

Scanning, Data Capturing & Visualization for Integrated Resource Management

M. RAŠKOVIĆ, A. M. RAGOSSNIG

RM Umweltkonsulenten ZT GmbH, Wien, Österreich

K. KONDRACKI, M. RAGOSSNIG-ANGST

Vermessung Angst ZT GmbH, Wien, Österreich

ABSTRACT: Resource scarcity, sustainability challenges within the construction sector, as well as stricter legislations on the efficient use of resources and on environmentally sound waste management practices instigate companies and organizations in the fields of Architecture/Engineering/Construction (AEC), Facility Management (FM) and Deconstruction to manage resources effectively over the entire lifespan of a building, including its end phase - the demolition stage. In industrialized countries, the amount of built-in resources already exceeds the quantity of useful resources occurring in natural deposits. Buildings and infrastructure, therefore, represent valuable material stocks for recovery-oriented dismantling. At the same time, however, in order to guarantee clean material cycles, contained pollutants need to accordingly be discharged and directed into dedicated sinks. For the protection of human health and the environment it is crucial to free accruing demolition waste from any contaminated building components before it undergoes further reuse or recycling procedures. In Austria, the state of the art approach to the identification and the controlled separation of potentially contaminated construction waste from valuable building materials, for demolition projects with more than 750 tonnes of demolition waste, is the so called pre-demolition waste audit; a procedure involving an investigation of pollutants and impurities in buildings prior to their demolition. One of the many objectives of this conduct is the quantification of waste qualities to be expected in the course of demolition work. Here, building material-related mass estimations of anticipated waste qualities are usually derived from the evaluation of not only on-site but also considerable off-site investigation results. The reliability of the assessment, therefore, significantly depends on the availability of appreciable documentation records. For many existing buildings, however, sufficiently accurate information about their true geometrical structure or their actual material constitution is missing. Situations of this kind lead to mass estimates fraught with high uncertainties, leading to potential cost increases for waste management. In order to optimize the steering of material flows, the Austrian engineering consultancy RM Umweltkonsulenten ZT GmbH, as an affiliated partner of the joint research project “SCI_BIM – Scanning and data capturing for Integrated Resources and Energy Assessment using Building Information Modeling” funded by the Austrian Research Promotion Agency (FFG) [Stadt der Zukunft programme, grant number 867314], has developed a potent tool, intended to be provided as a service in the near future. Defined as a mechanism for the quantitative and qualitative documentation of waste qualities and, in particular, localized pollutants in structures, it is able to combine the use of innovative low-tech geometry acquisition systems with a tailor-made transformation process that converts 3D scans into models designed with Building Information Modeling (BIM) technologies. In parallel, the company’s proprietary Web-based geoinformation system (WebGIS) has been refined correspondingly, now supporting centralized model embeddings, digital depositions of chemical quality assessments, as well as automated generations of volume and mass estimates.

1. EINLEITUNG

1.1 ALLGEMEINES

Ressourcenknappheit, Herausforderungen hinsichtlich der Nachhaltigkeit des Bausektors, sowie strengere Gesetzesauflagen zur effizienten Ressourcennutzung und zur umweltverträglichen Abfallbeseitigung halten

Unternehmen und Organisationen aus den Bereichen der Architektur, des Ingenieurwesens und des Bauwesens (engl. Architecture, Engineering, Construction – AEC), sowie des Facility Managements (FM) und des Rückbauwesens zur angemessenen Ressourcenverwaltung über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks, einschließlich des Abbruchs, an (Volk et al., 2014). In Industrieländern gibt es bereits mehr verbaute Ressourcen als in verfügbaren, wirtschaftlich abbaubaren Primärlagerstätten (Kovacic et al., 2019). Die Gebäudebestände stellen somit wertvolle Materiallager für verwertungsorientierte Rückbauten dar. Gleichzeitig ist aber im Sinne sauberer Stoffkreisläufe sicherzustellen, dass Schadstoffe entsprechend ausgeschleust und in Senken gelenkt werden (Europäisches Parlament & Rat, 2004; Europäische Kommission, 2015; Europäische Kommission, 2016). Zum Schutz der menschlichen Gesundheit sowie der Umwelt gilt es, anfallende Abbruchabfälle von schadstoffhaltigen Bauteilen zu befreien, bevor sie einer Wiederverwendung oder einem Recycling zugeführt werden können.

