

Das BIM-Fachmodell Ingenieurvermessung – Ein fester Bestandteil bei der Planung von Verkehrsanlagen

The BIM-professional Model Engineering Surveying – An Integral Part in the Planning of Traffic Systems

Andreas Riemenschneider

Ab Ende 2020 sollen alle vom Bund finanzierten Verkehrsinfrastrukturprojekte mit der BIM-Methode (BIM: engl. Building Information Modeling) realisiert werden. Die zielgerichtete Planung, der störungsfreie Bau und der anschließende Betrieb von Verkehrsanlagen benötigen aktuelle Zustandsdaten. Daten, die präzise Rückschlüsse auf die Geoposition, die Dimension, die Geometrie und die Beschaffenheit der Objekte zulassen. Das BIM-Fachmodell Ingenieurvermessung liefert diese Daten und steht am Anfang eines ganzheitlichen, digitalen Prozesses, wenn zukünftig Verkehrsinfrastrukturprojekte geplant, gebaut und letztlich auch betrieben werden sollen. Der folgende Beitrag aus der Praxis zeigt auf, worum es sich bei dem Modell handelt, wie es entsteht und welche Ergebnisse die am BIM-Prozess beteiligten Institutionen erwarten können.

Schlüsselwörter: Verkehrsinfrastrukturprojekte, Building Information Modeling, BIM-Fachmodell Ingenieurvermessung

From the end of year 2020 all of the German traffic infrastructure projects, which are funded by the federal government, should be realized using the BIM method. It is necessary to provide current status data for a focused planning, an uninterrupted construction and for the following operation of traffic facilities. This data should allow precise conclusions of the geospatial position, dimension, geometry and the properties of the objects. If future traffic infrastructure projects should be planned, built and finally be operated, the BIM-professional model Engineering Surveying supplies this data and is at the beginning of a holistic, digital process. The following contribution drawn from practice shows which kind of model is presented, how it is created and what results the BIM-process involved institutions can expect.

Keywords: Traffic infrastructure project, Building Information Modeling; BIM-professional model Engineering Surveying

1 EINLEITUNG

Das wirtschaftliche Planen, Bauen und Betreiben ihrer Verkehrsanlagen ist neben der Bereitstellung der Verkehrswege das oberste Ziel der Anlagenverantwortlichen. Die Planung, die Instandhaltung, der Umbau und die Nutzung vorhandener Verkehrswege und ihrer baulichen Anlagen erfolgt zunehmend digital. Dies soll zukünftig nach der BIM-Methodik (BIM: engl. Building Information Modeling) erfolgen. Ein Prozess, der vollständige, genaue und widerspruchsfreie digitale Informationen zu bestehenden Anlagen, der trassen nahen Topografie, der Gebäude und Ingenieurbauwerke voraussetzt. Nach den Regeln des BIM-Prozesses stehen die digitalen Daten zukünftig in einem BIM-Gesamtmodell über den gesamten „Lebens-

zyklus“ der Verkehrsanlage und ihrer Bestandteile zur Verfügung /Riemenschneider 2018/. Die Ingenieurvermessung leistet mit ihren Mess-, Auswerte- und Berechnungsmethoden einen wichtigen Beitrag zur Ermittlung von Bestandsdaten als Grundlage für digitale Anlagen-, Bauwerks-, Gebäude- bzw. Geländemodelle. Wir sprechen hier von dem BIM-Fachmodell Ingenieurvermessung. Im Folgenden sollen die entscheidenden Faktoren, die zur erfolgreichen Erzeugung dieses Fachmodells erforderlich sind, dargelegt werden. Faktoren, die die Korrelation zwischen Fahrweg und baulicher Anlage berücksichtigen. Hierbei handelt es sich um einen ingenieurvermessungstechnischen Prozess, bei dem bestehende Verkehrsanlagen

Tachymetrie-, GNSS- und Laserscan-gestützt kinematisch und statisch erfasst werden. Der Beitrag zeigt auf, wie unter Verwendung der Software Autodesk REVIT die planungsbegleitende Vermessung und die Bauvermessung effizient und nachhaltig die Forderungen der Anlagenbetreiber zur Erfassung, Visualisierung und Dokumentation von bestehenden und neuen Trassen, Gebäuden und Ingenieurbauwerken nach dem neuesten Stand der Technik erfüllen kann.

