

# Infrastruktur-Daten-Management für Verkehrsunternehmen

# IDM<sup>VU</sup>

Forschungsvorhaben Stufe 4 (FE 70.866/2011)

## Schlussbericht

Version 1.2 | 13.08.2014

für das

Bundesministerium für Verkehr  
und digitale Infrastruktur  
Robert-Schuman-Platz 1, 53175 Bonn



Erstellt von

momatec GmbH  
Weiern 171, 52078 Aachen



interactive instruments GmbH  
Trierer Str. 70 - 72, 53115 Bonn



Balfour Beatty Rail GmbH  
In den Kreuzfeldern 2, 54340 Longuich (Trier)



UVT GmbH  
Josefsstraße 54 – 56, 55118 Mainz



regio iT GmbH  
Lombardenstraße 24, 52070 Aachen



## Autoren

Dr. Stefan von der Ruhren, momatec GmbH

Bernd Weidner, interactive instruments GmbH

## Historie des Dokuments

### Versionsübersicht

| Nr | Datum      | Version | Änderungsgrund                                  | Bearbeiter              |
|----|------------|---------|---|-------------------------|
| 1  | 18.03.2014 | 0.1     | Erstellung                                      | von der Ruhren          |
| 2  | 14.04.2014 | 0.2     | Ergänzungen                                     | Weidner                 |
| 3  | 14.04.2014 | 0.3     | Überarbeitung, Ergänzung                        | von der Ruhren          |
| 4  | 16.04.2014 | 1.0     | Qualitätssicherung und Vorlage als Entwurf      | von der Ruhren          |
| 5  | 23.06.2014 | 1.1     | Einarbeitung Hinweise AG/PT zur Entwurfsfassung | von der Ruhren          |
| 6  | 13.08.2013 | 1.2     | Einarbeitung Hinweise AG/PT, Finalisierung      | von der Ruhren, Weidner |

### Änderungsübersicht

| Nr | Version | Geändertes Kapitel | Beschreibung der Änderung                       |
|----|---------|--------------------|---|
| 1  | 0.1     | alle               | Erstellung                                      |
| 2  | 0.2     | Kap. 2.3.3, Kap. 3 | Ergänzung                                       |
| 3  | 0.3     | Kap. 3             | Überarbeitung, Ergänzung                        |
| 4  | 1.0     | alle               | QS  |
| 5  | 1.1     | alle               | Einarbeitung Hinweise AG/PT zur Entwurfsfassung |
| 6  | 1.2     | alle               | Einarbeitung Hinweise AG/PT, Finalisierung      |

# Inhaltsverzeichnis

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1</b>   | <b>AUSGANGSLAGE UND PROJEKTÜBERSICHT .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>1.1</b> | <b>Forschungsaufgaben und Arbeitsprogramm.....</b>                                     | <b>2</b>  |
| 1.1.1      | AP 100: Kompatibilität zu anderen Standards.....                                       | 2         |
| 1.1.2      | AP 200: Erweiterung des IDMVU-Modells.....   | 3         |
| 1.1.3      | AP 300: Fortschreibung IDMVU-Standard .....  | 3         |
| 1.1.4      | AP 400: Pilotierung .....  | 3         |
| 1.1.5      | AP 500: Projektmanagement.....   | 4         |
| 1.1.6      | AP E1: Qualitätssicherung und Ergänzung der Dokumentation IDMVU und VDV-Schrift<br>456 | 4         |
| 1.1.7      | AP E2: Einbindung von Herstellern/Anbietern von IDMVU-Systemen.....                    | 4         |
| 1.1.8      | AP E3: Präsentation Gesamtergebnisse IDMVU .....                                       | 4         |
| <b>2</b>   | <b>ABLAUF UND ERGEBNISSE DES PROJEKTES .....</b>                                       | <b>5</b>  |
| <b>2.1</b> | <b>Kompatibilität zu anderen Standards (AP 100).....</b>                               | <b>5</b>  |
| 2.1.1      | Beschreibung.....  | 5         |
| 2.1.2      | Vorgehensweise .....   | 5         |
| 2.1.3      | Zentrale Ergebnisse.....   | 6         |
| 2.1.3.1    | OKSTRA®/OKSTRA kommunal .....  | 6         |
| 2.1.3.2    | INSPIRE .....  | 7         |
| 2.1.3.3    | RailML .....   | 8         |
| 2.1.3.4    | IFOPT und NeTEx.....   | 9         |
| 2.1.3.5    | Harmonisierungsbedarf zu weiteren Standards.....                                       | 10        |
| <b>2.2</b> | <b>Fachliche Erweiterung des IDMVU-Modells (AP 200).....</b>                           | <b>11</b> |
| 2.2.1      | Beschreibung.....  | 11        |
| 2.2.2      | Vorgehensweise .....   | 11        |
| 2.2.3      | Zentrale Ergebnisse.....   | 14        |
| 2.2.3.1    | Betriebliche Daten.....  | 14        |
| 2.2.3.2    | Kaufmännische Daten.....   | 15        |
| 2.2.3.3    | Leit- und Sicherungstechnik (LST).....   | 17        |
| 2.2.3.4    | Stromversorgung.....   | 17        |
| 2.2.3.5    | Bauwerke .....   | 18        |
| 2.2.3.6    | Weiterer Anpassungsbedarf.....   | 18        |
| <b>2.3</b> | <b>Fortschreibung IDMVU-Standard (AP 300).....</b>                                     | <b>19</b> |
| 2.3.1      | Beschreibung .....   | 19        |
| 2.3.2      | UML-Modellierung.....  | 19        |
| 2.3.2.1    | Vorgehensweise.....  | 19        |
| 2.3.2.2    | Zentrale Ergebnisse .....  | 21        |
| 2.3.3      | IDMVU-Klassenbibliothek und GML-Applikationsschema.....                                | 24        |
| 2.3.3.1    | Vorgehensweise.....  | 24        |
| 2.3.3.2    | Zentrale Ergebnisse .....  | 25        |
| 2.3.4      | Praxisanleitung IDMVU.....   | 25        |

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| 2.3.4.1    | Vorgehensweise.....  | 25        |
| 2.3.4.2    | Zentrale Ergebnisse .....                                    | 28        |
| 2.3.5      | Fortschreibung VDV-Schrift .....                             | 28        |
| 2.3.5.1    | Vorgehensweise.....  | 28        |
| 2.3.5.2    | Zentrale Ergebnisse .....                                    | 29        |
| <b>2.4</b> | <b>Pilotierung (AP 400) .....</b>                            | <b>29</b> |
| 2.4.1      | Pilotierung im Umfeld der betrieblichen Daten .....          | 29        |
| 2.4.1.1    | Beschreibung .....   | 29        |
| 2.4.1.2    | Vorgehensweise.....  | 30        |
| 2.4.1.3    | Zentrale Ergebnisse .....                                    | 32        |
| 2.4.2      | Pilotierung im Umfeld der kaufmännischen Daten .....         | 32        |
| 2.4.2.1    | Beschreibung .....   | 32        |
| 2.4.2.2    | Vorgehensweise.....  | 33        |
| 2.4.2.3    | Zentrale Ergebnisse .....                                    | 34        |
| <b>2.5</b> | <b>Öffentlichkeitsarbeit .....</b>                           | <b>36</b> |
| 2.5.1.1    | 5. IDMVU-Symposium.....                                      | 36        |
| 2.5.1.2    | 6. IDMVU-Symposium.....                                      | 36        |
| 2.5.1.3    | Rahmendokument „Der Standard IDMVU“ .....                    | 37        |
| 2.5.1.4    | Einbindung von Herstellern/Anbietern von IDMVU-Systemen..... | 37        |
| <b>3</b>   | <b>FAZIT UND SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE PRAXIS .....</b>     | <b>40</b> |
| <b>4</b>   | <b>DOKUMENTE .....</b>                                       | <b>43</b> |
| <b>5</b>   | <b>GLOSSAR / ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</b>                 | <b>45</b> |

# 1 Ausgangslage und Projektübersicht

Mit den drei Forschungsvorhaben „Infrastruktur-Daten-Management für Verkehrsunternehmen (IDMVU)“

- FE 70.671/2003 "Infrastruktur-Daten-Management der Verkehrsunternehmen im ÖPNV",
- FE 70.746/2004 "Entwicklung einheitlicher Datenstrukturen und Schnittstellen für interne und externe Geschäftsprozesse in den Bereichen Planen, Bauen, Betreiben und Entsorgung der Verkehrsinfrastruktur im ÖPNV", und
- FE 70.814/2007 „Implementationsforschung: Pilotierung wesentlicher Infrastrukturbereiche, -maßnahmen auf Grundlage des VDV-Schnittstellenstandards 456 und Fortschreiben des IDMVU mit Entwicklung eines Konverters für den Datenaustausch“

wurden ab 2003 fachliche Datengrundstrukturen der Verkehrsinfrastruktur für die Bereiche des Fahrwegs, der Haltestellen sowie der technischen Infrastruktur auf Grundlage technischer und wirtschaftlicher Anforderungen und vorausgegangener wissenschaftlicher Untersuchungen entwickelt. Seit Anfang 2010 steht die Standardschnittstelle Infrastruktur-Daten-Management als Datenaustauschformat auf Basis des IDMVU-Datenmodells zur Verfügung. Die Ergebnisse der IDMVU-Forschungsstufen 1-3 sind dokumentiert und bildeten mit weiteren IDMVU-Dokumenten und relevanten VDV-Schriften (u.a. VDV Schrift 456, Version 2.0) die Grundlagen für das gegenständliche Forschungsvorhaben IDMVU Stufe 4.

Die Verkehrsunternehmen in Deutschland sind sehr heterogen strukturiert und haben oft deutlich voneinander abweichende Geschäftsprozesse. Da das Infrastruktur-Daten-Management eine sehr komplexe und umfangreiche Thematik beinhaltet und ein anspruchsvoll zu lösendes Problemfeld darstellt, sollten in der Stufe 4 u.a. die Objektfelder Leit- und Sicherungstechnik, Stromversorgung und Bauwerke validiert, weiterentwickelt und vervollständigt werden. Bei der erforderlichen Fortschreibung sollten auch die für das Infrastruktur-Daten-Management relevanten kaufmännischen und betrieblichen Komponenten eingebunden und ein wechselseitiger Datentransfer berücksichtigt werden. Es war dabei zu klären, welche Daten im Hinblick auf Umfang, Erhebungszyklus und Genauigkeit unter Kosten-/Nutzen Aspekten erhoben werden sollen, um bedarfsorientierte Informationen zu generieren.

Verschiedene Initiativen und Modelle auf nationaler und internationaler (EU) Ebene haben unmittelbare Berührungspunkte zu dem vorliegenden Forschungsvorhaben. Sie sollten daher im Rahmen von übergreifenden, vorausgehenden Analysen verifiziert und soweit zukunftsorientiert ausgerichtet in die Lösungsfindung eingebunden werden.

Bei der Bearbeitung des gegenständlichen Forschungsvorhabens Stufe 4 zeigte sich, dass das IDMVU-Datenmodell (Stand Stufe 3) Defizite im Hinblick auf eine lückenlose und durchgängige Dokumentation aufwies. So waren im Datenmodell Stand Stufe 3 zahlreiche Objekte, Attribute, Relationen und Wertelisten nicht oder nicht ausreichend dokumentiert, so dass Anwender das Modell nicht in allen Details korrekt und eindeutig interpretieren konnten. Zudem bestanden an verschiedenen Stellen widersprüchliche Darstellungen zwischen UML-Modell und VDV-Schrift. Daher wurde im Rahmen der Stufe 4 auch eine umfassende Quali-

tätssicherung des existierenden IDMVU-Datenmodells durchgeführt und bestehende Dokumentationsdefizite geschlossen.

Ergänzungen und Fortschreibungen des Standards IDMVU mündeten in einer Fortschreibung und umfassenden Überarbeitung der VDV-Schrift 456, welche mit Abschluss der Stufe 4 nunmehr in der Version 3.0 vorliegt. Ergänzend ist eine englische Übersetzung der VDV-Schrift vorgesehen.

## 1.1 Forschungsaufgaben und Arbeitsprogramm

Das Arbeitsprogramm des Projektes gliedert sich in 5 Arbeitspakete, welche in nachfolgender Abbildung im Überblick dargestellt sind.

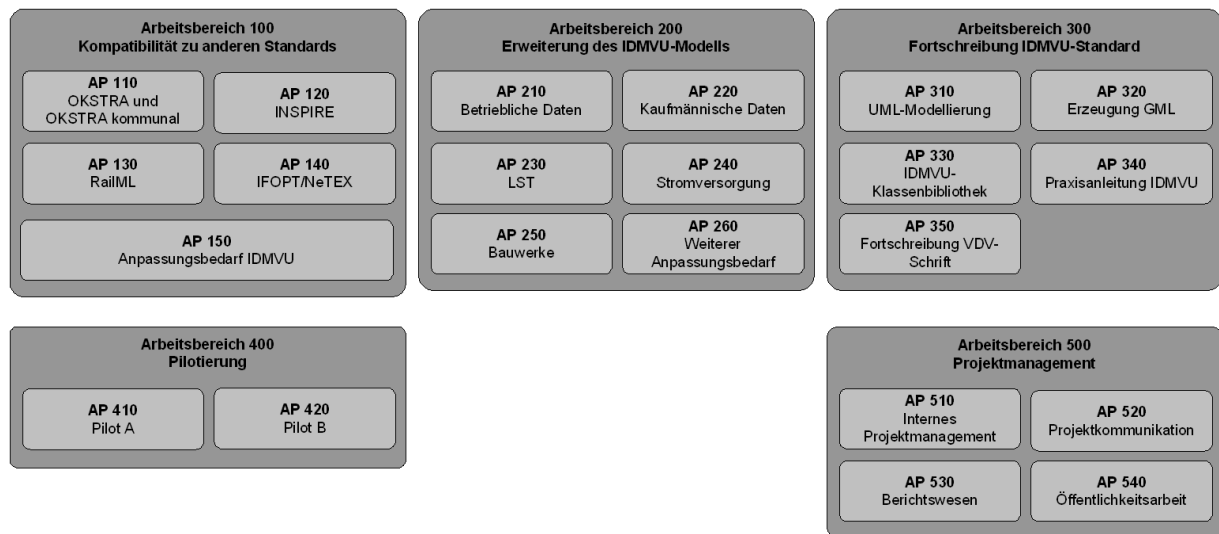


Abbildung 1: Darstellung des Arbeitsprogramms

Im Rahmen der Aufstockung des FE-Vorhabens (FE70.0866/E) wurde das Arbeitsprogramm um folgende zusätzliche Arbeitspakete erweitert:

- AP E1: Qualitätssicherung und Ergänzung der Dokumentation IDMVU und VDV-Schrift 456
- AP E2: Einbindung von Herstellern/Anbietern von IDMVU-Systemen
- AP E3: Präsentation der Gesamtergebnisse IDMVU

### 1.1.1 AP 100: Kompatibilität zu anderen Standards

Das AP 100 beschäftigte sich mit der Kompatibilität des IDMVU-Standards zu anderen nationalen und internationalen Standards bzw. vergleichbaren Initiativen.

Detailliert untersucht wurden dabei die folgenden Standards:

- OKSTRA<sup>®</sup> und OKSTRA kommunal
- INSPIRE

- RailML
- IFOPT und NeTEx

Darüber hinaus wurden weitere benachbarte nationale und internationale Standards grob untersucht und im Hinblick auf eine Relevanz für IDMVU bewertet.

Ziel der Analyse war die Identifikation und Dokumentation von Gemeinsamkeiten und Widersprüchen in Bezug auf den IDMVU-Standard sowie die Erarbeitung von Harmonisierungsvorschlägen. Besonders zu berücksichtigen war hierbei auch die rechtliche Einordnung bzw. Stellung der jeweiligen Standards / Initiativen.

### **1.1.2 AP 200: Erweiterung des IDMVU-Modells**

Das AP 200 beschäftigte sich mit der fachlichen Erweiterung des IDMVU-Datenmodells. Der IDMVU-Standard wurde dabei in folgenden thematischen Bereichen („TOP-Ebenen“) weiterentwickelt und vertieft:

- Bauwerke (Ergänzungen und Vertiefungen)
- Leit- und Sicherungstechnik (Ergänzungen und Vertiefungen)
- Stromversorgung (Ergänzungen und Vertiefungen, unter Berücksichtigung/Einbeziehung der TOP-Ebene „Leitungen und Kabel“)
- Betriebliche Daten (weitest gehende Erstentwicklung)
- Kaufmännische Daten (weitest gehende Erstentwicklung)

### **1.1.3 AP 300: Fortschreibung IDMVU-Standard**

Im AP 300 erfolgte die Fortschreibung des IDMVU-Standards. In diesem Rahmen erfolgte die Umsetzung der Ergebnisse aus AP 100 und AP 200 (Ergänzungs- und Harmonisierungsvorschläge) in die UML-Modellierung und die Erzeugung des GML-Applikationsschemas. Für die Unterstützung der Entwicklung von Software für IDMVU-Projekte wurde zudem eine IDMVU-Klassenbibliothek erstellt.

Neben der Weiterentwicklung des Datenmodells wurden Kurzanleitungen zur praktischen Anwendung von IDMVU für die Bereiche Entwicklung einer IT-Rahmenarchitektur, Abbildung des Fahrwegs sowie zur Abbildung des Busverkehrs entwickelt und es erfolgte eine Fortschreibung des bereits vorliegenden Instandhaltungsleitfadens.

Basierend auf der Fortentwicklung des Datenmodells erfolgte abschließend eine Fortschreibung der VDV-Schrift 456. Eine englische Übersetzung der fortgeschriebenen VDV-Schrift wird derzeit durchgeführt.

### **1.1.4 AP 400: Pilotierung**

Gegenstand des AP 400 waren zwei Pilotierungen des IDMVU-Standards zur Validierung und praktischen Erprobung des fortgeschriebenen IDMVU-Datenmodells.

Es wurde eine Pilotierung im Bereich betrieblicher Daten mit dem Anwendungsfall „Bereitstellung von infrastrukturellen und betrieblichen Eingangsdaten für die Lärmkartierung“ in Zusammenarbeit mit der AVG Karlsruhe durchgeführt.

