

# Anwendung der Methode BIM in Konformität mit den Regelwerken der FGSV und des IT-Ko

Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen

Verkehrstechnik Heft V 354

**bast**

# Anwendung der Methode BIM in Konformität mit den Regelwerken der FGSV und des IT-Ko

von

Martin Radenberg  
Deborah Müller  
Lehrstuhl für Verkehrswegebau

Markus König  
Philipp Hagedorn  
Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen

Justin Geistefeldt  
Sandra Hohmann  
Joshua Heinrichs  
Lehrstuhl für Verkehrswesen – Planung und Management

Ruhr-Universität Bochum  
Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

unterstützt durch

Dirk Stiehler  
Johanna Kortemeyer  
Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Leipzig

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

**Verkehrstechnik Heft V 354**

**bast**

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

- A - Allgemeines
- B - Brücken- und Ingenieurbau
- F - Fahrzeugtechnik
- M - Mensch und Sicherheit
- S - Straßenbau
- V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt bei der Carl Ed. Schünemann KG, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos angeboten; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Die **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)** stehen zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung.  
<https://bast.opus.hbz-nrw.de>

## Impressum

**Bericht zum Forschungsprojekt 02.0427**  
Anwendung der Methode BIM in Konformität mit den Regelwerken der FGSV und des IT-Ko

**Fachbetreuung**  
Gerd Kellermann

**Referat**  
Verkehrsstatistik

**Herausgeber**  
Bundesanstalt für Straßenwesen  
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach  
Telefon: (0 22 04) 43 - 0

**Redaktion**  
Stabsstelle Presse und Kommunikation

**Druck und Verlag**  
Fachverlag NW in der  
Carl Ed. Schünemann KG  
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen  
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53  
Telefax: (04 21) 3 69 03 - 48  
[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)

ISSN 0943-9331  
ISBN 978-3-95606-657-3

Bergisch Gladbach, Januar 2022

## Kurzfassung – Abstract

### **Anwendung der Methode BIM in Konformität mit den Regelwerken der FGSV und des IT-Ko**

Durch den Stufenplan Digitales Bauen und Betreiben wird vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) die ganzheitliche und flächendeckende Nutzung von Building Information Modeling (BIM) im Straßenbau gefordert. Demnach sollen auch für Infrastrukturprojekte moderne, IT-gestützte Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb ähnlich den Strukturen im Hochbau verwendet werden. Das Projekt beschäftigt sich mit der Überprüfung der Konformität der Methode BIM mit den Regelwerken der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) und des Gremiums „Koordinierung der Bund/Länder Fachinformationssysteme im Straßenwesen (IT-Ko). Darüber hinaus sollen digitale und datenbanktaugliche Strukturen mit den wesentlichen Inhalten der R1-Regelwerke erstellt werden, anhand derer die Konformitätsprüfung erfolgen kann.

Als erste Grundlage für eine einheitliche Anwendung der Methode BIM in Infrastrukturprojekten dient die Entwicklung eines BIM-konformen Objektkataloges für das Verkehrswesen und den Straßenbau. Die Umsetzung erfolgte in Form einer Datenbank, in welcher die wichtigsten Begrifflichkeiten und Definitionen der Regelwerke der FGSV und des IT-Ko als Merkmalsgruppen und Merkmale importiert wurden. Hierbei wurde eine einheitliche Verwendung von den Begrifflichkeiten innerhalb eines Regelwerkes als auch zwischen verschiedenen Regelwerken untersucht. Zusätzlich wurden den einzelnen Merkmalen nach Möglichkeit Definitionen, Beschreibungen, Beispiele, Wertebereiche, physikalische Größen sowie Dimensionen zugewiesen. Der Informationsgehalt in der Datenbank ist stark von der Detailtiefe im jeweiligen Regelwerk abhängig. Die Analyseergebnisse und die Hinweise zu nicht harmonisierten Bereichen der einzelnen Regelwerke werden für die weitere Gremienarbeit und gegebenenfalls erforderliche Abstimmungen zwischen verschiedenen Gremien zur Verfügung gestellt. Zusätzliche Hinweise zu abbildbaren und nicht abbildbaren Informationen in digitalen Modellen wurden ebenfalls herausgearbeitet. Eine Liste mit weiteren BIM-relevanten Regelwerken sowie erwartete Neuerungen in bereits analysierten Regel-

