

# Ein Weg zur Bestandsplandigitalisierung für die Digitale LST-Planung

Durch Kombination moderner Technologien lässt sich die Bestandsplandigitalisierung teilautomatisieren.

**ULRICH MASCHEK**

**Eine Voraussetzung für die Digitale LST-Planung sind digitale Planungsgrundlagen. Bei Neubauten können diese im Planungsprozess erstellt werden; die meisten Planungen basieren jedoch auf Bestandsplanunterlagen, deren Formate für die Digitale LST-Planung nicht geeignet sind. Im Folgenden wird ein System skizziert, das es ermöglicht, mittels moderner Technologien eine weitgehend automatisierte Bestandsplandigitalisierung inklusive möglicher Bestandskorrekturen vorzunehmen.**

## Problemstellung

Die Digitale LST-Planung nimmt Fahrt auf. Auch wenn zurzeit noch nicht von einem Regelprozess gesprochen werden kann, so ist doch abzusehen, dass mittelfristig diese Art zu planen der Standard sein wird.

Bei Neu- oder erheblichen Umbauten ist zunächst der Gleisplanentwurf oder der Vermessungsplan die Grundlage. Entsprechende Trassierungsdaten bzw. die Gleisnetzdaten für die Bestandsgleislage können zukünftig mit dem PlanPro-GEO-Planer aufbereitet und in das PlanPro-Format gewandelt werden, sodass eine geeignete Datengrundlage für die Digitale LST-Planung bereitsteht.

Umbauten, bei denen das Stellwerk erhalten bleibt oder zur vorhandenen LST-Anlage ein weiteres Untergewerk (z.B. ETCS) hinzugefügt wird, kommen aber weitaus häufiger vor und basieren

immer auf den Bestandsplänen des Planteils 1 (PT 1). Diese haben jedoch zwei Grundprobleme:

1. Das Format besteht aus Pixeldateien, bestenfalls gibt es Vektordateien (CAD) und Daten in Tabellenkalkulationen. Auch ein Format PDF verbessert die Lage nicht.
2. Oftmals bilden die Bestandspläne nicht die tatsächliche Anlage ab und müssen erst mit großem Aufwand aktualisiert werden. Dies betrifft insbesondere die Standorte von LST-Anlagenteilen.

Es besteht also die Aufgabe, die vorhandenen Formate derart in Daten zu wandeln, dass darauf aufbauend eine Digitale LST-Planung durchgeführt werden kann. Eine solche Digitalisierung kann natürlich durch die manuelle Eingabe aller Informationen in ein LST-Planungswerkzeug geschehen („abschreiben“), was nicht ganz dem Aufwand einer Neuplanung entspricht, da keine Entscheidungsprozesse zu durchlaufen sind. Dennoch bedeutet das einen so hohen Aufwand, dass er für alle bestehenden LST-Anlagen nicht leistbar ist. Abhilfe kann hier nur eine Automatisierung schaffen, die zwar dennoch die Mitwirkung eines Fachplaners erfordert, jedoch zu einem weitaus geringeren Anteil.

## Informationsmodelle und ihre Nutzung durch die LST-Planung

In [1] wurden die industriellen Revolutionen und ihre Auswirkungen auf die Leit- und Sicherungstechnik beschrieben. Im Folgenden wird die Art und Weise, eine LST-Planung durchzuführen, mit den industriellen Revolutionen und deren jeweils vorherrschenden Informationsmodellen korreliert.

Schon immer wurde die Welt in Modellen abgebildet. Technische Zeichnungen sind ein vereinfachtes Abbild der realen Welt. Ein mit Tusche gezeichneter Lageplan ist ein analoges Modell, wie es in Zeiten von Industrie 1.0 und 2.0 genutzt wurde.

