

Modellierung von Daten zur Planung von Stellwerken

U. Maschek^{a,1}

^a TU Dresden, Professur für Verkehrssicherungstechnik

D-01062 Dresden

Kurzfassung: Im Planungsprozess von Anlagen der Eisenbahnleit- und sicherungstechnik (LST) kommt es immer wieder zu Änderungen, die in den Plänen nachgeführt werden müssen. Da gleiche Daten in verschiedenen Plänen enthalten sind, muss dies sehr sorgfältig geschehen, da die Planung sonst inkonsistent wird. Durch den Einsatz einer Datenbank kann die Redundanz beseitigt werden. Viele Daten lassen sich ausschließlich nach strengen Algorithmen aus den Grunddaten ableiten, was für den Planer Routinearbeit bedeutet. Durch die strukturierte Sammlung aller Informationen in einer Datenbank besteht die Möglichkeit, durch programmierte Abläufe diese Daten zu erzeugen. Nicht zuletzt bietet eine Datenbank die Möglichkeit, Planungsdaten normiert an den Hersteller zu übergeben.

Abstract: During the design-process for installations of railway signalling systems many alterations of the original plan have to be made. The changes have to happen very carefully because most of the times the data has to be changed in not just one but different plans. These negative side affects of redundancy can be avoided by using a databank. In addition the structured collection of all information offers the possibility to generate data through programmed computer runs that have derived itself from the raw data by applying strict algorithms. This allows the planner to get rid of routine work. Last but not least by using a databank the planner has the possibility to transfer all data in a standardized way to the manufacturer.

Schlagworte: Eisenbahnsicherungstechnik; Eisenbahnsignaltechnik; Stellwerk; ESTW; Planung

Key Words: Railway Signalling; Interlocking; Design; Planning

¹E-mail: u.maschek@mailbox.tu-dresden.de,

URL: <http://verkehrssicherungstechnik.tu-dresden.de>

1 Einleitung

Die Planung von Anlagen der Eisenbahnleit- und -sicherungstechnik (LST) für Bahnen ist ein iterativer Prozess. Ständige Rückkopplungen zwischen Planprüfer, Auftraggeber und Planer prägen die Arbeit.

Das Ergebnis der Planungen besteht aus verschiedenartigen Planunterlagen. Ein Problem dabei ist die redundante Datenhaltung, da vielfach ein- und dasselbe Datum – notwendigerweise – in verschiedenen Planunterlagen dargestellt wird. Bei den recht häufig stattfindenden Änderungen im Planungsprozess müssen die Daten in allen Plänen des Projekts angepasst werden, was großer Sorgfalt bedarf. Werden die Änderungen nicht überall durchgeführt, sind die Planunterlagen inkonsistent und die Qualität der Projekte leidet. Außerdem kosten die Routinearbeiten und die Arbeiten zur Behebung der so entstandenen Flüchtigkeitsfehler wertvolle Zeit, die bei der Projektbearbeitung meist knapp ist. Einen Ausweg aus dieser Situation kann nur eine Datenhaltung schaffen, in der jedes Datum nur einmal vorhanden ist.

Mit dem Einzug der EDV in den Büroalltag wurde auch die Planung von Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik nach und nach EDV-gestützt durchgeführt. Dabei wurden aber nur das Zeichenbrett und die Schreibmaschine durch den PC ersetzt, was im ersten Schritt auch richtig war. Form, Exaktheit und Reproduzierbarkeit der Planunterlagen wurden dadurch verbessert, doch stand jede Datei für sich und jeder Bearbeiter bevorzugte eigene Einstellungen und Formate, was bis heute Schwierigkeiten im elektronischen Datenaustausch mit sich bringt.