2 DAS BIM-FACHMODELL INGENIEURVERMESSUNG

Dieses Fachmodell ist ein Bestandteil des gesamten digitalen Anlagen-, Bauwerks-, Gebäude- bzw. Geländemodells. Das 3D-Modell entsteht unmittelbar nach Projektstart in Form einer detaillierten vermessungstechnischen Bestandsaufnahme. Das BIM-Fachmodell Ingenieurvermessung, auch Bestandsmodell genannt, enthält die Geobasisdaten zu bestehenden Verkehrsanlagen, der trassennahen Topographie, der Gebäude und Ingenieurbauwerke. Der Umfang sowie der Detaillierungsgrad des Bestandsmodells sind abhängig von der Aufgabenstellung. Der Informationsgehalt und die Informationstiefe des BIM-Modells stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit dem zukünftigen Anwendungsfeld, dem das Modell zugeführt werden soll. Anwendungsfelder könnten beispielsweise sein: Planung, Simulation, Projektmanagement, Öffentlichkeitsarbeit u. v. m. Der Level of Geometry (LOG) definiert dabei den geometrischen Detaillierungsgrad und der Level of Information (LOI) den Grad des Informationsgehalts der BIM-Bauteile bzw. des Modells in Abhängigkeit der Projektanforderungen bzw. des Planungsverlaufs. LOG und LOI bilden zusammen den sogenannten Fertigstellungsgrad (Level of Development, LOD). Mit dem Anstieg der Planungsleistungsphasen im Sinne von § 34 HOAI (Lph. 2 Vorplanung, Lph. 3 Entwurfsplanung, Lph. 4 Genehmigungsplanung und Lph. 5 Ausführungsplanung) steigen die Anforderungen an den Fertigstellungsgrad der notwendigen Informationen /DB Station&Service AG 2016/. Der Level 100 bildet in diesem Ranking häufig den untersten und Level 400 den höchsten Grad der Anforderungen ab. Oder anders ausgedrückt: je größer der gewählte Abbildungsmaßstab der Ingenieurvermessung, umso höher der Informationsgehalt bzw. geometrische Detaillierungsgrad des BIM-Fachmodells. Das Fachmodell Ingenieurvermessung stellt maßstabsgetreu und dreidimensional alle Objekte, verknüpft mit weiteren wichtigen Zusatzinformationen, innerhalb der Planungsgrenzen dar. Es bildet zum Zeitpunkt der Vermessung den Ist-Zustand und die aktuellen geometrischen Verhältnisse im Planungsbereich ab. Es beinhaltet ggf. wichtige Informationen, wie das Digitale Geländemodell (DGM), Pläne zu Ver- und Entsorgungsleitungen und Daten des Liegenschaftskatasters. Grundsätzlich werden alle relevanten Schnittstellen zum Bestand und weitere, für die Planungsaufgabe wesentlichen Bauteile dargestellt.

3 ZIELE DES BIM-FACHMODELLS INGENIEURVERMESSUNG

Mit dem 3D-BIM-Fachmodell Ingenieurvermessung werden für Planungszwecke hochwertige, bauteilorientierte, übereinstimmende