Eine zweite Pilotierung erfolgte im Bereich kaufmännischer Systeme mit dem Anwendungsfall „Stammdatenaustausch zwischen IDM-Systemen und dem ERP-System SAP-PM auf Basis von IDMVU“ in Zusammenarbeit mit der SSB AG Stuttgart.

#### **1.1.5 AP 500: Projektmanagement**

Im AP 500 war das Projektmanagement angesiedelt. Es umfasste das Berichtswesen, die Projektkommunikation sowie unterstützende Öffentlichkeitsarbeit.

#### **1.1.6 AP E1: Qualitätssicherung und Ergänzung der Dokumentation IDMVU und VDV-Schrift 456**

Bei der Bearbeitung des Forschungsvorhabens Stufe 4 zeigte sich, dass das IDMVU-Datenmodell (Stand Stufe 3) Defizite im Hinblick auf eine lückenlose und durchgängige Dokumentation aufwies. So waren im bestehenden Datenmodell zahlreiche Objekte, Attribute, Relationen und Wertelisten nicht oder nicht ausreichend dokumentiert, so dass Anwender des bestehenden Datenmodells (aus Stufe 3) das Modell nicht in allen Details korrekt und eindeutig interpretieren konnten. Zudem bestanden an verschiedenen Stellen widersprüchliche Darstellungen zwischen UML-Modell und VDV-Schrift.

Gegenstand des Arbeitspaketes war daher die Qualitätssicherung des existierenden IDMVU-Modells und die Schließung bestehender Dokumentationsdefizite.

#### **1.1.7 AP E2: Einbindung von Herstellern/Anbietern von IDMVU-Systemen**

Gegenstand des Arbeitspaketes war die Einbindung der Hersteller während der Projektlaufzeit als Unterstützungsdienstleistung für den AG.

#### **1.1.8 AP E3: Präsentation Gesamtergebnisse IDMVU**

Das Arbeitspaket umfasste die Vorbereitung und Durchführung einer öffentlichen Projektabschlussveranstaltung (6. Symposium IDMVU) zur Präsentation und Vermittlung der Ergebnisse zum IDMVU-Standard und zur überarbeiteten VDV-Schrift 456 an die Fachöffentlichkeit.



## 2 Ablauf und Ergebnisse des Projektes

In diesem Kapitel wird auf die **Vorgehensweise** und die **wesentlichen Ergebnisse** des Forschungsvorhabens eingegangen.

An einigen Stellen in diesem Bericht wird auf weiterführende Dokumente verwiesen, die im Rahmen der gegenständlichen IDMVU-Forschungsstufe 4 entstanden sind. Diese enthalten eine vertiefende und somit ergänzende Beschreibung und Dokumentation der Projektergebnisse, da eine vollumfängliche, detaillierte Beschreibung der Ergebnisse den Rahmen des Schlussberichtes sprengen würde. Bei Bedarf können diese weiterführenden Dokumente herangezogen werden, um entsprechende thematische Bereiche inhaltlich zu vertiefen. Sämtliche Dokumente sind auf [www.idmvu.org](http://www.idmvu.org) im internen Bereich im elektronischen Dokumentenmanagementsystem verfügbar und sind zudem diesem Bericht in elektronischer Form (CD-ROM) beigelegt. Druckfähige und fachlich relevante Ergebnisdokumente sind zudem in Papierform als Anlage beigelegt.

### 2.1 Kompatibilität zu anderen Standards (AP 100)

#### 2.1.1 Beschreibung

Gegenstand war die Bestandsanalyse und Bewertung der nationalen und internationalen Standards bezüglich der Kompatibilität mit IDMVU. Ziel der Analyse waren die Identifikation und Dokumentation von Gemeinsamkeiten und Widersprüchen in Bezug auf den IDMVU-Standard sowie die Ableitung und Erarbeitung von Harmonisierungsvorschlägen.

#### 2.1.2 Vorgehensweise

Detailliert untersucht wurden die folgenden Standards:

- OKSTRA<sup>®</sup> und OKSTRA kommunal
- INSPIRE
- RailML
- IFOPT und NeTEx

Dem Vergleich von IDMVU mit den untersuchten anderen Standards liegt ein gemeinsames Vorgehensmodell zu Grunde:

1. Analyse. Jedes der zu betrachtenden Datenmodelle (nachfolgend als „Fremdmodell“ bezeichnet) wurde zuerst einer beschreibenden Analyse unterzogen, in der die abstrakte, konzeptionelle Objektwelt des Modells betrachtet wird. Diese Analyse war die Grundlage eines detaillierten Vergleichs mit der Objektwelt von IDMVU.
2. Fachlicher Vergleich. Auf der fachlichen Ebene standen die Fragen:
  - Gibt es zur Objektart X im Fremdmodell in IDMVU eine, die fachlich zumindest partiell äquivalent ist?

- Gibt es zur Eigenschaft X im Fremdmodell in IDMVU eine, die fachlich zumindest partiell äquivalent ist? (Unter Eigenschaften sind hierbei Attribute und relationale Beziehungen subsumiert.)

Beispiel: Gibt es zur Objektart „switch“ aus RailML eine fachlich passende in IDMVU?

Antwort: Ja, sogar zwei: Der Gleisknoten und die Weiche.

3. Abbildung. Hierbei wurde ermittelt, ob fachlich äquivalente Objekte auch datentechnisch ineinander überführbar sind. In den seltensten Fällen ist dies völlig ohne Probleme möglich. Es war mit komplexen Umrechnungen und Umkodierungen, Informationsverlust, Inkompatibilität von erlaubten Eigenschaftswerten bis zur kompletten Unmöglichkeit zu rechnen. Semantisch äquivalente Fachobjekte können in den Modellen vollkommen unterschiedlich eingebettet sein.
4. Bewertung des Harmonisierungspotentials. Hierbei wurde unter der Berücksichtigung der technischen Machbarkeit aus Schritt 3 und der fachlichen Notwendigkeit bzw. Priorität entschieden, ob das IDMVU-Modell angepasst werden soll. Grundlage der vorgenommenen Bewertung hinsichtlich der fachlichen Notwendigkeit bzw. Priorität sind zum einen die im Rahmen der Expertenworkshops eingeholte Einschätzung der Fachexperten und zum anderen das Ergebnis der Diskussion mit dem BEK im Rahmen der durchgeführten BEK-Sitzungen und Strategietreffen.

Neben der detaillierten Analyse der o.g. anderen Standards wurden weitere benachbarte nationale und internationale Standards grob untersucht und im Hinblick auf eine Relevanz für IDMVU bewertet.

Eine **Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse** der Analysen zur Kompatibilität von IDMVU mit anderen Standards findet sich im nachfolgenden Abschnitt 2.1.3. Die detaillierten Ergebnisse sind in einem Bericht zum AP 100 [1] dokumentiert.

### 2.1.3 Zentrale Ergebnisse

Bezüglich der detailliert untersuchten anderen Standards werden folgende grundlegenden Empfehlungen gegeben:

#### 2.1.3.1 OKSTRA<sup>®</sup>/OKSTRA kommunal

OKSTRA<sup>®</sup> – Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen – ist die Bezeichnung für den nationalen Standard zum Austausch von Daten im Straßen- und Verkehrswesen. Die ASB (Anweisung Straßeninformationsbank) und der OKSTRA<sup>®</sup> dienen der Erfassung und dem Datenaustausch von Bestandsdaten im überörtlichen Straßen- und Verkehrswesen bei Bund und Ländern. Der OKSTRA<sup>®</sup> wurde mit dem Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau 12/2000 des Bundesverkehrsministeriums für den Bereich der Bundesfernstraßen offiziell eingeführt. Es handelt sich somit um eine Empfehlung zur Verwendung im Bereich überörtlicher Straßen bei Bund und Ländern.

Der in Anlehnung an den OKSTRA<sup>®</sup> entwickelte und auf kommunale Anforderungen zugeschnittene OKSTRA kommunal wird vom Verein KIM-Straße e.V. (Kompetenzplattform

Kommunales Infrastrukturmanagement Straße) weiterentwickelt und eingeführt. Die Kompetenzplattform ist ein Verein von Herstellern und Beratern sowie Anwendern im Bereich des Datenmanagements im Straßenwesen. Der Standard OKSTRA kommunal hat keinen verbindlichen Charakter.

Der OKSTRA<sup>®</sup> sowie der OKSTRA kommunal sind relevante fachliche Nachbarstandards für das Straßenwesen. Da IDMVU vorwiegend Schienennetze betrachtet und der OKSTRA<sup>®</sup>/OKSTRA kommunal ausschließlich das Straßennetz umfasst sind die beiden Standards weitestgehend komplementär. Es existieren jedoch fachliche Verknüpfungspunkte an gemeinsam durch Straße und Schiene genutzten Objekten (z.B. Gleisquerungen/Bahnübergänge, gemeinsam genutzte Ingenieurbauwerke, Unter-/Überführungen Bahn-Straße, Haltestellen mit gemeinsamer Nutzung durch Bus und Bahn).

Eine Vereinheitlichung der Modellierung der Netze in IDMVU und OKSTRA<sup>®</sup>/OKSTRA kommunal ist nicht zweckmäßig und zielführend. Sinnvoll ist jedoch die Schaffung einer Möglichkeit, wie die Netzelemente des OKSTRA<sup>®</sup>/OKSTRA kommunal und des IDMVU-Standards aufeinander abgebildet werden können. Daher wurde empfohlen, die OKSTRA<sup>®</sup>-Verortungslogik als neue, zusätzliche Netzreferenzierungsmethode im IDMVU-Modell vorzusehen. Über diese zusätzliche Referenzierungsmethode können beliebige IDMVU-Fachobjekte auf Elemente eines OKSTRA<sup>®</sup> / OKSTRA kommunal-Netzes verortet werden. Ein entsprechender Mechanismus wurde im Rahmen der Modellerweiterung in IDMVU Stufe 4 (vgl. Abschnitt 2.3.2) implementiert.

Auf Ebene der Fachdatenmodelle erfolgte in relevanten Bereichen eine Harmonisierung zwischen IDMVU und OKSTRA<sup>®</sup> / OKSTRA kommunal. Dies betrifft insbesondere die Bereiche Entwässerungseinrichtungen und Liegenschaften, die in IDMVU bislang gar nicht oder nur rudimentär abgebildet waren. Diese Fachdatenmodelle wurden im Rahmen der Modellerweiterung der Stufe 4 (vgl. Abschnitt 2.3.2) in ihren Grundzügen und mit dem für IDMVU fachlich notwendigen und mit einem den Praxisanforderungen angemessenen Umfang aus dem OKSTRA<sup>®</sup> übernommen.

Weiterhin wurde im Rahmen der Modellerweiterung in IDMVU Stufe 4 das OKSTRA<sup>®</sup>-Metamodell nach IDMVU übernommen. Das OKSTRA-Metamodell regelt im Wesentlichen den Umgang mit Schlüssel Tabellen, mit Datentypen sowie die Nutzung von fachlichen IDs für Referenzen. Die Übernahme des OKSTRA<sup>®</sup>-Metamodells ist Voraussetzung für den vorgesehenen Einsatz der OKSTRA<sup>®</sup> Klassenbibliothek OKLABI (vgl. Abschnitt 2.3.3).

### **2.1.3.2 INSPIRE**

„INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) steht als Kürzel für die Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Gemeinschaft. Ziel der Richtlinie ist es, die grenzübergreifende Nutzung von Geodaten in Europa zu erleichtern. Mit dem Geodatenzugangsgesetz (GeoZG) und analogen Gesetzen der Bundesländer die Daten der Länder und Kommunen betreffend, beispielsweise in NRW dem GeoZG NRW oder in Bayern dem BayGDIG, wurde die europäische Richtlinie in Deutschland in nationales Recht umgesetzt. Die Gesetze verpflichten die

geodatenhaltenden Stellen (Landesregierungen und andere Stellen der öffentlichen Verwaltung sowie natürliche und juristische Personen, die der Kontrolle bzw. der Aufsicht des Landes, der Landkreise oder Kommunen unterliegen), stufenweise interoperable Geobasisdaten (z.B. Verkehrsnetze) sowie Geofachdaten bereitzustellen. Die Verpflichtung bezieht sich auf bereits vorhandene, noch in Verwendung stehende und in elektronischer Form vorliegende Geodaten.

INSPIRE ist für die weitere Ausrichtung von IDMVU als relevant einzustufen, da es sich um verbindliches EU-Recht handelt, welches in Zukunft auch Verkehrsunternehmen in der Regel dazu verpflichtet wird, ihre Netzdaten INSPIRE-konform bereitzustellen. Wichtigste Erkenntnis der Analyse ist, dass INSPIRE durch IDMVU „bedienbar“ sein soll. Dies bedeutet, dass eine INSPIRE-konforme Exportmöglichkeit aus einem IDMVU-basierten System realisiert werden kann. Die hierzu erforderlichen Änderungen/Erweiterungen des IDMVU-Modells zur Harmonisierung mit INSPIRE wurden durch den Forschungsnehmer als überschaubar und problemlos realisierbar eingeschätzt. Die Umsetzung der entsprechenden Harmonisierung wurde daher empfohlen. Die erforderlichen Punkte zur Konformitätsherstellung von IDMVU und INSPIRE im Sinne der o.g. INSPIRE-konformen Exportmöglichkeit aus IDMVU wurden daher im Rahmen der Modellerweiterung der Stufe 4 im IDMVU-Datenmodell Stufe 4 umgesetzt (vgl. Abschnitt 2.3.2).

### **2.1.3.3 RailML**

Bei RailML handelt es sich um eine freiwillige Standardisierungsinitiative von Verkehrsunternehmen, Software- und Consultingfirmen und wissenschaftlichen Einrichtungen. Der Schwerpunkt von RailML liegt auf dem Austauschformat für Planungssoftware (Fahrplanerstellung, Umlaufplanung, Betriebssimulation). Zwar existieren zahlreiche fachliche Entsprechungen zwischen IDMVU-Objekten und Objekten im RailML-Infrastrukturschema, jedoch hat die Modellierung in RailML ausschließlich eine betriebliche Sicht auf die Infrastruktur. Zudem existiert in RailML eine detaillierte Modellierung von Fahrplan- und Fahrzeugdaten, welche bislang keine Entsprechung in IDMVU hat. Der durchgeführte Vergleich zwischen RailML und IDMVU zeigt, dass keine grundlegenden Harmonisierungshemmnisse oder Widersprüche zwischen den Modellen bestehen.

Eine Harmonisierung von IDMVU mit RailML wurde vor dem oben beschriebenen Hintergrund als nicht vordringlich und nicht zwingend erforderlich eingestuft. Jedoch könnte zukünftig ein relevanter Anwendungsfall die Übernahme/Bereitstellung von Infrastrukturdaten aus einem IDM-System in entsprechende Planungssoftware sein.

Einige im Rahmen der Analyse entwickelten Harmonisierungsvorschläge aus RailML wurden im Kontext von fachlich korrespondierenden Vorschlägen aus anderen Bereichen im Rahmen der IDMVU-Modellweiterentwicklung in Stufe 4 umgesetzt, z.B. die Abbildung der Ausstattung einer Strecke mit einem Zugsicherungssystem oder die Abbildung von infrastrukturbezogenen Geschwindigkeitsangaben.

Aufgrund der unklaren Praxisrelevanz von RailML wurde jedoch die Umsetzung der weiteren RailML-bezogenen Harmonisierungsvorschläge im Rahmen der Stufe 4 zurückgestellt. Bei

Bedarf ist eine Umsetzung jedoch ohne tiefgreifende Eingriffe in das IDMVU-Modell auch zu einem späteren Zeitpunkt möglich.

#### 2.1.3.4 IFOPT und NeTEx

IFOPT (Identification of Fixed Objects in Public Transport) ist die konzeptionelle Definition eines Datenaustauschformats auf der Basis von TRANSMODEL<sup>1</sup>. Es weist den Rang einer verbindlichen Norm auf (CEN/TC 278 WI 00278207). IFOPT fokussiert auf feste Objekte im öffentlichen Verkehr (wie Haltepunkte, Haltestellen, Bahnhöfe, Bahnsteige, Eingänge...), um diese nach der relevanten Funktionalität zu identifizieren, weiter zu typisieren und die Beziehungen zwischen diesen Objekten zu definieren. Hauptanwendungsbereiche sind die Information und die Navigation der Fahrgäste/Passagiere.

NeTEx (Network and Timetable Exchange) verfolgt das Ziel der Bereitstellung einer allgemeinen europaweit einsatzfähigen Austauschschnittstelle für die Daten im öffentlichen Verkehr (Infrastruktur, Fahrplan und Tarif). Sie soll verkehrsträgerunabhängig für alle Bereiche (Bahn, Bus, Fähre,...) anwendbar sein. Die Modellierung der bahnspezifischen Abwicklungen wird auch berücksichtigt, damit unter anderem auch die Kompatibilität zur UIC gewährleistet wird. Das Konzept-Modell basiert auf TRANSMODEL. Bei der Entwicklung wurden Konzepte aus verschiedenen Quellen berücksichtigt (IFOPT, TransXChange, VDV 452, UIC, ...). NeTEx wird den Rang einer Norm erlangen (CEN TC 278 WG9). Der entsprechende Prozess steht bevor.

IFOPT und NeTEx sind für IDMVU von Interesse, da die Definition von Infrastruktur-Objekten einbezogen ist. In IFOPT handelt es sich um die Haltestellen, Bahnhöfe usw. mit ihren Ausstattungen. In NeTEx kommt auch das Netz dazu. Während jedoch IDMVU das Ziel einer exakten technischen Abbildung der Objekte verfolgt, stehen in IFOPT und NeTEx die funktionalen Aspekte der Infrastruktur-Objekte im Vordergrund. Das führt dazu, dass teilweise eine höhere Detaillierung als im IDMVU vorhanden ist (z.B. Treppen, Sanitäranlagen, Parken) und an anderen Stellen sehr stark abstrahiert wird (z.B. werden in NeTEx Objekte der Leit- und Sicherungstechnik und naheliegende Objekte allgemein als Steuerungsanlagen mit ihrem Wirkungszusammenhang modelliert). Da die Modelle der Haltestellen, Bahnhöfe usw. von NeTEx auf IFOPT aufbauen, konnte eine gemeinsame Bewertung bzgl. IDMVU vorgenommen werden.