Durch die EDV-gestützte Bearbeitung ergab sich nun im zweiten Schritt die Möglichkeit, das – im gedruckten Plan zweifellos notwendige – hohe Maß an Redundanzen zu beseitigen. Nach vielen Jahren des EDV-Einsatzes ist dieser Schritt aber immer noch nicht erfolgt; ein Werkzeug welches nur die Grunddaten abspeichert und über Reports die notwendigen Planunterlagen erzeugt, gibt es nicht. Neben dem für eine Software sehr kleinen Anwenderkreis ist dafür sicherlich auch die Komplexität einer Anlage der Leit- und Sicherungstechnik verantwortlich. Ein Planungsingenieur benötigt einen großen Erfahrungsschatz, um eine Anlage vorschriftenkonform, den betrieblichen Anforderungen entsprechend und dennoch kostengünstig zu planen. Insbesondere die vielen Abhängigkeiten der planerischen Elemente untereinander sowie die vielfältigen Möglichkeiten der Anordnung verkomplizieren eine EDV-gerechte Abbildung der Denkweise des Planers.

In der vorliegenden Arbeit wird ein solches Datenmodell erarbeitet, welches den Kern einer Planungssoftware für den genannten Anwendungszweck bildet. Hierdurch erfolgt eine Sicherstellung der Konsistenz zwischen sicherungstechnischen Plänen und Tabellen mit- und untereinander. Außerdem können weitergehende Anwendungen implementiert und standardisierte, EDV-gerechte Schnittstellen definiert werden, was große Rationalisierungseffekte für die Planung von Eisenbahnleit- und -sicherungstechnik erwarten lässt. Dabei werden nicht nur Planungsressourcen eingespart, es werden auch potenzielle

Fehlerquellen von vornherein ausgeschlossen, was nicht zuletzt auch einen Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit im Eisenbahnbetrieb darstellt.

2 Ausgangssituation

2.1 Entwicklung der Informationsmodelle

Schon immer wurde die reale Welt in Modellen abgebildet. Auch analoge Karten, Pläne und Listen stellen bereits abstrahierte Informationen dar und bilden analoge Modelle.

Mit steigender Verbreitung der EDV wurden und werden diese analogen Modelle durch Analog-Digital-Wandlung nach und nach in einfache digitale Modelle umgesetzt und in Text- und Grafikdateien abgelegt. Diese befinden sich auf unterschiedlichen Niveaus (Bild 1). Im einfachsten Fall handelt es sich um Rasterdaten, die durch das Einscannen von analogen Plänen erzeugt wurden. Eine höhere Stufe bilden bereits Vektordaten oder Textdateien. Die höchste Stufe einfacher digitaler Modelle bilden Dateien, innerhalb derer bereits einfache Verknüpfungen bestehen (zum Beispiel verschiedene Ansichten in einer CAD-Software) oder Rechenoperationen ausgeführt werden (zum Beispiel in einer Tabellenkalkulation).