werken ist diesem Bericht beigelegt. Eine Anleitung für die systematische Analyse weiterer Regelwerke zur Ergänzung der Datenbank für die zukünftige Fortentwicklung und Datenpflege wurde verfasst. Ein Umsetzungsbeispiel der Datenbank in Form eines dreidimensionalen Datenmodells wurde erzeugt. Prüfungen hinsichtlich der Merkmalsabhängigkeiten können in Zukunft durch gezielte Abfragen innerhalb eines Modells ergänzt werden. Durch die beispielhafte Analyse ausgewählter Regelwerke und die Entwicklung einer geeigneten Datenbankstruktur kann dieses Projekt als erster Schritt zu einer einheitlichen BIM-Struktur für den Infrastrukturbau dienen.

### **Application of the BIM method in conformity with the regulations of the FGSV and the IT-Ko**

The Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI) requires the comprehensive and area-wide use of Building Information Modeling (BIM) in road construction through the step-by-step plan Digital Construction and Operation. According to this, modern, IT-supported processes and technologies are to be used for infrastructure projects in planning, construction and operation similar to the structures in building construction. The project is dedicated to the application of the BIM method in conformity with the regulations of the German Road and Transportation Research Association (FGSV) and the committee “Coordination of Bund-Länder Information Systems in Road Engineering” (IT-Ko).

The development of a BIM-compliant object catalogue for transportation and road construction serves as a first basis for a uniform application of the BIM method in infrastructure projects. The implementation took place in the form of a database, in which the most important terms and definitions of the rules and regulations of the FGSV and the IT-Ko were imported as feature groups and features. A uniform use of the terms within a set of rules as well as between different sets of rules was investigated. In addition, definitions, descriptions, examples, value ranges, physical quantities and dimensions were assigned to the individual characteristics. The information content in the database is strongly dependent on the level of detail in each set of rules.



The results of the analysis and the information on non-harmonised areas of the individual regulations were made available for further committee work and any necessary coordination between different committees. Additional notes on displayable and non-imageable information in digital models were also elaborated. A list of further BIM-relevant rules and regulations as well as expected innovations in already analysed rules and regulations can be found in this report. A guide for the systematic analysis of other rules and regulations and for adding them to the database for future data maintenance was written. An implementation example of the database in the form of a three-dimensional data model was generated. In the future, checks regarding the dependencies of characteristics can be supplemented by specific queries within a model. By the exemplary analysis of selected rules and regulations and the development of a suitable database structure, this project can serve as a first step towards a uniform BIM structure for infrastructure construction.

## Summary

### Application of the BIM method in conformity with the regulations of the FGSV and the IT-Ko

#### 1 Introduction and objectives

In the “Step-by-step plan for digital construction and operation” the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI) defines goals and approaches for a holistic and comprehensive application of Building Information Modeling (BIM). Within the framework of this initiative, the legislator demands the use of modern, IT-supported processes and technologies in the planning, construction and operation of public infrastructure buildings from 2020. The development of a BIM-compliant object catalogue for transportation and road construction serves as a first basis for a uniform application of the BIM method in infrastructure projects. The implementation took place in the form of a database, in which the most important terms and definitions of the FGSV and IT-Ko regulations were imported as property groups and characteristics. A uniform use of the terms within a set of rules as well as between different sets of rules was investigated. In addition, definitions, descriptions, examples, value ranges, physical quantities and dimensions were assigned to the individual characteristics. The information content in the database is strongly dependent on the level of detail in the respective set of rules. The results of the analysis and the notes on non-harmonised areas of the individual regulations were made available for further committee work and, if necessary, for coordination between different committees. Additional information on representable and non-representable information in digital models was also elaborated. A list of further BIM-relevant regulations and expected innovations in already analysed regulations can be found in this report. A guide for the systematic analysis of further rules and regulations and for adding them to the database for future data maintenance was written. An implementation example of the database in the form of a three-dimensional data model was generated. In the future, checks regarding the property dependencies can be supplemented by specific queries within a model. Through the exemplary analysis of selected rules and regulations and the development of a