Als wichtiger Anwendungsfall der Wechselbeziehungen zwischen IDMVU und IFOPT/NeTEx wurde die Bereitstellung von Infrastrukturdaten aus einem IDMVU-basierten System in Systeme der Fahrgastinformation (und somit IFOPT-/NeTEx-basierte System) identifiziert. Prinzipiell ist es möglich, IFOPT- bzw. NeTEx-basierte Systeme über eine IDMVU-Schnittstelle mit Infrastrukturdaten zu versorgen, ohne jedoch dabei den vollständigen funktionalen Aspekten, die IFOPT/NeTEx modelliert, Rechnung tragen zu können. Eine vollständige Harmonisierung von IDMVU und IFOPT/NeTEx ist aufgrund der unterschiedlichen Anwendungsorientierung und der funktional orientierten Modellierung von IFOPT/NeTEx dagegen nicht

---

<sup>1</sup> TRANSMODEL: Europäisches Referenzdatenmodell für ÖV-Informationen

zweckmäßig.

Als sehr wichtig wurde jedoch die Schaffung einer zukunftssicheren Möglichkeit der Objektreferenzierung über Fachsysteme hinweg identifiziert. Hierzu wurde IDMVU um einen Mechanismus erweitert, so dass IDMVU-Objekte Referenzen zu Objekten in Fremdsystemen mitführen können. Auf diese Weise können infrastrukturbezogene Objektdaten aus einem IDMVU-basierten System in einem Zielsystem (z.B. Fahrgastinformationssystem) mit funktionale Aspekte beschreibenden Daten aus einem Drittsystem (Fachsystem) verknüpft werden.

Aus der durchgeführten Analyse wurden fachlich sinnvolle Harmonisierungsvorschläge für die relevanten IDMVU-Fachobjekte abgeleitet, bewertet und zur Umsetzung empfohlen. Die entsprechenden IFOPT-/NeTeX-bezogenen Harmonisierungsvorschläge wurden im Rahmen der Modellerweiterung der Stufe 4 im IDMVU-Datenmodell Stufe 4 umgesetzt (vgl. Abschnitt 2.3.2).

### 2.1.3.5 Harmonisierungsbedarf zu weiteren Standards

Neben den detailliert untersuchten Standards OKSTRA<sup>®</sup>/OKSTRA kommunal, INSPIRE, RailML, IFOPT/NeTeX wurden weitere nationale und internationale Standards grob untersucht und im Hinblick auf eine Relevanz für IDMVU bewertet:

**ISO 19148 Geographic information - Linear referencing:** Die Thematik der linearen Referenzierung, wie sie durch die ISO 19148 standardisiert wird, ist für IDMVU grundsätzlich fachlich relevant. Eine Analyse hat ergeben, dass eine Einführung / Anwendung der ISO 19148 in IDMVU technisch grundsätzlich machbar wäre. Eine Umsetzung der ISO 19148 in IDMVU hätte jedoch tiefgreifende Eingriffe ins Modell zu Folge, bei denen entweder eine Erweiterung der IDMVU-Netzreferenzierungsmechanismen um zusätzliche ISO 19148-konforme Mechanismen oder sogar ein Ersatz der bisherigen IDMVU-Netzreferenzierungsmechanismen durch ISO 19148-konforme Mechanismen erfolgen müsste. Eine Einführung von ISO 19148-konformer Mechanismen in IDMVU wäre zudem erst sinnvoll möglich, wenn eine Umstellung der IDMVU-Schnittstelle auf GML 3.3 erfolgt. Da in den für IDMVU fachlich relevanten Geostandards (z.B. WFS) derzeit keine Aktivitäten zum Umstieg auf GML 3.3 bekannt oder absehbar sind, hat GML 3.3 für IDMVU zum derzeitigen Zeitpunkt keine Relevanz und keinen sinnvollen Nutzen. Hinsichtlich einer Übernahme von ISO 19148-Mechanismen nach IDMVU besteht somit auf absehbare Zeit kein Handlungsbedarf.

**BIM – Building Information Modeling:** BIM (dt. Gebäudedaten-Modellierung) beschreibt eine Methode der optimierten Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden mit Hilfe von Software. Dabei werden alle relevanten Gebäudedaten digital erfasst, kombiniert und vernetzt. Die internationale Organisation buildingSMART hat das Ziel, offene Standards (openBIM) für den Informationsaustausch und die Kommunikation auf der Basis von BIM zu etablieren. Dazu wurde ein Basisdatenmodell - die Industry Foundation Classes (IFC) - für den modellbasierten Datenaustausch im Bauwesen entwickelt. Die Relevanz von BIM im Kontext IDM wurde im Rahmen des Expertenworkshops „Bauwerke“ diskutiert: Nach Einschätzung der Experten besteht derzeit keine Notwendigkeit einer Verknüpfung / Harmoni-

sierung von IDMVU und BIM-Standards, da keine praktischer Bedarf gesehen wird.

## 2.2 Fachliche Erweiterung des IDMVU-Modells (AP 200)

### 2.2.1 Beschreibung

Der IDMVU-Standard wurde im Rahmen der IDMVU-Forschungsstufe 4 insbesondere in folgenden thematischen Bereichen („TOP-Ebenen“) weiterentwickelt und vertieft:

- Bauwerke (Ergänzungen und Vertiefungen)
- Leit- und Sicherungstechnik - LST (Ergänzungen und Vertiefungen)
- Stromversorgung (Ergänzungen und Vertiefungen, unter Berücksichtigung/Einbeziehung der TOP-Ebene „Leitungen und Kabel“)
- Betriebliche Daten (weitest gehende Erstentwicklung)
- Kaufmännische Daten (weitest gehende Erstentwicklung)

Neben diesen thematischen Schwerpunkten erfolgten aber auch punktuelle Weiterentwicklungen und Vertiefungen in den Fachmodellen anderer TOP-Ebenen, soweit sich diese während der Projektbearbeitung (z.B. durch Wechselwirkung mit den schwerpunktmäßig bearbeiteten TOP-Ebenen) ergaben.

### 2.2.2 Vorgehensweise

Die Fortschreibung des Datenmodells erfolgte einerseits für bereits vorhandene TOP-Ebenen des IDMVU-Standards und andererseits für neue Bereiche. Zielsetzung der Analyse der vorhandenen TOP-Ebenen „Bauwerke“, „Leit- und Sicherungstechnik“ sowie „Stromversorgung“ inklusive „Leitungen und Kabel“ war eine fachliche Vertiefung der vorhandenen Modellierung und die Behebung von Fehlern oder Ungenauigkeiten. Die TOP-Ebenen „Betriebliche Daten“ und „Kaufmännische Daten“ waren zu Beginn der Forschungsstufe 4 noch weitest gehend nicht modelliert. Hier bestanden im IDMVU-Datenmodell lediglich generisch gehaltene Modellansätze, die den Charakter eines „Platzhalters“ hatten. Folglich war für diese beiden TOP-Ebenen eine weitest gehende Erstentwicklung der entsprechenden Teildatenmodelle zu leisten.

Grundlage für die fachliche Erweiterung des IDMVU-Modells im Rahmen der Stufe 4 sollten insbesondere die konkreten fachlichen Anforderungen aus der Praxis der bestehenden und potenziellen Anwender und Nutzer von IDMVU sein. Diesem Anspruch wurde beim methodischen Vorgehen Rechnung getragen, in dem für alle betrachteten TOP-Ebenen einheitlich wie folgt vorgegangen wurde:

- Bildung einer Expertengruppe zu jeder TOP-Ebene (bestehend insbesondere aus Mitarbeitern der entsprechenden Fachabteilungen von Verkehrsunternehmen)
- Aufarbeitung des vorhandenen Datenmodells und Diskussion mit der Expertengruppe in zwei Workshops mit folgenden Zielen:
  - Erarbeitung von Anwenderanforderungen (fachlichen Ergänzungs- und Änderungsanforderungen) in der Expertengruppe
  - Erstellung von Modelländerungsvorschlägen auf Basis der Anwenderanforde-

- Abstimmung der Modelländerungsvorschläge mit der Expertengruppe
- Vorlage der mit den Fachexperten abgestimmten Modelländerungsvorschlägen zur Entscheidung beim BEK
- Nach Entscheidung durch den BEK Umsetzung im IDMVU-Datenmodell

Für die beiden neu vorgesehenen TOP-Ebenen „Kaufmännische Daten“ und „Betriebliche Daten“ war vor Einberufung einer Expertengruppe eine tiefergehende Analyse der vorhandenen Systeme und Geschäftsprozesse notwendig. Daher beinhaltete die Vorgehensweise für diese beiden TOP-Ebenen zusätzlich und vorab zu den oben genannten Schritten folgende Tätigkeiten:

- Durchführung einer Literatur- und Marktrecherche
- Durchführung einer breit angelegten Fragebogenaktion bei Verkehrsunternehmen (VU) in Deutschland zur Identifikation relevanter Anwendungsfälle, bei denen eine Verbindung von Infrastruktur und betrieblichen Daten bzw. kaufmännischen Daten gegeben ist, und die somit in Rahmen der IDMVU-Modellentwicklung zu berücksichtigen sind.
- Analyse der Ausgangslage durch vertiefende Interviews bei ausgewählten Verkehrsunternehmen zu kaufmännischen und betrieblichen Daten mit folgenden Zielen
  - Analyse relevanter Systeme und Geschäftsprozesse
  - Erstellung eines für IDMVU relevanten Datenkatalogs
- Einbringen der Analyseergebnisse in die Expertengruppen und die gemeinsame Erarbeitung der Datenmodelle

Tabelle 1 zeigt im Überblick die zur fachlichen Erweiterung des IDMVU-Datenmodells durchgeführten Schritte pro betrachteter TOP-Ebene.

| <b>Arbeitsschritt</b>               | <b>Bauwerke</b> | <b>LST</b> | <b>Stromversorgung</b> | <b>Kaufmännische Daten</b> | <b>Betriebliche Daten</b> |
|-------------------------------------|-----------------|------------|------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Literatur- / Marktrecherche         |                 |            |                        | ✓                          | ✓                         |
| Fragebogenaktion bei VU             |                 |            |                        | ✓                          | ✓                         |
| Vertiefende Interviews bei VU       |                 |            |                        | ✓                          | ✓                         |
| 1. Expertenworkshop                 | ✓               | ✓          | ✓                      | ✓                          | ✓                         |
| Modelländerungsvorschläge           | ✓               | ✓          | ✓                      | ✓                          | ✓                         |
| 2. gemeinsamer Expertenworkshop     | ✓               | ✓          | ✓                      | ✓                          | ✓                         |
| Umsetzung Modelländerungsvorschläge | ✓               | ✓          | ✓                      | ✓                          | ✓                         |

Tabelle 1: Überblick Methodik fachliche Erweiterung IDMVU



Tabelle 2 gibt einen Überblick über die im Rahmen der Forschungsstufe 4 durchgeführten Experteninterviews, Tabelle 3 über die durchgeführten Expertenworkshops.

| <b>Interviewpartner</b>  | <b>Schwerpunkte / Anwendungsfälle</b>                  |
|--|--|
| Ingenieurbüro Uderstädt (06.03.2012)   | Betriebliche Daten Lärm                                |
| Stuttgarter Straßenbahn AG SSB (22.03.2012)                                  | Kaufmännische Daten                                    |
| Verkehrsgesellschaft Frankfurt VGF (27.03.2012)                              | Betriebliche Daten Störungsmeldungen                   |
| Verkehrsbetriebe Karlsruhe VBK / Albtalverkehrsgesellschaft AVG (17.04.2012) | Betriebliche Daten Störungsmeldungen, Verschleiß, Lärm |
| Leipziger Verkehrsbetriebe LVB (18.04.2012)                                  | Kaufmännische Daten                                    |

*Tabelle 2: Überblick Experteninterviews*

| <b>Thema Expertenworkshop</b>                              | <b>Teilnehmerkreis</b>   |
|--|--|
| Bauwerke (11.01.2012, Stuttgart)                           | Experten aus 4 Verkehrsunternehmen<br>Fachstelle IDMVU   |
| Stromversorgung (01.02.2012, Offenbach)                    | Experten aus 2 Verkehrsunternehmen<br>2 Vertreter aus Bahnindustriunternehmen<br>Fachstelle IDMVU  |
| Leit- und Sicherungstechnik (09.02.2012, Offenbach)        | Experten aus 7 Verkehrsunternehmen<br>6 Vertreter aus Bahnindustriunternehmen<br>Vertreter der DB Netz AG und ÖBB Infrastruktur<br>Vertreter aus dem RailML-Konsortium |
| Betriebliche Daten (08.03.2012, Mainz)                     | Experten aus 2 Verkehrsunternehmen<br>Vertreter der Bundesnetzagentur<br>Fachstelle IDMVU  |
| Kaufmännische Daten (23.04.2012, Bonn)                     | Experten aus 4 Verkehrsunternehmen<br>Vertreter der Bundesnetzagentur  |
| 2. Fachübergreifender Workshop (02.+03.07.2012, Karlsruhe) | Experten aus 4 Verkehrsunternehmen<br>Vertreter der DB Netz AG<br>Vertreter eines Softwareherstellers  |

*Tabelle 3: Überblick Expertenworkshops*

Wie die Aufstellung in Tabelle 3 zeigt, erwies es sich bei einigen fachlichen Themenschwerpunkte mitunter als nicht einfach, Experten aus den Verkehrsunternehmen für eine Mitarbeit

im Rahmen der Workshops zu gewinnen. Die Gründe hierfür waren zum einen terminlicher Art (Notwendigkeit der Durchführung von 5 Workshops innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit) sowie die projektbedingt fehlende Möglichkeit der Übernahme einer Kosten- / Aufwandsentschädigung für die Teilnahme der Experten an den Workshops. Trotzdem gelang es, für alle Themenbereiche hochwertig qualifiziert besetzte Workshops durchzuführen und die gesteckten Ziele zu erreichen.

Da sich bei den durchgeführten Expertenworkshops der 1. Runde zahlreiche fachliche Querbezüge zwischen den untersuchten Themenbereichen gezeigt haben, und um die Experten aus den Verkehrsunternehmen terminlich nicht zu stark zu beanspruchen, wurde entschieden, den Folgeworkshop nicht getrennt nach Fachdisziplinen, sondern gebündelt und fachübergreifend als zweitägige, gemeinsame Veranstaltung durchzuführen, um eine gemeinsame Abstimmung zu den Themenbereichen Bauwerke, Stromversorgung, Leit- und Sicherungstechnik, Betriebliche Daten und Kaufmännische Daten zu ermöglichen.

Eine **Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse** des Prozesses der fachlichen Erweiterung des IDMVU-Datenmodells findet sich im nachfolgenden Abschnitt 2.2.3. Sämtliche Tätigkeiten und Ergebnisse sind zudem in einem entsprechenden Bericht zum AP 200 [2] detailliert dokumentiert.

## 2.2.3 Zentrale Ergebnisse

### 2.2.3.1 Betriebliche Daten

Aus den Ergebnissen der Fragenbogenaktion sowie der vertiefenden Experteninterviews wurden folgende Themenschwerpunkte (relevante IDMVU-Anwendungsfälle) für die weitere Untersuchung identifiziert:

**Belastungs- bzw. Belegungszahlen:** Zur Unterstützung der Instandhaltung (Thema Verschleiß) sollen Angaben über die planmäßige bzw. tatsächliche Inanspruchnahme der Infrastruktur ermittelt werden. Hierfür sind Infrastruktur- und Fahrplandaten sowie Merkmale der Fahrzeuge und Traktionen zu verknüpfen.

**Fahrplandaten:** Die Fahrplandaten und die zugrundeliegende Liniennetz-Abbildung bilden eine wichtige Voraussetzung, beispielsweise für den Austausch von im Betrieb erfassten Störungsmeldungen, für die Berechnung der Auswirkungen von Langsamfahrstellen oder die Planung dispositiver Maßnahmen für den Betrieb. Im Kontext der betrachteten Anwendungsfälle werden im Hinblick auf IDMVU jedoch keine Informationen zu Einzelfahrten (= Fahrplandaten) sondern vielmehr aggregierte Fahrtenzahlen (= Belastungsdaten) benötigt.

**Schall/Lärm:** Zur Unterstützung von Lärmuntersuchungen werden neben Informationen zur Infrastruktur auch betriebliche Daten (Belastungen, Fahrzeugtypen) benötigt.

**Fahrgastinformation:** Die Methoden zur Planung und Unterstützung von Reisen einschließlich der Navigation der Fahrgäste in den Anlagen des Öffentlichen Verkehrs werden immer stärker individualisiert und auf die Bedürfnisse von Menschen mit Behinderungen ausgerichtet. Voraussetzung hierfür sind umfangreiche Daten zur Infrastruktur, insbesondere den Merkmalen und Ausstattungen der Haltestellen.

Die aus den Expertenworkshop betriebliche Daten resultierenden Vorschläge / Empfehlungen zur Erweiterung des IDMVU-Modells lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Detailliertere Abbildung von Lärmschutzeinrichtungen als bisher, damit Lärmschutzfragestellungen (z.B. Lärmberechnungen) aus IDMVU bedient werden können
- Möglichkeit der Abbildung von Geschwindigkeiten (wird u.a. auch für Lärmfragestellungen benötigt)
- Für Lärmberechnungen (und darüber hinaus auch für Verschleiß-Analysen) sind Informationen über die auf den Gleisen verkehrenden Fahrzeuge / Züge relevant. Die Abbildung der Fahrzeuge und Züge geschieht über die bereits vorhandene Objektart *ReferenzFahrzeugtyp*, wird aber erweitert um die Anforderungen der o.g. Fragestellungen.
- Möglichkeit der Abbildung des auf einem bestimmten Gleis-/Streckenbereich stattfindenden Verkehrs in aggregierter Form (Verkehrsbelastungsangaben)

### 2.2.3.2 Kaufmännische Daten

Aus den Ergebnissen der Fragenbogenaktion, der vertiefenden Experteninterviews und der Expertenworkshops wurden folgende relevante IDMVU-Anwendungsfälle und Anforderungen an die Erweiterung des IDMVU-Modells im Bereich kaufmännische Daten identifiziert:

**Begriffsverständnis „Kaufmännische Daten“:** Unter dem Oberbegriff „kaufmännische Daten“ wurden für IDMVU folgende „Daten“ (Informationen) als relevant identifiziert:

- Kosten
  - Instandhaltung
    - Wartung
    - Inspektion
    - Instandsetzung (Störung, geplante Instandhaltung)
    - Verbesserung
  - Neuinvestitionen, Reinvestitionen
  - Betriebskosten (Energie, Reinigung, Sachkosten, Personal)
  - Kostendifferenzierung in Fremdleistungen, Eigenleistung, Material (Lager, Fremd)
  - Sonstige Kosten (Mieten, Pachten für Dritteigentum, Entschädigungen, Nutzungsentgelte)
- Informationen aus der Anlagenbuchhaltung
  - Restbuchwerte
  - Abschreibungszeitraum
  - Fördermittelbindung
- Garantiefristen - Gewährleistungsverfolgung
- Lieferanten

Diese Daten / Informationen werden im weiteren Projektverlauf als „kaufmännische Daten“ verstanden.