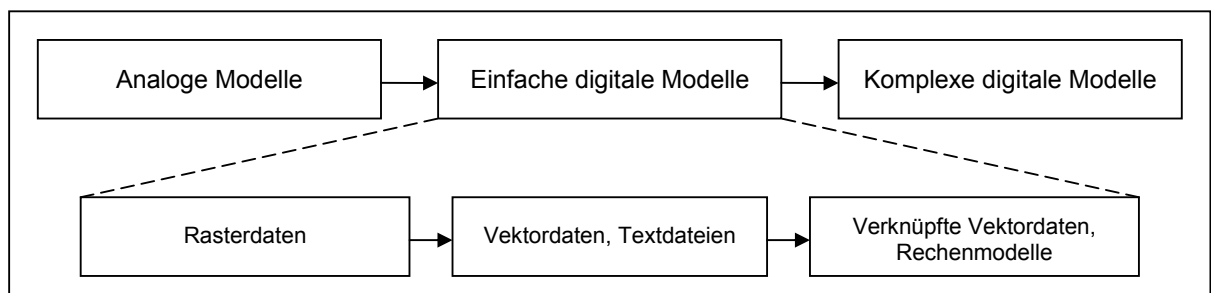


Bild 1: Entwicklung der Informationsmodelle

Die einfachen digitalen Modelle setzen jedoch in der Mehrzahl lediglich Arbeitsabläufe und Datenstrukturen von der althergebrachten analogen in die digitale Form um. Die Daten werden deshalb vielfach redundant vorgehalten, das heißt dieselbe Information wird mehrfach in unterschiedlichen Systemen oder Dateien gespeichert. Dadurch entsteht ein erhöhter Aufwand zur Pflege der Daten sowie das Problem von Daten unterschiedlicher Aktualität. Ein Zusammenfügen oder eine Erweiterung dieser Modelle ist häufig nicht möglich. Für die Speicherung zusätzlicher, anders strukturierter Informationen müssen neue, zusätzliche Modelle erstellt werden [1].

Erst durch die Bildung komplexer digitaler Modelle kann die Redundanz weitgehend abgebaut und der Aufwand für Datenerfassung und -pflege minimiert werden. Gleichzeitig steigt aber die Komplexität der Daten.

2.2 Heutige Praxis der LST-Planung

2.2.1 Planungsprozess

Die Planung von LST-Anlagen geschieht heute weitgehend in einfachen digitalen Modellen. Dabei setzt sich ProSig, ein AutoCAD-Aufsatz, als ein hoch entwickeltes einfaches digitales Modell mehr und mehr durch.

Durch seine vorgegebene Strukturierung der Zeichnungsebenen (Layer) und die vordefinierten Zeichnungssymbole (Blöcke) setzt ProSig einen Quasi-Standard. Unterprogramme nehmen dem Anwender Routinearbeit ab und Datenschnittstellen sorgen für einen Datenaustausch mit anderen EDV-Systemen (wie DB-GIS oder CARD/1). Voraussetzung für ein Einlesen von Daten ist natürlich, dass diese bereits digital vorliegen. Ist das nicht der Fall, bietet ProSig Unterstützung bei der Vektorisierung von Rasterdaten.

Diese Eigenschaften führen aber lediglich zu einer Verbesserung der Zeichnungserstellung und -fortführung. In gewissem Umfang lassen sich auch Plausibilitätsprüfungen durchführen, sowie Mengengerüste erstellen. Letztere reichen jedoch nicht aus, um die Planungstabellen vollständig mit Daten zu füllen. Deshalb werden diese Daten zunächst in eine Tabellenkalkulation überführt, in der dann die fehlenden Daten hinzugefügt werden. Dabei gibt es keine weitere Verbindung zwischen den beiden Datensetzen „Zeichnung“ und „Tabelle“. Ändern sich Daten in der Planung, so sind die Änderungen entweder in beiden nachzuführen oder es wird erneut aus ProSig eine Tabelle erzeugt, wobei dann jedoch wieder alle fehlenden Daten hinzuzufügen sind.

Auch zwischen den Daten innerhalb des Tabellenwerks existiert so gut wie keine Verknüpfung. Um der menschlichen Auffassungsgabe gerecht zu werden, ist es jedoch notwendig, ein Datum in mehreren Tabellen - und damit redundant - zu speichern. Deshalb ist bei Änderungen große Sorgfalt notwendig, um ein geändertes Datum an allen Stellen zu berücksichtigen. Wird dies auch nur an einer Stelle vergessen, sind die Planunterlagen inkonsistent.

2.2.2 Datenübergabe zum Stellwerkshersteller

Nachdem die LST-Planung beim Eisenbahninfrastrukturunternehmen oder bei dem mit der Planung beauftragten Dienstleister (Ingenieurbüro) abgeschlossen ist, folgt gegebenenfalls die Beauftragung des Herstellers. Die dafür benötigten umfangreichen Planunterlagen werden heute in Papierform übergeben, obwohl die Daten in der Regel nach der Planung digital vorliegen und für die Projektierung auch in digitaler Form benötigt werden [2].