suitable database structure, this project can serve as a first step towards a uniform BIM structure for infrastructure construction.

#### 2 Recording of characteristics and characteristic groups

The need for data catalogues with characteristics for specific BIM applications is described in DIN EN ISO 23386, which is currently undergoing commentary. In the introduction of DIN EN ISO 23386 it says:

“In the digital built environment, there will be no single data catalogue that contains all the definitions needed in all BIM domains. Different groups, possibly in different countries, will create or have already created separate data catalogues tailored to their needs based on legislation and culture. We are facing and will continue to face different separate data catalogues. They may even be on the same platform, but logically they are separate.

For the future of BIM, it is important to ensure that these data catalogues can be interoperable in tools and applications.

- The elements of the data catalogues must be described by the same attributes. If this is agreed upon and implemented by all data catalogue providers, it is possible to map features in one data catalogue to features in other data catalogues. This can lead to reuse of features and harmonization of features across data catalogues. It is also an important step in enabling BIM applications to use multiple data catalogues in a consistent manner.
- The control of the data catalogues must follow the same rules with respect to the creation and development of the content of the data catalogues.

It is assumed that the data catalogues are independently connected within a coordinated network of data catalogues (again, multiple such networks may exist). Within the network, the data catalogues are related to each other, which is visible, for example, through the use of a particular attribute that maps properties and property sets of

different data catalogues to each other. Each data catalogue in the network of coordinated data catalogues is independent, i.e. it has its own processes and committees to govern the elaboration and development of the data catalogue; meanwhile, all data catalogues follow the same description and governance rules described in this standard.

This document specifies the attributes for defining properties and property sets of a single data catalogue, as well as the processes and committees/roles for governance of a single data catalogue within a network of coordinated data catalogues. The control processes describe how the single data catalogue handles requests and change requests, as well as the extension of requests to other linked data catalogues; information from other linked data catalogues regarding a change is an essential part of this process.”

This document helps to ensure the quality and uniqueness of property descriptions and to avoid the creation of duplicates.

DIN EN ISO 23386:2020 makes the following definitions, which are used within this document:

- **Data catalogue**

A data catalogue is a centralised repository for information about data such as meaning, relationships to other data, origin, use, and format [Source: ISO 23386:2020, 3.9 data dictionary].

- **Property**

A property is an inherent or acquired characteristic of an object. Characteristics can be used to make a classification. A property may represent the (lowest) level of a classification. A characteristic may belong to more than one group of characteristics [Source: ISO 23386: 2020, 3.17 property].

- **Property set**

A property set is a collection of properties that allows features to be organised based on their semantics. There are five categories of possible property sets (cf. Category). Property sets can be organised in tree structures. Each property assigned to a property set is inherited by the subgroup(s) of properties [Source: ISO 23386: 2020, 3.14 group of properties].

- **Attribute**

An attribute is a data element for the machine-readable description of a property or a property set. An attribute describes only a single detail of a property or a property set.

According to ISO 23386:2020, eight pieces of information are kept for machine processing for each attribute of a property or property set. This includes a unique identifier of the attribute, a designation and a description. Furthermore, information about the management rules in interrelated classifications is defined to ensure whether it is mandatory to specify an attribute or not. Furthermore, it is stored whether an attribute must or can be specified by the user or whether it is a system-generated value [Source: ISO 23386:2020, 3.4 attribute].

