
Dibit TIS – Das „Proto“- BIM für den Tunnelbau

Michael METT, Heiner KONTRUS und Sebastian HOLZER

Dibit Messtechnik GmbH, Innsbruck · michael.mett@dibit.at

Zusammenfassung

Als Erfinder des photogrammetrischen 3D-Tunnelscannings Ende der 1990iger Jahre entwickelt Dibit Messtechnik GmbH Hardware- und Softwarelösungen für die Vermessung und Dokumentation von Tunnelbauwerken. Das dibit-TIS (Tunnel Information System) ermöglicht die strukturierte, georeferenzierte Analyse und Visualisierung von Tunnelscans und damit verknüpften, sowie frei wählbaren, attributierenden Informationen. Mit Hilfe von dibit-TIS können 3D-Modelle von unterschiedlichen Zeitpunkten lagerichtig untersucht und verglichen werden. So ist es möglich, altersbedingte Schädigungen zu monitoren (z.B. Risse), Flächen und Längen (z.B. Risslängen) zu messen, bzw. Materialvolumen zu berechnen (z.B. eingebrachter Spritzbeton) und Momentaufnahmen vom Baubestand darzustellen. Die mit dem Alter wachsende Datenbank liefert über den gesamten Lebenszeitraum des Bauwerks wertvolle Informationen zu dessen Alterungsverhalten und bietet Planungsgrundlagen für geeignete Instandhaltungs- und Sanierungsmaßnahmen, welche auch für BIM-Modelle zur Verfügung gestellt werden könnten.

1 Einführung in BIM

BIM (Building Information Modeling) ist ein innovatives Planungs- und Dokumentationswerkzeug in der Baubranche, das auf digitalen 3D-Gebäudemodellen basiert (WKO-BIM 2018). BIM ist ein effizientes Hilfsmittel für Planung, Instandhaltung, Abwicklung- und den Betrieb eines Bauwerks. Im Idealfall hält es bauwerksrelevante Informationen über dessen gesamten Lebenszyklus bereit.

BIM-Modelle werden vor der Realisierung des Projekts erstellt. Sie enthalten zum einen geometrische Informationen um Volumen, Massen oder Schädigungen zu quantifizieren. Zum anderen sind aber auch alphanumerische Daten zu einzelnen Bauteilen wie Materialeigenschaften, Kosten, Termine oder ähnliches hinterlegt (BIM-BAUMEISTER 2018). Diese Erweiterung um beliebig viele, frei definierbare Dimensionen unterscheidet BIM-Anwendungen in erster Linie von den gängigen CAD-Applikationen.

Alle Informationen werden in einem zentralen, standardisierten Datenmodell erfasst, die eine interaktive Bearbeitung und Vervollständigung durch alle Projektbeteiligte zulässt (Interoperabilität). Als Konsequenz arbeiten alle planenden, ausführenden und später betreibende Institutionen in einem konsistenten und offenen Datenformat, das stets auf einem aktuellen Stand ist.

Mit BIM steht somit ein Ansatz zur Verfügung, um Bauprozesse effektiver zu begleiten, die Qualität von Bauvorhaben zu steigern und die Zusammenarbeit der Projektbeteiligten zu verbessern. Durch die Möglichkeit jederzeit auf aktuelle Planungsgrundlagen zurückgreifen

zu können und Mengen- bzw. Abrechnungsgrundlagen bereitzustellen, werden Bauvorhaben insgesamt transparenter und nachvollziehbarer.

Der Einsatz von BIM ist im deutschsprachigen Raum bis dato eher begrenzt (12% der Projekte), während in skandinavischen und angelsächsischen Ländern bereits Quoten bis zu 50% erreicht werden. In Deutschland sollen ab 2020 bei allen neuen Bauvorhaben des BMVI (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) verbindlich BIM-Systeme eingesetzt werden (BIM-BAUMEISTER 2018). Tabelle 1 zeigt die derzeit vorliegenden, maßgeblichen Normierungswerke in Europa.

Standards für die Klassifizierung von BIM-Komponenten werden von internationalen Organisationen wie dem Verein buildingSMART erarbeitet. Dazu gehört das IFC (Industry Foundation Classes), ein offener Standard im Bauwesen zur digitalen Beschreibung von Bauwerksmodellen. IFC-Dateien enthalten Informationen zu semantischen Gebäudestrukturen (z. B. Gebäude, Geschoss, Wand, Öffnung, Fenster), zugehörigen Eigenschaften (Attributen, z.B. Wandstärke 30 cm, Wärmeleitfähigkeit) und optionalen Geometrien. Mit ihnen ist ein effizienter Informationsaustausch zwischen unterschiedlichen BIM-Systemen möglich. Die IFC sind in ISO-16739 definiert. Derzeitige Regelwerke zu BIM umfassen u.a.: ÖNORM A 6241-2: 2015 07 01, DIN SPEC 91400: 2015-01 und CEN/TC 442.