Mit dem Aufkommen von praktisch nutzbarer Rechartechnik in den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts begann das Zeitalter von Industrie 3.0. Da die hier genutzten Rechner natürlich auch Digitalrechner waren, spricht man auch von der ersten Stufe der Digitalisierung, in der wir uns noch heute bei der praktischen LST-Planung befinden. Es werden nun einfache digitale Modelle genutzt, was zweifellos die Planung rationalisiert hat. Doch der Einsatz von Rasterdaten, CAD-, Tabellenkalkulations- und Textverarbeitungsdateien revolutionierte die Planung nicht. Vielmehr wurden die analogen Arbeitsweisen – bis heute – in die digitale Welt übernommen. Primärer Informationsträger (Planungsinhalt) und sekundärer Informationsträger (menschenslesbare Pläne) sind nach wie vor identisch: Papier. Aufgrund der Menschenlesbarkeit liegt eine hohe Datenredundanz vor; so ist z.B. die Bezeichnung eines Signals in mehr als 10 verschiedenen Planarten enthalten. Als Endprodukt wird nach wie vor Papier erzeugt, das in ausgedruckter Form immer noch ein analoges Modell darstellt (Abb. 1). Auch der Druck in eine – zweifellos digitale – PDF-Datei verbessert die Situation nicht, denn auch diese stellt ein einfaches digitales Modell dar.

Die heute zur Übergabe oder Speicherung genutzten einfachen digitalen Modelle eignen sich nicht zur maschinellen Weiterverarbeitung. Dafür kommen nur komplexe digitale Modelle