- **Category**

The different categories of property sets are: Class (as part of a classification according to ISO 12006-2:2015 4.3), Domain (as a summary of attributes related to a field of activity), Reference Document (as a reference to a published technical specification), Composite Attributes (as a collection of dependent attributes), and Alternative Use (for all applications that cannot be represented by the previous ones).

### 3 Procedures for reviewing the rules and regulations

Selected regulations of the FGSV were first analysed for characteristics and characteristic groups. These were recorded and described in detail in a prepared Microsoft-Excel® table. This includes definitions, examples, data types, value ranges or units. Due to the complexity of the road construction and traffic system, all terms of the rules and regulations were first recorded and only sorted and assigned in subsequent work steps. For the assignment, relations were also created in tabular form. Relationships are always created by an ID, so that a clear assignment is always possible. Duplications within these selected sets of rules could be eliminated so that a large common structure could develop.

Subsequently, the evaluation tables were checked and adjusted several times, so that they could finally

be imported into a database. In the database structure, the hierarchical structures of the individual terms become clear. Each characteristic is assigned to at least one characteristic group according to the given structure. Figure 3-1 shows an excerpt from the database.

After the final structure of the data collection and import was established, further R1 rules of the FGSV were analysed and imported into the database. The duplications of all evaluated sets of rules were eliminated in the tables.

After completion of the database, the IT-Ko regulations were compared with the evaluations of the FGSV regulations. Many similarities but also some differences were noticed. The results were recorded in tabular form, so that in the follow-up of the project uniform terms and definitions between the FGSV and the IT-Ko can be found at the appropriate places.

	Eigenschaftname	Wert	Datentyp
<b>Belastungsklasse</b>			
1	: Fahrstreifenbreitenfaktor (f2)	1,1000	xs:double
2	: Achslastfaktor (fA)	3,3000	xs:double
3	: Belastungsklasse	Bk32	xs:string
4	: Dimensionierungsrelevante Beanspruchung (B)	27,0300	xs:double
5	: DTA	16.500,0000	xs:double
6	: DTV	5.000,0000	xs:double
7	: Fahrstreifenfaktor (f1)	0,5000	xs:double
8	: Lastkollektivquotient (qBM)	0,2300	xs:double
9	: Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs (p)	0,0100	xs:double
10	: Mittlerer jährlicher Zuwachsfaktor des Schwerverkehrs (fz)	1,1590	xs:double
11	: Nutzungszeitraum (N)	30	xs:int
12	: Steigungsfaktor (f3)	1,0200	xs:double

Fig. 3-1: Extract from the created database

## 4 Results and evaluation

Altogether 67 FGSV regulations and 10 parts of the instruction road information bank (ASB) of the IT-Ko were analysed. Ten selected reference rules and regulations of the FGSV were examined in great detail, commented and imported into the database. The other FGSV rules and regulations were checked due to the large amount of data, but no duplications could be filtered out and eliminated. Figure 4-1 shows the data collection of the selected reference rules and thus shows the very large scope of the analysed terms regarding the characteristics, the groups of characteristics, as well as the relations between the individual terms.

With regard to the further development and maintenance of the database, a short manual was created, which contains the most important steps for the analysis of new regulations. In addition, a set of rules was worked out, which should be analysed and implemented in the database after the project. In this context, an indication was also given that essential rules and regulations will soon be revised, so that in these cases the new version should be taken into account if possible. For a few rules and regulations no meaningful implementation into the developed structure could take place, because they are either unfinished rules and regulations or rules and regulations with mainly geometrical specifications and limit values.

The 10 selected parts of the ASB were analysed and compared with the analyses of the FGSV regulations. These analyses show the currently still unequal positions between the FGSV and the IT-Ko, which should be adjusted in the future.