2 BIM für den Tunnelbau

2.1 Stand der Technik

BIM hat sich in Bauingenieursdisziplinen wie dem Hoch- und Verkehrswegebau bereits zu einem etablierten Planungswerkzeug entwickelt. In gängigen Softwarelösungen wie Revit, Navisworks, Autodesk BIM 360 u.a. sind entsprechend standardisierte Bauelemente nach Vorgaben des IFC (Industry Foundation Classes) implementiert (vgl. Kap 1).

Für den Tunnelbau gibt es derzeit jedoch noch keinen einheitlichen Standard (LÖFFLER, 2017). Einen ambitionierten Vorschlag für die Erstellung semantischer Bauwerksobjekte in Schildvortriebstunneln geben bereits JUBIERRE & BORRMANN (2014) mit der Einführung eines mehrskaligen Abstraktionsmodells. Je nach Detaillierungsgrad (LoD = Level of Detail) ergeben sich im Tunnelmodell thematisch korrelierte Bauwerksobjekte (vgl. Abb. 1). Der Vorschlag für eine solche Erweiterung der IFC-Standards wurde jedoch nicht weiterverfolgt.

Die Forschungsinitiative IFC Infra (Infrastructure), die im Wesentlichen aus Mitgliedern der Bauhaus Universität Weimar und Ruhr Universität Bochum besteht, ist mit der Weiterentwicklung des derzeitigen IFC4-Standards für Tunnel-, Brücken und Bahnanwendungen betraut (IFCINFRA, 2018). Der um den Tunnelbau erweiterte IFC5 Standard (IFC Tunnel) befindet sich in einer frühen Planungsphase (BUILDINGSMART 2018) und ein Release Datum ist noch unbekannt.

Daher beschränken sich BIM-Projekte im Tunnelbau auf Workarounds in etablierten BIM-Softwares. Dazu werden von den Anwendern individuelle Bauwerksstrukturen definiert (z.B. Ortsbrust, Kalotte, Tübbing, Spritzbeton, etc.) und mit Attributen versehen (z.B. geologische Informationen, Schalendicken, Ankerlängen, Preisen, etc.).

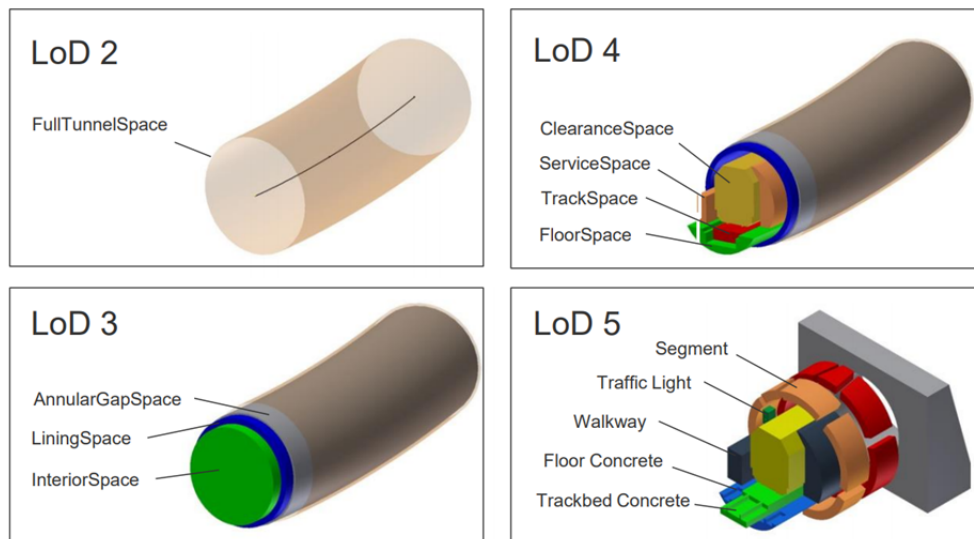


Abb. 1: 3D-Darstellung der verschiedenen Detaillierungsgrade (LoDs = Level of Detail) des mehrskaligen Abstraktionsmodells aus JUBIERRE & BORRMANN (2014).

An sich gesehen sind die erstellten Projekte somit ernst zu nehmende BIM-Anwendungen. Nur die Funktionalität in Bezug auf Datenaustausch (Interoperabilität; aufgrund der fehlenden IFC-Standards) und damit der allgemeinen Bearbeitungsmöglichkeiten sind reduziert, bzw. es müssen zur Kollaboration zweier Anwendungen die oben beschriebenen individuellen Bauwerksstrukturen untereinander vereinheitlicht werden. Da diese Vereinheitlichung nicht standardisiert ist, führt dies zu einem Mehraufwand und potenziellen Problemen, weshalb es dringend notwendig ist, den durch IFC5 erhofften Infrastruktur-Standard zu etablieren.