1.2 SCHAD- UND STÖRSTOFFERKUNDUNG

Stand der Technik für die Identifizierung sowie die kontrollierte Sonderung von Wertstoffen und potentiell kontaminierter Baurestmassen, bei Abbruchvorhaben mit mehr als 750 Tonnen Bau- und Abbruchabfällen, ist in Österreich eine den Abbrucharbeiten vorausgehende Stör- und Schadstofferkundung (BMLFUW, 2015; Österreichisches Normungsinstitut 2014a; Österreichisches Normungsinstitut, 2014b). Eines der Ziele hierbei besteht in der Quantifizierung von im Rahmen des Abbruchs zu erwartender Abfallqualitäten. Die Zuverlässigkeit der aus der Bewertung der Erkundungsergebnisse hervorgehenden baustoffbezogenen Massenabschätzung von zu erwartenden Abfallqualitäten hängt dabei signifikant von der Verfügbarkeit konkreten Dokumentationsmaterials ab und kann für komplexere Abbruchobjekte sehr zeitaufwendig sein. Für viele Bestandsgebäude sind allerdings keine ausreichend genauen Informationen über ihre tatsächliche geometrische oder materielle Beschaffenheit vorhanden. Ausgangslagen dieser Art führen zu Massenabschätzungen, die mit hohen Unsicherheiten behaftet sind und somit ein großes Risiko hinsichtlich Fehleinschätzungen der Entsorgungskosten bedingen.

1.3 OPTIMIERUNGSSTRATEGIE

Um die Lenkung von Bestandsmaterialflüssen zu optimieren, wurde seitens des österreichischen Ingenieurbüros RM Umweltkonsulten ZT GmbH (kurz: RMU) im Rahmen eines gemeinsamen, von der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) unterstützten, Forschungsprojekts mit dem Titel „SCI_BIM – Data capturing for Integrated Resources and Energy Assessment using Building Information Modeling“ (Programm: Stadt der Zukunft, Förderungskennzeichen: 867314) ein leistungsfähiges Tool entwickelt, das in naher Zukunft als Dienstleistung zur Verfügung gestellt werden soll. Als Mechanismus zur quantitativen und qualitativen Dokumentation von Abfallqualitäten und insbesondere verorteten Schadstoffvorkommnissen in Bauwerken bestimmt, ist es in der Lage, den Einsatz von innovativen Low-Tech Geometrieaufnahmesystemen mit einem maßgeschneiderten Transformationsprozess zu koppeln, womit dreidimensionale (3D) Scans, in - im Sinne des Building Information Modelings (BIM) - intelligente Bauwerksdatenmodelle überführt werden. In diesem Zusammenhang wurde auch das firmeneigene, Web-basierte Geographische Informationssystem (WebGIS) parallel weiterentwickelt, das nun eine zentralisierte Modelleinbettung, eine digitale Hinterlegung chemischer Qualitätsbewertungen, sowie eine automatisierte Erzeugung von Volums- und Massenabschätzungen unterstützt.

