

Datenmodellanalyse zum Austausch von Projektierungsdaten für Stellwerkssysteme in INESS

Christian Linder / Mathias Grimm

Das europäische Forschungsvorhaben INESS wurde unter Beteiligung namhafter Firmen von 2008 bis 2012 durchgeführt und adressierte zahlreiche fachliche Fragestellungen zur Neukonzeption von Stellwerkssystemen. Insgesamt befassten sich die sechs fachlichen Arbeitsgruppen mit Themen zu möglichen Geschäftsmodellen, technischen Spezifikationen sowie Test- und Zulassungsfragen. Dieser Beitrag fasst die Ergebnisse

von Arbeitsgruppe C zusammen, bei der es um die Auswahl geeigneter Datenmodelle ging, um den Datenaustausch zwischen Hersteller und Betreiber während der Projektierung effizienter zu gestalten.

1 Einleitung und Motivation

Die Harmonisierung der Leit- und Sicherungstechnik der europäischen Eisen-

bahnen stellt derzeit eine der größten Herausforderungen dar, der das System Bahn gegenübersteht. Weite Teile dieser Standardisierung könnten durch das European Train Control System (ETCS) geleistet werden. Allerdings endet der Betrachtungshorizont von ETCS beim Radio Block Centre (RBC), der Schnittstellenkomponente zwischen Strecke und Stellwerk. Das Stellwerk als zentrales leit- und sicherungstechnisches Element ist nicht enthalten.

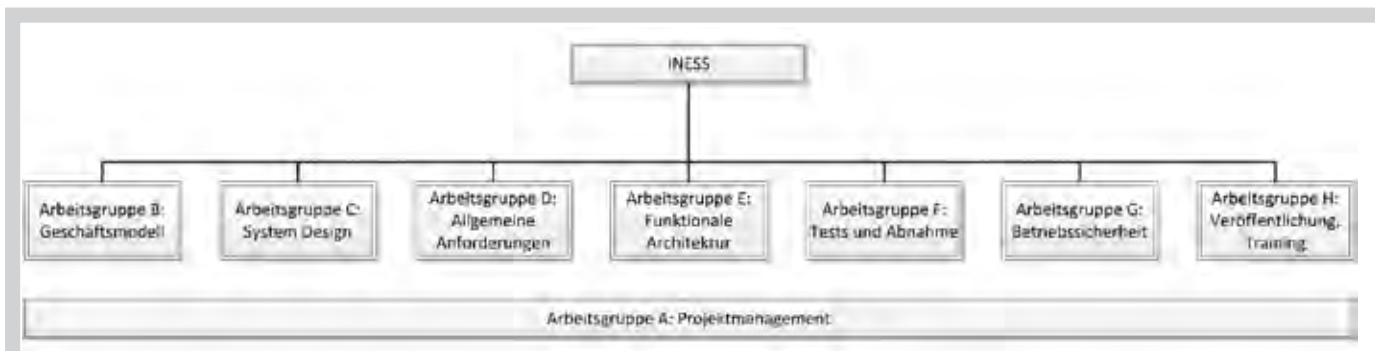


Bild 1: Workstream-Struktur des Projekts INESS [1]

	Anforderungsbeschreibung	Basis-Anforderung	Unteranforderung von	Kategorie	Gewichtung (1-3)
DM_001	Das Datenmodell sollte in der Lage sein, möglichst einfach und schnell neue Objekte und Attribute einzufügen oder zu löschen	X		Struktur	
DM_001-1	Die Struktur des Datenmodells sollte das Hinzufügen oder Löschen von Objekten und Attributen zulassen		DM_001	Struktur	3
DM_001-2	Beim Hinzufügen und Löschen von Objekten und Attributen soll eine Rückwärtskompatibilität möglich sein.		DM_001	Struktur	3
DM_005	Das Datenmodell sollte die Rückwärtskompatibilität zu Vorgängerversionen unterstützen	X		Struktur	
DM_005-1	Das Datenmodell sollte zum Zwecke der Rückwärtskompatibilität ein eigenes Datenobjekt definieren, das die Versionierung der Objekte managt.		DM_005	Struktur	2

Bild 2: Teilausschnitt der Anforderungsliste (gekürzt und übersetzt) [2]

Innerhalb des 7. Forschungsrahmenprogramms der Europäischen Kommission wurde daher das Projekt INESS – INTeGrated European Signalling System – durchgeführt. Ziel des Forschungsprojekts war die Spezifizierung einer neuen und innovativen Stellwerksgeneration, die mit bestehender Technik an der Strecke koppelbar ist.