2.2 BIM-Pilotprojekte im Tunnelbau

In geringem Ausmaß wurden bereits BIM-Pilotprojekte im Tunnelbau realisiert, von denen im Folgenden vier kurz umrissen werden. Sie zeigen ein mögliches Spektrum für zukünftige BIM-Anwendungen im Tunnelbau auf.

Im Pilotvorhaben „Eisenbahntunnel Rastatt“ wurden BIM-Konzepte in den Leistungsphasen 3 (Entwurfsplanung) und 4 (Genehmigungsplanung) angewendet. Zu Beginn der Planungen wurde ein texturiertes 3D-Modell erstellt und mit ausgewählten Illustrationen ausgestattet. Das Tunnelmodell sollte insbesondere zur Visualisierung des Bauprojekts für die Öffentlichkeit behilflich sein, wie auch zur Verbesserung der Projektkommunikation und zur Akzeptanzsteigerung der Baumaßnahmen bei der Bevölkerung. Das BIM-Modell wurde im Anschluss auf Basis der fertiggestellten 2D-Planung generiert. Mit ihm wurden Kollisionskontrollen durchgeführt und umfangreiche Mengenermittlungen angestellt. Zuletzt wurde das BIM-Modell mit Zeit und Kosteninformationen verknüpft, um ein 5D-Modell zu erstellen. Dieses bildete die Grundlage für die modellbasierte Kostenaufstellungen (BMVI, 2018).

Die ARGE BIM4INFRA2020 ist vom BMVI (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Deutschland) damit betraut worden, Empfehlungen für die Umsetzung des Stufenplans „Digitales Planen und Bauen“ auszuarbeiten. Ziel des Stufenplans ist ab 2020 ausnahmslos BIM-Systeme bei der Ausführung von Großinfrastrukturprojekten zu verwenden. Im Rahmen der Evaluierungen wurde das Pilotprojekt „Tunnelkette A44“ (Hessen, Deutschland) einbezogen. Als Hauptziele des Projekts gibt DEGES (2017) die „Untersuchung von Möglichkeiten der modellbasierten Vergabe von Bauleistungen“ und die „Prüfung auf Risiken und Konflikte mit bestehenden Regelwerken“ an. Im Rahmen des Projekts wurde der 2D-Planungsstand in ein BIM Modell überführt, auf dessen Basis Planableitung (Entwurf, Genehmigung), Kostenschätzung, Kostenberechnung, LV, Ausschreibung und Vergabe, Terminplanung und Abrechnung der Bauleistungen geschehen soll. Ein vergabefähiges 5D-Modell soll im Jahr 2018 erstellt werden.

Seit 2016 wird von den Österreichischen Bundesbahnen die im Bau befindliche Tunnelkette Granitztal als ein BIM-Pilotprojekt behandelt. Diese besteht aus dem Tunnel Deutsch Grutsch, der Querung des Granitztals in Form einer offenen Bauweise (OBW) und dem Tunnel Langer Berg, die im Endzustand zu einem durchgehenden, 2-röhrig eingleisigen Tunnelsystem verbunden werden (EXINGER ET AL. 2018). Das Pilotprojekt verfolgt die Erstellung eines umfassenden digitalen, elementbasierten Projektmodells bestehend aus Tunnelmodell, Streckenmodell, Lüfterzentrale und Umgebungsmodell. Das BIM-Modell besteht aus den Elementen Rohbau und Ausrüstung, die wiederum in unterschiedliche Teilmodelle (z.B. Querschläge, Fahrrohrenabschnitte, Schachtbauwerke) gegliedert sind. Die Erstellung der Teilmodelle erfolgt mit den Programmsystemen REVIT und AutoCAD Civil 3D. Der BIM-Standard wurde unter Berücksichtigung der Struktur der ÖBB-internen Tunneldatenbank AVS-KISTE erstellt (EXINGER ET AL. 2018).

Ein weiteres BIM-Pilotprojekt wird derzeit von der österreichischen Autobahnbehörde (ASFINAG) und der slowenischen Autobahnbehörde (DARS) in der zweiten Röhre des Karawankentunnels, wo derzeit von den Auftragnehmern Geotechnische Messungen und Geologie eine Volldokumentation des Tunnelvortriebes betreffend Rohausbruch, Ortsbrust, Spritzbeton, Innenschale und der Geologie umgesetzt. Das BIM-Pilotprojekt verfolgt zwei Ziele: die systematische Implementierung der BIM-Methodik für das Projekt und die Untersuchung der Vorteile und Herausforderungen, die mit der Planung, Ausführung und Steuerung von BIM-bezogenen Aktivitäten verbunden sind. Darunter fallen u.a. die Erstellung von Informationspflichten für den Arbeitgeber, der BIM-Ausführungsplan, 3D-, 4D- und 5D-Modellierungen sowie die Modellierung geologischer Parameter. Weiterhin ist zu testen, wo und wie BIM-Modelle effizient mit CAFM-Systemen (Computer Aided Facility Management) verknüpft werden können, um den Betrieb des Tunnels zu begleiten (PLATFORM 4.0 2017).