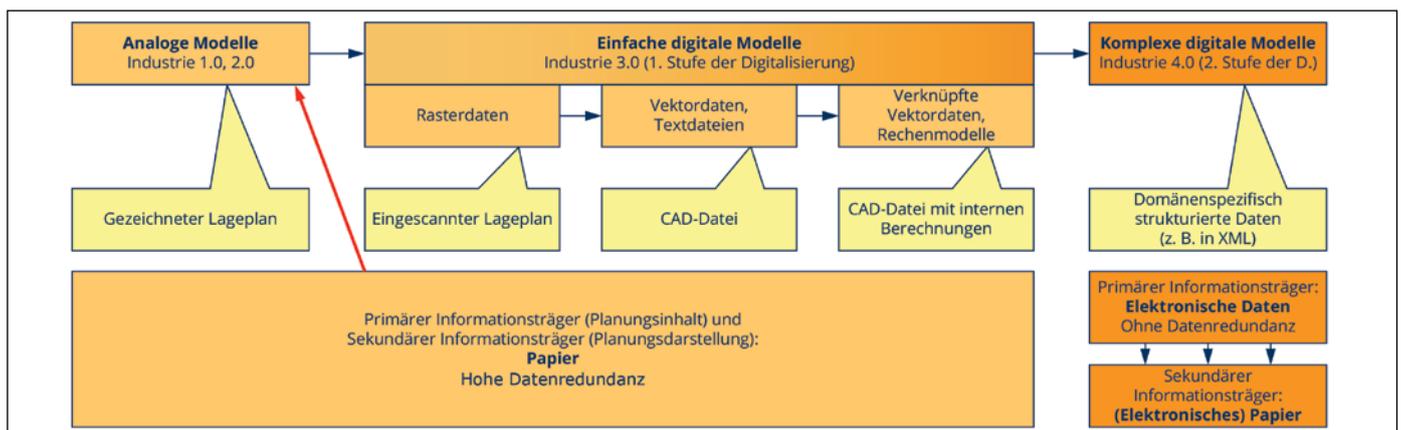


Abb. 1: Entwicklung der Informationsmodelle

infrage, die ein kennzeichnendes Merkmal von Industrie 4.0 und der damit einhergehenden zweiten Stufe der Digitalisierung sind. Daten in einfachen digitalen Modellen werden abgelöst durch domänenspezifisch strukturierte Daten, z.B. im XML-Format, denen ein Datenmodell zugrunde liegt. Jede Information wie z.B. eine Signalbezeichnung ist damit nur noch an einer Stelle gespeichert („Single Source of Truth“). Primärer Informationsträger sind nun redundanzfreie elektronische Daten, die sich zur maschinellen Weiterverarbeitung eignen, jedoch gesamtheitlich nicht menschenlesbar sind. Eine menschenlesbare Form – der sekundäre Informationsträger – kann jederzeit aus den elektronischen Daten gewonnen werden, ist aber immer nur eine Sicht auf die Primärdaten. Ein solches Datenmodell für die LST-Planung ist das PlanPro-Datenmodell, das Grundlage der Digitalen Planung ist und derzeit in der Version 1.9.0.2 vorliegt.

#### Bestandsplan 4.0

Das DB-Programm „Bestandsplan 4.0“, auch als „Digitalisierungsoffensive“ bezeichnet, beschäftigt sich mit der Aktualisierung und Bereinigung von Bestandsplänen sowie der modernen Zugänglichmachung für die Nutzer [2]. So wichtig und notwendig das auch ist: Die LST-Daten bleiben einfache digitale Modelle und damit in der Welt von Industrie 3.0. Der Name „Bestandsplan 4.0“, der auf Industrie 4.0 anspielt, ist hier also ein Euphemismus. Erst wenn die Daten in komplexen digitalen Modellen abgespeichert würden, wäre „4.0“ gerechtfertigt.

Innerhalb des Programms wurde auch untersucht, ob es möglich ist, aus Lageplan-Rasterdaten die Elemente eines sicherungstechnischen Lageplans mittels Künstlicher Intelligenz (KI) zu extrahieren. Aufgrund der Komplexität und der Überschneidung von Symbolen waren erste Versuche jedoch nicht erfolgreich [2]. Mehr Erfolg verspricht die Auswertung verschiedenartiger Scans und Fotos der Außenanlage.

#### Ein System zur Bestandsplandigitalisierung

Nachfolgend wird ein System skizziert, das eine teilautomatische Bestandsplandigitalisierung in das PlanPro-Datenformat vornimmt und dabei gleichzeitig eine Bestandsaktualisierung erlaubt (Abb. 2). Ausgangspunkt der Überlegungen ist die Erkenntnis, dass eine LST-Planung im Wesentlichen aus Topografie- und Logikdaten besteht und diese besser auf unterschiedlichem Weg zu ermitteln sind.

Scans der Bahnanlage werden heute vielfach angefertigt; mit der Ausweitung von BIM ist eine noch größere Aktivität dahingehend zu erwarten. Es gibt bereits Systeme, die automatisch Elemente (z.B. Signal, Gleismagnet) erkennen, wie z.B. das System TRAXIMIZER, das die Daten sogar schon im PlanPro-Format ablegt [3]. Damit können die topografischen Angaben („Was steht wo?“) ermittelt werden. Problematisch an derartigen Aufzeichnungen durch Befahrung ist, dass die Gleislage nicht so genau wie in den Vermessungsdaten ermittelt