Die Übergabe in den bestehenden, einfachen digitalen Modellen (Raster-, Vektor- und Textdaten) würde diesen Zustand nicht verbessern, da sie für einen elektronischen Austausch nicht ausreichend strukturiert sind und keine einheitliche Schnittstelle besteht. Mit ProSig steht zwar eine einheitlich strukturierte Datenbasis zur Verfügung, sie umfasst jedoch noch nicht alle Daten. Gleichwohl könnten dadurch wesentliche Teile der Planung digital übergeben werden; eine derartige Schnittstelle existiert hier jedoch bisher auch nicht.

3 Neuer Ansatz für den Planungsprozess

3.1 Idee

3.1.1 Erzeugung des sicherungstechnischen Tabellenwerks aus einer Datenbank

Neben verbalen Beschreibungen und geografisch orientierten Plänen ist eine große Anzahl von Tabellen Bestandteil einer LST-Planung. Unterschiedliche Elemente und Sachverhalte werden mit ihren Eigenschaften tabellarisch dokumentiert und dadurch für den Menschen überhaupt erst verständlich.

Dies bedingt jedoch, dass gleiche Daten an mehreren Stellen auftauchen. Spätestens an dieser Stelle ist der Vorteil einer Datenbank zu erkennen. Sie trennt Daten und Ausgabeformat und ermöglicht eine redundanzfreie Speicherung. Die Redundanzfreiheit sorgt für konsistente Daten im Tabellenwerk, da sich die Änderung des „Ur“-Datums sofort auf alle Ausgabetafeln auswirkt.

Eine solche Datenbank stellt bereits ein komplexes digitales Modell dar. Sie erfasst zwar noch nicht alle LST-Daten, da sie nicht alle geografischen Daten berücksichtigt und auch die Geometrie der Zeichnungen nicht beinhaltet, würde aber für sich allein bereits einen Produktivitätsgewinn im Planungsprozess bedeuten, da Routinearbeiten des Planers entfallen und immer eine konsistente, elektronische Datenbasis besteht.

3.1.2 Integration der Geometrie

Für die Schaffung von Redundanzfreiheit in Zeichnungen und Tabellen ist die Integration der Geometrie in das Datenmodell unumgänglich. Nicht nur die Daten für Tabellen lassen sich damit aus der Datenbank ableiten, sondern auch die Daten, aus denen die Zeichnung generiert wird. Damit besteht eine einheitliche Datenbasis für die gesamte LST-Planung. Die Funktion des CAD-Systems beschränkt sich auf eine Ein- und Ausgabeschnittstelle; eine Speicherung von Daten in einer separaten Zeichnungsdatei findet nur noch insofern statt, wie sie zur optimalen grafischen Darstellung notwendig ist.

3.1.3 Einbettung von Rechenoperationen

Bei der LST-Planung besteht ein gewisser Raum für Kreativität, die der Planer vor allem durch Erfahrung einbringen muss. Viele Daten jedoch lassen sich nur nach strengen Regeln aus den Grunddaten ableiten; dabei existiert kein Spielraum für den Planer. Solche Algorithmen lassen sich automatisieren, wenn die Grunddaten in geeigneter Form vorliegen. Durch die Datenbank ist diese Form vorhanden. Denkbar ist beispielsweise, die notwendigen Signalbilder für Fahrstraßen zu ermitteln, da alle Randbedingungen in der Datenbank erfasst sind.

Auch eine dynamische Überwachung während des Planungsprozesses ist möglich. So kann beispielsweise automatisch eine Warnung ausgegeben werden, wenn bestimmte Grenzwerte überschritten werden.

3.1.4 Schaffung einer Datenschnittstelle zum Stellwerkshersteller

Wie bereits beschrieben, werden die Planungsunterlagen an den Hersteller meist in Papierform übergeben. Im komplexen digitalen Modell „Stellwerksdatenbank“ sind nunmehr in geordneter Form alle notwendigen Daten enthalten. Durch geeignete Import-/Exportfilter sollte es möglich sein, die Schnittstelle in Zukunft digital zu gestalten und die Daten elektronisch zu übergeben. Dazu muss natürlich sichergestellt werden, dass die geprüften und genehmigten Pläne den Hersteller unverändert erreichen.