2.3 Potential von BIM für den Tunnelbau

Die Literaturstudien zeigen ein großes Potential für die Verwendung von BIM-Systemen im Tunnelbau. Ein Bedarf ist für alle Phasen eines Tunnelprojekts vom Entwurf über die Planung, die Ausführung und den Betrieb bis hin zu Umbau- und Sanierungstätigkeiten zu erkennen (vgl. Abb. 2). Der größte Mehrwert von BIM-Projekten ist für die Projektbeteiligten die allgemeine Zugänglichkeit zu den Daten und deren Aktualität. Insbesondere für die Projektkoordination in der Entwurfs- und Planungsphase ist dies bedeutend. Ebenso werden

Mengenermittlungen und damit Abrechnungen nachvollziehbarer, Kalkulationen werden transparenter und besser kommunizierbar.

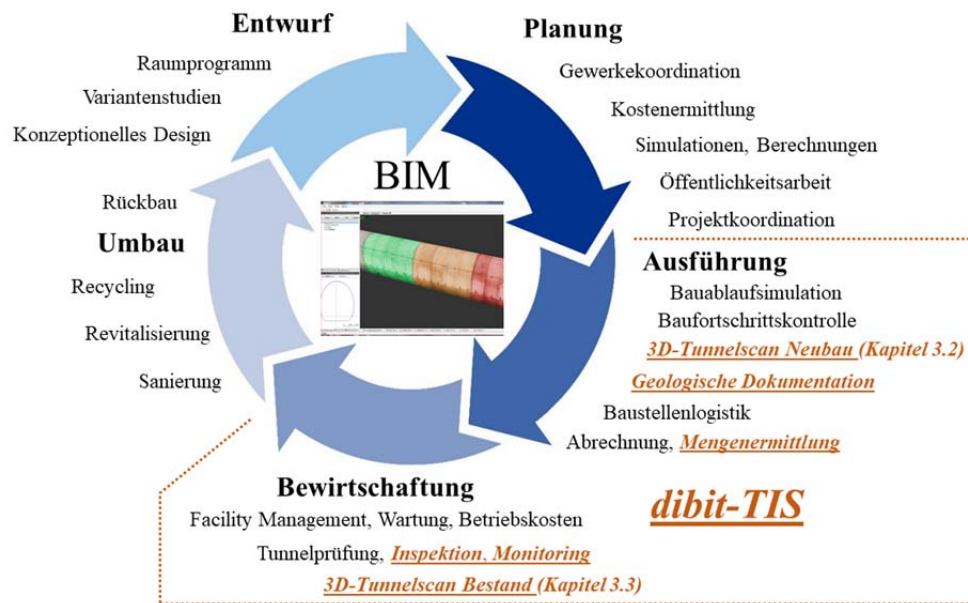


Abb. 2: Darstellung von Einsatzgebieten für BIM-Systeme im Tunnelbau in Anlehnung an VBW (2018). Hervorgehoben sind thematische Schnittstellen zu dibit-TIS und Dibit-eigenen Messsystemen.

Besondere Vorteile ergeben sich auch für die Verwendung von Tunnelscans über den gesamten Lebenszyklus eines Tunnels. In der Phase des Rohausbruchs sind Tunnelscans insbesondere für die Ermittlung von Profilhaltigkeiten (Über- und Unterprofil), für die Berechnung von Volumen (z.B. Spritzbeton, etc.) und die Dokumentation geologischer Informationen (z.B. Klufflächen, etc.) geeignet. In BIM-Systemen können die Informationen räumlich-zeitlich korreliert werden. Dies hilft insbesondere bei späteren Ereignissen, wie z.B. Rissbildungen, Informationen über deren Herkunft zu generieren (z.B. tektonisch bedingt oder durch Baufehler) und geeignete Gegenmaßnahmen zu treffen, bzw. Regressforderungen zu stellen.

Im Laufe der Bewirtschaftung eines Tunnels werden in definierten Zeitintervallen Tunnelhauptprüfungen und Inspektionstätigkeiten durchgeführt. Die hier erhobenen Daten in Form von Scans, Rissvermessungen und händischen Benotungen fließen in BIM ein und erlauben Rückschlüsse auf Alterungserscheinungen, wie auch Empfehlungen für zukünftige Sanierung-, Bewirtschaftungs- und Modernisierungsaufgaben.