Das Projekt – das eine Laufzeit von 42 Monaten besaß und im März 2012 abgeschlossen wurde – unterteilte sich in sechs fachliche Workstreams, deren Struktur in Bild 1 dargestellt ist.

Die jeweiligen Arbeitsgruppen befassten sich mit unterschiedlichen Thematiken, wobei hier näher auf die Ergebnisse von Workstream C eingegangen werden soll.

Workstream C befasste sich innerhalb von INESS mit der Identifizierung und Bewertung eines einheitlichen Datenmodells – European Unified Data Model for Railway Infrastructures (EUDRI) – zur Beschreibung der zu projektierenden Infrastruktur. Mittels dieses Datenmodells soll eine Harmonisierung und Optimierung des Datentransfers zwischen den Stellwerksherstellern und den Eisenbahninfrastrukturunternehmen in der Planungsphase erzielt werden.

Zunächst wurden potenzielle, bereits existierende Datenmodelle auf ihre Eignung hin untersucht, indem diese mit

den fachlichen Anforderungen abgeglichen wurden. Auf dieser Basis konnte anschließend im Rahmen eines gewichteten Rankings ein Datenmodell empfohlen werden.

2 Funktionale Anforderungserhebung

Die Auswahl des EUDRI sollte mittels einer strukturierten, wissenschaftlich geprägten Vorgehensweise erfolgen. Hierzu erstellten die beteiligten Signaltechnikhersteller und Eisenbahnbetreiber zunächst eine funktionale Anforderungsliste. Zur besseren Veranschaulichung stellt Bild 2 einen Ausschnitt dieser Tabelle dar.

Die Grundlage dieser Anforderungsliste wurde durch die Arbeiten des INESS-Workstream D – Generic Requirements – bereitgestellt. Hinzu kamen ausgewählte Anforderungen der ETCS-Spezifikation sowie punktuelle Ergänzungen durch Experten.

Zusätzlich fand eine Strukturierung der identifizierten Anforderungen durch eine sowohl hierarchische (Spalte: Child Requirement) als auch kategorische (Spalte: Requirements Type) Gliederung statt. Die Kategorisierung der Anforderungen erfolgte in den Unterkategorien Structure, General Requirements, Field Elements, ERTMS und Track Layout.



pilz
the spirit of safety

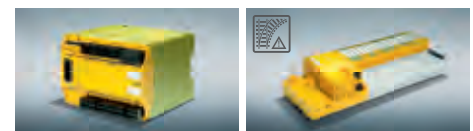
Industrielle Sicherheitstechnik auf Bahnniveau

Steigern Sie die Wirtschaftlichkeit Ihrer Bahnübergangs- und Sicherungsanlage. Verwenden Sie international zertifizierte und abgenommene Sicherheitslösungen vom Automatisierungsexperten.

Wir bieten Ihnen Lösungen für

- ▶ die Überwachung von Bahnübergängen
- ▶ die sichere Weichenstellung
- ▶ den Schutz in der Personenbeförderung

Auf der InnoTrans 2012, Halle 6.2, Stand 103.



#	Objekt	Attribut	Objekt oder Attribut in railML
2	Punkt		complex type rail:eSwitch
		ID	attribute id (type rail:tGenericID)
		Punkt Name	attribute name (type rail:tGenericName)
			a second attribute code (type rail:tGenericName) may be used additionally
		Position auf der Strecke	attribute pos (type rail:tLengthM) additionally absPos (type rail:tLengthM) may be used
		Nachbarelemente	defined by element rail:eSwitch/connection (one for each side of the point)
		Zugehörige Gleisfreimeldeabschnitte	not covered
4	Weichen und Kreuzungen		complex type rail:eCrossing
		ID	attribute id (type rail:tGenericID)
		Name	attribute name (type rail:tGenericName)
			a second attribute code (type rail:tGenericName) may be used additionally
		Position	attribute pos (type rail:tLengthM) additionally absPos (type rail:tLengthM) may be used
		Weichentyp oder Kreuzungstyp	attribute type (type rail:tCrossingType)