3.2 Anforderungen

3.2.1 Allgemeines

Mit dem bisher in ProSig eingesetzten Prinzip der Datenhaltung innerhalb einzelner AutoCAD-Zeichnungsdateien in Form von erweiterten Elementdaten (EED) und Block-Attributen ist die Sicherstellung der Konsistenz zwischen einzelnen Zeichnungen (zum Beispiel sicherungstechnischer Lageplan und Übersichtsplan) sowie zwischen Zeichnungen und dem sicherungstechnischen Tabellenwerk nur schwer realisierbar. Durch die angestrebte Nutzung einer externen Datenbank zur Datenhaltung und Nutzung von AutoCAD als Werkzeug zur Dateneingabe und Visualisierung kann dieses Problem gelöst werden.

Der Datenaustausch mit dem Datenbanksystem zum Bestandsdatensystem der Deutschen Bahn (DB-GIS) muss auch bei der Verwendung einer Datenbank innerhalb von ProSig möglich sein. Vermutlich wird sich der Datenaustausch sogar einfacher gestalten, da die in der ProSig-Datenbank enthaltenen Informationen für den Austausch lediglich in das vom DB-GIS erwartete Format umgesetzt werden müssen. Jedoch muss das Datenmodell auch für sich allein funktionieren, da mit ProSig auch Schieneninfrastruktur außerhalb der Deutschen Bahn geplant werden soll, zum Beispiel für Werk-, Stadt- oder ausländische Bahnen.

Die Datenbank soll für ESTW-Planungen ausgelegt sein. Grundsätzlich ist damit auch die Planung von Stellwerken anderer Bauformen möglich; auf sie soll jedoch im Folgenden keine Rücksicht genommen werden. Unter Umständen sind dafür kleinere Anpassentwicklungen notwendig.

ProSig wird in Windows-Umgebungen eingesetzt. Darauf ist bei der Auswahl der Datenbanksoftware Rücksicht zu nehmen. Außerdem benötigt die Datenbank eine gewisse Akzeptanz des Endbenutzers, um sich durchsetzen zu können. Ferner sollten die gegebenenfalls notwendigen Investitionskosten beim Kauf der Datenbank möglichst gering gehalten werden. Auf Windows-PCs sind am ehesten die Office-Applikationen der Reihe Microsoft Office vorzufinden. Aus diesem Grund fiel die Entscheidung zugunsten der Datenbanksoftware Microsoft Access. Access ist eine relationale Datenbank, die sich in die Windows-Umgebung einpasst und für die beabsichtigten Zwecke eine ausreichende Leistungsfähigkeit besitzt. Außerdem können Programme in Visual Basic für Datenmanipulationen verwendet werden.

3.2.2 Erfassung der LST-Daten

Alle LST-Daten eines Stellwerks im Detaillierungsgrad des PT 1 (Projekt-Teil 1 oder Plan-Teil 1) sollen in der Datenbank erfasst werden. Der PT 1 umfasst die Daten, die an den Stellwerkshersteller geliefert werden.

3.2.3 Topologie

Um Beziehungen zwischen den Elementen der LST herzustellen und Berechnungen sowie Datenmanipulationen vorzunehmen, können diese nicht für sich allein stehen, sondern müssen in ein Ordnungsschema gebracht werden. In Eisenbahnnetzen dient dazu die Topologie des Gleisnetzes. Das topologische Modell beschreibt das Gleisnetz auf abstrakter Ebene und dient hauptsächlich zur eindeutigen Identifizierung der Gleise, die als Kanten enthalten sind.

3.2.4 Topografie

Da die Anforderung besteht, maßstäbliche Lagepläne erzeugen zu können, muss auch die Topografie, das heißt die maßstäbliche und lagerichtige Anordnung der Gleise und Elemente enthalten sein. Die topografische Abbildung wird über die Geometrie der Gleis- und Streckenachsen hergestellt.