**Kostenanalysen:** Ein relevanter Anwendungsfall sind Kostenanalysen, sowohl zu durchgeführten Maßnahmen (Störung, geplante Instandsetzung, Wartung, Neuinvestition, Ersatzinvestition), insbesondere aber auch in Bezug zur Infrastruktur (z.B. aggregierte Kosten nach Anlagentypen). Der Bezug der Kosteninformationen zur Infrastruktur soll für einzelne Infrastrukturobjekte, für Gruppen von Infrastrukturobjekten und für einen Teil des Netzes (Abschnitte/Teile einer Strecke oder eines Gleises) möglich sein. Folgende Kostenarten sollen unterschieden werden können:

- Investitionskosten (Neu-/Erstinvestition, auch historische Erstellungs- / Anschaffungskosten)
- Reinvestitionskosten
- Betriebskosten
  - Energiekosten
  - Sachkosten
  - Personalkosten
  - Reinigungskosten
- Instandhaltungskosten
  - Wartungskosten
  - Inspektionskosten
  - Instandsetzungskosten (Störungsbehebung sowie geplante Instandsetzung)
- Sonstige Kosten
  - Mieten / Pachten für Dritteigentum
  - Entschädigungsleistungen
  - Nutzungsentgelte
- Erlöse (z.B. Mieteinnahmen, Versicherungsleistungen)

Auch sollen Schätzkosten zur Prognose/Planung der Erneuerung sowohl als freie Angabe für einzelne Objekte als auch nach Anlagentyp (z.B. Kosten pro Meter Rasengleis) mit einem Bezugszeitpunkt/-zeitraum für Schätzkostenangabe abgebildet werden können.

**Stammdatenaustausch:** Der Austausch von Infrastrukturstammdaten<sup>2</sup> zwischen IDM-System und kaufmännischen Systemen wird als wichtiger Anwendungsfall von IDMVU im Kontext der kaufmännischen Daten identifiziert. Hierzu soll das IDMVU-Datenmodell eine standardisierte Grundlage (in Form des Datenmodells und der Austauschschnittstelle) bereitstellen.

**Austausch von Bewegungsdaten:** Bewegungsdaten<sup>3</sup> aus kaufmännischen Systemen (z.B.

---

<sup>2</sup> Stammdaten bezeichnet Daten, die Grundinformationen über betrieblich relevante Objekte enthalten, die zur laufenden (z. B. periodischen) Verarbeitung erforderlich sind. Sie werden deshalb auch statische Daten, Grunddaten oder Referenzdaten genannt, englisch auch „master data“ oder „core data“.

<sup>3</sup> Bewegungsdaten beschreiben Ereignisse und zeichnen sich durch ihren Zeitbezug aus, d.h. Bewegungsdaten werden bei jedem Geschäftsvorfall im ERP-System erfasst. Sie dienen der Abbildung der Wertflüsse und Bestandsveränderungen im System in Form von mengen- oder wertmäßigen Zu- und Abgängen

Wartungstermine etc.) sollen mit Hilfe von IDMVU in Systeme zur Verwaltung der Infrastruktur übergeben werden können und dort mit Bezug zur Infrastruktur verfügbar sein. Dabei sollen durch IDMVU folgende Anwendungsfälle unterstützt werden können:

- Übermittlung der Wartungstermine aus Wartungsplänen aus einem kaufmännischen System (Wartungsaufträge) in ein technisches System (IDM-System)
- Übermittlung von Wartungs-Prüfprotokollen zu kaufmännischen Wartungsaufträgen aus einem technischen System in ein kaufmännisches System
- Übermittlung von Störungsmeldungen aus einem technischen System in ein kaufmännisches System (Auslösung kaufmännischer Auftrag)

Hieraus ergibt sich die Anforderung an IDMVU, Referenzen auf "Aufträge" (kaufmännisches System) zu IDMVU-Objekten (z.B. als Attribut o.ä.) führen zu können.

**Anlagenbuchhaltung / Fördermittelbindung:** Folgende Daten zur Fördermittelbindung sollen über IDMVU abbildbar sein: Angaben zu Restlaufdauer bzw. Start- und Enddatum Mittelbindung, Angaben zu Projektitel und Bewilligungsbescheiden.

**Gewährleistungsverfolgung:** Folgende Informationen zur Gewährleistungsverfolgung / zu Garantiezeiten sollen über IDMVU abbildbar sein: Datumsangaben zu Garantiezeiten / Gewährleistungsende, Angaben zu Hersteller / Lieferant und Einbaufirma.

### 2.2.3.3 Leit- und Sicherungstechnik (LST)

Die Abgrenzung des IDMVU-Modells für unterschiedliche Anwendungen wurde im Verlauf des Workshops mehrfach und wiederholt diskutiert. Insbesondere wurden die Zielsetzung und die konkrete Umsetzung in die Praxis hinterfragt und folgende Vorschläge unterbreitet:

- Leitlinien zur Granularität (Detaillierungsgrad)
- Grenzen des Abstraktionsgrades beschreiben
- Abgrenzung zur Planung (Funktionalität) erläutern
- Einfügen von Begriffskatalogen (Wiki)
- Einfügen von Wertelisten zum besseren Verständnis (evtl. Kommentarpflicht?)

Daneben wurden unterschiedliche Detaillierungsgrade in den einzelnen Topebenen erkannt und Änderungswünsche an der Modellierung einzelner Objektarten formuliert.

### 2.2.3.4 Stromversorgung

Auch diese Gruppe schlug die Ergänzung weiterer elektrotechnischer Attribute für einzelne Objekte zur Verbesserung des Verständnisses vor. Des Weiteren wurde die Einführung des Attributs Betriebsart und der Objektart Bahnenergieleitung vorgeschlagen, die zur Differenzierung des zugrundeliegenden Regelwerks und zur Darstellung verschiedener Leitungsarten dienen sollen. Eine neue Objektart „Energiespeicher“ wurde ebenfalls zur Ergänzung empfohlen, die die rückgespeiste Energie aufnehmen. Das Bestandsmodell sollte generell keine Funktionalitäten der Objekte beschreiben, sondern physisch vorhandene Objekte (nichtfunktional) bzw. Details.

### 2.2.3.5 Bauwerke

Die wichtigsten Anregungen / Wünsche zur Erweiterung des IDMVU im Bereich Bauwerke lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Bei den Bauwerken ist derzeit nur eine Angabe zur Nutzungsdauer möglich. Hier soll differenziert werden zwischen technischer Nutzungsdauer und wirtschaftlicher Nutzungsdauer.
- Angaben zu Prüfungen sollen für alle Infrastrukturobjekte möglich sein. Neben der bereits existierenden Information zum letzten Untersuchungsdatum sollen auch Informationen zum nächsten Untersuchungsdatum sowie Vorgaben zu Untersuchungsintervallen abgebildet werden können.
- Gefahrstofflager / Gefahrstoffräume sollen abgebildet werden.
- Das Modell zur Darstellung von Ingenieurbauwerken soll so umgebaut werden, dass es in seinen Grundzügen seinem Pendant aus OKSTRA<sup>®</sup>/ASB-ING entspricht.
- Die Lärmschutzwand ist detaillierter als bisher abzubilden (Einführung von Segmenten, ggf. weitere Attribute wie z.B. die Schallabsorptionseigenschaften der Wand, Höhe am Anfang und am Ende etc.). Die Lärmschutzwand kann darüber hinaus optional auf einem Lärmschutzwall verlaufen; diese Objektart ist ebenfalls neu einzuführen.
- Aus dem Kontext Bauwerke/Gebäude wurden zudem zahlreiche Ergänzungen (Objektarten/Attribute) der TOP-Ebene Notfalleinrichtungen angeregt (insbesondere den Brandschutz betreffend).
- Es soll ein einfaches Modell zur Darstellung der Entwässerungseinrichtungen ergänzt werden, da Entwässerungsanlagen im bisherigen IDMVU-Modell gar nicht modelliert waren.

### 2.2.3.6 Weiterer Anpassungsbedarf

Im Rahmen der durchgeführten Expertenworkshops wurden von den Fachexperten in der Regel auch fachliche Ergänzungsvorschläge eingebracht, die über den eigentlichen thematischen Fokus des jeweiligen Workshops hinausgehen und somit andere TOP-Ebenen des IDMVU betreffen. Diese Vorschläge wurden ebenfalls aufgenommen, konsolidiert und bewertet. Konkreter Erweiterungsbedarf wurde u.a. in folgenden TOP-Ebenen vorgeschlagen:

- Haltestellen
- Liegenschaften
- Notfalleinrichtungen
- Allgemeine Objekte

Über die aus den Workshops resultierenden Vorschläge und Anforderungen der Fachexperten hinausgehender weiterer Anpassungsbedarf am IDMVU-Modell konnte zudem während der Bearbeitungszeit jederzeit über den in der Projektstufe 3 definierten Pflegeprozess über die Fachstelle IDMVU eingespeist werden.

Folgender weiterer Anpassungsbedarf wurde während der Projektlaufzeit an das Team der Forschungsnehmer herangetragen, bewertet und in den weiteren Bearbeitungsprozess ein-

gespeist:

- Vorschlag der Stuttgarter Straßenbahnen AG zur Erweiterung des Linienmodells
- Vorschlag der Stuttgarter Straßenbahnen AG zur Zusammenfassung bisher als einzelne Gleisobjekte geführter Informationen zu einem Gesamtobjekt (Anwendungsfälle Altersstatistik Gleis sowie Planung Instandhaltungsmaßnahmen)

## **2.3 Fortschreibung IDMVU-Standard (AP 300)**

### **2.3.1 Beschreibung**

Nach Abschluss der Analysephase (Sammlung, Bewertung und Abstimmung von Modelländerungs- und Modellerweiterungsvorschlägen für das IDMVU-Datenmodell aus

- a) der Analyse der Kompatibilität zu anderen Standards (vgl. Kapitel 2.1)
- b) den fachlichen Anforderungen der IDMVU-Anwender (Expertenworkshops, vgl. Kapitel 2.2))

erfolgte die Fortschreibung des IDMVU-Standards. In diesem Rahmen erfolgte die Umsetzung der Ergänzungs- und Harmonisierungsvorschläge in die UML-Modellierung und die Erzeugung des GML-Applikationsschemas. Für die Unterstützung der Entwicklung von Software für IDMVU-Projekte wurde zudem eine IDMVU-Klassenbibliothek erstellt.

Neben der Weiterentwicklung des Datenmodells wurden Kurzanleitungen zur praktischen Anwendung von IDMVU für die Bereiche Entwicklung einer IT-Rahmenarchitektur, Abbildung des Fahrwegs sowie zur Abbildung des Busverkehrs entwickelt und es erfolgte eine Fortschreibung des bereits aus der IDMVU-Forschungsstufe 3 vorliegenden Instandhaltungsleitfadens.

Basierend auf der Fortentwicklung des Datenmodells erfolgte abschließend eine Fortschreibung der VDV-Schrift 456 (Version 3.0).

Während der Bearbeitung des gegenständlichen Projektes IDMVU Stufe 4 zeigte sich, dass das IDMVU-Modell – Stand IDMVU-Stufe 3 Defizite im Hinblick auf eine lückenlose und durchgängige Dokumentation aufwies. Neben mangelnder Dokumentation des UML-Modells war auch die Dokumentation in der VDV-Schrift (Version 2.0 Stand IDMVU-Stufe 3) nicht vollständig. Zudem existierten an verschiedenen Stellen widersprüchliche Darstellungen zwischen UML-Modell und VDV-Schrift. Daher erfolgte im Rahmen der IDMVU-Forschungsstufe zudem eine vollständige Qualitätssicherung und Ergänzung der Dokumentation des IDMVU-Datenmodells sowie der VDV-Schrift 456.

Nachfolgend werden die Vorgehensweise und die zentralen Ergebnisse der oben genannten Aspekte der Fortschreibung des IDMVU-Standards dargestellt.

### **2.3.2 UML-Modellierung**

#### **2.3.2.1 Vorgehensweise**

In einem ersten Arbeitsschritt wurden allgemeine Anforderungen (d.h. in der Regel nicht

fachliche, sondern allgemeine modelltechnische Anforderungen) an die IDMVU-Modellweiterentwicklung identifiziert und bewertet. Diese allgemeinen Anforderungen umfassen z.B.:

- den zukünftigen Umgang mit Wertelisten und Schlüsseltabellen
- die Dokumentation des UML-Modells
- die Flexibilisierung des Mechanismus der „freien Gruppierung“
- die Flexibilisierung der Modellierung der „Organisationsbezüge“
- die Erarbeitung eines UML-Profiles

Nach Abschluss der Analysen des AP 100 und Durchführung der ersten Runde der Expertenworkshops aus AP 200 erfolgte zunächst eine gesamtheitliche Analyse sämtlicher vorliegender Ergänzungs- und Harmonisierungsvorschläge für das IDMVU und eine Bewertung hinsichtlich der Umsetzung im Rahmen der Stufe 4. Dabei erfolgte auch eine Zusammenfassung thematisch-fachlich korrespondierender Vorschläge. Die resultierenden Vorschläge zur Modellfortführung wurden entsprechend der Bewertung in vier Kategorien aufgesplittet:

1. Bereits erledigte Vorschläge: Vorschläge, die durch das bisherige IDMVU-Modell bereits abgedeckt sind. Hier bestand kein weiterer Handlungsbedarf.
2. Umzusetzende Vorschläge: Vorschläge, die aufgrund ihrer Notwendigkeit bzw. den Anforderungen der Fachexperten in der Stufe 4 umzusetzen waren.
3. Zurückzustellende Vorschläge: Vorschläge, die aufgrund der Bewertung als nicht dringend erforderlich bzw. nicht zielführend eingestuft wurden und daher bis auf weiteres nicht umgesetzt werden sollen.
4. Zu diskutierende Vorschläge: Vorschläge mit weiterem Klärungsbedarf. Vor einer Entscheidung waren diese Vorschläge mit dem BEK bzw. im Rahmen des 2. Expertenworkshops mit den jeweiligen Fachexperten zu diskutieren und zu klären. Entsprechend der getroffenen Entscheidung wurden diese Vorschläge den Kategorien 2 oder 3 zugeordnet.

Die Vorschläge zur Modellfortführung der Kategorie 2 wurden schließlich im weiterentwickelten IDMVU-Datenmodells der Stufe 4 umgesetzt.

Zusätzlich erfolgte - aufgrund der im Rahmen der Stufe 4 im „Altbestand“ des IDMVU-Datenmodells festgestellten Dokumentationsdefizite - eine vollumfängliche Qualitätssicherung und Ergänzung der Dokumentation des gesamten IDMVU-Datenmodells. Dieser Schritt umfasste neben der Beschreibung der IDMVU-Objekte, Attribute und Relationen auch die Prüfung der Datentypen und bei Bedarf die Festlegung von Wertelisten für die Schlüsseltabellen. Zur Klärung der dabei auftretenden fachlichen Fragen und Sachverhalte wurden Fachexperten aus der betrieblichen Praxis aus Verkehrsunternehmen im Rahmen mehrerer durchgeführter Dokumentationsworkshops eingebunden.



### 2.3.2.2 Zentrale Ergebnisse

Das weiterentwickelte IDMVU-Modell der Stufe 4 liegt als Enterprise Architect<sup>4</sup>-Projekt [4], sowie als (inhaltlich identische) interaktive HTML-Dokumentation [3] vor. Sämtliche vorgenommenen Änderungen im IDMVU- Datenmodell sowie auch der entsprechende Entscheidungsprozess sind zudem detailliert in Textform dokumentiert worden [5].

Die wesentlichen im Rahmen der Stufe 4 vorgenommenen Modelländerungen und Modelerweiterungen am IDMVU-Datenmodell lassen sich wie folgt zusammenfassen<sup>5</sup>:

#### **Allgemeine Modellüberarbeitung**

- Schaffung einer generischen Möglichkeit der Objektidentifizierung über Fachsysteme hinweg: IDMVU-Objekte können Referenzen zu Entitäten in Fremdsystemen mitführen, Fremdsysteme können auf IDMVU-Objekte referenzieren. Hierzu:
  - Einführung eines eindeutigen Identifikators (ID) als Pflichtattribut für alle IDMVU-Objekte
  - Einführung der Möglichkeit der Mitführung von Fremdreferenzen auf Objekte aus anderen Objektwelten (andere Systeme bzw. andere Standards) für alle IDMVU-Objekte
- Einführung von Objektarten zur Unterstützung eines INSPIRE-konformen Exports aus einem IDMVU-basierten System
- Flexibilisierung des Mechanismus der „freien Gruppierung“. Die freie Gruppierung (Ordnungsmechanismus zur Zusammenfassung von Objekten nach anwenderdefinierbaren Kriterien, z.B. „alle Weichen eines Gleisdreiecks“) ist nun für beliebige Objektarten einsetzbar
- Flexibilisierung des Mechanismus zur Modellierung von Organisationsbezügen. Die Verwaltung von Organisationsbezügen ist nun für alle Objekte möglich
- Einführung eines allgemein verwendbaren Adresse-Datentyps, welcher die bisherigen uneinheitlichen Einzelattribute ersetzt
- Zentralisierung und Erweiterung von Angaben zur Herstellung (Bauart, Baujahr...), zur Nutzungsdauer (aus technischer und wirtschaftlicher Sicht) sowie zu Untersuchungszeitpunkten. Somit für sämtliche Infrastrukturobjekte in gleicher Form anwendbar
- Anpassung der IDMVU-Schlüsseltabellen an das Verfahren beim OKSTRA<sup>®</sup> / OKSTRA kommunal

---

<sup>4</sup> Enterprise Architect ist ein Softwaremodellierungswerkzeug der Firma SparxSystems Ltd

<sup>5</sup> Hinweis: Die nachfolgenden Ausführungen können und wollen nur einen kurzgefassten Überblick geben. Für eine detaillierte Beschreibung wird auf die o.g. Dokumentation [5] sowie auf die fortgeschriebene VDV-Schrift (vgl. Kapitel 2.3.5) verwiesen.