2. ZIELSETZUNG

Das Ziel des vorliegenden Tagungsbeitrags ist die prägnante Beschreibung der Entwicklung eines zukunftsweisenden Softwaretools zur Erfassung, Modellierung und Klassifizierung von in Gebäuden gebundenen Materialien inklusive Schad- und Störstoffen, sowie die Präsentation von in diesem Zusammenhang erarbeiteten Zwischen- und Endergebnissen in Form von gewonnener Forschungserkenntnisse und einer bildlichen Darstellung des WebGIS-basierten Endprodukts als Dienstleistung für Abbruch- und Entsorgungs-

planungen. In diesem Zusammenhang wird insbesondere die Übertragbarkeit der Methode von der realen Fallstudie, die für die Entwicklung des Tools herangezogen wurde, auf andersartige Gebäudestrukturen, die sich hinsichtlich ihrer geometrischen und bautechnischen Komplexität unterscheiden, beleuchtet. Auf die Erfassung von Materialien der Haustechnik wird ebenso eingegangen.

3. METHODIK

Der Prozess zur Generierung von funktionalen 3D Bestandsgebäudemodellen (engl. as-built BIMs) unterscheidet sich wesentlich von jenem für Neubauten (Volk et al., 2014). Grob vereinfacht umfassen die integralen Prozessbestandteile zur Erstellung solcher as-built BIMs im Allgemeinen (i) die Erhebung von Daten, die Informationen über die geometrische und materielle Beschaffenheit von Bestandsgebäuden enthalten (Bauwerksdatenerfassung), sowie (ii) die Erstellung von digitalen Modellen auf Basis aufbereiteter Geometrieinformationen (Bauwerksdatenmodellierung), die (iii) durch eine Integration projektspezifischer Daten dahinführend befähigt werden sollen, strukturierte Aufschlüsse über die Form und die stoffliche Zusammensetzung der Gesamtheit an Bestandobjektkomponenten zu geben (Bauwerksdatenbank-anreicherung und -abfrage).



Abb. 1: Luftbild (ViennaGIS, 2019) (li.) des zu vermessenden Testgebäudes (re.)

Ausgangspunkt für die dreiphasige Entwicklung eines digitalen Prototyps zur Dokumentation von Rückbauvorplanungen seitens der RMU war eine sich in einem Bestandsgebäude äußernde reale Fallstudie, anhand welcher die in den Punkten (i) bis (iii) beschriebenen Teilprozesse umgesetzt wurden. Bei dem aufzunehmenden Testobjekt handelte es sich um die zur Technischen Universität Wien (TU Wien) gehörende, einstöckige Funkehalle in den Aspanggründen in der Adolf-Blamauer-Gasse 1-3, im dritten Wiener Gemeindebezirk (siehe Abb. 1). Bestehend aus mehreren Bürozimmern, Seminar- und Besprechungsräumen, sowie zwei Maschinenhallen, einem Server-, einem Heiz- und einigen Sanitärräumen, erstreckt sie sich auf gerundet 1.200 Quadratmeter bei einer durchschnittlichen Raumhöhe von 3 Metern, wobei die größte Raumhöhe bei 6,5 Metern und die kleinste Raumhöhe bei 2,2 Metern liegt. Das Flachdach des Gebäudes ist auf drei unterschiedlichen Ebenen ausgebildet. Der Brutto-Rauminhalt des Testobjektes beträgt gerundet 7.350 Kubikmeter.

3.1 BAUWERKSDATENERFASSUNG

3.1.1 Digitale Geometrieaufnahme

In der ersten Phase wurden Geometriedaten des Testgebäudes mithilfe von unterschiedlichen berührungslosen, optischen Aufnahmesystemen (Blankenbach, 2015; Wiedemann, 2004) hinreichend erfasst, und diese

- für jedes System einzeln und insofern sinnvoll - zu einer dreidimensionalen Punktwolke (Otepka et al., 2013) ausgewertet. In diesem Arbeitsschritt wurden insbesondere die technologischen Grenzen abgesteckt und die von den Aufnahmesystemen erreichbaren Genauigkeiten durch den Vergleich mit traditionellen, hochauflösenden ingenieurgeodätischen Methoden geprüft. Im selben Zug wurde die Eignung der implementierten Low-Tech Technologien und Methoden für einen effizienten as-built BIM Erstellungsprozess erprobt.