3.2.5 Streckenachse

Zur eindeutigen Bestimmung des Standorts infrastruktureller Elemente wird in vielen Fällen die Kilometrierung herangezogen. Eine Kilometerangabe ist die rechtwinklige oder radiale Projektion eines Punktes auf die Kilometrierungsachse [3]. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Streckenachse (= Kilometrierungsachse) mit ihrer Kilometrierung in das Modell aufzunehmen. Handelt es sich um Infrastruktur ohne Streckennummer und Kilometrierungsachse (zum Beispiel bei Werkbahnen), sind Nummer und/oder Kilometrierungsachse zunächst festzulegen, da sie für das Modell zwingend notwendig sind.

3.2.6 Bauzustände und Varianten

Die Erstellung und der Umbau von LST-Anlagen erfolgt meist in mehreren Bauzuständen, die sich auf den Endzustand hin entwickeln. Jeder dieser Zustände muss zunächst geplant werden. Da sich von einem Zustand zum anderen nicht alles ändert, entsteht bei der Speicherung der Planungen ein hohes Maß an Datenredundanz. Dem kann abgeholfen werden, wenn neben dem kompletten Ausgangszustand immer nur diejenigen Daten gespeichert werden, die sich im jeweiligen Zustand verändern. Gleiches gilt für die Planung von Varianten.

3.2.7 Ableitung weiterer Daten

Die Datenbank soll den Planer bei seiner Arbeit unterstützen und ihm Routinearbeit abnehmen. Deshalb muss sie auch solche Daten enthalten, die nicht unbedingt Bestandteil des PT 1 sind, sondern zur Unterstützung des Planungsprozesses dienen.

3.2.8 Struktur der Datenbank

Die Darstellung von Topologie und Topografie erfolgt in einem Knoten-Kanten-Modell. Dabei werden Topografie und Topologie miteinander verknüpft sein. Es ist darauf zu achten, dass keine Datenredundanzen entstehen.

Die Darstellung der LST-Daten soll in hierarchisch gegliederten Tabellen erfolgen. Hierzu ist es notwendig, den Aufbau eines Stellwerks in eine logische Datenstruktur zu überführen.

Zur örtlichen und logischen Zuordnung der LST-Daten ist eine Verknüpfung des LST-Datenmodells mit dem Knoten-Kanten-Modell notwendig.

4 Verknüpfung der Datenmodelle

Beim Knoten-Kanten-Modell stehen zwei Aufgaben im Vordergrund:

- geografische Abbildung der sicherungstechnisch relevanten Elemente,
- Abbildung der Gleisgeometrie.

Eine Vereinigung beider Aufgaben in einem Knoten-Kanten-Modell ist nicht möglich, da die wesentlichen Eigenschaften eines geometrischen Elements (zum Beispiel Anfangs- und Endradius eines Übergangsbogens) als Kanteneigenschaft zu speichern ist. Diese Kante wäre aber bei der Vereinigung beider Aufgaben in einem Modell durch die Knoten der sicherungstechnischen Elemente vielfach unterbrochen. Deshalb wird ein übergeordnetes, topologisches Modell geschaffen, auf dessen Kanten sowohl die sicherungstechnischen Punkte als auch die Kanten der Geometrie referenzieren (Bild 2).

