

Digitale Bestandserfassung von Bahninfrastruktur – weit mehr als ein Knopfdruck

Gastbeitrag von *Christoph Schütze*

Projekte in der Eisenbahninfrastruktur werden immer komplexer. Mehr und mehr Stakeholder müssen frühzeitig eingebunden werden und benötigen aktuelle und insbesondere korrekte Bestandsinformationen. Ein Grund für viele Projekte ist derzeit der Austausch obsoleter Leit- und Sicherungstechnik (LST). Die Gründe dafür liegen in neuen Technologien, einer Erhöhung der Streckenkapazität, der Verbesserung der Zuverlässigkeit sowie Wirtschaftlichkeit. Der Einbau neuer LST ist daher ein essenzieller Baustein, um die Qualität der zukünftigen Eisenbahninfrastruktur sicherzustellen.

Eine Herausforderung bei der Planung neuer LST sind fehlerhafte, veraltete oder unvollständige Bestandsunterlagen der Eisenbahninfrastruktur. Dies betrifft nicht nur die für alle Gewerke wichtige Gleisachse, sondern auch alle weiteren Objekte an und neben dem Gleis, wie zum Beispiel Oberleitungsmasten mitsamt Fundamenten, Kabelkanälen und auch Achszähler mit Gleisanschlusskästen. Alle vorhandenen gleisnahen Objekte sind für die Planung in den verschiedenen Gewerken sowie übergreifend wichtig, da sie ein Hindernis darstellen können. Korrekte Bestandsdaten können zudem als Grundlage weiterer digitaler Services genutzt werden und sind essenziell für eine durchgehend digitale Datenhaltung.

Für die LST-Planung einer Ausrüstung von Strecken mit ETCS Level 2 ist gemäß DB Richtlinie 819.1343 eine Prüfung des Bestands notwendig. Dafür müssen die vorhandenen Unterlagen (Stw-PT1-Bestandspläne) anhand aktueller georeferenzierter Vermessungsdaten geprüft werden. Nur so können vorhandene Positionen von Objekten im und am Gleis sichergestellt werden. Die Erfassung und Identifizierung der jeweiligen Objekte ist der Kern des Digital Track Capturing von Siemens Mobility (SMO) und stellt damit einen wichtigen Baustein der Modernisierung des Streckennetzes dar. Die gewonnenen Daten werden aber nicht nur zur Anforderungserfüllung genutzt, sondern bieten vielfältige Effizienzsteigerungen bei der Planung und Streckenausrüstung. Dies