Bild 3: Teilausgefüllte Checkliste am Beispiel von railML (gekürzt und übersetzt) [2]

	railML	EuroIXL	Stamp	DB-Modell	PoE Siemens	UNISIG 112
Gesamtpunktzahl	346	263	349	321	270	290
entspricht in %	85 %	64 %	86 %	79 %	66 %	71 %
Punkte nach Unterkategorie						
Struktur	141	111	158	126	111	119
Allgemein	28	24	25	28	24	21
Feldelemente	85	94	95	103	57	74
ERTMS / ETCS	46	2	31	16	38	36
Streckenlayout	46	32	40	48	40	40

Bild 4: Ergebnisse der Datenmodellbewertung inkl. Punktzahlen in den Unterkategorien (gekürzt und übersetzt) [2]

3 Bewertung und Ranking der Datenmodelle

Mithilfe der identifizierten Anforderungen wurde anschließend mittels einfacher Nutzwertanalyse ein Ranking zur technischen Eignung ausgewählter Datenmodelle für den beschriebenen Anwendungsfall erstellt. Es wurden sechs potenzielle Kandidaten betrachtet.

3.1 Untersuchte Datenmodelle

Euro-Interlocking

Im Rahmen des vom UIC im Jahre 1999 geleiteten Projekts „Euro-Interlocking“ wurde das „Interlocking Data File Format“ (IDAFF) entwickelt. Das IDAFF ist ein XML-basiertes Format, das die „Document Type Definition“ (DTD) verwendet.

railML*

Das railML ist ein offenes, zumeist ehrenamtlich arbeitendes Konsortium mehrerer

* railML ist ein eingetragenes Warenzeichen.

europäischer Eisenbahnen, entwickelnder Software- und Consultingfirmen sowie internationalen wissenschaftlichen Einrichtungen. Es ist ebenfalls XML-basiert und deckt mit seinen Unterschemata Infrastructure, TimeTable und RollingStock viele computergestützte Prozesse ab. [3]

DB-Datenmodell

Dieses Datenmodell wird derzeit von einem Team der Deutschen Bahn unter Beteiligung von Stellwerksherstellern entwickelt. Auch dieses Datenmodell ist XML-basiert.

Da dies eine spezielle Entwicklung für und durch die Deutsche Bahn ist, wäre eine verallgemeinerte Verwendung ohne entsprechende Anpassungen nicht möglich.

STAMP – NetworkRail Datenmodell

Das Signalling Data Exchange Format (SDEF) als Teil des Signalling Tools And Methods Programme (STAMP) ermöglicht die Beschreibung der Eisenbahn- und Si-

gnalanlagen. Es lässt die Weitergabe der Daten in Analyse-Tools und CAD-Pakete ohne Verlust von Informationen zu. SDEF wird ebenfalls durch XML-Schemata beschrieben und ständig von Network Rail aktualisiert.

PoE – Siemens Datenmodell

Das Position of Elements Format (PoE) definiert die Topologie für ein Schienennetz auf Basis eines Knoten-Kanten-Modells. Es bietet alle streckenseitigen Topologie-Informationen, die für ETCS-Strecken benötigt werden. PoE ist als Schnittstelle zwischen Vermessungsunternehmen oder Netzbetreibern und der Siemens AG entwickelt worden. Das Format als XLS-Datei ist leicht editierbar und unterstützt einen einfachen Datenimport in entsprechende Softwaretools.

UNISIG Subset 112

Der Zweck von UNISIG Subset 112 ist es, den Inhalt von Infrastruktur-Szenarien zu definieren. Es wird keine genaue Darstellung der Infrastruktur abgeleitet. Wei-

	Partner 1	Partner 2	Partner 3	Partner 4	Partner 5	Partner 6	Partner 7	Partner 8	Partner 9	Partner 10	Partner 11	Partner 12	Partner 13	Partner 14	Durchschnitt	Wertung
Stamp (349 Punkte)	2	2	4	1	2	3	1	1	2	2	3	2	3	2	2,14	2
railML (346 Punkte)	1	1	1	3	3	2	2	2	1	4	1	4	2	1	2,00	1
DB Modell (321 Punkte)	4	3	5	2	1	1	3	3	3	1	2	1	1	3	2,36	3
Unisig 112 (290 Punkte)	3	4	3	4	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	4,14	4
Siemens PoE (270 Punkte)	5	5	6	6	6	6	5	5	6	6	4	6	6	6	5,57	6
Euro Interlocking (263 Punkte)	6	6	2	5	5	4	6	6	4	3	6	5	5	5	4,86	5

Bild 5: Ergebnis nach Berücksichtigung nicht-funktionaler Anforderungen (gekürzt und anonymisiert) [2]

terhin soll ein einfaches Verständnis der Test-Szenarien in verschiedenen Interoperabilitäts-Testumgebungen ermöglicht werden.