- Möglichkeit zur Bildung von Modellausschnitten („Profilen“): Für einen konkreten Anwendungsfall des IDMVU wird typischerweise nur ein Ausschnitt des fachlich sehr breit gefächerten IDMVU-Datenmodells – ein sogenanntes Profil – benötigt. In der neuen IDMVU-Version wurde die Möglichkeit zur Festlegung von Profilen eingeführt, entsprechend existiert ein Datenformat zur formalen Beschreibung entsprechender Profile. Die IDMVU-Klassenbibliothek ist in der Lage, in diesem Datenformat codierte Profile einzulesen und einen IDMVU-Datenbestand im Hinblick auf die Einhaltung eines Profils zu überprüfen.  
Mit Hilfe des Mechanismus der Profilbildung kann ein auf die Bedürfnisse eines Anwendungsfalls zugeschnittenes IDMVU-Profil aus dem gesamten IDMVU-Datenmodell definiert werden. Dies erleichtert die Handhabung des Modells für den konkreten praktischen Anwendungsfall. Ein IDMVU-Profil beschreibt einen formal definierten Ausschnitt aus dem gesamten IDMVU-Modell. In einem Profil kann man z.B.:
  - nicht benötigte TOP-Ebenen oder auch einzelne Objektarten ausblenden
  - Kardinalitäten von Attributen und Relationen einschränken (z.B. Pflichtangabe erzwingen)
  - Schlüsseltabellen einschränken
  - ein Koordinatensystem für die Geometrie festlegen

### **Netzmodell**

- Zentralisierung der Netzreferenzen. Dies hat zur Folge, dass nun alle Infrastrukturobjekte optional Netzbezüge besitzen können.
- Der IDMVU-Netzreferenzierungsmechanismus wurde so erweitert, dass für alle Infrastrukturobjekte optional auch punkt- und streckenförmige Netzbezüge auf die Netzgraphen des OKSTRA<sup>®</sup> bzw. des OKSTRA kommunal realisiert werden können. Hierdurch besteht die Möglichkeit, Netzelemente der fachlich benachbarten Standards IDMVU und OKSTRA<sup>®</sup>/OKSTRA kommunal aufeinander abzubilden.
- Schaffung von Objektarten zum vereinfachten Zugang von ausgewählten Streckeneigenschaften, wie Abbildung von Streckengeschwindigkeiten, Informationen zur Elektrifizierung, Streckennutzung, Anzahl der Gleise, Streckenausstattung mit Zugsicherungssystemen etc. (insbesondere zur Unterstützung von INSPIRE-konformen Exporten).
- Erweiterte Möglichkeiten der Modellierung von Restriktionen im Netz (Begegnungseinschränkungen, Überholmöglichkeiten, Wartekapazitäten)

### **Gleiskörper**

- Bahnkreuzungen: Neue Objektart in IDMVU zur umfassenden Abbildung planfreier und plangleicher Kreuzungen (mit Relationen zu Gleisquerung, Ingenieurbauwerk)
- Flexibilisierung und Straffung der Modellierung von Gleiskörpern mit den zugehörigen Elementen des Unter- und Oberbaus

**Bauwerke**

- Angleichung und Erweiterung des IDMVU-Datenmodells zur Abbildung von Ingenieurbauwerken an die ASB-ING (Anweisung Straßeninformationsbank – Teilsystem Bauwerksdaten) aus dem Straßenwesen. Somit ist eine Kompatibilität des IDMVU-Datenmodells zur Abbildung von Ingenieurbauwerken mit dem entsprechenden Teilmodell des OKSTRA<sup>®</sup> (Objektkatalog Straßenwesen), dem fachlichen Pendant aus dem Straßenwesen, gewährleistet.
- Ergänzung des IDMVU-Bauwerkmodells um Entwässerungseinrichtungen
- Detailliertere Modellierung von Lärmschutzwänden zur Bedienung von Lärmschutzfragestellungen
- Möglichkeit der Abbildung von Gefahrstofflagern / Gefahrstoffräumen

**Haltestellen**

- Grundlegend verbessertes Linienmodell (Berücksichtigung von Varianten im Linienverlauf, Kompatibilität mit TRANSMODEL und VDV 452)

**Liegenschaften**

- Generische Modellierung von Vermessungspunkten; darüber können sowohl Messpunktnetze der Verkehrsunternehmen, als auch Vermessungspunkte des amtlichen Messpunktnetzes abgebildet werden.

**Stromversorgung**

- Ergänzung des Modells um die Abbildung von Nachspanneinrichtungen, Speiseabschnitten, Streckentrennern, Systemwechselstellen, Energiespeichern, erneuerbare Energie-Anlagen, Notstromversorgung

**Notfalleinrichtungen**

- Ergänzung des Modells und weitere Notfalleinrichtungen / Brandschutzeinrichtungen: Rauchschürzen, Flucht-/ Rettungswege, Aufstellflächen, Brandschutzklassen von Räumen, Notstromversorgung, Erste-Hilfe-Einrichtungen.

**Zustandsdaten**

- Möglichkeit der Modellierung von Instandhaltungsplänen und erweiterte Abbildung von Instandhaltungsmaßnahmen. Der Begriff „Instandhaltung“ umfasst dabei sämtliche Instandhaltungsmaßnahmen gemäß DIN 31052: Instandsetzung (aufgrund Mangel), Inspektion, Wartung.
- Das bisherige Objekt Zustandserfassung wurde mit dem Objekt Maßnahme zusammengeführt, weil der Begriff „Instandhaltung“ gemäß DIN sowohl die „Wartung“ und die „Instandsetzung“ (d.h. Zustandsänderungen) als auch die „Inspektion“ (d.h. eine reine Erfassung eines Zustandes) beinhaltet und auf diese Weise alle Kategorien gemeinsam behandelt werden können.

### **Kaufmännische Daten**

- Differenzierte Möglichkeiten zur Angabe von Kosten: Neben der Angabe des reinen Kostenwertes ist eine weitergehende Kategorisierung sowie eine zeitliche Zuordnung möglich. Außerdem können die Kosten als Schätzwert gekennzeichnet werden.
- Kostennachweis für alle Infrastrukturobjekte möglich (auch aggregiert über Gruppierung sowie für beliebige Abschnitte einer Strecke oder eines Gleises).
- Möglichkeit der Abbildung von Fördermittelbindungen für beliebige Infrastrukturobjekte oder Teile des Netzes.

### **Betriebliche Daten**

- Berücksichtigung der Anwendungsfälle **Lärmberechnung** und **Verschleißanalyse** (Verkehrsbelastungen, Geschwindigkeiten etc.).

### **Qualitätssicherung des IDMVU Datenmodells**

- Mit Abschluss der durchgeführten Qualitätssicherung und Ergänzung der Dokumentation steht ein vollständig und durchgängig dokumentiertes IDMVU-Modell zur Anwendung in der Praxis zur Verfügung.

## **2.3.3 IDMVU-Klassenbibliothek und GML-Applikationsschema**

### **2.3.3.1 Vorgehensweise**

Zur Herstellung dieser beiden Produkte wurden Technologien wiederverwendet, die die analogen Aufgaben bereits für den OKSTRA<sup>®</sup> erledigen, mit dem Vorteil, dass bereits getestete Verfahren zum Einsatz kommen.

Der in den folgenden drei Absätzen beschriebene Prozess wird vollautomatisch mit Hilfe eines in Java geschriebenen Programms durchgeführt. Verwendet werden hierzu:

- die Java-Laufzeitumgebung in der Version 1.6
- die Enterprise-Architect-Programmierschnittstelle
- die OKSTRA<sup>®</sup>-Klassenbibliothek
- das Open-Source-Werkzeug ShapeChange ([shapechange.net](http://shapechange.net))

Aus dem Enterprise-Architect-UML-Projekt, das das vollständige Referenz-Datenmodell enthält, wurde zunächst die IDMVU-Schemadatenbank erstellt. Diese ist die Grundlage der Nutzung der OKSTRA<sup>®</sup>-Klassenbibliothek für IDMVU-Projekte.

In einem zweiten Schritt wurde aus dem IDMVU-Schema, das in der Klassenbibliothek zur Laufzeit abrufbar ist, ein zweites Enterprise-Architect-Projekt erzeugt. In diesem sind gegenüber dem Referenzmodell die Vererbungsbeziehungen aufgelöst, jede Klasse enthält also außer ihren eigenen Eigenschaften (Attribute und Relationen) auch die aller Oberklassen (so genanntes „flaches Modell“). Dies Verfahren ist erforderlich, weil die für GML genutzte XML-Schemasprache keine multiple Vererbung zulässt. Zur Auflösung von multipler Vererbung

gibt es neben der gewählten Methode (vollständige Auflösung) auch noch die Möglichkeit der Ableitung einer Vererbungshierarchie, die nur mit Einfachvererbung auskommt. Hierzu müssten jedoch aus dem Gesamtmodell die zu übernehmenden Vererbungsbeziehungen einzeln händisch ausgewählt werden. Dies erscheint aufwändig und fehleranfällig.

Aus dem flachen Modell wurde in einem dritten Schritt mit Hilfe des Werkzeugs ShapeChange ([www.shapechange.net](http://www.shapechange.net)) das GML-Modell in Form von XML-Schema-Dateien gewonnen.

### 2.3.3.2 Zentrale Ergebnisse

Als Ergebnisse liegen vor:

- a. SQLite-Schemadatenbank für IDMVU Stufe 4 zur Verwendung mit der OKSTRA®-Klassenbibliothek [6]
- b. Dokument „Hinweise zur Verwendung der IDMVU-Klassenbibliothek“ [7]
- c. Dokument „Profile für das IDMVU-Datenmodell“ [8]
- d. XSD-Schemadateien für das GML-Applikationsschema [9]

### 2.3.4 Praxisanleitung IDMVU

#### 2.3.4.1 Vorgehensweise

Es wurden folgende Leitfäden zur Unterstützung der IDMVU-Anwender erarbeitet:

#### **Leitfaden „IT-Rahmenarchitektur für den Einsatz von IDMVU“ [10]**

Der Leitfaden wendet sich insbesondere an Verkehrsunternehmen mit einer eigenen IT-Abteilung, die Softwaresysteme und IT-Systeme aus verschiedenen Fachbereichen betreuen und eine IDMVU-basierte Systemarchitektur aufbauen oder erweitern möchten.

Der Leitfaden skizziert eine IT-Rahmenarchitektur für den Einsatz von IDMVU in Verkehrsunternehmen. Eine IT-Rahmenarchitektur hat Leitliniencharakter und beschreibt eine allgemeingültige, von konkreten Produkten abstrahierende IT-Architektur. Die IT-Rahmenarchitektur umfasst die Definition und Darstellung einer IDMVU-basierten Systemlandschaft mit ihren Komponenten sowie die Definition von Technologien und Standards für Datenhaltung, Datenaustausch und Systemkonzeption. Hierzu skizziert der Leitfaden in einer abstrahierten Form die Komponenten einer IDMVU-basierten Systemarchitektur.

Der Leitfaden beschäftigt sich zudem mit den potenziellen Datenaustauschszenerarien zwischen den skizzierten Systemkomponenten. Hierzu wurden die bereits im Rahmen der IDMVU-Stufe 3 entwickelten und in der VDV-Schrift 456 dokumentierten Datenaustauschszenerarien durch die Beschreibung von „best practice“-Lösungen konkretisiert. Betrachtete Aspekte dabei sind:

- Protokolle und Sicherheitsmechanismen beim Austausch
- Rollenkonzept, Berechtigungskonzept, Autorisierung bei dezentralen Systemen und Netzwerken

- Redundanz, Datensicherheit
- Erweiterbarkeit, Skalierbarkeit, Leistungsfähigkeit

Im Anhang des Leitfadens sind im Sinne einer Übersicht potenziell relevante Technologien und Standards in Form von Kurzsteckbriefen mit Verweisen auf weiterführende Dokumente zusammengestellt.

### **Leitfaden „Abbildung des Fahrwegs in IDMVU“ [11]**

Ziel des Leitfadens ist es, Unterstützung für die IDMVU-konforme Abbildung des Fahrwegs zu geben. Der Leitfaden wendet sich insbesondere an Verkehrsunternehmen, welche eine IDMVU-konforme Aufnahme und Abbildung ihres Netzes bzw. des Fahrwegs planen. Hierzu unterstützt der Leitfaden Verkehrsunternehmen sowohl bei der Aufnahme der relevanten Netzstrukturen als auch bei der Abbildung dieser Netzstrukturen in die Objektarten von IDMVU.

Der Leitfaden erläutert das Konzept der Netz- bzw. Fahrwegmodellierung in IDMVU. Darauf aufbauend werden verschiedene fachliche Aspekte im Kontext der Abbildung des Fahrwegs behandelt:

- Netzmodell: Strecken- oder Gleissicht
- Abschnittsbildung
- Detaillierungsgrad des Gleisbildes in Bahnhöfen und Betriebshöfen
- Stationierung und Betriebskilometrierung, Nullpunkte (Beginn und Richtung der Stationierung)
- Umgang mit Mehrfachtrassierung (Fehlstationierung)
- Identifikation und Nummerierung von Objekten (Anlagen im Gleis wie Weichen etc.)
- Ausgestaltung/Abbildung von Netzübergängen zu anderen Infrastrukturunternehmen

Zu jedem dieser Aspekte werden die Möglichkeiten der Modellierung in IDMVU dargestellt und erläutert, und es werden Empfehlungen für die praktische Umsetzung gegeben.

Bei der Planung und Durchführung der Netzaufnahme und Netzabbildung sind neben fachlichen Aspekten auch organisatorische Fragestellungen von Belang. Daher behandelt der Leitfaden auch die Organisation der Netzaufnahme und gibt Hinweise und Empfehlungen zur zweckmäßigen Vorgehensweise im Verkehrsunternehmen.

Um die Praxisorientierung des zu erstellenden Leitfadens sicher zu stellen, wurden Verkehrsunternehmen, die ihr Netz in IDMVU abbilden (wollen), in Form eines gemeinsamen Workshops in der Erstellungsphase des Leitfadens eingebunden.

### **Leitfaden „Abbildung von straßengebundenem öffentlichem Verkehr in IDMVU“ [12]**

Ziel des Leitfadens ist es, Unterstützung bei der Abbildung und Integration von straßengebundenem öffentlichem Verkehr in IDMVU-konforme Strukturen zu geben. Der Leitfaden wendet sich insbesondere an Verkehrsunternehmen, welche neben schienengebundenen

Verkehren auch straßengebundene Verkehre betreiben.

Der Begriff „straßengebundene öffentliche Verkehr“ umfasst dabei insbesondere Busverkehre, aber auch andere Formen des straßengebundenen ÖPNV (z.B. Anrufbusse, Anrufsammeltaxen u.a.).

Der Leitfaden gibt Hinweise, warum es sich auch für Busverkehrsbetreiber lohnt, sich mit dem Thema Infrastruktur-Daten-Management auseinander zu setzen und welchen Nutzen die Einführung eines Infrastruktur-Daten-Management auf Grundlage des IDMVU-Standards für Betreiber von Busverkehren bringt.

Der Leitfaden beschäftigt sich mit den Möglichkeiten der Netzmodellierung (Straßennetz) für den Anwendungsfall straßengebundener Verkehr im Kontext von IDMVU. Hier sind prinzipiell verschiedene Vorgehensweisen oder Ausbaustufen denkbar. Diese werden hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile dargestellt. Es wird beschrieben, wie die Abbildung eines Buslinienetzes auf das Straßennetzmodell in IDMVU erfolgen kann.

Für den konkreten Anwendungsfall des IDMVU für einen Busverkehrsbetreiber wird in der Regel nur ein Ausschnitt des sehr umfangreichen und fachlich breiten IDMVU-Datenmodells benötigt. Der Leitfaden beschreibt daher auch, wie ein auf die Bedürfnisse eines Busverkehrsbetreibers zugeschnittenes IDMVU-Profil aus dem gesamten IDMVU-Datenmodell definiert werden kann. Hierzu dient ein Überblick über die für einen Busverkehrsbetreiber potenziell relevanten Objekte aus dem IDMVU-Gesamtmodell, die in ein Profil „Busverkehre“ übernommen werden sollten.

### **Leitfaden „Innovatives Instandhaltungsmanagement mit IDMVU“ [13][14]**

Der im Rahmen der Stufe 3 entwickelte Leitfaden „Innovatives Instandhaltungsmanagement mit IDMVU“ wurde überarbeitet und fortgeschrieben. Dabei wurden die in Stufe 4 vorgenommenen Anpassungen am Datenmodell eingearbeitet.

Ziel dieses Leitfadens ist es, Orientierung für die Konzeption, Umsetzung und Anwendung eines innovativen und wirtschaftlichen Instandhaltungsmanagements zu geben. Am Beispiel der Schieneninfrastruktur (Gleise und Weichen) wird dazu die Planung und Steuerung der Instandhaltung auf der Grundlage des IDMVU-Datenmodells aufgezeigt. Die grundlegende Methodik lässt sich ohne weiteres auf andere Objektarten der Infrastruktur übertragen. Das IDMVU-Zustandsdatenmodell erlaubt es, die Zustandsdaten entweder auf einen Gleis- / Streckenabschnitt oder auf ein beliebiges IDMVU-Objekt zu beziehen, so dass das generelle Konzept auf alle Anlagenobjekte übertragen werden kann.