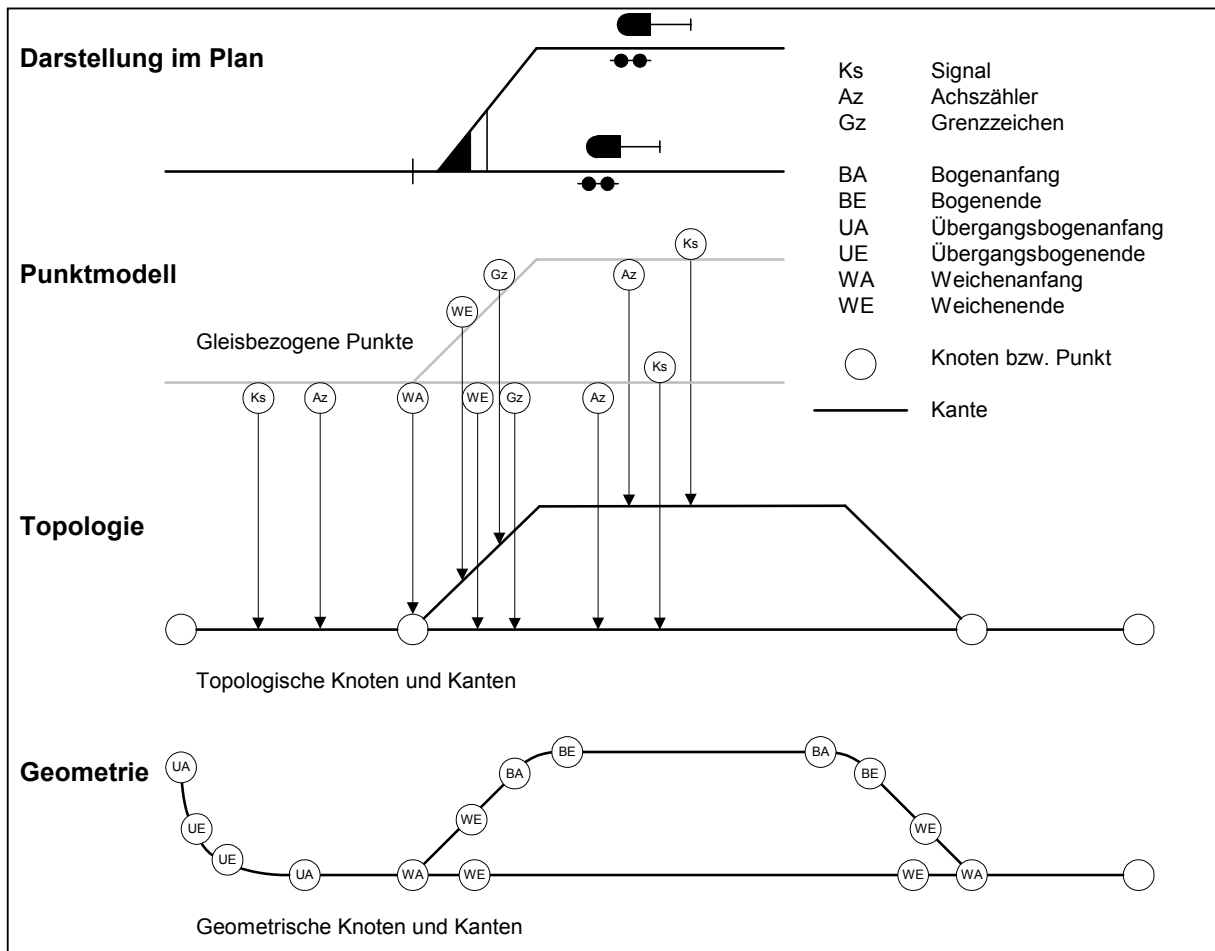


Bild 2: Verknüpfung der Modelle (Verknüpfung zwischen Geometrie und Topologie übersichtlichshalber nicht dargestellt)

Die Punkte umfassen alle Standorte von Elementen, die sicherungstechnisch von Interesse sind. Beispielsweise kann der Weichenanfang oder das Grenzzeichen als Gefahrenpunkt dienen und muss demzufolge auch explizit abgespeichert werden. Mit Angabe der topologischen Kante und der Kilometrierung ist der Ort des Punktes eindeutig bestimmt.

Ein zentrales Element im Datenmodell ist die Stelleinheit. Sie hat stets einen Bezug zur Örtlichkeit und ist in drei Ausprägungen enthalten.