3.1.2 Bestimmung der Materialzusammensetzung

Für die Bestimmung der Materialzusammensetzung des Testgebäudes zum Zwecke der Erstellung eines geeigneten Rückbaukonzepts wurde in derselben Phase eine orientierende Schad- und Störstofferkundung durch eine rückbaukundige Person durchgeführt. Verallgemeinert umfasst die konkrete Vorgehensweise dabei die folgenden Schritte: 1. Unterlagenrecherche zu Bauwerk, Standort und Nutzung, 2. Erkundung der in der ÖNORM B 3151 (Österreichisches Normungsinstitut, 2014b) angeführten Schad- und Störstoffe in sämtlichen Bereichen, Prüfung und Verifizierung der Rechercheergebnisse, Erfassen und Dokumentieren neuer Informationen, 3. Probenahme für Bereiche mit bestehendem Verdacht auf Schadstoffe, 4. Chemische Analytik, 5. Bewertung der Abfallqualitäten und Einschätzung ihrer im Zuge der bevorstehenden Abbrucharbeiten anfallenden Volumen und Massen, 6. Dokumentation der Ergebnisse - inklusive Fotos, Plandokumente sowie Prüfberichte der chemischen Analysen - und Erkundungsbericht.

3.2 BAUWERKSDATENMODELLIERUNG

Auf Basis koregistrierter Punktwolken, die in ihrer Gesamtheit als Diskretisierung der einzelnen Oberflächen der Bauwerkskomponenten zu interpretieren sind, wurde in der zweiten Phase ein aus Bauwerkselementen bestehendes Geometriemodell mithilfe der BIM-Modellierungssoftware ArchiCAD des Herstellers Graphisoft manuell erstellt.

3.3 BAUWERKSDATENBANKANREICHERUNG UND -ABFRAGE

In der dritten und letzten Phase wurde das im vorherigen Arbeitsschritt generierte Geometriemodell dazu herangezogen, das unternehmenseigene WebGIS im Sinne einer zentralisierten Modelleinbettung, digitaler Hinterlegungen chemischer Qualitätsbewertungen, sowie einer automatisierten Erzeugung von Volums- und Massenabschätzungen von Abfallqualitäten weiterentwickelt. Letzteres äußert sich dabei unter anderem in Form von abrufbaren Excel-Dateien, die weiters die abfallqualitätsabhängige Behandlungsklassifizierung beinhalten.

Das geometrische 3D Bestandsgebäudemodell wurde hier zunächst mittels eines Web-basierten Programmierschnittstellenservices (engl. Application Programming Interface – API) des Softwareherstellers Autodesk in die Cloud geladen. Das WebGIS wurde sodann dahingehend funktional befähigt, die Modellvisualisierung in die Browseransicht einzubetten und das Modell mithilfe weiterer Werkzeuge derselben API-Plattform (Autodesk Forge) interaktiv mit Informationen über die schichtweisen Gebäudematerialien, die aus der zuvor durchgeführten Schad- und Störstofferkundung des abzubrechenden Bestandsobjekts hervorgegangen sind, anzureichern. Durch die zusätzliche Implementierung geeigneter Kalkulationsvorgänge, die auf eine definierte aber erweiterbare Liste mit maßgeschneiderten Parametern für Materialdichte- und Flächengewichtskonstanten verweisen, wurde - in Kombination mit einer Filterung der bereits im digitalen Modell enthaltenen Informationen über die Dimensionen der einzelnen Bauwerkskomponenten - die automatisierte Berechnung der Massen ermöglicht. Prozessabläufe für das Hochladen und das bauwerkskomponentenbezogene Verknüpfen von relevanten Fotos, digitalen Plandokumenten sowie chemischen Analysen wurden im WebGIS ebenso umgesetzt.