**Teil 1** gibt einen Überblick über den Gesamtprozess und die Umsetzung der einzelnen Teilprozesse und Prozessschritte des Instandhaltungsmanagements mit der Anwendung des IDMVU-Datenmodells, speziell des Zustandsdatenmodells.

**Teil 2** enthält detailliertere Beschreibungen und Beispiele für einsetzbare Methoden des Instandhaltungsmanagements.

Schwerpunkt der Überarbeitung / Fortschreibung des Leitfadens im Rahmen der Stufe 4 war die Beschreibung der neuen Möglichkeiten der Verknüpfung mit betrieblichen und kaufmänn-

nischen Daten, die sich durch die IDMVU-Modellerweiterung der Stufe 4 ergeben. Die Kopplung von technischen (IDMVU) und kaufmännischen (ERP) IT-Systemen wurde im Datenmodell der 4. IDMVU-Stufe beispielsweise durch die Möglichkeit der Führung von Fremddaten auf "Aufträge" (kaufmännisches System) zu IDMVU-Objekten realisiert. Hiermit lassen sich sowohl Bestandsdaten als auch Maßnahmen, Wartungspläne und Aufträge übermitteln und im jeweils führenden System bearbeiten. Die Schnittstellen ermöglichen eine durchgängige Information vom Zeitpunkt der Mangelmeldung über die Veranlassung und Realisierung bis hin zur Abrechnung und Gewährleistungsverfolgung.

### ***Leitfaden für Führungskräfte „Wirtschaftliche und zukunftsichere Nutzung von Infrastrukturdaten mit IDMVU als Kernaufgabe der Führungsebene in Verkehrsunternehmen“ [15]***

Während der IDMVU-Forschungsstufe 4 wurde ein „Leitfaden für Führungskräfte“ durch die Fach- und Koordinierungsstelle IDMVU sowie die Leitung des BEK konzipiert und erarbeitet und im BEK unter Beteiligung des AN beraten. Der Leitfaden wendet sich an die Führungsebene in Verkehrsunternehmen und adressiert die Vorteile und die Nutzenpotenziale der Anwendung und Einführung von IDMVU zur Sicherstellung einer wirtschaftlichen und zukunftsicheren Nutzung von Infrastrukturdaten als Kernaufgabe der Führungsebene in Verkehrsunternehmen.

#### **2.3.4.2 Zentrale Ergebnisse**

Als Ergebnisse der Stufe 4 liegen folgende Leitfäden vor:

- Leitfaden „IT-Rahmenarchitektur für den Einsatz von IDMVU“ [10]
- Leitfaden „Abbildung des Fahrwegs in IDMVU“ [11]
- Leitfaden „Abbildung von straßengebundenem öffentlichem Verkehr in IDMVU“ [12]
- Leitfaden „Innovatives Instandhaltungsmanagement mit IDMVU“ [13] [14]
- Leitfaden „Wirtschaftliche und zukunftsichere Nutzung von Infrastrukturdaten mit IDMVU als Kernaufgabe der Führungsebene in Verkehrsunternehmen“ [15]

Die Leitfäden „Abbildung des Fahrwegs in IDMVU“<sup>6</sup> und „Abbildung von straßengebundenem öffentlichem Verkehr in IDMVU“<sup>7</sup> werden durch den VDV als VDV-Mitteilungen publiziert:

#### **2.3.5 Fortschreibung VDV-Schrift**

##### **2.3.5.1 Vorgehensweise**

Basierend auf der Fortentwicklung des Datenmodells im Rahmen der Stufe 4 erfolgte eine Fortschreibung und Überarbeitung der VDV-Schrift 456 (als Version 3.0).

Aufgrund der festgestellten Defizite in der bisherigen VDV-Schrift, Version 2.0 Stand IDMVU

---

<sup>6</sup> Abbildung des Fahrwegs in IDMVU – Anwenderleitfaden, VDV-Mitteilung 4526, 2014

<sup>7</sup> Abbildung von straßengebundenem öffentlichem Verkehr in IDMVU – Anwenderleitfaden, VDV-Mitteilung 4527, 2014



Stufe 3 (z.T. unvollständige und nicht korrekte Darstellungen, z.T. widersprüchliche Darstellungen zur Dokumentation im UML-Modell) erfolgte nicht nur eine Fortschreibung um die Ergebnisse der IDMVU-Stufe 4, sondern eine vollumfängliche (d.h. sämtliche TOP-Ebenen umfassende) Prüfung und Überarbeitung der VDV-Schrift 456 (Version 2.0 Stand IDMVU-Stufe 3) wie folgt:

- Einarbeitung und Ergänzung sämtlicher im Rahmen der IDMVU-Stufe 4 vorgenommenen Modelländerungen und Modellerweiterungen
- Abgleich der VDV 456 mit dem UML-Modell und der Modell-Dokumentation
- Behebung von Dokumentationsdefiziten und Ergänzung der fehlenden Dokumentationssteile in der VDV 456
- Behebung von widersprüchlichen Darstellungen zwischen UML-Modell und VDV-Schrift
- Aktualisierung sämtlicher Abbildungen von UML-Diagrammen
- Aktualisierung der Beschreibung des IDMVU-Austauschformates und der zugehörigen Beschreibungen einer Beispiel-IDM-GML-Datei
- Ergänzung von praktischen Beispielen und erläuternden Abbildungen zur Verbesserung der Verständlichkeit und der Anschaulichkeit der Materie
- Integration der relevanten Kernerkenntnisse aus den in der IDMVU-Stufe 4 erarbeiteten Leitfäden, insbesondere aus dem Leitfaden „Abbildung des Fahrwegs“ in die entsprechenden Grundlagenkapitel der VDV-Schrift 456
- Dokumentation der Neuerungen in der aktuellen IDMVU-Version (Änderungen gegenüber der VDV-Schrift 456, Version 2.0)

### **2.3.5.2 Zentrale Ergebnisse**

Die vollständig überarbeitete und fortgeschriebene VDV-Schrift 456, Version 3.0 liegt in finalisierter Form vor [16] und wurde dem VDV zur Einspeisung in den Freigabe- und Veröffentlichungsprozess des VDV übergeben. Die VDV-Schrift 456, Version 3.0 ist vom VDV veröffentlicht und wird unter <http://www.vdv.de> zum Download angeboten. Eine englische Übersetzung der fortgeschriebenen VDV-Schrift 456 wird derzeit durchgeführt.

## **2.4 Pilotierung (AP 400)**

Im Rahmen der IDMVU-Forschungsstufe 4 wurden eine Pilotierung im Umfeld der betrieblichen Daten (Kapitel 2.4.1) sowie eine Pilotierung im Umfeld der kaufmännischen Daten (Kapitel 2.4.2) durchgeführt.

### **2.4.1 Pilotierung im Umfeld der betrieblichen Daten**

#### **2.4.1.1 Beschreibung**

Die vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung - 34. BImSchV) macht Vorgaben zur Durchführung der Kartierung von Umgebungslärm u.a. für Schienenstrecken in Deutschland.

Im Rahmen der Lärmkartierung werden Schallimmissionspegel ermittelt und über eine Farbskala auf Landkarten oder Lageplänen dargestellt. Die Schallimmissionspegel werden dabei weitgehend rechnerisch ermittelt. Grundlage für die Berechnung ist die „Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Schienenwegen“ (VBUSch, Stand 2006).

Zuständig für die Lärmkartierung an Schienenstrecken des Bundes sind das Eisenbahnbundesamt bzw. für nicht-bundeseigene Haupteisenbahnstrecken (sogenannte NE-Bahnen) entsprechende Einrichtungen der Länder, wie z.B. die LUBW in Baden-Württemberg. Diese Einrichtungen führen die entsprechenden Berechnungen in einem fünfjährigen Turnus durch, sind aber auf die Bereitstellung von Datengrundlagen durch die jeweiligen Verkehrsunternehmen angewiesen.

Die betroffenen Verkehrsunternehmen müssen daher die zur Berechnung gemäß VBUSch erforderlichen Eingangsdaten in entsprechender Form bereitstellen. Die benötigten Daten umfassen Informationen zur Infrastruktur (z.B. Streckenverlauf, Oberbauform, Ingenieurbauwerke, Bahnübergänge, Lärmschutzbauwerke), aber auch zu betrieblichen Daten (Verkehrsbelastungen, Angaben zu Fahrzeugen). Diese Informationen liegen bei den Verkehrsunternehmen in der Regel in unterschiedlichen Fachsystemen vor, so dass der Aufwand bei der turnusmäßigen Bereitstellung dieser Daten nicht unerheblich ist und in der Regel händisch erfolgen muss. Hier ist eine vereinfachte Datenerschließung und –bereitstellung und somit eine Aufwandsreduzierung durch die Nutzung von IDMVU vorstellbar und zu erwarten.

Im Rahmen des Forschungsvorhaben IDMVU Stufe 4 wurde daher eine Pilotierung im Bereich betrieblicher Daten mit dem Anwendungsfall „Bereitstellung von infrastrukturellen und betrieblichen Eingangsdaten für die Lärmkartierung“ in Zusammenarbeit mit der AVG Karlsruhe durchgeführt.

Ziel der Pilotierung war es, zu untersuchen und sicherzustellen, dass das IDMVU-Modell der Stufe 4 die erforderlichen Anforderungen zur Bedienung des Anwendungsfalles „Lärmkartierung“ abdeckt und Lösungswege aufzuzeigen, wie die zur Lärmkartierung erforderlichen Eingangsdaten aus den unterschiedlichen Fachsystemen (Infrastruktur, Fahrplan) der Verkehrsunternehmen mittels IDMVU möglichst automatisiert erschlossen, fusioniert und standardisiert für die Berechnung der Lärmkartierung bereitgestellt werden können.

Der Anwendungsfall hat eine hohe Praxisrelevanz, da notwendige Bereitstellungen von Eingangsdaten entsprechend der Vorgaben des bundesweit einheitlichen Berechnungsverfahrens für die Lärmkartierung von zahlreichen Verkehrsunternehmen regelmäßig geleistet werden müssen. Dementsprechend ist eine Übertragbarkeit der Ergebnisse der Pilotierung sichergestellt.

#### **2.4.1.2 Vorgehensweise**

Zur Durchführung der Pilotierung wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

1. Qualitätssicherung des Datenmodells, Analyse der Daten

Anhand der letzten zurückliegenden Datenlieferung für die Lärmkartierung in Form von EXCEL-Tabellen wurde überprüft, ob das IDMVU4-Datenmodell die benötigten Informatio-

nen abbildet. Dies ist der Fall.

Die Eingangsdaten liegen vor

- als Trassierungsdaten im IDMVU3-Format aus dem CAD-System ProVI der Fa. Obermeyer planen und beraten (*Streckennetz, Geometrie, Trassierungselemente*)
- als IDMVU3-Daten aus Netro-IDM der Fa. Netro-IdM (*Haltepunkte, Linienhalte, Netzbezüge*)
- als railML-Daten aus dem Verkehrsmanagement-System DIVA der Fa. Mentz vor (*Fahrten, Strecken, Fahrzeuge*)

Für alle Datenquellen konnte die Abbildbarkeit auf IDMVU4 bestätigt werden.

Nicht alle der für die gewünschte Ausgabe benötigten Daten können aus den Datenlieferungen abgeleitet werden, mehr hierzu unten unter Punkt 3.

## 2. Transformation der Daten der Fachsysteme in IDMVU-Objekte

Die im IDMVU3-Format vorliegenden Eingangsdaten wurden mit Hilfe eines Texteditors und des im Lieferumfang der OKSTRA<sup>®</sup>-Klassenbibliothek enthaltenen Analysewerkzeugs in das IDMVU4-Format übertragen. Eine spezielle Softwareentwicklung hierfür schien vor dem Hintergrund einer späteren Unterstützung von IDMVU4 durch die liefernden Systeme nicht erforderlich.

Aus dem railML-Datenbestand wurden durch ein speziell hierfür in Java entwickeltes Werkzeug IDMVU4-Objekte zu Fahrzeugen (*Fahrzeugtyp, ReferenzFahrzeugtyp*), Linien (*Linienhalt, Haltepunkt, Linienteilstrecke, Linienführung und Linie*), Verkehrsbelastungen (*KomponenteVerkehrsbelastung*) sowie-Bahnübergängen. (*Bahnübergang*) erzeugt.

Zulässige Fahrgeschwindigkeiten und Bauwerke (Brücken, Tunnel, Lärmschutzbauwerken) konnten aus den Datenbeständen nicht entnommen werden. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts werden hierzu zusätzliche Daten erwartet, um den Prozess abschließen zu können.

## 3. Fusionierung, Aggregation und Export der Daten für die Zwecke der Lärmberechnung

Mit Hilfe von FME (Feature Manipulation Engine, ein ETL-Werkzeug (Extract, Transform, Load) mit dem Geodaten verschiedenster Formate auf vielfältige Weise transformiert und zusammengeführt werden können, [www.safe.com](http://www.safe.com)) wurden nun die im IDMVU4 vorliegenden Ausgangsdaten zusammengeführt. Für FME gibt es im Lieferumfang der Klassenbibliothek kostenlose Plugins zum Lesen und Schreiben von IDMVU-Daten.

Die Netzdaten (aus Netro-IDM) und die Verkehrsdaten wurden zusammengeführt, um die Verkehrsbelastungen korrekt auf die physische Infrastuktur zu beziehen.

Aus den Trassierungsdaten werden die Kurvenradien gewonnen. Da die Trassierungsdaten in der vorliegenden Form nur *Entwurfselemente* längs der Kilometrierungslinie enthalten, konnte die für die Ausgabe erwünschte gleisbezogene Angabe der Kurvenradien nicht umgesetzt werden, das implementierte Verfahren kann aber mit geringem Aufwand hierfür modifiziert werden.

Die für die endgültige Ausgabe benötigten Bahnübergänge werden den entsprechenden IDMVU-Objekten entnommen.

Der so hergestellte IDMVU4-Datenbestand wird zuletzt in Shape-Dateien umgewandelt.

### **2.4.1.3 Zentrale Ergebnisse**

Der Prototyp zeigt das grundsätzliche Vorgehen für die automatische Erzeugung der Daten für die Lärmberechnung. Durch die Datenlage bedingt, ergab sich die Notwendigkeit, zunächst mit Hilfswerkzeugen und z.T. manuell Umwandlungen aus anderen Formaten durchzuführen. Auch fehlten Daten für eine vollständige Erledigung der Aufgabe.

Folgende Hindernisse müssen für einen Produktivbetrieb noch überwunden werden:

- Es müssen alle beteiligten Fachsysteme mit IDMVU4-Schnittstellen ausgestattet werden. In der im Prototyp nach Datenlage umgesetzten Form ist der Prozess nicht vollständig automatisierbar.
- Alle für den Input zur Lärmberechnung benötigten Daten müssen bereitgestellt werden. Eine gliebscharfe Führung der Entwurfs-elemente ist erforderlich.

## **2.4.2 Pilotierung im Umfeld der kaufmännischen Daten**

### **2.4.2.1 Beschreibung**

Zur Durchführung ihrer kaufmännischen Prozesse nutzen Verkehrsunternehmen in der Regel so genannte Enterprise-Resource-Planning-Lösungen (kurz ERP-Systeme). Im Rahmen der kaufmännischen Prozesse erfolgt eine Abbildung von kaufmännischen Daten (z.B. Instandhaltungskosten, Betriebskosten usw.) unter anderem bezogen auf die Infrastruktur im Eigentum bzw. in der Zuständigkeit des Verkehrsunternehmens.

Daher ist – neben der Infrastrukturverwaltung im Rahmen eines IDM – auch in den ERP-Systemen ein Vorhalten von Infrastrukturstammdaten erforderlich. In der Praxis erfolgt die Aufnahme und Pflege der Infrastrukturstammdaten in den technischen und kaufmännischen Systemen häufig voneinander getrennt bzw. unabhängig. Potenzielle Synergien durch einen Stammdatenaustausch zwischen IDM-Systemen und kaufmännischen Systemen werden nicht oder nur unzureichend genutzt.

Im Rahmen der im Forschungsvorhaben IDMVU Stufe 4 durchgeführten Analysen zu den kaufmännischen Daten (vgl. Kapitel 2.2.3.2) wurde der Stammdatenaustausch zwischen IDM-Systemen und kaufmännischen Systemen als ein wichtiger und sinnvoller Anwendungsfall für IDMVU identifiziert. Über einen solchen Stammdatenaustausch auf Basis des IDMVU-Standards soll ein Abgleich von Datenstrukturen (Infrastrukturobjekte) zwischen IDM-Systemen und ERP-Systemen unterstützt werden. Das IDMVU-Modell wurde im Rahmen der Stufe 4 weiterentwickelt, so dass ein entsprechender Stammdatenaustausch sowie der Austausch von aggregierten Kosten und Störungsstatistiken sowie von Bewegungsdaten (z.B. Wartungstermine) von und zu kaufmännischen Systemen unterstützt werden.

Daher wurde im Rahmen des Forschungsvorhaben IDMVU Stufe 4 eine Pilotierung im Be-

reich kaufmännischer Systeme mit dem Anwendungsfall „Stammdatenaustausch zwischen IDM-Systemen und dem ERP-System SAP-PM auf Basis von IDMVU“ in Zusammenarbeit mit der SSB AG Stuttgart durchgeführt.

Ziel der Pilotierung war es zu untersuchen und sicherzustellen, dass das IDMVU-Modell der Stufe 4 die erforderlichen Anforderungen zur Bedienung des Anwendungsfalles „Stammdatenaustausch mit ERP-Systemen“ abdeckt und Lösungswege aufzuzeigen, wie ein Abgleich von Datenstrukturen (Infrastrukturobjekte) zwischen IDM-Systemen und ERP-Systemen mittels IDMVU möglichst automatisiert unterstützt und realisiert werden kann.