A possible outlook for the application of the developed structures of the evaluation tables and

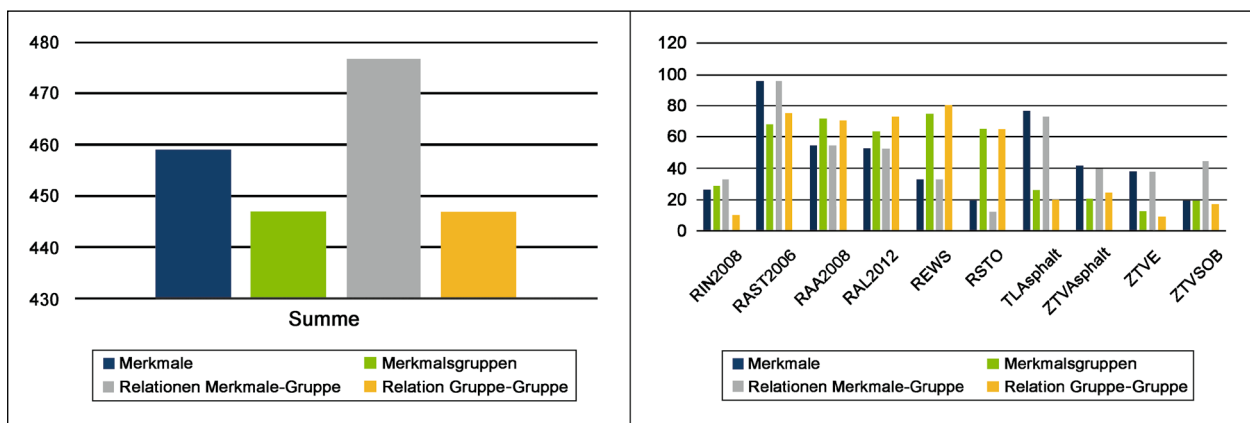


Fig. 4-1: Data collection of the reference rules

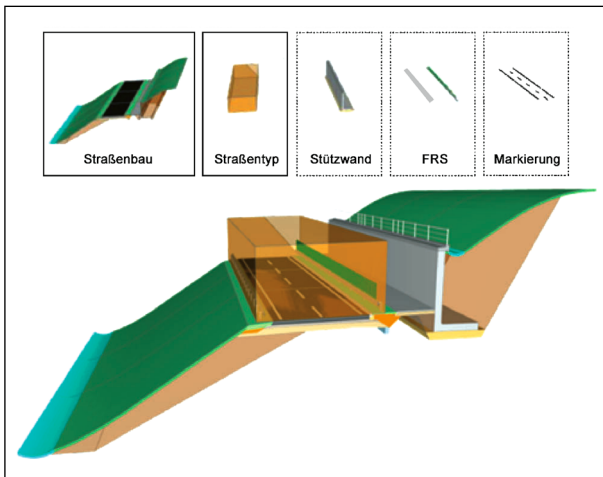


Fig. 4-2: Possible conversion of the database into a model

the database is shown in figure 4-2. From some data of the database an object catalogue in form of a model was implemented here.

## 5 Summary and outlook

Within the scope of this project, concepts for conformity testing of regulations in connection with Building Information Modeling were presented. For the development of a suitable procedure some reference sets of rules and regulations were selected. The information contained was converted into properties and property groups according to DIN EN ISO 23386. The captured properties and property groups were stored in a graph-based database and can be made available in digital form in the future.

The selected sets of rules for the processing and analysis within the scope of this project were developed by the FGSV and the IT-Ko. In the case of the FGSV rules and regulations, relevant R1 rules and regulations from 2003 onwards were analysed, and the IT-Ko analysed several parts of the Road Information Bank (ASB) instruction. A uniform use of the terms within a set of rules as well as between different sets of rules was examined. In addition, definitions, descriptions, examples, value ranges, physical quantities and dimensions were assigned to the individual characteristics. The information content in the database is strongly dependent on the level of detail in the respective set of rules. The results of the analysis and the notes on non-harmonised areas of the individual regulations were made available for further committee work

and, if necessary, for coordination between different committees. Additional information on representable and non-representable information in digital models was also elaborated. A list of further BIM-relevant regulations and expected innovations in already analysed regulations can be found in this report. A guide for the systematic analysis of further rules and regulations and for adding them to the database for future data maintenance was written. An implementation example of the database in the form of a three-dimensional data model was generated. In the future, checks regarding the property dependencies can be supplemented by specific queries within a model. Through the exemplary analysis of selected rules and regulations and the development of a suitable database structure, this project can serve as a first step towards a uniform BIM structure for infrastructure construction.