Eine Stelleinheit mit punktuellen Bezug hat einen örtlichen Bezug, der über einen Punkt auf einer topografischen Kante hergestellt wird. Das betrifft die folgenden Elemente:

- aktives Signal (Signal mit mehr als einem Zustand),
- Schlüsselsperre,
- Gleissperre,

- Bahnübergang und
- Fahrstraßenziel.

Eine Stelleinheit mit linienförmigem Bezug erstreckt sich über einen bestimmten Bereich. Die Grenzen werden zwar durch Punkte auf topografischen Kanten markiert, diese sind aber selbst keine Stelleinheiten. Das betrifft die Elemente

- Gleisfreimeldeabschnitt und
- Nahstellbereich.

Eine Stelleinheit mit besonderem Bezug zum Knoten-Kanten-Modell ist das Element

- Weiche.

5 Generierung weiterer LST-Daten aus den vorhandenen Daten

Die in der Datenbank gespeicherten Daten lassen sich natürlich nicht nur in definierter Form ausgeben; sie können auch zur Generierung weiterer Daten herangezogen werden. Beispielhaft sei hier die Ermittlung von Fahrstraßen und Signalbegriffen genannt.

Im Datenmodell sind alle möglichen Fahrstraßenstarts und -ziele gespeichert. Dies geschieht in den Stelleinheiten Signal und Fahrstraßenziel, wobei nach Zug- und Rangierstraßen unterschieden wird. Diese Stelleinheiten beschreiben einen Punkt auf dem Knoten-Kanten-Modell der Topologie. Durch eine Routensuche auf der Topologie lassen sich sämtliche Fahrstraßen automatisch finden und in die Fahrstraßentabelle eintragen. Weiterhin kann, da alle erforderlichen Randbedingungen erfasst sind, die „Signaltabelle 2“ automatisch erstellt werden. In der „Signaltabelle 2“ sind für jede mögliche Fahrstraßensignalisierung die Signalbegriffe der einzelnen Signale aufgeführt. Insbesondere bei ausgedehnten Bahnhöfen bedeutet dies eine große Erleichterung für den Planer, der diese Arbeit bislang manuell durchführen muss.

6 Ausblick

Die Sicherstellung der Konsistenz zwischen sicherungstechnischen Plänen und zugehörigen Tabellen sowie die automatische Erzeugung dieser Tabellen kann durch die in diesem Artikel in Ansätzen vorgestellte Datenbank erfolgen. Neben diesen Aspekten eröffnen sich durch die Trennung von Grafik und Daten - insbesondere durch die Hinterlegung der Topologie - neue Horizonte für mögliche Weiterentwicklungen des Programmsystems ProSig; genannt seien hier nur die automatische Ableitung von Übersichtsplänen aus Lageplänen oder die Einbindung von Beeinflussungsberechnungen.

Derzeitig wird in Zusammenarbeit mit der RailML Initiative (<http://railml.org>) daran geforscht, wie das von der RailML Initiative entwickelte und auf XML-Schemen basierende Datenaustauschformat für bahrelevante Software für die beschriebene Datenbank erweitert

werden kann. Dieses Format stellt gleichzeitig eine Möglichkeit des Datenaustauschs mit den Stellwerksherstellern dar.

Das hier entwickelte Datenmodell zur Planung von Stellwerken wird demnächst in das von der IVV GmbH entwickelte System ProSig integriert werden, womit dem LST-Planer ein Werkzeug zur Verfügung gestellt werden kann, welches die beschriebenen Nachteile im bisherigen Planungsprozess ausräumt.

7 Literatur

- [1] Jacoby, H.: Datenerfassung und -migration für das DB-GIS. Eisenbahningenieur, 1997, Heft 1.
- [2] Müske, M.; Müller, K.: ProSig als Dateneingangssystem für ESTW-Projektierungstools. Eisenbahningenieur, 2001, Heft 6.
- [3] Deutsche Bahn AG: Gleis- und Bauvermessung, Bahnstrecken kilometrieren. Richtlinie 883.0010.