#### **2.4.2.2 Vorgehensweise**

Aufgrund des großen Umfangs des IDMVU-Objektkataloges war die Untersuchung des Anwendungsfalles „Stammdatenaustausch“ im Rahmen des Piloten nur für ausgewählte Infrastrukturbereiche leistbar. Daher wurde im Rahmen der Pilotierung exemplarisch die Objektart "Weiche" betrachtet. Dabei wurde jedoch nicht nur die Weiche als Infrastrukturbauteil des Gleiskörpers bzw. Fahrwegs isoliert betrachtet, sondern es wurden die Objekte benachbarter Gewerke wie Leit- und Sicherungstechnik und Stromversorgung, die einen direkten Bezug zur Weiche haben (z.B. Weichenheizung, Weichenantrieb, etc.), in die Betrachtung einbezogen. Somit wurde sichergestellt, dass alle "Sichten" auf die Weiche (Gleisbau, LST, Stromversorgung) berücksichtigt wurden.

Die für die Pilotierung relevanten Anwendungsfälle sowie die Anwenderanforderungen an einen Datenaustausch zwischen dem IDM-System GeoTrAMS und dem kaufmännischen System SAP-PM wurden in Abstimmung mit der SSB konkretisiert und festgelegt. Diese Anwenderanforderungen (Afo) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Das IDM-System muss das führende System für Infrastrukturobjekte (Weichen, Weichenheizung, Weichensteuerung, etc.) und die zugehörigen technischen Daten sein. Das ERP-System (SAP-PM) ist das führende System für alle Daten und Informationen, die die Instandhaltung betreffen (Wartung, Inspektion, Störungen, Kosten, ...).
- Aus dem IDM-System müssen bei der Stammdatenübergabe sämtliche technischen Daten/Attribute an das ERP-System übergeben werden, die originär im IDM-System geführt werden, zu Informationszwecken aber im ERP-System interessant sind.
- Aus dem ERP-System sollen folgende Daten in das IDM-System übergeben werden können und dort sichtbar sein: Nächster Inspektionstermin, Nächster Wartungstermin, SAP-PM-Equipmentnummer, ggf. Störungsmeldungen. In einer zweiten Stufe sollen auch Kosten zu Equipments oder technischen Plätzen im IDM-System verfügbar sein.
- Objekte (Stammdaten) dürfen nur in dem System, welches für das jeweilige Objekt führend ist, angelegt oder beseitigt werden können. Daten, die in einem führenden System entstehen, dürfen im jeweils anderen System nur lesend zur Verfügung stehen.
- Das Anlegen bzw. Beseitigen von Stammdatenobjekten im nicht führenden System soll durch einen weitestgehend automatisierten Prozess erfolgen (Stammdatenaustausch).

Es erfolgte eine Analyse der Abbildbarkeit der technischen Infrastrukturobjekte aus dem IDM-System (GeoTrAMS) in die SAP-Geschäftsobjekte, die bei den SSB zur kaufmännischen Verwaltung der Infrastruktur verwendet werden, über das Datenmodell des IDMVU-Standards. Auf Basis der Analyseergebnisse erfolgte die Festlegung der Abbildung der technischen Infrastrukturobjekte zwischen dem bei den SSB eingesetzten IDM-System GeoTrAMS und der SAP-Geschäftsobjekte. Aus den Abbildungsregeln können Abweichungen und Änderungserfordernisse der Stammdatenstrukturen in den beteiligten Systemen resultieren. Auch noch vorhandene Defizite des IDMVU-Modells wurden in diesem Schritt identifiziert.

### 2.4.2.3 Zentrale Ergebnisse

Als Ergebnisse des Vergleiches der Datenmodelle zwischen SAP-PM, GeoTrAMS und IDMVU (fachliches Mapping) konnten folgende Fälle unterschieden werden:

1. **Kompatible Modellierung:** Die SAP-PM-Klasse bzw. das SAP-PM-Merkmal hat eine Entsprechung sowohl im IDMVU (Objekt bzw. Eigenschaft) als auch im GeoTrAMS-Datenmodell. Die Modellierungen sind kompatibel und ineinander überführbar
2. **Inkompatible Modellierung:** Die SAP-PM-Klasse bzw. das SAP-PM-Merkmal hat zwar eine Entsprechung sowohl im IDMVU (Objekt bzw. Eigenschaft) als auch im GeoTrAMS-Datenmodell, die Modellierungen sind jedoch nicht kompatibel, da der Sachverhalt in SAP-PM anders modelliert ist als in IDMVU und/oder GeoTrAMS (z.B. Wertelisteninkompatibilität). Es entsteht Anpassungsbedarf in den Datenstrukturen von GeoTrAMS und/oder SAP-PM bzw. bei der Nutzung von IDMVU als Austauschstandard.
3. **Keine Entsprechung in GeoTrAMS:** Die SAP-PM-Klasse bzw. das SAP-PM-Merkmal ist in GeoTrAMS nicht verfügbar.
4. **Keine Entsprechung in IDMVU:** Die SAP-PM-Klasse bzw. das SAP-PM-Merkmal ist in IDMVU-Datenmodell nicht modelliert und somit in IDMVU nicht abbildbar.

Als Ergebnis des fachlichen Mappings wurden Sachverhalte identifiziert, die beim Stammdatenaustausch bei der SSB AG von praktischer Relevanz sind, jedoch durch IDMVU nicht oder nur unzureichend bedient werden können. In diesen Fällen ist eine bei der SSB AG benötigte SAP-PM-Klasse bzw. ein SAP-PM-Merkmal nicht im IDMVU-Datenmodell modelliert und somit in IDMVU nicht abbildbar. In diesen Fällen ist ein Stammdatenaustausch über IDMVU nicht möglich, selbst wenn der Sachverhalt im ERP-System und im IDM-System kompatibel modelliert ist. Dieser Fall tritt bei den untersuchten SAP-PM-Klassen in der Regel jedoch nur bei einzelnen, sehr speziellen Merkmalen auf. Diese Defizite sind zugleich potenzielle punktuelle Weiterentwicklungsanforderungen an das IDMVU-Datenmodell. Sie wurden dokumentiert und werden an die Fachstelle IDMVU zur Einspeisung in den IDMVU-Pflegeprozess übergeben.

Darüber hinaus ergab die Pilotierung bei der SSB AG Hinweise und Empfehlungen zur (Um)strukturierung der Datenmodelle der bei der SSB AG beteiligten Systeme GeoTrAMS (IDM-System) und SAP-PM (ERP-System). Diese betreffen Interna des Verkehrsunternehmens

mens und sind daher nicht im Rahmen dieses Berichtes dokumentiert.

Als Fazit der durchgeführten Pilotierung zum Stammdatenaustausch zwischen IDM-Systemen und kaufmännischen System lässt sich festhalten, dass der Anwendungsfall durch das in IDMVU-Stufe 4 in diesem Bereich umfassend weiterentwickelte IDMVU-Datenmodell gut bedienbar ist. Hierbei spielen insbesondere folgende in Stufe 4 geschaffenen Mechanismen eine wichtige Rolle:

**Objektidentifizierung über Fachsysteme hinweg:** Sämtliche IDMVU-Objekte können Referenzen zu Entitäten in Fremdsystemen mitführen, Fremdsysteme können auf beliebige IDMVU-Objekte referenzieren, hierzu:

- Einführung eines eindeutigen Identifikators (ID) als Pflichtattribut für alle IDMVU-Objekte, über den ein Fremdsystem auf ein beliebiges IDMVU-Objekte nehmen kann.
- Einführung der Möglichkeit der Mitführung von Fremdreferenzen auf Objekte aus anderen Objektwelten (andere Systeme bzw. andere Standards) für alle IDMVU-Objekte. Hierzu verfügt jedes IDMVU-Objekt über das Attribut Fremdreferenz. In diesem können beliebig viele Referenzen auf Entitäten in beliebigen Fremdsystemen abgelegt werden. Der zu diesem Zweck geschaffene Datentyp erfordert die Angabe des Fremdsystems (z.B. „SAP-PM“), der Art der Referenz (z.B. „Equipmentnummer“) und des eigentlichen Referenzierungs-Strings (z.B. „34567-2212-2012“). Im genannten Beispiel kann so eine Referenz auf das entsprechende SAP-PM-Equipment für ein IDMVU-Objekt im IDM-System verwaltet werden.

Diese Identifikatoren/Fremdreferenzen ermöglichen die Realisierung von Verknüpfungen / Referenzierungen zwischen IDM-Systemen und kaufmännischen Systemen in beide Richtungen.

**Mechanismus der „freien Gruppierung“:** Die „freie Gruppierung“ (Ordnungsmechanismus zur Zusammenfassung von Objekten nach anwenderdefinierbaren Kriterien, z.B. „alle Weichen eines Gleisdreiecks“) ist mit Stufe 4 für beliebige IDMVU-Objektarten einsetzbar.

Da auch die Freie Gruppierung über die oben beschriebenen Möglichkeiten des eindeutigen Identifikators und der Führung von Fremdreferenzen verfügen, besteht im kaufmännischen System die Möglichkeit, einen Bezug von einem „Sammelequipment“ zu einer Gruppe von IDMVU-Objekten oder zu Netzteilen aufzubauen. Umgekehrt können im IDM-System über das Attribut Fremdreferenz in einer Freien Gruppierung Referenzen auf Entitäten („Einzelequipment“ und „Sammelequipment“) im kaufmännischen System geführt werden.

Über die beiden genannten Mechanismen ist der bidirektionale Datenaustausch (Stammdatenaustausch zwischen IDM-Systemen und ERP-Systemen sowie Austausch von Bewegungsdaten von ERP-Systemen in IDM-Systeme) realisierbar. Die diesbezüglichen IDMVU-Mechanismen haben sich im Rahmen der Analyse zur Pilotierung als belastbar erwiesen.

Es ist jedoch auch festzustellen, dass im konkreten untersuchten Kopplungsfall zwischen dem IDM-System GeoTrAMS und dem ERP-System SAP-PM der SSB AG zum Teil erhebliche Umkodierungs- bzw. Umrechnungsaufwände sowohl beim Export aus den Datenstrukturen des IDM-System nach IDMVU, als auch beim Import von IDMVU in die Datenstrukturen

der SAP-PM-Lösung anfallen. Dies ist den im untersuchten Fall zu Grunde liegenden gewachsenen Strukturen geschuldet, da die beiden zu koppelnden Systeme historisch bedingt<sup>8</sup> nicht durchgängig und konsequent IDMVU-konform aufgebaut wurden. Die Komplexität eines IDMVU-basierten Datenaustausches lässt sich verringern, wenn man sich beim Aufbau der zu koppelnden Systeme enger am IDMVU-Datenmodell orientiert.

Hinsichtlich des IDMVU-Datenmodells wurden nur wenige Defizite punktueller Art identifiziert, wie oben dargestellt. In diesen Fällen sollte eine Prüfung durch Fachexperten und ggf. eine Erweiterung/Ergänzung von IDMVU erfolgen. Entsprechende Ergänzungsanforderungen sollten in den IDMVU-Pflegeprozess eingebracht werden.

## **2.5 Öffentlichkeitsarbeit**

Während der Durchführung der IDMVU-Forschungsstufe 4 fand eine intensive Öffentlichkeitsarbeit zur Information der Fachöffentlichkeit (Verkehrsunternehmen, Hersteller/Systemanbieter) über den IDMVU-Standard statt, in welche der Forschungsnehmer unterstützend eingebunden war. Die wesentlichen Meilensteine und Ergebnisse dieser begleitenden Öffentlichkeitsarbeit werden nachfolgend dargestellt.

### **2.5.1.1 5. IDMVU-Symposium**

Das 5. IDMVU-Symposium fand während der Projektlaufzeit am 20./21. November 2012 in Nürnberg statt. Gemäß dem Veranstaltungstitel „IDMVU im Europäischen Kontext“ stand die Harmonisierung von IDMVU mit relevante und sachverwandte nationalen und internationale Standards und Entwicklungen mit dem Ziel einer Verbesserung der Interoperabilität und einem erleichterten Austausch von Informationen innerhalb des Eisenbahnsektors im Fokus der Veranstaltung.

Auf dem 5. IDMVU-Symposium in Nürnberg wurden die bis dahin erreichten Zwischenergebnisse des Forschungsprojektes IDMVU - Stufe 4 durch den Forschungsnehmer im Rahmen eines Vortrages der Fachöffentlichkeit präsentiert.

### **2.5.1.2 6. IDMVU-Symposium**

Das 6. IDMVU-Symposium „IDMVU - Standardisierung für eine effiziente Praxis“ am 11./12.03.2014 in Bonn wurde als öffentliche Projektabschlussveranstaltung des Forschungsvorhabens IDMVU (Stufen 1 – 4) durch den Forschungsnehmer fachlich vorbereitet und durchgeführt. Zielsetzung der Veranstaltung war die Vermittlung der Tatsache, dass mit Abschluss der IDMVU-Forschungsstufe 4 nunmehr ein vollständiger und praxistauglicher Standard zur Anwendung zur Verfügung steht.

Die Veranstaltung wurde in Anlehnung an die bisherigen IDMVU-Symposien konzipiert, es wurde jedoch – aufgrund des inhaltlichen Fokus – eine stärkere Prägung durch Vorträge und

---

<sup>8</sup> Die Entwicklung der betrachteten Systeme der SSB AG begann zeitlich vor der Entwicklung von IDMVU.



Präsentationen mit „Workshopcharakter“ in Ergänzung zu externen Fachvorträgen gewählt. Auf diese Weise konnte demonstriert werden, wie Verkehrsunternehmen bei der Einführung von IDMVU in der Praxis mit dem in Stufe 4 um wichtige Anwendungsfälle erweiterten Datenmodell, der fortgeschriebenen und vollständig überarbeiteten VDV-Schrift 456 sowie den umfangreichen entwickelten Materialien und Werkzeugen wirkungsvoll unterstützt werden können. Außerdem wurde den IDMVU-Herstellern und –Systemanbietern, die Möglichkeit gegeben, den praktischen Nutzen von IDMVU auf Basis Ihrer Produkte und Softwarelösungen zu präsentieren.

Auf dem 6. IDMVU-Symposium wurden die Ergebnisse des Forschungsprojektes IDMVU - Stufe 4 durch den Forschungsnehmer im Rahmen von drei Vorträgen der Fachöffentlichkeit präsentiert:

- Vortrag „IDMVU - Die Ergebnisse der Stufe 4“, präsentiert durch Herrn Dr. von der Ruhren, momatec GmbH
- Vortrag und Praxisdemonstration „IDMVU-Modell und Dokumentation“, präsentiert durch Herrn Dr. Hettwer, interactive instruments GmbH
- Vortrag und Praxisdemonstration „Die IDMVU-Klassenbibliothek“, präsentiert durch die Herren Weidner, interactive instruments GmbH und Marx, Balfour Beatty Rail GmbH

#### **2.5.1.3 Rahmendokument „Der Standard IDMVU“**

Während der Bearbeitung der IDMVU-Stufe 4 wurde deutlich, dass ein ganzheitliches, übergreifendes Dokument zu IDMVU noch fehlte. Daher wurde ein „übergeordnetes“ Rahmendokument geschaffen, welches in kurzgefasster Form die relevanten Elemente von IDMVU benennt und in übersichtlicher Form darstellt. Damit wird transparent, welche Dokumente zu IDMVU bereits existieren und für welchen Personenkreis sie notwendig, nützlich und interessant sind („was für wen“).

Das Rahmendokument „Der Standard IDMVU - Überblick und Wegweiser“ [17] wurde mit dem BEK abgestimmt und zur Ergänzung und Finalisierung an die Fachstelle IDMVU übergeben.

#### **2.5.1.4 Einbindung von Herstellern/Anbietern von IDMVU-Systemen**

Neben den Verkehrsunternehmen als Anwender von IDMVU bzw. IDMVU-basierten Systemen bilden die Hersteller bzw. Anbieter von IDMVU-Systemen eine weitere wichtige Zielgruppe für den IDMVU-Standard. Wenn es gelingt, dass Hersteller bzw. Systemanbieter ihre Produkte IDMVU-konform konzipieren und mit IDMVU-Schnittstellen ausstatten, so kann dies maßgeblich zu einer Verbreitung des IDMVU-Standards in der Praxis führen. Die Hersteller/Systemanbieter sind neben den Verkehrsunternehmen somit eine der beiden potenziellen IDMVU-Schlüsselnutzergruppen für den Erfolg des IDMVU-Standards. Bislang waren schwerpunktmäßig die Verkehrsunternehmen und eher nur rudimentär die Softwarehersteller/Systemanbieter in den Prozess der IDMVU-Entwicklung eingebunden. Im Rahmen der IDMVU-Forschungsstufe 4 sollte daher eine Intensivierung der Einbindung dieser Schlüsselnutzergruppe erfolgen.

Nach einer ersten Einbindung / Kontaktaufnahme mit den Herstellern und Systemanbietern im Rahmen einer BEK-Sitzung und entsprechend positiver Resonanz wurde entschieden, einen eigenen IDMVU-Workshop mit Herstellern und Systemanbietern durchzuführen. Dieser halbtägige IDMVU-Workshop fand im April 2013 statt. Im Rahmen des Workshops erfolgte eine intensive Diskussion, bei der die teilnehmenden Hersteller und Systemanbieter insbesondere um ihre Einschätzung zu folgenden Leitfragestellungen gebeten wurden:

- Welche Potentiale sehen die Hersteller, ihr(e) Produkt(e) mit einer IDMVU-Schnittstelle auszustatten?
  - Marktchancen
  - Wettbewerbsvorteile
  - Know-How
  - ...
- Welche Voraussetzungen sehen die Hersteller als notwendig an, ihr(e) Produkte(e) mit einer IDMVU-Schnittstelle auszustatten?
  - technische Voraussetzungen
  - wirtschaftliche Voraussetzungen
  - ...
- Wünsche der Hersteller zu weitergehender Unterstützung

Die Hersteller / Systemanbieter schätzten ihre Situation im Hinblick auf eine Verbreitung / Eingang von IDMVU in ihre Softwareprodukte und –lösungen wie folgt ein:

- Bei ihren Kunden, vorrangig Verkehrsunternehmen, ist IDMVU noch vielfach unbekannt.
- Auch den Kunden, die den Begriff IDMVU zumindest kennen, ist meist unklar, was eigentlich hinter IDMVU steckt.
- Gerade kleinere Verkehrsunternehmen schreckt die Komplexität von IDMVU ab.
- Dennoch ist ein grundsätzliches Interesse an IDMVU überall vorhanden.