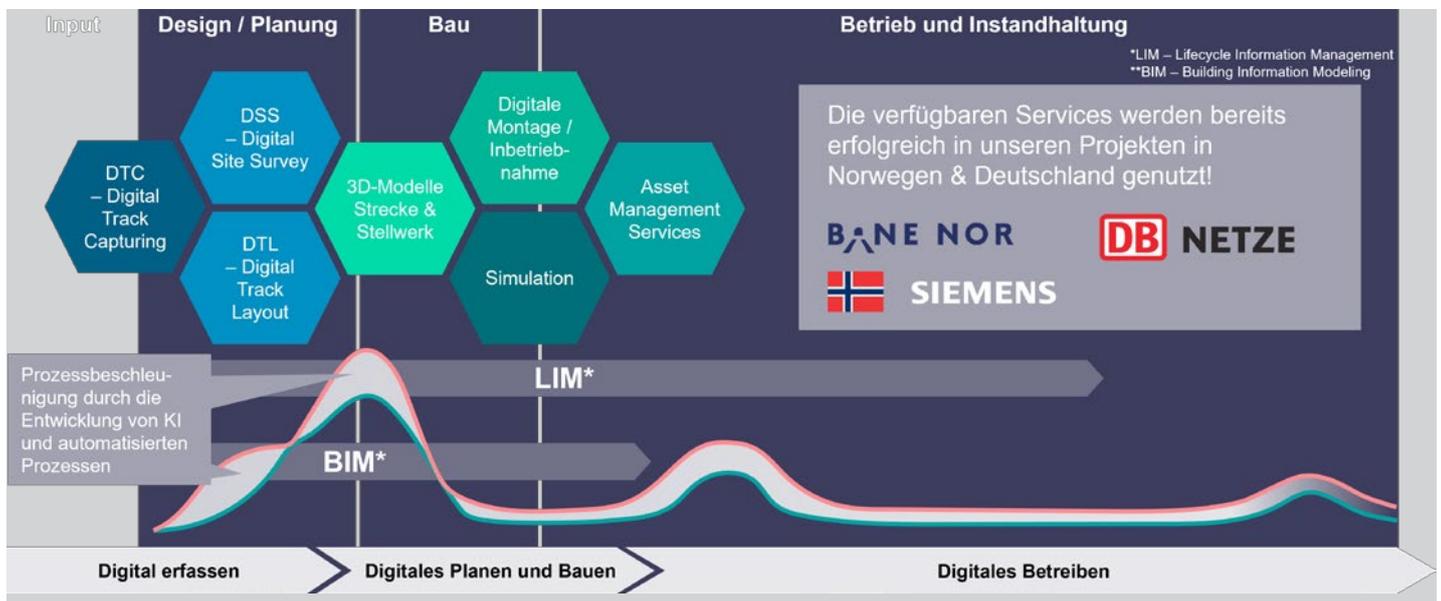
gilt neben der LST auch für weitere Gewerke, die von dem georeferenzierten Datenmodell, der digitalen Begehung sowie weiteren Anwendungsmöglichkeiten profitierten.

Herausforderungen der Digitalisierung und Nutzung von BIM-Modellen

Die Digitalisierung der Bestandsunterlagen, vom Papierplan zu einem nutzbaren digitalen Modell, funktioniert nicht per Knopfdruck. Hierfür sind über die Erfassung/Vermessung, Datenaufbereitung und -verarbeitung viele Schritte erforderlich, die sinnvoll miteinander verknüpft werden müssen.

Zu Beginn eines Projektes wird das Datenmodell bestimmt, für das die Ist-Situation am Gleis aufbereitet wird. Ein Datenmodell stellt Anforderungen an geometrische und semantische Informationen, die je definiertem Objekttyp bereitgestellt werden sollen. Geometrische Informationen enthalten die Positionsinformationen eines Objekts, zum Beispiel der Mittelpunkt in Längs- und Querrichtung auf der Oberseite eines PZB-Magnetens. So wird definiert, dass alle weiteren Modellnutzungen dasselbe geometrische Verständnis des Objekts haben. Bei den geometrischen Informationen kann zwischen der Anzahl der Dimensionen und der erreichten Genauigkeit unterschieden werden. SMO kann alle sichtbaren Objekte mit X-, Y- und Z-Koordinaten in drei Dimensionen angeben. Zudem erreicht SMO mit den typischerweise verwendeten Multi-Sensor-Systemen (MSS) – ohne besondere Vorbereitungen – im Open-Sky-Bereich eine Genauigkeit von absolut < 10 Zentimeter und relativ < 2 Zentimeter. Diese Genauigkeit ist für die Aufnahme topografischer Objekte (wie Signale, Kabelkanäle, Oberleitungsmaste, ...) gemäß DB Richtlinie 883.7100 ausreichend.

Eine besondere Herausforderung des Datenmodells sind die semantischen Informationen einzelner Objekte. Dies können beispielsweise die Signalart, die Signalbezeichnung oder auch der Kilometerwert des Signals sein. Die Vorgabe der bereitzustellenden und zu prüfenden Objekteigenschaften wird über sogenannte Semantische Objektmodelle (SOM) organisiert. Aus vorhandenen Informationsmodellen der DB Netz AG können dabei einzelne Attribute übernommen werden, die nicht von außen durch Kamerasichten detektierbar sind. Diese Attribute sind jedoch nicht prüfbar und sind daher



Einzelne Service-Bausteine automatisieren und beschleunigen die Projektentwicklung.

qualitativ anders zu bewerten als die hochgenau erfassten Positionsdaten der Objekte aus einer Befahrung.