According to the BMVI's step-by-step plan "Digital planning and building", all new infrastructure projects to be planned should be implemented using the BIM methodology. It is therefore particularly important to develop a uniform structure that conforms to existing regulations and to maintain it afterwards. As a further research requirement, the information from the other sets of rules and regulations mentioned in this report should be incorporated into the developed structure. Subsequently, further sets of rules and regulations, such as those of the BMVI, should be included. The aim is to promote and standardise the use of the BIM method in infrastructure construction in Germany by means of uniform structural and object specifications.

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	11	8.1.2 Formale Überarbeitung .....	48	
<b>2</b>	<b>BIM im Straßenbau/Hintergrund zur Datenmodellierung</b> .....	11	8.2 Umgang mit identischen Begriffen .....	50	
2.1	Einleitung .....	11	8.3 Handlungsempfehlung zur Erstellung, Pflege und Erweiterung von Merkmalsystemen .....	51	
2.2	Anwendungen im Straßenbau .....	12	8.3.1 Erstellung eines Informations-elementes. ....	51	
2.3	Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen (OKSTRA). ....	14	8.3.2 Aktivierung eines Informations-elementes. ....	52	
2.4	Erfassung von Merkmalen und Merkmalsgruppen. ....	14	8.3.3 Deaktivierung eines Informations-elementes .....	52	
2.5	Standardisierung von Informationsanforderungen .....	16	8.3.4 Modifikation eines Informations-elementes – Revision. ....	52	
<b>3</b>	<b>Auswahl der Regelwerke</b> .....	20	8.3.5 Ersetzung eines Informations-elementes (Erstellung und Deaktivierung) .....	52	
3.1	Referenzregelwerke .....	20	8.3.6 Fragmentierung, Ersetzen eines Merkmals durch mehrere Merkmale (mehrere Erstellungen und eine Deaktivierung) .....	53	
3.2	Weitere analysierte Regelwerke. ....	21	8.3.7 Zusammenlegung, Ersetzen mehrerer Merkmale durch ein einziges Merkmal (eine Erstellung und mehrere Deaktivierungen) .....	53	
3.3	Weitere BIM-relevante Regelwerke ...	24	8.3.8 Erstellung einer Referenz zwischen Informationselementen aus verschiedenen Datenkatalogen. ....	53	
<b>4</b>	<b>Verfahren zur Überprüfung der Regelwerke</b> .....	28	<b>9</b>	<b>Umsetzungsmöglichkeiten der Datenbank</b> .....	54
4.1	Entwicklung des Verfahrens. ....	28	<b>10</b>	<b>Workshop</b> .....	58
4.2	Aufbau der Auswertungstabellen .....	29	<b>11</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussfolgerung</b> .....	58
<b>5</b>	<b>Analyse der Referenzregelwerke</b> ...	32	<b>Literatur</b> .....	59	
5.1	Beispielauswertung RStO 12 .....	32	<b>Bilder</b> .....	60	
5.2	Beispielauswertung ZTV Asphalt-StB 07/13 und TL Asphalt-StB 07/13. ....	36	<b>Tabellen</b> .....	61	
5.3	Beispielauswertung Anweisung Straßeninformationsbank .....	38	Der Anhang zum Bericht ist im elektronischen BAST-Archiv ELBA unter <a href="https://bast.opus.hbz-nrw.de">https://bast.opus.hbz-nrw.de</a> abrufbar.		
<b>6</b>	<b>Datenerhebung der Referenzregelwerke in der Datenbank</b> .....	40			
<b>7</b>	<b>Probleme und Lösungen in den Datenbankerfassungen</b> .....	40			
<b>8</b>	<b>Hinweise zur Vorgehensweise bei der Ergänzung von weiteren Regelwerken</b> .....	45			
8.1	Beispielüberarbeitung RAST 06 .....	45			
8.1.1	Inhaltliche Überarbeitung .....	45			