Folgerichtig regten die Hersteller eine intensivere Öffentlichkeitsarbeit mit mehr Praxisbezug und konkreten Inhalten an, um den Verkehrsunternehmen und deren Partner einen leichteren Einstieg in IDMVU zu ermöglichen.

Es wurde betont, dass im internationalen Umfeld eine englischsprachige Version der VDV 456 und auch der Dokumentation sowie weiterer Grundlagen von IDMVU wichtig wäre. Da im Ausland kein ähnlicher Standard wie IDMVU bekannt bzw. vorhanden ist, besteht bei ausländischen Kunden offensichtlich die Bereitschaft, IDMVU zu übernehmen und ggf. sogar als Standard einzuführen, da eine ähnliche Problematik mit Daten verschiedenster Art auch im Ausland vorliegt.

Die derzeit verfügbaren technischen Dokumente (UML-Modell, XML-Schema usw.) und Werkzeuge (IDMVU-Klassenbibliothek) wurden von den Herstellern als geeignet und ausreichend eingeschätzt, weitergehendes technisches Material wurde als nicht notwendig erachtet. Die Hersteller wünschten sich jedoch mehr praxisbezogenes Unterstützungsmaterial, um potentielle Kunden von den Vorteilen von IDMVU zu überzeugen. Es muss einem potentiellen Kunden deutlich werden, wo mit IDMVU bei ihm der Mehrwert liegt und das sich IDMVU auch schrittweise und mit Übergängen einführen lässt. Hierzu steht mit der abgeschlossenen

Stufe 4 die Möglichkeit der Profilbildung im IDMVU-Datenmodell zur Verfügung, vgl. Kapitel 2.3.2.2. Mit Hilfe des Mechanismus der Profilbildung kann ein auf die Bedürfnisse eines Anwendungsfalls zugeschnittenes IDMVU-Profil aus dem gesamten IDMVU-Datenmodell definiert werden. Dies erleichtert die Handhabung des Modells für den konkreten praktischen Anwendungsfall.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass aus Sicht der Hersteller / Systemanbieter IDMVU sehr weit ausgereift ist. Das eigentliche Problem besteht darin, IDMVU bei Anwendern publik zu machen und praxisnah zu erläutern (z. B. in Workshops oder Schulungen).

### 3 Fazit und Schlussfolgerungen für die Praxis

IDMVU bezeichnet das Infrastruktur-Daten-Management für Verkehrsunternehmen auf der Grundlage eines standardisierten Datenmodells. Das IDMVU-Datenmodell ist das Ergebnis von Forschungsvorhaben, welche vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), ehemals Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), initiiert und durchgeführt wurden. Das Ziel der Forschungsprojekte war die Spezifikation einheitlicher Datenmodelle mit Schwerpunkt Schieneninfrastruktur und Schnittstellenstrukturen für den Austausch von Informationen zur Verkehrsinfrastruktur für Verkehrsunternehmen. Es wurde ein Schnittstellenstandard für den Datenaustausch in den Bereichen Planen, Bauen, Betreiben (Instandhalten) und Entsorgen von Infrastrukturanlagen entwickelt, der als VDV-Standard 456 eingeführt wurde.

Mit Abschluss der gegenständlichen Stufe 4 des Gesamtforschungsvorhabens IDMVU ist der Standard IDMVU mit den erarbeiteten Dokumenten (VDV-Schrift 456 Version 3.0, Anwenderleitfäden, usw.) und Ressourcen (UML-Modell, Dokumentation, Klassenbibliothek und GML-Applikationsschema, usw.) so gestaltet worden, dass es für den praktischen Einsatz in produktiven Umfeldern geeignet ist. Dieses Ziel wurde nicht zuletzt durch die im Rahmen der Stufe 4 zusätzlich durchgeführten umfänglichen Qualitätssicherungsmaßnahmen sichergestellt.

IDMVU in der Praxis beinhaltet insbesondere:

- Planung und Durchführung von Erfassung, Migration und redundanzfreier Bereitstellung von Infrastrukturdaten in Verkehrsunternehmen
- Kommerziell oder frei erhältliche Softwarekomponenten mit IDMVU-Schnittstellen, z.B. CAD-Systeme, GIS oder Fachsysteme für Instandhaltung und Betrieb
- Integration solcher Komponenten zu unternehmensweiten IDMVU-Lösungen

IDMVU hat somit einen marktreifen Stand erreicht und kann bei Verkehrsunternehmen praktisch umgesetzt werden, verschiedene Softwareprodukte namhafter Hersteller sind mit Schnittstellen gemäß dem IDMVU-Standard ausgestattet.

Mit der Verwendung des IDMVU-Standards entfällt für Unternehmen der Zwang, eigene Schnittstellen zur Kommunikation zwischen eingesetzten Softwareprodukten zu entwickeln, vorzuhalten und breit gefächert anzupassen. Unternehmen, deren IT-Infrastruktur und eingesetzte Softwareprodukte das IDMVU-Datenmodell unterstützen, können auf einfache, komfortable und sichere Weise Daten untereinander kommunizieren, analysieren und darstellen. Die Anwendungsgebiete sind vielfältig und bieten deutliche Potenziale zur wirtschaftlichen Verbesserung der Geschäftsprozesse:

- Verbesserungen bei Planung und Realisierung
- Qualifizierte Prozesse und Entscheidungen
- Verminderung von Handlungsfehlern/-mängeln

- Transparenz der gesamten Instandhaltung
- Erfüllung der Qualitätsmanagement Anforderungen

Zu IDMVU existieren:

- Grundsätzliche Basiselemente („IDMVU-Standard“: VDV-Schrift, XML-Schema, UML-Modell)
- Implementierungshilfen (Klassenbibliothek und darauf aufsetzende Werkzeuge)
- Leitfäden und Hilfestellungen zur Umsetzung, Einführung und Anwendung von IDMVU („Leitfäden“)
- Weitergehende Informationen und Fachdokumente

Die grundsätzlichen Basiselemente („IDMVU-Standard“) sind auf der Webseite des VDV unter <http://www.vdv.de/infrastruktur-daten-management.aspx> kostenfrei verfügbar.

Sämtliche weitergehenden Dokumente sind zentral und kostenfrei über die Fachstelle IDMVU auf der Webseite <http://www.idmvu.org> verfügbar.

Eine englische Übersetzung der fortgeschriebenen VDV-Schrift wird derzeit durchgeführt.

Nicht alle während der abschließenden Qualitätssicherung noch entdeckten kleineren Lücken konnten im Rahmen des FE-Vorhabens vollständig und endgültig geschlossen werden. Dies verhindert aber nicht den Einsatz des Standards und der entwickelten Konzepte in der Praxis. Es zeigt aber, dass der Prozess der kontinuierlichen Evolution von IDMVU sowohl auf fachlichem als auch auf technischem Gebiet, wie er in den vier Forschungsprojekten vorangetrieben wurde, nunmehr durch eine organisierte Pflege (Pflegeprozess) der bereitgestellten Produkte weitergeführt werden sollte. Die Anforderungen an den Pflegeprozess wurden bereits in der Stufe 3 erarbeitet und beschrieben und wurden im Rahmen der Stufe 4 durch die Fachstelle IDMVU nochmals beleuchtet und präzisiert. Dabei ergab sich, dass eine Trennung der organisatorischen Anforderungen (Annahme von Änderungsanträgen, Priorisierung der Anträge, Organisation der fachlichen Analyse und Beratung durch Experten, Veröffentlichung) und der technischen Abwicklung (Fortschreibung des Modells, Erzeugung der Produkte für die neue Version) sinnvoll ist.

Wichtige Aufgaben für die Zukunft sind daneben Werbung für den Einsatz des Standards, Beratung und Training potentieller Anwender sowie die Schaffung von Synergien und Kooperationen mit anderen Standardisierungsgremien.

Ein erster Ansatz zu Synergie und Kooperation ergab sich aus dem Forschungsprojekt 03.0496/2012/AGB, „OKSTRA<sup>®</sup> und seine Nachbarn – Untersuchung zur Kopplung und Wiederverwendung von Datenaustauschstandards“, in dem auch Verbindungen von IDMVU und OKSTRA<sup>®</sup> (Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen) untersucht wurden und entsprechende Anwendungsfälle diskutiert wurden. Einer davon wurde prototypisch demonstriert. Dabei wurden Bauwerke, bei denen sich Straße und Schiene kreuzen, identifiziert. Die Betreiber der jeweiligen Netze erhalten so die Möglichkeit, in ihren Datenhaltungssystemen nachrichtlich Referenzen auf das jeweils andere Netz mitzuführen.

Diese Arbeit führte letztlich zur Bildung einer gemeinsamen Arbeitsgruppe, die die aufgezeigten Synergieeffekt weiterverfolgen und vorantreiben wird (vgl. [18]). Ein Forschungsantrag zur detaillierten Analyse der sich daraus ergebenden Möglichkeiten ist in Vorbereitung.

## 4 Dokumente

In diesem Kapitel werden die Dokumente aufgelistet, die im Rahmen der Bearbeitung entstanden sind und auf die in diesem Schlussbericht verwiesen wird.

- [1] Kompatibilität zu anderen Standards, Version 1.0, erstellt durch momatec GmbH, interactive instruments GmbH, UVT GmbH.
- [2] Fragebogenaktionen, Experteninterviews und Expertenworkshops, Version 1.0, erstellt durch die momatec GmbH.
- [3] UML-Modell der Stufe 4 als HTML-Dokumentation, erstellt durch die interactive instruments GmbH.
- [4] UML-Modell der Stufe 4 als Enterprise Architect-Projekt (eap), erstellt durch die interactive instruments GmbH.
- [5] Dokumentation der Modellfortführung Stufe 4 als zip-Archiv „Bearbeitungslisten.zip“, erstellt durch die interactive instruments GmbH.
- [6] SQLite-Schemadatenbank für IDMVU Stufe 4 zur Verwendung mit der OKSTRA®-Klassenbibliothek, erstellt durch die interactive instruments GmbH.
- [7] Hinweise zur Verwendung der IDMVU-Klassenbibliothek, Version 1.0, erstellt durch die interactive instruments GmbH.
- [8] Profile für das IDMVU-Datenmodell, Version 1.0, erstellt durch die interactive instruments GmbH.
- [9] XSD-Schemadateien für das GML-Applikationsschema als zip-Archiv, erstellt durch die interactive instruments GmbH.
- [10] Leitfaden „IT-Rahmenarchitektur für den Einsatz von IDMVU“, Version 1.0, erstellt durch die momatec GmbH und interactive instruments GmbH.
- [11] Leitfaden „Abbildung des Fahrwegs in IDMVU“, Version 1.0, erstellt durch die momatec GmbH und interactive instruments GmbH.
- [12] Leitfaden „Abbildung von straßengebundenem öffentlichem Verkehr in IDMVU“, Version 1.0, erstellt durch die momatec GmbH und interactive instruments GmbH.
- [13] Leitfaden „Innovatives Instandhaltungsmanagement mit IDMVU, Teil 1: Überblick Gesamtprozess“, Version 2.0, erstellt durch die Balfour Beatty Rail GmbH.
- [14] Leitfaden „Innovatives Instandhaltungsmanagement mit IDMVU, Teil 2: Detaillierte Beschreibung und Beispiele“, Version 2.0, erstellt durch die Balfour Beatty Rail GmbH.
- [15] Leitfaden „Wirtschaftliche und zukunftsichere Nutzung von Infrastrukturdaten mit IDMVU als Kernaufgabe der Führungsebene in Verkehrsunternehmen“, erstellt durch die Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH und Fach- und Koordinierungsstelle IDMVU.
- [16] „Standardschnittstelle Infrastruktur-Daten-Management IDMVU – IDMVU-Datenmodell

und Datenaustauschformat“, Typoskript zur VDV-Schrift 456, Version 3.0, erstellt durch die momatec GmbH.

- [17] Entwurf Rahmendokument „Der Standard IDMVU - Überblick und Wegweiser“, erstellt durch die momatec GmbH und interactive instruments GmbH.
- [18] Strategiepapier „Vorschläge zum Aufbau einer Kooperation OKSTRA® und IDMVU“, erstellt durch die interactive instruments GmbH.



## 5 Glossar / Abkürzungsverzeichnis

| Abkürzung | Erläuterung   |
|-----------|---|
| AG        | Auftraggeber  |
| ASB       | Anweisung Straßeninformationsbank, Bestandteil des technischen Regelwerkes für das Straßenwesen in Deutschland  |
| ASB-ING   | Anweisung Straßeninformationsbank – Teilsystem Bauwerksdaten  |
| BayGDIG   | Bayerisches Geodateninfrastrukturgesetz   |
| BEK       | Betreuender Expertenkreis   |
| BIM       | Building Information Modeling (Gebäudedaten-Modellierung): Methode der optimierten Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden mit Hilfe von Software  |
| BIMSchV   | Bundes-Immissionsschutzverordnungen: Rechtsverordnungen der Bundesrepublik Deutschland zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverschmutzung und Lärm.  |
| CAD       | Computer-aided Design (rechnerunterstütztes Konstruieren): bezeichnet das Konstruieren eines Produkts mittels EDV   |
| CEN       | Comité Européen de Normalisation (Europäisches Komitee für Normung)   |
| DIN 31052 | DIN-Norm 31052: Instandhaltung, Inhalt und Aufbau von Instandhaltungsanleitungen  |
| EA        | Enterprise Architect: Softwaremodellierungswerkzeug der Firma SparxSystems Ltd  |
| ERP       | Enterprise-Resource-Planning: Unternehmerische Aufgabe, die in einem Unternehmen vorhandenen Ressourcen möglichst effizient für den betrieblichen Ablauf einzusetzen und somit die Steuerung von Geschäftsprozessen zu optimieren |
| FE        | Forschung und Entwicklung   |
| FME       | Feature Manipulation Engine, ein Werkzeug zur Modelltransformation speziell in der Geoinformatik  |

|            |  |
|------------|--|
| FN         | Forschungsnehmer   |
| GeoZG      | Geodatenzugangsgesetz  |
| GIS        | Geoinformationssystem oder Geographisches Informationssystem: Informationssysteme zur Erfassung, Bearbeitung, Organisation, Analyse und Präsentation räumlicher Daten.   |
| GML        | Geography Markup Language: Auszeichnungssprache zum Austausch raumbezogener Objekte. Erlaubt die Übermittlung von Objekten mit Attributen, Relationen und Geometrien im Bereich der Geodaten                           |
| HTML       | Hypertext Markup Language (Hypertext-Auszeichnungssprache): Textbasierte Auszeichnungssprache zur Strukturierung von digitalen Inhalten, wie Texten, Bildern und Hyperlinks in elektronischen Dokumenten.              |
| ID         | Identifikator: Zugewiesenes Merkmal zur eindeutigen Identifizierung eines Objektes   |
| IDM        | Infrastrukturdatenmanagement   |
| IDMVU      | Infrastruktur-Daten-Management für Verkehrsunternehmen   |
| IFC        | Industry Foundation Classes: Basisdatenmodell für den modellbasierten Datenaustausch im Bauwesen   |
| IFOPT      | Identification of Fixed Objects in Public Transport: Konzeptionelle Definition eines Datenaustauschformats auf der Basis von → TRANSMODEL, europäische Norm  |
| INSPIRE    | Infrastructure for Spatial Information in the European Community: Initiative der europäischen Kommission mit dem Ziel, eine europäische Geodaten-Basis mit integrierten raumbezogenen Informationsdiensten zu schaffen |
| ISO 19148  | ISO (Internationale Organisation für Normung) – Standard 19148 „Geographic information - Linear referencing“: Geostandard zur linearen Referenzierung  |
| KIM-Straße | Kompetenzplattform Kommunales Infrastrukturmanagement Straße e.V.  |
| LST        | Leit- und Sicherungstechnik  |

|                     |   |
|---------------------|---|
| LUBW                | Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg   |
| NeTEx               | Network and Timetable Exchange: künftiger europäischer Standard für die Übertragung von Soll-Daten bezüglich Netz und Fahrplan  |
| OKLABI              | OKSTRA <sup>®</sup> -Klassenbibliothek: frei bezieh- und einsetzbares Werkzeug zur Entwicklung → OKSTRA <sup>®</sup> -konformer Anwendungen für Software-Entwickler                               |
| OKSTRA kommunal     | Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen für kommunale Straßendaten   |
| OKSTRA <sup>®</sup> | Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen, Standard zur IT-technischen Beschreibung von Objekten im Bereich des Straßen- und Verkehrswesens in der Bundesrepublik Deutschland              |
| ÖPNV                | Öffentlicher Personennahverkehr   |
| ÖV                  | Öffentlicher Verkehr  |
| PT                  | Projektträger   |
| RailML              | railML ist ein Datenaustauschformat im Schienenverkehrssektor auf → XML-Basis   |
| SQLite              | SQLite ist eine Programmbibliothek, die ein relationales Datenbanksystem enthält.   |
| TRANSMODEL          | Europäisches Referenzdatenmodell für ÖV-Informationen   |
| TransXchange        | Nationaler britischer Datenstandard zum Austausch von Linien- und Fahrplaninformationen im Busverkehr   |
| UIC                 | Union internationale des chemins de fer (Internationaler Eisenbahnverband)  |
| UML                 | Unified Modeling Language (Vereinheitlichte Modellierungssprache), eine grafische Modellierungssprache zur Spezifikation, Konstruktion und Dokumentation von Software-Teilen und anderen Systemen |
| VBUSch              | Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Schienenwegen  |
| VDV                 | Verband Deutscher Verkehrsunternehmen   |

|         |   |
|---------|---|
| VDV 452 | VDV-Schrift 452 „VDV-Standardschnittstelle Liniennetz/Fahrplan“   |
| VDV 456 | VDV-Schrift 456 „Standardschnittstelle Infrastruktur-Daten-Management (IDMVU)“  |
| VU      | Verkehrsunternehmen   |
| WFS     | Web Feature Service: Internetgestützter Zugriff auf Geodaten innerhalb eines verteilten → GIS   |
| XML     | Extensible Markup Language (erweiterbare Auszeichnungssprache): Auszeichnungssprache zur Darstellung hierarchisch strukturierter Daten in Form von Textdateien. |
| XSD     | XML Schema Definition: Empfehlung zum Definieren von Strukturen für → XML-Dokumente.  |