4. ERGEBNISSE

4.1 INNOVATIVE GEOMETRIEERFASSUNGSMETHODEN

Für den konkreten Anwendungsfall hat sich herausgestellt, dass heute am Markt erhältliche handgeführte 3D Laserscanner, die nach dem Prinzip der Simultanen Lokalisierung und Umgebungsabbildung (engl. Simultaneous Localization And Mapping – SLAM (Nüchter, 2009)) in Reichweiten von bis zu 30 Metern arbeiten, Kompakt-Laserscannern, bei welchen es sich zwar um stationäre aber dank ihres geringen Gewichts dynamische Sensorsysteme handelt, in ihrer Handhabung, Zeiteffizienz und Leistungserbringung weit überlegen sind. Nichtsdestotrotz wurden terrestrische Kompakt-Laserscanner als Ergänzungsmaßnahme für die Erfassung der Gebäudeaußenflächen eingesetzt, da erstgenannte Systeme in diesen Bereichen (noch) funktionale Schwierigkeiten im Sinne einer automatischen Punktwolkenverknüpfung aufweisen. Die anfängliche Idee zur photogrammetrischen Bauwerksvermessung wurde hinsichtlich der komplexen Geometrie der Testgebäudeinnenräume und der für eine Geometrieabdeckungserhöhung notwendigen Steigerung der Bildaufnahmeanzahl, welche zu einer immensen Erhöhung der Aufnahme- und Auswertzeit führen würde, letzten Endes verworfen. Von für die Aufnahme von Bauwerken potentiell geeigneten, innovativen Tiefenkameras und Datenbrillen, deren Arbeitsweisen auf dem Prinzip der aktiven Stereoskopie beruhen, musste bedauerlicherweise abgesehen werden. Eigens durchgeführte Tests haben ihre zeitliche Ineffizienz belegt und gezeigt, dass sie für großumfängliche Vermessungsvorhaben noch unausgereift sind.

4.2 MANUELLE AS-BUILT BIM-MODELLIERUNG

Diese Art von Nachkonstruktionsprozess (Scan-to-BIM, Points-to-BIM), die sich hinsichtlich des Detaillierungsgrades (Level of Geometry – LoG) an projektspezifische Erfordernisse orientiert, hat sich bislang in der Praxis bewährt - trotz des hohen Zeitaufwands. Auch wenn sich die Forschung in dieser Hinsicht bereits ausgiebig mit automatisierten oder halbautomatisierten Methoden auseinandersetzt, liegt der hauptsächliche Grund für die Begünstigung einer manuellen Verarbeitung in der Tatsache, dass diese Arten von Verfahren (noch) nicht in der Lage sind, bauliche Eigenschaften von Bauwerkskomponenten oder semantische Informationen zu berücksichtigen (Volk et al., 2014). Im Rahmen des Projekts SCI_BIM wird nichtsdestotrotz auch an Möglichkeiten einer automatisierten Erstellung von BIM-Modellen gearbeitet.

4.3 ÜBERTRAGBARKEIT DER METHODIK UND EFFIZIENZ DES TOOLS

Die Übertragbarkeit der Methodik von der realen Fallstudie auf Gebäude abweichender bautechnischer Komplexität ist grundsätzlich denselben Voraussetzungen, die für das Testobjekt gelten, unterworfen. Allerdings geht sie im Allgemeinen mit Einschränkungen (u.U. sogar mit Begünstigungen) einher, auf die in den nachstehenden Abschnitten näher eingegangen wird.

Prinzipiell gilt, dass sich die Gesamteffizienz des Tools aus der Summe seiner dynamischen Teileffizienzen bildet, die von der Menge an aufgenommenen Informationen unterschiedlicher Kategorien abhängen. Grob betrachtet, beziehen sich diese Teileffizienzen auf die folgenden vier, aufeinander aufbauenden Teilaufgaben: die Erfassung von, die Modellierung von, die Modellanreicherung mit und die Modellabfrage von Informationen geometrischer und/oder gebäudematerieller Natur. Im Gegensatz zu den letzten drei Arbeitsvorgängen gestaltet sich die vorausgehende Gebäudedatenerfassung zweigleisig.