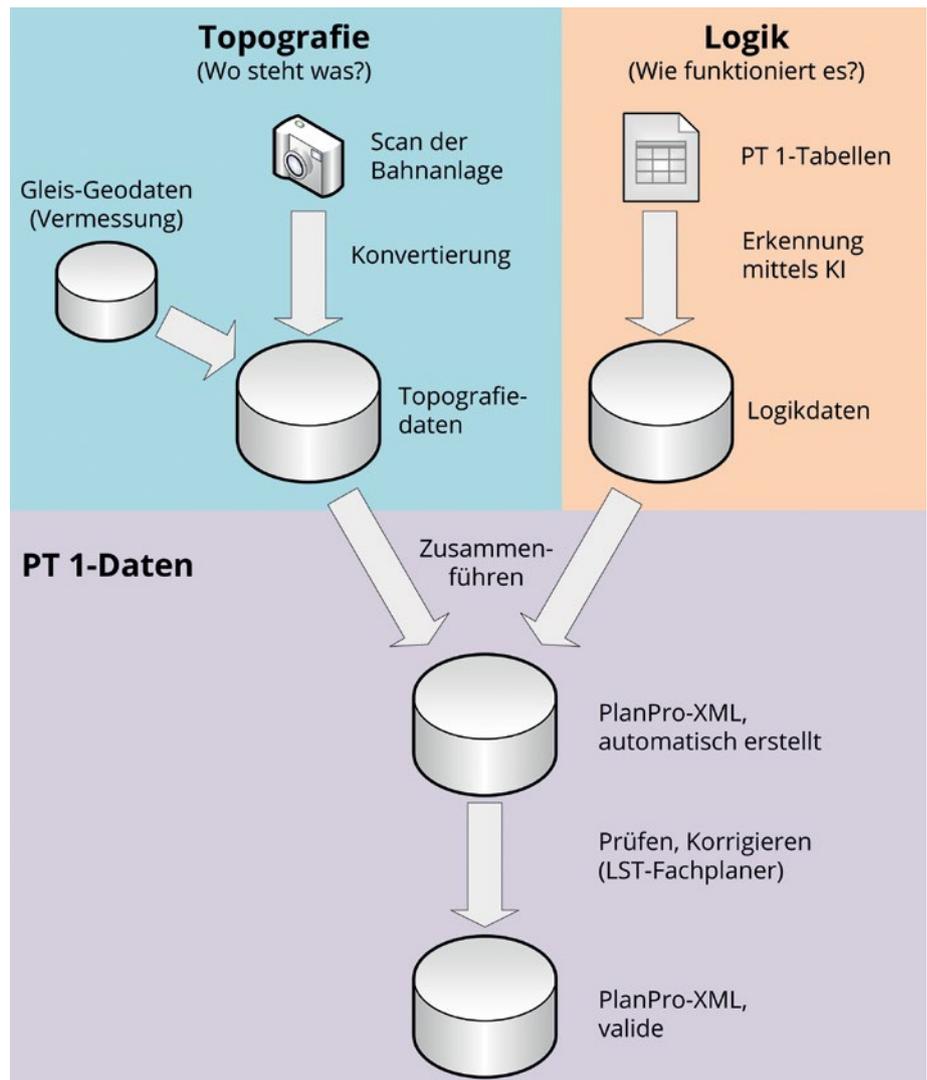


Abb. 2: System zur Bestandsplandigitalisierung

werden kann; so lässt sich z.B. nicht der exakte Punkt eines Bogenanfangs finden. Hier hilft ein Verschnitt mit den Gleis-Geodaten der Vermessung („Map Matching“). Die auf die Gleis-Geodaten eingepassten LST-Elemente der Außenanlage bilden damit die Topografiedaten der LST-Planung. Ein großer Vorteil dieser Vorgehensweise besteht darin, dass auf diese Weise gleich eine Bestandsaktualisierung zumindest für die Elemente der Außenanlage vorgenommen wird. Wichtig bei der Erfassung der Objekte ist, dass diese einen eindeutigen Bezeichner bekommen, um sie später mit der Logik zusammenführen zu können. Hier bieten sich die üblichen LST-Bezeichner an, die zumindest innerhalb eines Stellbereichs eindeutig sind. Diese Bezeichner automatisch zu erfassen, kann insbesondere bei Signalen durch Auswertung des Bezeichnungsschildes gelingen, es wird jedoch nicht bei allen Elementen möglich sein. Hier ist eine manuelle Nacharbeit unvermeidbar.