3 Dibit-TIS

3.1 Beschreibung von dibit-TIS

Die Datenbank „dibit-TIS“ (Tunnel-Informationen-System) ist eine Kernkomponente der Tunnelvermessungssoftware „Dibit“. In Kombination mit dem dibit-Viewer können 3D-Tunneldaten analysiert und visualisiert werden. Dibit-TIS ermöglicht die Erfassung und Kartierung von Bauteilen (Blöcke, Nischen, etc.), Einbauten (Lampen, Verkehrsleittechnik, etc.) oder Schadstellen (Risse, Abplatzung, etc.). Diese werden entweder manuell auf den 2D Abwicklungen des Tunnels oder den fototexturierten, hochauflösenden 3D-Tunneldaten eingezeichnet, bzw. durch (semi)-automatische Softwarealgorithmen detektiert und verfolgt. Weiterhin sind Verlinkungen mit Mess- oder Inspektionsbildern und Begehungs- oder Sanierungsprotokollen (z.B. Injektionsprotokolle von Riss-Sanierungen) möglich.

Durch die Überlagerung von fotorealistischen Tunnelaufnahmen unterschiedlicher Epochen (Aufnahmezeitpunkte) im dibit-Viewer sind Veränderungen der Tunneloberfläche sichtbar zu machen. Räumliche und zeitliche Veränderungen können quantifiziert werden (4D change detection) und dienen als Grundlage nachfolgender Inspektions- und Sanierungstätigkeiten.

Ein Merkmal des dibit-TIS ist vor allem die strukturierte, räumlich-thematische Zuordnung und Visualisierung von Informationen in komplexen Tunnelbauwerken. Die Informationen werden Objektklassen und Layern zugeordnet. Sie sind damit je nach Aufgabenstellung systematisch in die Tunnelanalyse mit einzubeziehen und durch automatisierte Berichte, bzw. Planerstellungen zu exportieren. Die Objekte werden in ihrer räumlichen Gestalt in dibit-TIS gespeichert. Sie können in Form offener und geschlossener Polylinien aufgenommen werden. Die Markierung von Objekten als Flächen, Kreise und Punkte ist ebenso möglich. Die Positionen, Längen, Flächen und diverse weitere Parameter der einzelnen Objekte können tabellarisch aus dem TIS exportiert und statistisch ausgewertet werden.

Weiterhin können die Objekte mit frei wählbaren, beschreibenden Attributen z.B. zur Wasserführung, dem Auftreten von Sinterbildungen, der Rissbreite und vielem mehr versehen werden. Dies gestattet später eine thematische Filterung und Auswertung einzelner Aspekte. Zudem ist es möglich, eine Vielzahl unterschiedlicher Sensordaten mit den räumlichen Tunnelmodellen zu verknüpfen. Dazu gehören z.B. Georadardaten, thermografische Daten, und multi-(hyper)-spektrale Daten, wie auch konventionelle manuelle Messungen und Bauwerksinformationen.

3.2 Verwendung von dibit-TIS im Tunnelneubau

Eine typische Anwendung von dibit-TIS ist die Analyse und Visualisierung von geometrischen und geologischen Aufnahmen im Tunnelneubau. Die Daten umfassen zumeist den Rohausbruch (= anstehender Fels) und ggf. weitere Ausbaustadien, wie z.B. Spritzbeton, Abdichtungsuntergrund, Betoninnenschale, etc. Diese Layer können georeferenziert in dibit-TIS übereinandergelegt und analysiert werden (z.B. Schichtdicken, Volumen, Profilhaltigkeiten).

Der Rohausbruch wird hauptsächlich vom Dibit-eigenen 3D-Scansystem „Handheld“ aufgenommen. Aus den Messbildern wird in einem photogrammetrischen Verfahren, mit Hilfe der Dibit-Software ein 3D-Modell erzeugt. (BAUER ET AL. 2015). Der Vorzug des Systems

sind die farbechte Fototextur und eine hohe Messgenauigkeit von etwa 10 mm (DIBIT 2018a).

Mit den Daten sind daher in dibit-TIS geologische Strukturen visuell gut zu erkennen und zu analysieren. So können beispielsweise Klufflächen, Störungen, Schieferungen, Ausbrüche, u.v.m. als solche gekennzeichnet und in ihrer absoluten Raumlage und Erstreckung vermessen werden. Auch ermöglicht die Software ausgehend von einem Regelprofil die volumen- und flächenhafte Vermessung von Profilhaltigkeiten. Die sog. Unter- und Überprofile, die in Bezug auf nachträgliches Abtragen von Gestein (bei Unterprofil) und zusätzliche Mengen an Spritzbeton (bei zu großem Überprofil) einen erheblichen Kostenfaktor darstellen, werden in Form von Profilschnitten und Falschfarbendarstellungen gekennzeichnet (vgl. Abb. 3). Volumen der Profilhaltigkeiten stellen eine wichtige Grundlage zur Kostenberechnung dar.