3.2 Funktionale Aspekte der Nutzwertanalyse

Jedes dieser sechs Datenmodelle musste für die Nutzwertanalyse mit der Anforderungsliste (Bild 3) abgeglichen werden. Da die Anforderungen meist zu unkonkret für eine exakte Evaluierung waren, wurden aus ihr präzise formulierte Datenobjekte und benötigte Attribute abgeleitet. Diese wurden in einer Checkliste zusammengefasst. Das Bild 3 stellt eine solche Bearbeitung beispielhaft dar. In diesem Fall wurde das Datenmodell railML unter Zuhilfenahme dieser Checkliste untersucht. Auf der linken Seite befindet sich eine laufende Nummer, sowie der Name des benötigten Datenobjektes. Ferner befinden sich neben den Objekten die benötigten Attribute, die diese Objekte besitzen sollten. Der rechte Teil der Grafik zeigt, welches Feld des untersuchten Datenmodells (hier: railML) die benötigte Information abbilden kann. Nach Bewertung aller unter 3.1. ge-

nannten Datenmodelle ergab sich das in Bild 4 dargestellte Ergebnis. Im Einzelnen sind neben den Gesamtpunktzahlen auch die erreichten Punkte in den Unterkategorien abgebildet. Die Angabe in Prozent gibt einen Hinweis auf den Abdeckungsgrad des jeweiligen Datenmodells. Das railML besitzt demnach 85 % der von der Arbeitsgruppe benötigten Datenobjekte.

3.3 Nicht-funktionale Betrachtung

Da ein rein auf den funktionalen Anforderungen basierendes Ranking lediglich die technische Eignung abbilden kann, wurde ein zusätzlicher Schritt durchgeführt, bei dem die Partner zusätzlich nicht-funktionale Kriterien bewerteten und begründeten. Hierbei ordnete jedes Unternehmen jedem der sechs Datenmodelle einen Platz von 1 bis 6 zu, indem eben diese nicht-funktionalen Aspekte berücksichtigt wurden. Anschließend wurde das Ergebnis arithmetisch gemittelt. Das Bild 5 zeigt das Ergebnis.

Sechs Partner wählten railML auf Platz 1, obwohl dies bei der funktionalen Betrachtung zunächst nur den zweiten Rang belegte.

Die häufigste Begründung der einzelnen Partner zur Wahl von railML waren die durch das Lizenzmodell und die Entwicklergemeinde gegebenen Rahmenbedingungen. Insbesondere die Unabhängigkeit des unter der Creative Commons entwickelten Datenmodells macht dieses interessant, da aus Sicht einer möglichst breiten Standardisierung nur nicht-proprietäre Software in Frage kam. Weitere Argumente des Forschungskonsortiums für eine Benutzung von railML waren der mit 85 % relativ hohe Vollständigkeitsgrad in Bezug auf die Anforderungen des Workstreams, die englischsprachige Dokumentation und die bereits hohe Zahl an industriellen Nutzern. Des Weiteren ist railML in seiner Eigenschaft als offener Standard durch folgende Punkte vorteilhaft.

Der Wartungs- und Entwicklungsprozess ist eindeutig und transparent.

Änderungen werden in einem vorgegebenen öffentlichen Prozess, der Beteiligte in die Diskussion einbezieht, implementiert. Hierdurch sind Weiterentwicklungen und Erweiterungen für die Mehrheit der Nutzer vorteilhaft, ohne dass diese zu sehr auf einzelne proprietäre Lösungen zugeschnitten werden.

Ihre Telekommunikation braucht nur EINE PLATTFORM

für sicherheitsrelevante Telekommunikationsnetze
■ einfach ■ robust ■ langlebig



Internationale Fachmesse
für Verkehrstechnik
18.-21. September, Berlin

Besuchen Sie uns: Halle 6.1, Stand 218



Fach- und Wirtschafts- informationen rund um **Eisenbahn,** **ÖPNV & Technik**



Besuchen Sie uns auf der *InnoTrans*,
direkt am Eingang Nord!