Den zweiten Teil der zu erfassenden Daten bildet die Logik, die in den PT 1-Tabellen enthalten ist. Aufgrund des grafisch weitgehend logischen Aufbaus der Tabellen (im Gegensatz

zu Lageplänen) besteht die Möglichkeit, diese durch Künstliche Intelligenz derart zu erfassen, dass deren Inhalte weitgehend automatisch in das PlanPro-Datenformat konvertiert werden. Auch hier wird sich eine gewisse Nacharbeit nicht vermeiden lassen, denn leider sind die heutigen Planungstabellen aufgrund von Bemerkungen und Fußnoten nicht streng logisch aufgebaut oder sie variieren hinsichtlich ihres Spaltenaufbaus. Gleichwohl wird eingeschätzt, dass sich über 90 % der Daten automatisch ermitteln lassen.

An dieser Stelle gab es die Überlegung, die Logikdaten direkt aus der Stellwerkssoftware zu extrahieren. Die Idee wurde jedoch verworfen, da für jeden Stellwerkshersteller eine eigene Lösung hätte gefunden werden müssen und außerdem über verschiedene Versionen der Technik eine Weiterentwicklung notwendig geworden wäre.

In einem weiteren Schritt werden Topografie- und Logikdaten zusammengeführt. Hier sind nun die Bezeichner wichtig, müssen doch die Elemente der Topografie mit den Elementen der Logik zusammengebracht und ein eindeu-

tiger Identifikator (in PlanPro: GUID) festgelegt oder von einer der beiden vorherigen Verarbeitungsstufen (Topografie oder Logik) übernommen werden.

Damit steht die automatisch erstellte Rohform der PlanPro-XML zur Verfügung. Diese muss von einem Fachplaner inhaltlich geprüft und ggf. korrigiert werden. Dieser Schritt wäre auch bei einer Neueingabe der Daten erforderlich mit dem Unterschied, dass durch das Abschreiben eine wesentlich höhere Fehlerrate zu erwarten ist. Im Ergebnis steht eine valide PlanPro-XML zur Verfügung, die nun als Grundlage für die Digitale LST-Planung genutzt werden kann.

### Verwendungsmöglichkeiten

Das PlanPro-Datenmodell in seiner jetzigen Form ist im Bereich der Stellwerksplanungen für ESTW (sowohl herkömmliche als auch „DSTW“) geeignet. Es können zwar auch Elemente der Außenanlage von Alttechniken erfasst werden (z. B. Isolierte Schiene), doch ist die Abbildung der Logik hier nur rudimentär möglich.

Eine Ausweitung des PlanPro-Datenmodells auf Spurplanrelaisstellwerke lässt sich mit vergleichsweise geringem Aufwand umsetzen. Für ältere Stellwerkstechniken jedoch wären umfangreichere Anpassungen nötig; ob sich das lohnt, bliebe zu untersuchen. In jedem Fall wird es in den nächsten Jahren auch noch Umbauten und Bauzustände in Alttechniken geben.

Eine weitere Möglichkeit der Extraktion von PT 1-Daten besteht in der Konvertierung von alten ProSig-Projekten, sofern das Stellwerk mit ProSig geplant wurde und die proprietären ProSig-Dateien noch zur Verfügung stehen. Prinzipiell ist das machbar, doch müsste man auch hier für jede ProSig-Version eine Lösung finden und hätte nicht den Vorteil der Bestandsaktualisierung. Zudem darf auch der Migrationsaufwand aufgrund der werkzeuginnen Umstellungen bei der Datenhaltung nicht unterschätzt werden. Möglicherweise ist es dann doch sinnvoller, den oben beschriebenen Weg zu beschreiten, wenn er einmal entwickelt wäre.

### Fazit

Das Ziel, in den nächsten zwei Jahrzehnten das Netz der Eisenbahnen des Bundes mit moderner Stellwerks- und Zugbeeinflussungstechnik auszurüsten, lässt sich ohne die Digitale LST-Planung nicht erreichen. Hinzu kommt das nicht unerhebliche Netz der NE-Bahnen, für das teilweise die gleichen Bestrebungen bestehen. Für die Digitale LST-Planung sind digitale Planungsgrundlagen essentiell. Eine Neueingabe bände Planungsressourcen, die nicht vorhanden sind. Nur eine teilautomatische Bestandsdigitalisierung, deren Machbarkeit hier skizziert wurde, verbunden mit dem Vorteil der Bestandsdatenaktualisierung kann die Lösung sein. ■