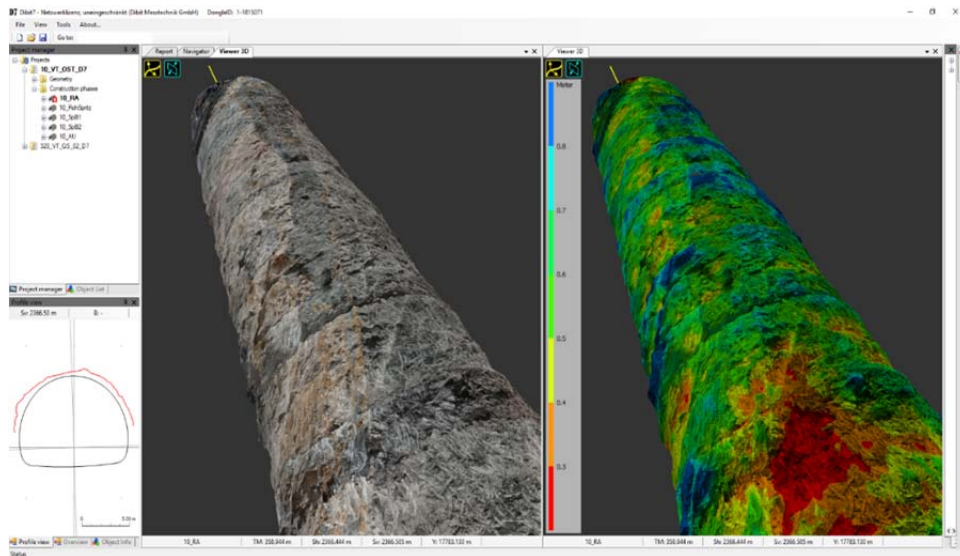


Abb. 3: Multiviewer Darstellung eines Tunnel-Rohausbruchs in dibit-TIS. Links sind in der Aufsicht auf die 3D-Daten des Tunnelneubaus unterschiedliche Lithologien zu erkennen. Rechts wird in Falschfarben die Abweichung der Ausbruchsgeometrie von einem Regelprofil angezeigt. Das Regelprofil wird links unten angegeben (Rohausbruch = obere, gezackte Linie).

3.3 Verwendung von dibit-TIS im Bestandstunnel

3D-Scans von Bestandstunneln dienen vor allem Inspektionstätigkeiten, bei denen die Tunneloberflächen in Bezug auf Schädigungen (Risse, Abplatzungen, Wassereintritte, etc.) und Tunnelleinbauten (Blockfugen, Nischen, etc.) untersucht werden.

Als Systemhersteller baut Dibit Messtechnik GmbH 3D-Mess-Systeme für den Tunnelbau. Die hybriden Systeme, messen die 3D-Geometrie mittels einer Lasereinheit und nutzen zusätzlich Digitalkameras, um hochauflösende, hochgenaue (5 – 10 mm absolute Messgenauigkeit) und farbechte 3D-Modelle zu generieren (DIBIT 2018b).

Das photogrammetrische Hochgeschwindigkeits-Messsystem ermöglicht die Messung farbechter 3D-Tunnelmodelle mit einer Geschwindigkeit bis zu 80 km/h und einer absoluten Genauigkeit bis zu 10 mm (METT & KONTRUS 2018, DIBIT 2018b).

Die hochauflösenden 3D-Modelle mit Fototextur dienen in dibit-TIS als Grundlage für die Analyse von Tunnelmerkmalen in einer virtuellen Computer-Umgebung (vgl. Abb. 4). Strukturen, wie Risse, Blockfugen, etc. können entweder manuell auf dem 3D-Modell nachgezeichnet werden, oder semiautomatisch durch die Software ausgewiesen werden. Die Messungen werden in dibit-TIS frei definierbaren Klassen (z.B. Risse, Wassereintritte, Nothaltebucht) zugewiesen und in ihrer absoluten räumlichen Lage und Ausdehnung gespeichert.

Die Messergebnisse, bzw. Klassen können in Tabellenberechnungsprogramme zur statistischen Auswertung oder in weitere CAD- und GIS-Programme exportiert werden. Weiterhin ist es möglich, Tunnelelemente mit zusätzlichen Informationen wie Fotos, manuellen Aufzeichnungen, Datenblättern u.v.m. zu verknüpfen. Wenn Tunnel scans von mehreren Zeitpunkten (Epochen) vorhanden sind, können diese übereinandergelegt und in Bezug auf zeitliche Änderungen (z.B. Rissentwicklungen) untersucht werden (change detection).

