz und hier den Wert „LPH 2“, also Vorplanung, angegeben (Quelltext 2, #4). Als involvierte Rollen nach den HOAI-Leistungsbildern wird in diesem Szenario nur das allgemeine Leistungsbild „Architektur“ angenommen (Quelltext 2, #3). Zum Schluss werden auch die verwendeten Hauptmaterialien deklariert. Die Bezeichnungen entsprechen den Produktbereichen 1 (Beton) und 13 (Bauholz) (Quelltext 2, #5-6).

 Algorithm 2: Auszug Beispielprojekt nach Ergebnisausgabe als angereichertes IFC-SPF

```

DATA;
\#1=IFCPROJECT('23TUNhvP12PxBm8uH3kFOb',,$,'Beispielprojekt',,$,$,$,$,$,$);
\#2=IFCBUILDING('2fQJ9reTz6IRdKjcw2G$wX',,$,$,'Gewerbe/Industrie/Landwirtschaft',,$,$,$,$,$,$,$);
\#3=IFCACTORROLE(.USERDEFINED.,'Architektur',,$);
\#4=IFCTASK('3kLdl5xGLCkuwA2vNcyL4S',,$,$,$,$,'LPH 2',,$,'Begonnen',,$,$,$,$,$);
\#5=IFCMATERIAL($,$,'PRODUKTE AUS BAUHOZ FUER TRAGENDE ZWECHE UND HOLZVERBINDUNGSMITTEL');
\#6=IFCMATERIAL($,$,'PRODUKTE AUS VORGEFERTIGTEM NORMAL-, LEICHT- ODER PORENBETON');
\#7=IFCDOCUMENTINFORMATION('DIN 68800-1:2011-10','Holzschutz - Teil 1: Allgemeines',,$,$,$,$,$,$,\#25,$,$,$,$,$,$,$,$);
\#8=IFCDOCUMENTREFERENCE('https://www.dinmedia.de/de/norm/din-68800-1/144627702','DIN 68800-1:2011-10',,$,$,\#7);
\#9=IFCEXTERNALREFERENCERELATIONSHIP($,$,\#8,(\#5));
...
ENDSEC;

```

Für eine solche Projektkonfiguration ergibt sich nach Abgleich mit den IDS-Spezifizierungen der 216 technischen Regeln der MVV TB, dass nur 16 davon zum aktuellen Zeitpunkt relevant sind. Sie werden als Metadatenobjekte dem Initialmodell beigefügt und mit den verantwortlichen Komponenten verknüpft. Über die Objektbeziehung Die DIN 68800-1 (Holzschutz) steht dann z.B. in einem Verhältnis zum Material Bauholz (Quelltext 2, #9). Analog werden auch die restlichen 15 technischen Regeln automatisch hinzugefügt. Anschließend kann das Modell beispielsweise über eine Programmierschnittstelle wieder analysiert und die relevanten Regeln ausgelesen werden. Dabei ist es möglich, entweder für eine Modellkomponente, bspw. ein Material, die zu beachtenden Regeln zu filtern oder andersherum von der Regel ausgehend alle Komponenten zu filtern, auf die sie sich bezieht.

5 Zusammenfassung und Ausblick

In dem Prototypen besteht grundsätzlich die Validierung eines Konzepts zur automatisierten Auswahl projektspezifischer technischer Regeln in Abhängigkeit eines Bauwerkinformationsmodells. Es muss allerdings festgestellt werden, dass die Voraussetzungen für den Dienst eine große Hürde darstellen. Nicht nur müssen allgemeine Projektinformationen IFC-gerecht modelliert sein, sondern sich in ihrer Ausprägung auch noch an den ausgewählten Standards orientieren.

Ist dies der Fall, liegen die Ergebnisse mit dem vorgeschlagenen Konzept anschließend grundsätzlich strukturiert und maschinenlesbar vor. Es besteht aber noch kein etablierter Dienst, mit dem in IFC modellierte Dokumente und insbesondere deren Verlinkungen sinnvoll ausgewertet werden könnten. Für das ICDD-Konzept hingegen gibt es bereits fortgeschrittene Konzepte und Dienste zu einer solchen Plattform. Eine Abänderung der bisherigen Ergebnisausgabe auf einen ICDD sollte daher ernsthaft erwägt werden. Darüber hinaus kann auch ein zusätzlicher Report für mehr Klarheit sorgen.

Als letztes stellt sich die Frage, inwiefern davon ausgegangen werden darf, dass tatsächlich nur die in der MVV TB, respektive Landesversion, gelisteten technischen Regeln anzuwenden sind.

Bauvertragliche Abmachungen darüber hinaus oder Abweichungen bei gleichbleibender Erfüllung der allgemeinen Anforderungen sind erlaubt und häufig vorzufinden. Der noch immer geltende Anspruch darauf, dass Anlagen nach den 'anerkannten Regeln der Technik' angeordnet, errichtet, geändert und instand gehalten sind ist ein Problem für die hier klar vorgenommene Abgrenzung von *relevant* zu *irrelevant*. Der vorgestellte Dienst darf damit wieder nur als Hilfestellung interpretiert werden.

Acknowledgements

The publication is part of the research project entitled "iECO – Intelligent Empowerment of Construction Industry" which has received funding from Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) based on a resolution of the German Bundestag. The authors gratefully acknowledge the support and funding from the BMWK. The content of this publication reflects the author view only and the BMWK is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Literatur

- [1] T. Steidl, »Teures Bauen: Bremst sich die Branche mit Normen und Standards selbst aus?«, *Verband Beratender Ingenieure - VBI*, 4.01.2024. Adresse: <https://www.vbi.de/aktuelles/news/teures-bauen-bremst-sich-die-branche-mit-normen-und-standards-selbst-aus/>.
- [2] Bauministerkonferenz, *Musterbauordnung: MBO*, 23.11.2023. Adresse: <https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Rechtsgrundlagen/MBO.pdf>.
- [3] M. Kment, K. Finkelnburg und K.-M. Ortloff, *Öffentliches Baurecht* (JuS-Schriftenreihe), 8., neu bearbeitete Auflage 2022. München: C.H.Beck, 2022, Bd. 107. DOI: 10.17104/9783406783333.
- [4] Deutsches Institut für Bautechnik, *Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)*, Berlin, 2023. Adresse: https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/P5/Technische_Bestimmungen/MVVTB_2023-1.pdf.
- [5] Bundesregierung, *Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen: HOAI*, 2002. Adresse: <https://www.hoai.de/hoai/volltext/hoai-2021/>.
- [6] Europäisches Parlament und Europäischer Rat (ER): *Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates Text von Bedeutung für den EWR: EU-BauPVO*, 2011. Adresse: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32011R0305>.
- [7] T. Krijnen und R. Schultz, *IfcOpenShell*, 2023. Adresse: <https://ifcopenshell.org/>.