Der einmalige programmiertechnische Aufwand für die Erweiterung des RMU WebGIS ist für die Vergleichbarkeit bei der Übertragung der Methodik von der realen Fallstudie auf Gebäude abweichender bautechnischer Komplexität jedoch nicht zu berücksichtigen, da er für die Bestimmung der Gesamteffizienzen denselben konstanten Faktor darstellt. Ebenso verhält es sich mit dem Aufwand für die Bauwerksdatenbankabfrage, der im Vergleich zu den Aufwänden übrig bleibender Projektteilaufgaben verschwindend klein ist und somit im Zuge der Bestimmung der Gesamteffizienz nicht signifikant ins Gewicht fällt.

4.3.1 Leistungsfähigkeit für Gebäude variierender Komplexität

Die teilweise voneinander abhängigen Einzeleffizienzen der zweigleisigen Gebäudedatenerfassung, der Gebäudedatenmodellierung und der Gebäudedatenbankanreicherung hängen zwangsläufig von der anfängli-

Die Umwelt Konsistenten

Karten

Dokumente

Fotos / Videos

Ebene

Schurf

Insights

3D Model Viewer

Abbruchobjekt: TU Wien Funkehalle

Aufschlüsselung anfallender Abfälle (gesamt)

Schlüsselnummer	Bezeichnung	Entsorgungsoption	Masse [t]
31427	Betonabbruch	R	2034
33103	Eisen- und Stahlteile, verunreinigt	R	80
41118	Clas	R, D	48
31408	Kies	R	41
18705	Fliesen und brennbares Leichtbaupapier	D	5
31427 (g)	Asbesthaltige Abfälle	D	3
57103 (g)	Polystyrolschäum (CWA geschäumt)	I	3
57103	ausgetriebene Kunststoffabfälle	R	3

R... Verwertung, D... Beseitigung, I... Feinmische Behandlung

EXPORT ALS *.XLSX

Dokumentation

TU Wien Funkehalle: Flachdach - Photos

TU Wien Funkehalle: Flachdach - Dokumente

Übersicht zu gewählten Bauteil (blau)

Bauteil	Zusammensetzung	Schichtaufbau	Gesamtdicke [m]
Flachdach	31427/57103/31427 (g)/31427	innen S3 D5 MW TP außen	0,314

Details zu isoliertem Bauteil (blau)

Schlüsselnummer	Material	Abkürzung	Funktion	Schichtaufbau	Dicke [m]	Volumen Netto [m³]	Masse [t]	Beschreibung	Daten
31427	Schalbeton	S3	Dache (tragend)	innen S3	0,150	36,5	89,7		
57103	Dämmplatte	D5	Dachdämmung	innen D5	0,05	0,2	0,2		
31427 (g)	Membran	MW	Dachdämmung	innen MW	0,02	38,9	0,6		
31427	Trassputz	TP	Dachputz	innen TP außen	0,003	0,7	0,3		

hinzuflügen

Abb. 2: RMU WebGIS Browseransicht des fertig implementierten Testgebäudemodells

chen, projektspezifischen Festlegung des Fertigstellungsgrades (Level of Development – LoD) des Modells ab. Dieser betrifft sowohl die Geometrie (LoG) als auch die Informationstiefe (Level of Information – LoI). Im Allgemeinen gilt $LoD = LoG + LoI$ (BIMForum, 2019). Optimale Projektannahmen für das LoG als auch für das LoI hängen dabei signifikant von der Ausdehnung optisch sichtbarer Oberflächen von aufzunehmenden Bauwerkskomponenten (hierzu zählen u.a. auch Installationen der Gebäudetechnik) und der Komplexität der Gebäuderäumlichkeiten (wie z.B. Verwinkelungen oder Gliederungen), sowie seinen bautechnischen Realisierungen (wie z.B. Grundkonstruktionstypen und Schichtaufbauten) ab.