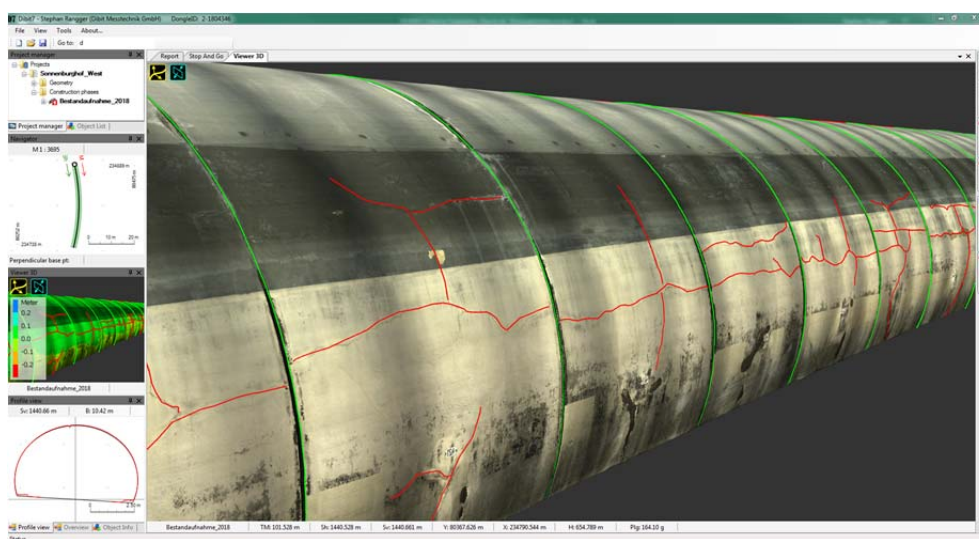


Abb. 4: Auswertung von Rissbildern in dibit-TIS. Die Aufnahme zeigt Rissbildungen bis 0,3 mm Weite verlässlich an. Die 3D-Aufnahmen wurden mit dem Hochgeschwindigkeits-Messsystem erstellt (WKO TIROL INNOVATIONSPREIS 2018).

3.4 Kompatibilitäten und Unterschiede von dibit-TIS zu BIM-Systemen

Dibit-TIS ist ein umfangreiches Softwarepaket, das unterschiedlichste Anwendungen und Analysen im Tunnelbau ermöglicht. Es umfasst einige Funktionalitäten, die es als Datenlieferant von georeferenzierten 3D-Tunnelmodellen kompatibel zu BIM-Anwendungen macht.

Kompatibilitäten zu BIM:

- Georeferenzierte Visualisierung von 3D-Tunneldaten von mehreren Zeitpunkten (Epochen; z.B. Rohausbruch, Spritzbeton, Innenschale). Damit ist es möglich, zeitliche und räumliche Veränderungen des Tunnelprojekts darzustellen und zu analysieren.
- Berechnung von Volumen (Gesteinsausbruch, Profilhaltigkeiten, Betonvolumen) durch den Vergleich mit Regelprofilen oder Geometrien verschiedener Bauepochen. Damit werden Kostenkalkulationen nachvollziehbarer.
- Messen von Tunnel-Attributen, wie z.B. geologische Strukturen, Risse, Einbauten.
- Kategorisierung und strukturierte Speicherung der erhobenen 3D-Daten und Messungen. Datenexport zu BIM-, GIS- und CAD-Systemen
- Verknüpfung von 3D-Modellen mit thematischen Daten (z.B. Prüfberichte, Messfotos, Produktspezifikationen, Bauberichte).
- Import, Visualisierung und Bearbeitung von verschiedensten Geodaten (z.B. Thermalaufnahmen, Georadardaten, Multispektraldaten, etc.). Durch die Georeferenzierbarkeit der Daten wird deren lagegetreue Projektion auf die 3D-Tunnelscans ermöglicht und damit eine weitergehende Analyse.
- Die Daten von dibit-TIS können exportiert und von anderen Softwares eingelesen werden (Interoperabilität; z.B. Revit).

Unterschiede zu BIM:

- Die Software dibit-TIS ist für die Aufnahme, bzw. 3D-Modellierung von Tunneloberflächen optimiert, d.h. für Bauausführung und für Bewirtschaftung geeignet. Sie kann im Ggs. zu BIM derzeit nicht für Entwurf und Planungsaufgaben verwendet werden.

4 Resümee und Ausblick

Dibit-TIS kann unter dem Umstand als „Proto-BIM“ bezeichnet werden, dass es einige Hauptfunktionalitäten von BIM-Systemen besitzt und mit seiner Entwicklung seit Anfang der 2000er Jahre aus einer Zeit stammt, in der BIM-Softwares noch nicht existierten.