Halle 18, Stand 401

und im  Career Point Pavillon:

Halle 7.1 C, Stand 205c



Eurailpress – offizieller Medienpartner der InnoTrans

4 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen des INESS-Projektes wurden mehrere ausgewählte Datenmodelle einander gegenübergestellt und mit einer Nutzwertanalyse hinsichtlich ihres Erfüllungsgrades zuvor definierter Anforderungen bewertet. Ziel war es, eine Grundlage zur Definition eines European Unified Data Model for Railway Infrastructures (EUDRI) zu finden, da die Entwicklung standardisierter Software-Komponenten im Hinblick auf eine europaweite Harmonisierung der Leit- und Sicherheitstechnik ein sinnvoller Ansatz ist.

Die Ergebnisse in INESS zeigen, dass railML mit seinem Subschema „Infrastructure“ zur Darstellung der projektierten Strecke eine vielversprechende Lösung sein kann.

Die Resultate zeigen jedoch auch Lücken auf. Neben einzelnen Feldelementen ist die Abbildungsmöglichkeit von Stellwerkslogik in railML nur unzureichend vorhanden. Zur weiteren Förderung des Projektes wurde dieser Sachverhalt bereits mit Abschluss der INESS-Projektarbeiten in enger Koordination mit der Entwicklerschaft von railML adressiert. Über die Notwendigkeit der Implementierung eines zusätzlichen Subschemas „Interlocking“ herrscht allerdings bereits seit längerem allgemeine Einigkeit [4].

Die Ergebnisse in INESS zeigen, dass railML mit seinem Subschema „Infrastructure“ zur Darstellung der projektierten Strecke eine vielversprechende Lösung sein kann.

LITERATUR

[1] <http://www.iness.eu/>: Integrated European Signalling System [Zugriff 3/2012].

[2] Stein, T.: „Report on data model definition, needed adaptations and applicability“, 2012.

[3] <http://www.railml.org/>: „Die XML-Schnittstelle für Eisenbahnanwendungen“.

[4] http://wiki.railml.org/index.php?title=IL_IntendedFeatures: „IL IntendedFeatures“, [Zugriff 3/12].

■ SUMMARY

Analysis of data models for interlocking project data interchange in INESS

The European research project INESS was conducted with the involvement of well-known companies between 2008 and 2012. It addressed numerous technical issues for redesigning interlocking and signalling systems. Six of eight work streams were functional and dealt with topics such as business models, technical specifications, testing and commissioning.

This article summarizes the results of work stream C, which involved choosing a sophisticated data model description to enhance the data flow between supplier and operator in the design phase of interlocking systems.

Die Autoren

Dipl.-Geolnf. Christian Linder
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt e.V., Institut für
Verkehrssystemtechnik
Anschrift: Lilienthalplatz 7,
D-38108 Braunschweig
E-Mail: christian.linder@dlr.de

Dipl.-Ing. Mathias Grimm
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt e.V.,
Institut für Verkehrssystemtechnik
Anschrift: Lilienthalplatz 7,
D-38108 Braunschweig
E-Mail: mathias.grimm@dlr.de



Intelligente Bahnautomatisierung.



Optimieren Sie Ihre Züge an konfliktträchtigen Stellen schon? Moderne Bahnunternehmen haben das grosse Potential der automatisierten Optimierung von Zugfolge und Geschwindigkeit entdeckt.

Leitsysteme auf Basis unseres intelligenten Plattformkonzepts AdmiRail® sind in der Lage,

- die ideale Zugfolge abzuleiten
- den gesicherten Fahrweg optimal zu dimensionieren
- den Zug optimal durch den kontrollierten Bereich zu führen
- die Energiekosten durch intelligente Zugführung zu reduzieren

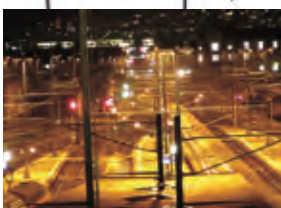


systransis AG · Transport Information Systems

Riedstrasse 1 · CH-6343 Rotkreuz · Schweiz

Telefon +41 41 727 21 31 · Fax +41 41 727 21 39

www.systransis.ch



Besuchen Sie uns an der InnoTrans
Berlin, 18. - 21. September
Halle 4.1 · Stand 219