Bauwerksmodellierungen zum Ist-Bestand bereitgestellt. Diese digitalen Bauwerksmodelle beinhalten, wenn möglich, unter anderem die mathematisch, geodätisch exakt definierten Raumkurven des Fahrwegs, nämlich die Soll-Achsen, -Trassen und -Gradienten /Milev & Riemenschneider 2005/. Von zentraler Bedeutung ist die Widerspruchsfreiheit zwischen den Bauteilen und den Soll-Achsen, -Trassen und -Gradienten. Man spricht hier auch von der Einhaltung des Nachbarschaftsprinzips. Nach diesem Prinzip sollen die Distanzen zwischen den Bauteilen bekannt sein und vermeintliche Kollisionen vermieden bzw. auf ein Minimum reduziert werden. Die digitalen, dreidimensionalen Vermessungsdaten werden so bereitgestellt, dass die Ableitung permanent konsistenter Grundrisspläne, Schnitte und Ansichten im weiteren Planungsprozess, vor dem Anspruch einer hohen Datenverfügbarkeit, garantiert ist. Die Durchführung von Kollisionsanalysen, Mengenermittlungen und diversen anderen Simulationen ist auf Basis der erzeugten Vermessungsdaten möglich. Komplexe Anlagen, wie die Verkehrsanlagen der Deutschen Bahn AG, können so digital strukturiert und aufbereitet werden. Prozessbegleitend können so mithilfe der elektronischen Datenverarbeitung Analysen, Vergleiche und Alternativen effizient untersucht und letztlich Entscheidungen für die bestmöglichen Lösungen zu einer Vielzahl von technischen Problemen bei der Planung, dem Bau und der Bewirtschaftung einer komplexen Verkehrsanlage getroffen werden. Gebildet und modelliert werden geodätische Basisdaten, die als Grundlage für einen optimalen Datenaustausch und zur bestmöglichen Weiterverwendung der erfassten digitalen Informationen dienen sollen.

4 ERSTELLUNG DES BIM-FACHMODELLS INGENIEURVERMESSUNG

4.1 Die Projektvorbereitung und -organisation

Wesentliche Bestandteile des ersten Teilprozesses ist die Ausrichtung des Mess- und Auswertekonzepts auf die Anforderungen der Planungsinstitutionen. Die Organisation von Sicherungsmaßnahmen zur regelkonformen Vermeidung von gefährlichen Situationen beim Betreten des Gefahrenbereichs von Verkehrsanlagen ist für das Vermessungspersonal und den Individualverkehr unabdingbar. Die Ingenieurvermessung ist aufgefordert, unter geringster Beeinträchtigung des laufenden Verkehrs in kürzester Zeit ein Maximum an dreidimensionalen topografischen Informationen zu erfassen, auszuwerten, zu analysieren und zu dokumentieren. Vorhandene Geobasisdaten werden eingeholt und überprüft und fließen in den Gesamtprozess ein.

4.2 Das Festpunktfeld

Digitale, dreidimensionale Bauwerksmodelle entstehen immer aus einer Vielzahl von vermessungstechnischen Einzelmessungen, die sich über einen größeren Zeitraum erstrecken und die auf unterschiedlichen Messverfahren basieren. Um zweifelsfreie Ergebnisse zu erzielen, ist ein durchgängig homogenes, hochgenaues und ausgeglichenes Maß- und Bezugssystem zwingende Voraussetzung.



Abb. 1 | GNSS-Empfänger

Mit diesem geodätischen Festpunktfeld steht und fällt die Qualität der digitalen Bauwerksmodelle und sämtlicher Nachbarschaftsbeziehungen im dreidimensionalen Raum – und damit letztendlich auch die Qualität anschließender Planungen und Bauausführungen.

Eine Verdichtung von vorhandenen Bezugspunkten erfolgt in der Regel durch die Einbeziehung von Basisreferenzpunkten /Riemenschneider 2005/. Notwendige Verdichtungspunkte werden projektbezogen erkundet, vermarktet, qualitätsgesichert gemessen, ausgeglichen, berechnet und dokumentiert /Lahr et al. 2006/. Diese Verdichtung des Maß- und Bezugssystems bildet die Basis für die Tachymetrie-, GNSS- und Laserscan-gestützten Bestandsaufnahmen der Verkehrsanlagen mit ihren Tunneln, Ingenieurbauwerken, Gebäuden und technischen Einrichtungen. Der sach- und fachgerechte Umgang mit amtlichen Lage- und Höhenbezugssystemen wie UTM, Gauß-Krüger und DHHN2016 sind standardisierte Prozesse der Ingenieurgeodäsie.