Dibit-TIS ist eine für den Tunnelbau spezialisierte Software, die ein exzellenter Datenlieferant von georeferenzierten, texturierten, hochauflösenden 3D-Geometriedaten und kategorisierten Messdaten ist. Ein dibit-TIS Projekt ist daher eine gute Basis für ein BIM-Projekt.

Um dibit-TIS vom „Proto-BIM“ zum BIM zu machen, müssen noch Schnittstellen geschaffen werden, um BIM-Daten in die Software einlesen zu können (z.B. für Entwurf und Planung eines Projekts).

Dibit-TIS kann zukünftig hochwertige und standardisierte Daten zu BIM-Systemen liefern. Daher werden die IFC-Standards für den Tunnelbau, sobald diese von buildingSMART definiert wurden (vgl. Kapitel 1), in dibit-TIS implementiert um einen standardisierten Datenaustausch in BIM-Programme zu gewährleisten.

Damit wird dibit-TIS ein noch zukunftsfähigeres Softwarepaket in der hochspezialisierten Nische des Tunnelbaus und der Tunnelvermessung.

Literatur

- BAUER, A., GUTJAHR, K., PAAR, G., KONTRUS, H. & GLATZL, R. (2015): Tunnel Surface 3D Reconstruction from Unoriented Image Sequences. OAGM Workshop 2015, Salzburg, 8
- BIM-BAUMEISTER (2018): <http://www.bim-baumeister.at> (12.11.2018).
- BMVI (2018): Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau, Bundesministerium für Verkehr und dig. Infrastruktur, 30 S.
- BUILDINGSMART (2018): Summary of IFC Releases. <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-releases> (14.11.2018).
- DEGES (2017): Building Information Modeling (BIM) im Straßenbau. https://bim4infra.de/wp-content/uploads/2017/12/2017-10-23_BIM_B87_Erfahrungsaustausch.pdf (12.11.2018).
- DIBIT (2018a): Tunnel Neubau - Aufnahme des Rohausbruchs mittels Handheld. https://www.dibit.at/fileadmin/user_upload/Dibit_Struktur/07_Downloads/2017_Produktblaetter/Produktblaetter_DE/TSC_Neubau_Rohausbruch_de.pdf (03.11.2018).
- DIBIT (2018b): Dibit TSC. https://www.dibit.at/fileadmin/user_upload/Dibit_Struktur/07_Downloads/2017_Produktblaetter/Produktblaetter_DE/TSC_allgemein_de.pdf
- EXINGER, C., KOHLBÖCK, B., ZWITTNIG, G., LEMMERER, J., MATT, R., GRIESSER, E. & MULITZER, G. (2018): BIM Pilotprojekt Tunnelkette Granitztal - Semantisches Informationsmodell für Betrieb und Instandhaltung. Baukongress 2018 – Bauen wird digital. Wien, 77 – 78.
- IFCINFRA (2018): IFC Infra(structure). <http://ifcinfra.com/> (13.11.2018).
- JUBIERRE & BORRMANN (2014): A multi-scale product model for shield tunnels based on the IFC Classes. <https://www.cms.bgu.tum.de/images/research/IfcTunnel/IFC-Tunnel%20Documentation.pdf>
- LÖFFLER, M. (2017): Evaluierung von 3D-BIM-Software für den Tunnelbau. Masterarbeit. Lehrstuhl für Subsurface Engineering, Montanuniversität Leoben, 101 S.
- METT, M. & KONTRUS, H. (2018): Hochgeschwindigkeits-3D-Vermessung von Tunnelbauwerken. Vortrag auf der GEC Offenburg am 25.10.2018. https://www.gec-offenburg.de/upload/media/media/509/GEC18_Mett%5B16651%5D.pdf (16.11.2018).
- PLATFORM 4.0 (2017): Schriftenreihe der österreichischen Plattform 4.0, Schrift 06 BIM in Tunnelling, Wien, 40 S.
- VBW (2018): Digitales Planen und Bauen Schwerpunkt BIM. Studie der Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V., München, 69 S.
- WKO-BIM (2018): Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen. WKO Österreich, <https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/potenziale-digitalisierung-im-bauwesen-langfassung.pdf>, 151 S.
- WKO TIROL INNOVATIONSPREIS (2018): Videofilm zur Nominierung zum Tiroler Innovationspreis 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=y7tD44ZgWDM> (10.10.2018).
- ZIBERT, M., SCHUBERT, P., LAH, M. & JAJE, S. (2017): Implementation of BIM methodology to the Karavanke tunnel. In: Proceedings of the 16TH Australasian Tunnelling Conference 2017. 30 October - 1 November 2017. Barton, A.C.T. Engineers Australia, 2017. CD-ROM.