Je kleiner bzw. geometrisch komplexer die zu erfassenden Bauwerkskomponenten sind, umso niedriger muss die Aufnahmedistanz und umso höher muss das Abtastintervall des Lasers bzw. umso höher muss die Anzahl an Aufnahmestandpunkten gewählt werden. Anforderung an die geometrische Auflösung dieser Art führen zu einer Verlängerung der Aufnahmetrajektorie und Aufnahmedauer sowie zu einer Erhöhung des akkumulierten Geometriedatensatzes, wodurch sich der Aufwand für die Erfassung und die anschließende Weiterverarbeitung der aufgenommenen Informationen zu einem geometrischen Gebäudebestandsmodell erhöht. Gleichmaßen verhält es sich mit der Anforderung an die materielle Informationsdichte. Je uneingeschränkter die tatsächliche Bandbreite und Verteilung des aufzunehmenden Bestandsgebäudematerials ist, umso höher gestaltet sich der Aufwand für dessen Erkundung vor Ort und der daraus resultierende Aufwand für deren Verwertung - die Modellanreicherung.

Somit ist sowohl für das LoG als auch für das LoI ein direkt proportionaler Bezug zum jeweiligen Teilaufwand, und damit gleichzeitig ein indirekt proportionaler Zusammenhang zu seiner Teileffizienz gegeben. Da beide Summanden des LoD aber vollkommen unabhängig voneinander sind, lässt sich der Gesamtaufwand bzw. die Gesamteffizienz des Tools allerdings nicht in Form eines Richtwerts (wie z.B. dem Zeitaufwand pro umbautes Volumen) angeben, der zur linearen Extrapolation für die Bestimmung der Effizienz bei Übertragung der Methodik auf andersartige Gebäudekomplexe herangezogen werden kann.

Der Vollständigkeit halber seien dennoch die Zeitaufwände pro signifikantem Arbeitsschritt bis zur Fertigstellung des Tools auf Basis des Testobjekts (siehe Abb. 2) angegeben: Aufnahme und Aufbereitung geometrischer Information – 5 Stunden, Aufnahme und Aufbereitung gebäudematerieller Information – 19 Stunden, geometrische Modellierung – 40 Stunden, Bauwerksdatenbankanreicherung – 5 Stunden.

5. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Um die Lenkung von Bestandsmaterialflüssen zu optimieren, wurde seitens des österreichischen Ingenieurbüros RM Umweltkonsulten ZT GmbH ein leistungsfähiges Tool entwickelt, welches künftig als technologischer Bestandteil - zuständig für qualitativ übersichtlichere und quantitativ präzisere Dokumentationen von Abfallqualitäten – dienstleistend in bestehende Schad- und Störstofferkundungsvorgänge eingegliedert werden soll. Im Zuge dieser Entwicklung wurde das firmeneigene, Web-basierte Geographische Informationssystem durch funktionale Strukturen und Prozessabläufe hinsichtlich einer umfangreichen visuellen und numerischen Zustandsfeststellung von Abrissgebäuden zweckdienlich erweitert. Mit der damit bewerkstelligten verbesserten Zuverlässigkeit von Massenabschätzungen von im Rahmen eines Abbruchs anfallenden Baurestmassen soll künftig sichergestellt werden, dass Entsorgungskosten akkurat kalkuliert und minimiert werden können, Deponievolumen geschont, Sekundärressourcen in höchstem Maße ausgeschöpft und Stoffkreisläufe des Bausektors - zum Wohle der Menschheit sowie der Umwelt - weiterhin sauber gehalten werden.