4.3 Die vermessungstechnische Bestandsaufnahme

Auf der Basis des geodätischen Festpunktfelds erfolgt aus einer Kombination unterschiedlichster Messprozesse und Messsensoren die vermessungstechnische Bestandsaufnahme nach Lage und



Abb. 3 | Laserscanner



Abb. 4 | Tachymeter



Abb. 2 | Vermarkungs-Festpunkt

Höhe /Riemenschneider 2006/. Dabei werden die Verkehrsanlagen mit einer Kombination aus Nivellement-, Tachymetrie-, GNSS- und Laserscan-Messungen dreidimensional erfasst. Die vollflächige Bestandsaufnahme der Verkehrsanlagen wird mittels kinematischem und statischem Laserscanning realisiert. Die Gesamtheit aller erfassten Daten bildet die Basis für das mit der Software Autodesk REVIT erzeugte digitale BIM-Fachmodell Ingenieurvermessung.

4.4 Die Erstellung des digitalen Modells

Mit modernsten Softwareapplikationen werden die Sensordaten von Digitalnivellieren, Tachymetern, GNSS-Empfängern und Laserscannern ausgelesen, mehrfach gesichert und miteinander verknüpft. Datenanalysen und -kontrollen hinsichtlich der Vollständigkeit, Plausibilität und Widerspruchsfreiheit bilden die Vorstufe zur qualitätsgesicherten Erstellung des BIM-Fachmodells Ingenieurvermessung /Riemenschneider 2016/. Mit dem Fachmodell werden für Planungszwecke hochwertige, bauteilorientierte, übereinstimmende Bauwerksmodellierungen zum Ist-Bestand (as-built/as-is) bereitgestellt. Hierbei handelt es sich in Teilen um parametrische Modellierungen. Mit diesem Verfahren werden geometrische Modelle mit Abhängigkeiten und Zwangsbedingungen versehen, sodass

flexible Modelle entstehen. Diese Modelle können schnell und effizient an geänderte Anforderungen der Planung angepasst werden. Die Gesamtheit einer Vielzahl parametrisierter Objekttypen, in Autodesk REVIT als „Familien“ bezeichnet, ergibt die Gesamtmodelle. Die Parameter beziehen sich unter anderem auf Länge, Breite, Höhe, Position, Ausrichtung und Semantik der Bauteile. Eine Abhängigkeit zwischen den Parametern entsteht durch die Definition freier Algorithmen. Definiert werden hier Gesetzmäßigkeiten zwischen den

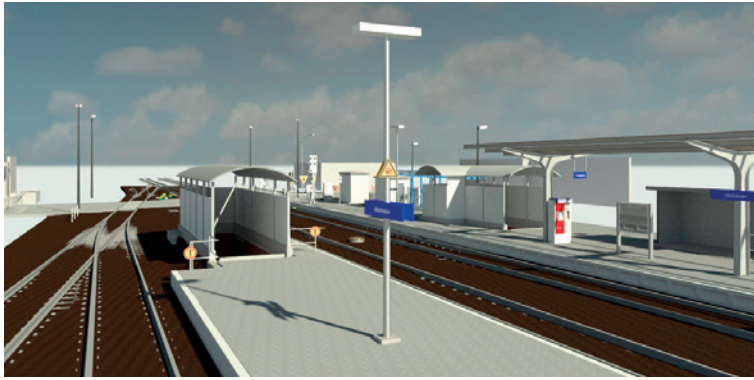


Abb. 5 | Visualisierung eines parametrischen Bestandsmodells in der BIM-Software



Abb. 6 | 3D-Visualisierung des BIM-Modells einer Eisenbahnüberführung

einzelnen Objekten hinsichtlich Ausrichtung, Orthogonalität, Parallelität, Verbindung, Abstand und gleichen Abmessungen. Vermeintliche Modelländerungen führen somit zu einer „Kettenreaktion“. Ein sehr effizienter Prozess. Abgesehen von der Verfügbarkeit, Plausibilität, Widerspruchsfreiheit und Vollständigkeit der modellierten Daten ist die Akzeptanz des Bauwerksmodells durch den Nutzer entscheidend. So wird bei der Erzeugung der Familien auf eine möglichst realitätsnahe Darstellung der tatsächlich vor Ort verbauten Materialien geachtet.