### QUELLEN

- [1] Bachurina, D.; Maschek, U.: Die Leit- und Sicherungstechnik im Spiegel der industriellen Revolutionen. Der Eisenbahningenieur, 110 (2018), Heft 1  
 [2] Weber, H.: Programm Bestandsplan 4.0 - Die Digitalisierungsoffensive für Bestandspläne der DB Netz AG. Vortrag im Rahmen der 65. Eisenbahntechnischen Fachtagung des VDEI, 2021  
 [3] Wenzel, B.: Herausforderungen der LST Planung im digitalen Prozess. Synchronisation von Planungs- und Erfassungsdaten am Beispiel „Digitale S-Bahn Hamburg“. Vortrag auf der Sicherungstechnischen Fachtagung, Dresden, 2019

## VDEI Fachausschuss

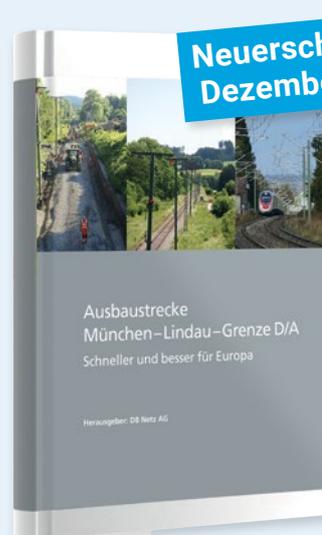
SICHERUNGSTECHNIK,  
INFORMATIK UND KOMMUNIKATION



**PD Dr.-Ing. habil. Ulrich Maschek**  
Wissenschaftlicher Oberassistent  
Professur für Verkehrssicherungstechnik  
TU Dresden, Dresden  
u.maschek@tu-dresden.de

# Ausbaustrecke München – Lindau – Grenze D/A

In nur drei Jahren Bauzeit wurde das Projekt „Ausbaustrecke München – Lindau“ termingerecht realisiert. Dieses Buch bietet einen **umfassenden Einblick in die besonderen Herausforderungen und dokumentiert die Komplexität eines Bahninfrastrukturprojekts** über die gesamte Projektlaufzeit, von der Idee bis zur Inbetriebnahme.



Neuerscheinung  
Dezember 2021

### Ausbaustrecke München – Lindau – Grenze D/A

1. Auflage Dez. 2021,  
Hrsg. DB Netz AG,  
180 Seiten, Hardcover,  
ISBN 978-3-96245-241-4,  
Print € 39,-\*

[www.pmcmedia.com/ausbaumuenchen](http://www.pmcmedia.com/ausbaumuenchen)

Mehr Infos und Bestellung:  
[www.pmcmedia.com](http://www.pmcmedia.com)



MIT  
E-BOOK  
INSIDE

**Handbuch Das System Bahn**  
Print mit E-Book Inside € 99,-\*  
[www.pmcmedia.com/systembahn](http://www.pmcmedia.com/systembahn)



MIT  
E-BOOK  
INSIDE

**ETCS in Deutschland**  
Print mit E-Book Inside € 79,-\*  
[www.pmcmedia.com/etcsdeutschland](http://www.pmcmedia.com/etcsdeutschland)

\* Preise inkl. MwSt, zzgl. Versand

**BESTELLUNGEN:**  
Tel.: +49 7953 718-9092  
Fax: +49 40 228679-503  
E-Mail: [office@pmcmedia.com](mailto:office@pmcmedia.com)  
Online: [www.pmcmedia.com](http://www.pmcmedia.com)

**PER POST:**  
GRT Global Rail Academy and  
Media GmbH | PMC Media  
Kundenservice  
D-74590 Blafielden

Unsere Bücher erhalten Sie auch im gut sortierten Buchhandel.