LITERATUR

- Blankenbach J. (2015): Bauwerksvermessung für BIM. In: Borrmann A., König M., Koch C., Beetz J. (eds) Building Information Modeling. VDI-Buch. Wiesbaden, Germany: Springer Vieweg.
- BIMForum (2019): LoD Specification For Building Information Models Part I. Aufgerufen am 02.08.2019 von <https://bimforum.org/wp-content/uploads/2019/04/LOD-Spec-2019-Part-I-and-Guide-2019-04-29.pdf>.

- BMLFUW (2015): Bundesgesetz BGBl. II Nr. 181/2015 des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Pflichten bei Bau- und Abbruchtätigkeiten, die Trennung und die Behandlung von bei Bau- und Abbruchtätigkeiten anfallenden Abfällen, die Herstellung und das Abfallende von Recycling-Baustoffen, zuletzt geändert durch das Bundesgesetz BGBl. BGBl. II Nr. 290/2016.
- Europäische Kommission (2015): Den Kreislauf schließen – Ein Aktionsplan der EU für die Kreislaufwirtschaft, Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, COM(2015) 614 final, p. 25. Aufgerufen am 02.08.2019 von https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF.
- Europäische Kommission (2016): Verordnung (EU) 2016/640 der Kommission vom 30. März 2016 zur Änderung der Anhänge IV und V der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates über persistente organische Schadstoffe, Amtsblatt der Europäischen Union L 80, pp. 17-24. Aufgerufen am 02.08.2019 von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0460&from=DE>.
- Europäisches Parlament & Rat (2004): Verordnung (EG) Nr. 850/2004 vom 29. April 2004 über persistente organische Schadstoffe und zur Änderung der Richtlinie 79/117/EWG, Amtsblatt der Europäischen Union L 158, pp. 7-49. Aufgerufen am 02.08.2019 von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0850&from=en>.
- Kovacic, I., Honic, M., Rechberger, H., Oberwinter, L., Lengauer, K., Hagenauer, A., Glöggler, J., Meier, K. (2019): Prozess-Design für den „Building Information Modeling“ (BIM) basierten, materiellen Gebäudepass – BIMaterial. Berichte aus Energie- und Umweltforschung Schriftenreihe 8/2019, herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT). Aufgerufen am 02.08.2019 von https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/sdz_pdf/schriftenreihe-2019-8-bimaterial.pdf.
- Nüchter, A. (2009): 3D Robotic Mapping. Berlin, Germany: Springer-Verlag
- Otepka, J., Sajid, G., Waldhauser, C., Hochreiter, R., Pfeifer, N. (2013): Georeferenced Point Clouds: A Survey of Features and Point Cloud Management. ISPRS International Journal of Geo-Information, vol. 2, no. 4, pp. 1038-1065.
- Österreichisches Normungsinstitut (2014a): Innenraumluftverunreinigungen - Teil 32: Untersuchung von Gebäuden auf Schadstoffe, ÖNORM EN ISO 16000-32: 2014-10-01.
- Österreichisches Normungsinstitut (2014b). Rückbau von Bauwerken als Standardabbruchmethode, ÖNORM B 3151: 2014-12-01.
- ViennaGIS (2019): Geodatenviewer der Wiener Stadtvermessung MA 41. Aufgerufen am 02.08.2019 von <https://www.wien.gv.at/ma41datenviewer/public/>.
- Volk, R., Stengel, J., Schultmann F. (2014): Building Information Models (BIM) for existing buildings – literature review and future deeds. Automation in Construction 38, pp. 109-127.
- Wiedemann, A. (2004): Handbuch Bauwerksvermessung – Geodäsie, Photogrammetrie, Laserscanning. Basel, Switzerland: Springer AG.

Kontakt Daten Autoren:

Melanie Rašković
Bellegardegasse 17
1220 Wien
Email: raskovic@umweltkonsulenten.at

Arne M. Ragossnig
Bellegardegasse 17
1220 Wien
Email: ragossnig@umweltkonsulenten.at