5 ERGEBNISSE AUF BASIS DES BIM-FACHMODELLS INGENIEURVERMESSUNG

5.1 Das Festpunktfeld

Für zukünftige Planungs- und Bauprozesse steht mit Abschluss der planungsbegleitenden Vermessung ein dreidimensionales, homogenes, ausgeglichenes, verdichtetes, dokumentiertes und einheitliches Maß- und Bezugssystem in Form von dauerhaft vermarkten, hochgenauen Festpunkten zur Verfügung.

5.2 Die Soll-Achsen, -Trassen und -Gradienten

Im Zuge der planungsbegleitenden Vermessung werden die Raumkurven der Fahrwege und die Achsen von Ingenieurbauwerken und Gebäuden durchgängig unter Berücksichtigung von Zwangspunkten mathematisch exakt definiert und dokumentiert. Sämtlichen Pla-

nungs- und Bauprozessen zu Verkehrsanlagen, Ingenieurbauwerken und Gebäuden stehen damit abschließend die auf übergeordneten Koordinaten basierenden zweifelsfreien Soll-Achsen, -Trassen und -Gradienten zur Verfügung.

5.3 Digitale, bauteilorientierte Modellierung

Mit dem 3D-BIM-Fachmodell Ingenieurvermessung stehen für Planungszwecke hochwertige, bauteilorientierte, übereinstimmende Bauwerksmodellierungen zum Ist-Bestand zur Verfügung. Die Verkehrsanlagen sind damit wirklichkeitstreu dargestellt (as-built) und umfassend, durch eine Vielzahl von parametrisierten Objekten bzw. Objekttypen („Familien“), in einem digitalen Bauwerksmodell beschrieben. Der Detaillierungsgrad der BIM-Bauteile (LOG und LOI) bzw. des Modells wird in Abhängigkeit der Projektanforderungen bzw. des Planungsverlaufs definiert. Die erzeugten Objekttypen können durch den Anlagenverantwortlichen im Zuge von Ausschreibungen zur Erstellung der Bauteillisten sowie bei der Ermittlung von Mengen und Massen genutzt werden.

Die digitalen, dreidimensionalen Vermessungsdaten werden schnittstellenorientiert so bereitgestellt, dass die Ableitung permanent konsistenter Grundrisspläne, Schnitte und Ansichten im weiteren Planungsprozess vor dem Anspruch einer hohen Datenverfügbarkeit garantiert ist /Borrmann & Berkhan 2015/.

6 RESÜMEE

Vollständige, genaue und widerspruchsfreie Informationen zu bestehenden Verkehrsanlagen, ihrer trassennahen Topographien sowie ihrer Gebäude und Ingenieurbauwerke sind Voraussetzungen für komplexe Planungsprozesse. Die Erfassung von Geodaten mit hybriden Messprozessen, nämlich eine Kombination von GNSS-Empfängern, Tachymetern, Nivellieren, Laserscannern und der Verknüpfung statischer und kinematisch erfasster Messdaten sind nachgewiesenermaßen Realität. Auf der Basis hochgenauer und homogener Bezugssysteme ist es der Ingenieurvermessung möglich, einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der planerischen Qualität bei der Modernisierung von Verkehrsanlagen zu leisten. Schlüssige Konzepte oder die „Ingenieurvermessung aus einem Guss“ – von der vorausschauenden Planung einer Messung über die einzusetzenden Messsensoren, das entsprechend qualifizierte Personal, die Auswerte- und Dokumentationsstrategie in Verbindung mit einer auf die Messsensoren und die Aufgabenstellung abgestimmten Software – sind das Potenzial für einen gewichtigen Beitrag der Geodäten zur Kostenminimierung in diesem Bereich. Digitale, dreidimensionale Anlagen- und Bauwerks- bzw. Fachmodelle, wie das der Ingenieurvermessung, erzeugen ein präzises und strukturiertes Abbild der Wirklichkeit. Sie werden im Rahmen