Digital Track Services: Bausteine effizienter, digitaler Projektentwicklung

SMO bietet ein breites Portfolio an einzelnen Leistungen der Digitalisierung im Umfeld der Eisenbahninfrastruktur. Die Datenaufnahme, das Digital Track Capturing, bildet die Basis der weiterzuverarbeitenden Daten. Nur mit hochauflösenden und hochgenauen Messdaten kann eine für die Planung notwendige Qualität in der Datenverarbeitung erreicht werden. Für die Vorbereitung der Planung werden die Messdaten im Digital Site Survey (DSS) verarbeitet und gegebenenfalls mit bereitgestellten Kundendaten verschnitten. Die verarbeiteten Daten werden in einem Digital Track Layout ausgeleitet und in verschiedenen gewünschten Datenformaten dem Kunden bereitgestellt. Das vorrangige Ziel des digitalen Datenaustausches ist es, dem Kunden eine durchgängig digitale Datenhaltung zu ermöglichen. Das bedeutet, dass Medienbrüche oder händische Umformatierungen vermieden werden. Aus den verarbeiteten Daten können anschließend Bestandsmodelle für Planungen in verschiedenen Gewerken durchgeführt werden, je nachdem, welche Objekte und Attribute im SOM definiert sind. Aus den geometrischen

und semantischen Informationen können anschließend auch 3D-Modelle erstellt werden, die einerseits Planungsaufgaben erleichtern und andererseits eine einfache Visualisierung der Eisenbahninfrastruktur ermöglichen.

Vermessung der Eisenbahninfrastruktur

Für eine (digitale) Aufnahme von Eisenbahninfrastruktur existieren verschiedene Möglichkeiten und Verfahren. Grundsätzlich sind Begehungen bzw. konventionelle Vermessungen, Befliegungen und Befahrungen möglich. Jeder Use-Case hat gewisse Vor- und Nachteile.

Für eine anforderungsgerechte Aufnahme und optimale Unterstützung der Planenden im LST-Gewerk ist die Befahrung der Strecken die richtige Wahl. Nur so können alle Elemente in einem Umkreis von 5 bis 10 Meter um die Gleisachse ausreichend genau detektiert und anschließend auch identifiziert werden. Zudem stellen Tunnel bzw. Überführungen kein Hindernis für die Sichtachse dar und werden mithilfe von Beleuchtungen erhellt. Gegenüber konventionellen Vermessungen / Begehungen sind die Geschwindigkeiten einer Befahrung konkurrenzlos. Multi-Sensor-Systeme (MSS) können mit 60 bis 110 Kilometer pro Stunde vermessen und sich somit auf fast allen Eisenbahnstrecken in den normalen Eisenbahnbetrieb integrieren.

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Siemens Mobility GmbH / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten genehmigt / © DVV Media Group GmbH

grund einer hohen Streckenauslastung müssen ad-hoc im Betriebsgeschehen geklärt werden, um optimale Lösungen für die Datenaufnahme zu finden.

Ein weiterer Erfahrungswert aus Projekten sind die vorliegenden und zu verwendenden Koordinatensysteme. Gemäß DB Richtlinie 883 sind topografische Aufnahmen im geodätischen Bezugssystem DB_Ref2016 durchzuführen. Vorhandene Referenzdaten und Gleisvermarkungspunkte sollen ebenfalls im DB_Ref2016 vorliegen, damit diese verwendet werden können. Hier zeigen sich in der Praxis lokale bzw. historisch bedingte Abweichungen, die immer wieder zu aufwendigen Nacharbeiten führen.