der Planung zur Modifizierung von Verkehrsanlagen erzeugt. Das BIM-Fachmodell Ingenieurvermessung erhöht die Produktivität, Flexibilität und Transparenz für alle an Planungs-, Simulations-, Entwurfs-, Abstimmungs-, Überwachungs- und Entscheidungsprozessen beteiligten Institutionen. Die unmittelbar zusammenhängende, objektorientierte Modellierung von „Bauteil-Familien“ und ihren Parametern zu dem digitalen Fachmodell stellt zukünftig sicher, dass Planungsänderungen zentral, schnell und effizient umgesetzt werden können und zeitnah zur Verfügung stehen. Dieses Verfahren reduziert Fehlerquellen und erfordert ein Umdenken zu den bisherigen Umsetzungsprozessen der Ingenieurvermessung im dreidimensionalen Raum. In Zukunft wird der Fokus der Ingenieurvermessung mehr denn je auf den Aspekten der Vollständigkeit, Verfügbarkeit, Erreichbarkeit, Genauigkeit und der Dokumentation liegen.

LITERATUR

Borrmann, A.; Berkhan, V. (2015): Grundlagen der geometrischen Modellierung. In: Borrmann, A.; König, M.; Koch, C.; Beetz, J. (Hrsg.): Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. Springer Vieweg, Wiesbaden.

DB Station&Service AG (2016): BIM – Digitales Planen und Bauen. BIM-Vorgaben für kleine und mittlere Verkehrsstationen. Berlin.

Lahr, B.; Milev, I.; Riemenschneider, A. (2006): Koordinatenbasierte 3-D-Gleisvermessung auf der Basis ETRF89/DB_REF. Beiträge zum Fachkongress Oberbau inform – Theorie und Praxis im Dialog 2006. Augsburg.

Milev, I.; Riemenschneider, A. (2005): Digitale Fahrbahn erzeugen und unterhalten. Beitrag im VDEI Eisenbahningenieurkalender 2006. Frankfurt/M.

Riemenschneider, A. (2005): Das DB_REF in der praktischen Anwendung. Beitrag zum VDV-Gleisbauseminar 2005. Berlin.

Riemenschneider, A. (2006): Erfassung der Gleisgeometrie aus Laserscandaten. In: Schriftenreihe des DVW 51 (Terrestrisches Laser-Scanning (TLS 2006)). Wißner, Augsburg.

Riemenschneider, A. (2016): S-Bahn Frankfurt – Geodatenerfassung in REVIT als Basis für das digitale Bauwerksmodell. Beitrag zum Kongress „Infrastruktur digital planen und bauen 4.0, 7.–8.9.2016, Technische Hochschule Mittelhessen, Gießen.

Riemenschneider, A. (2018): Das BIM-Fachmodell Ingenieurvermessung – ein fester Bestandteil bei der Planung von Gleisanlagen. Beitrag zum Seminar „BIM – Der Weg – Partner und Aufgaben der Geodäten“ des Bildungswerk VDV, 12.–13.4.2018, Fulda-Künzell.

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Riemenschneider
VERMESSUNGSBÜRO RIEMENSCHNEIDER
GMBH & CO. KG

Hauptstraße 149 | 63110 Rodgau
vr@riemenschneider.net



LEICA TOUR 2019

21. Januar bis 13. Februar

Fokus: Vermessung

Diskutieren Sie mit uns und unseren Partnern folgende Themen: Terrestrisches Laserscanning, Neue TPS- & GNSS-Lösungen für die täglichen Herausforderungen in der Ingenieurvermessung, GIS-Lösungen, Leica-Office-Software Infinity, Datenflüsse von Leica-Instrumenten in CAD-Systeme und Mobile Datenerfassung aus der Luft & in der Bewegung sowie Bodenradarlösungen.



Auch in Ihrer Nähe hält unser Bus wieder für Sie an.



Leica Geosystems GmbH Vertrieb
leica-geosystems.com/leica-tour-2019