Doch nicht nur die eigentliche Aufnahme und geodätische Aufbereitung der Daten sind komplex. Auch die Datenverarbeitung anhand eines SOM beinhaltet unvorhersehbare Herausforderungen. Zu nennen sind dabei Änderungen des SOM während der Projektlaufzeit, die die Bearbeitung massiv verändern können, oder auch mangelhafte Vergleichsdaten für einzelne Abschnitte. Für LST-Planungen hat Siemens Mobility ein eigenes SOM entwickelt, was auf die Bedürfnisse des Gewerks angepasst ist. Vor Projektbeginn müssen die Vorgaben für die Datenverarbeitung sowie die zu ergänzenden Bestandsdaten geklärt werden, da ansonsten Prozessschritte mehrfach durchlaufen müssen und die Bearbeitungsdauer verlängert wird. Als Bestandsdaten können auch Luftbilder, Digitale Gelände- oder Gebäudemodelle von Landesämtern hinterlegt werden, um noch mehr Informationen intelligent bereitzustellen.

Auch die Themen Datenaustausch und Dateiformate führen aufgrund dynamischer Anpassungen und IT-Restriktionen zu neuen Erfahrungen. SMO transformiert Daten in gewünschte Dateiformate und bietet flexible sowie moderne Datenaustauschsysteme an. Die nutzbaren Datenformate und auch der digitale Datenaustausch von Modellen ermöglichen erst eine durchgängig digitale Datenhaltung. Dadurch werden Übertragungsfehler und Mehraufwände bei der Weitergabe von Informationen vermieden und stattdessen die Effizienz von Gesamtprozessen gesteigert. SMO arbeitet derzeit für die LST-Planung auch an Ausgaben im PlanPro-Format, das mit LST-Planungssoftware direkt kompatibel ist.

Digitale Bestandserfassung: Mehr als nur ein Knopfdruck mit vielen Anwendungszwecken

Für eine zukunftsfähige Eisenbahninfrastruktur brauchen wir moderne und zukunftsgerichtete Methoden für die Planung, die Streckenherstellung und -ausrüstung. Ein wesentlicher Bestandteil davon ist die digitale Bestandserfassung mit

Digitale Bestandserfassung und -verarbeitung

- 4.000 Gleiskilometer in Deutschland aufgenommen
- Anwendungsfreigabe des LiDAR-Scanners nach Ril 883 erhalten
- Verschnitt mit ergänzenden Vermessungsdaten
- Hohe Variabilität bei Fahrzeugwahl
- Aufbau eines KI-Katalogs mit ~ 140 Objektkategorien
- Modulare KI-Pipeline mit Auswahl von anwendungsspezifischen Objektkategorien
- Automatisierte Schienen- und Gleisachserkennung
- Entwicklung eigenes SOM für LST-Anwendungen

all ihren weiterführenden Möglichkeiten. Bei der Überführung des örtlichen Bestands in ein digitales, nutzbares Datenmodell sind viele Herausforderungen zu meistern, denn da steckt mehr dahinter als nur ein einfacher Knopfdruck.

Bei der weiteren Verwendung der aufgenommenen hochgenauen und georeferenzierten Modelle für die LST-Planung können weitere Möglichkeiten genutzt werden. SMO hat papierlose Vor-Ort-Aktivitäten zur digital unterstützten Montage von (LST-)Objekten entwickelt. Für bspw. Achszähler und andere Objekte können Geopositionen aus dem Planungsmodell ausgeleitet werden. Dies ermöglicht bei der Montage ein direktes Anlaufen der Positionen und ein einfaches Prüfen des Einbauorts. Aufwendiges Abfahren mit einem Messrad gehört damit der Vergangenheit an. SMO testet diese Möglichkeiten derzeit für die Montage und Abnahme und befindet sich in Gesprächen mit Aufsichtsbehörden. Nach Abschluss der Montage können die Daten in ein Bestandsmodell zurückgeführt und für die Instandhaltung verwendet werden. ==

Autor: Dr.-Ing. Christoph Schütze ist als BIM-Manager bei der Siemens Mobility GmbH tätig.