## 1 Einleitung

Im „Stufenplan Digitales Bauen und Betreiben“ definiert das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) Ziele und Herangehensweisen für eine ganzheitliche und flächendeckende Anwendung von Building Information Modeling (BIM). Im Rahmen dieser Initiative fordert der Gesetzgeber den Einsatz moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von öffentlichen Infrastrukturbauwerken ab 2020. Im Bereich Verkehrswesen und Straßenbau haben sich bereits ausgereifte Konzepte für Datenhaltung und -austausch wie OKSTRA (Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen), LandXML oder IFC (Industry Foundation Classes) etabliert. Diese Konzepte enthalten jedoch entweder nur ausgesuchte Informationen für bestimmte Anwendungszwecke oder sind untereinander nicht vereinheitlicht worden. Damit die notwendigen Informationen immer zur Verfügung stehen und auch einheitlich genutzt werden können, muss eine konkrete Beschreibung und Harmonisierung erfolgen.

Die Regelwerke der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) und der Koordinierung der Bund/Länder Fachinformationssysteme im Straßenwesen (IT-Ko) definieren solche Objekte und deren Eigenschaften für das Verkehrswesen und den Straßenbau und sind demnach als sinnvolle Grundlage für die Entwicklung von Informationsanforderungen anzusehen. Nicht harmonisierte Bereiche in den Regelwerken müssen identifiziert werden. Hierzu werden im Rahmen des Projektes ausgewählte relevante Regelwerke der FGSV und der IT-Ko analysiert. Die Analyseergebnisse und die Hinweise zu nicht harmonisierten Bereichen innerhalb der Regelwerke werden für die weitere Gremienarbeit zur Verfügung gestellt. Zusätzlich wird herausgefiltert, welche Informationen überhaupt in digitalen Modellen abgebildet werden können und inwiefern sich Anforderungen prüfen lassen.

## 2 BIM im Straßenbau/Hintergrund zur Datenmodellierung

### 2.1 Einleitung

Im „Stufenplan Digitales Bauen und Betreiben“ definiert das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) Ziele und Herangehensweisen für eine ganzheitliche und flächendeckende Anwendung von BIM. Klar definierte Prozesse sind für die erfolgreiche Einführung von BIM eine wesentliche Voraussetzung. Aus diesem Grund wurde ein übergeordneter BIM-Referenz-Prozess definiert (vgl. Bild 2-1). Wesentliche Kernforderungen sind:

• Der Auftraggeber hat in seinen Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA) genau festzulegen, welche Daten er wann benötigt.

• Zu liefernde Leistungen müssen auf der Grundlage von 3D-Modellen in digitaler Form erarbeitet und zur Verfügung gestellt werden.

• In der Ausschreibung sind herstellernerneutrale Datenformate zu fordern, um den Datenaustausch unabhängig von den genutzten Softwareprodukten zu ermöglichen.

• Der Prozess zur Bereitstellung der geforderten Daten ist unter Festlegung aller dafür notwendigen Rollen, Abläufe, Schnittstellen, Interaktionen sowie der genutzten Technologien in einem BIM-Abwicklungsplan (BAP) zu definieren.

• Die Daten der Auftragnehmer müssen an den Datenübergabepunkten auf Konformität mit den AIA überprüft werden. Der Auftraggeber sollte die Prüfkriterien und das Prüfverfahren vertraglich vereinbaren.

• Es ist eine gemeinsame Datenumgebung (engl. Common Data Environment – CDE) im Sinne des Informationsmanagements gemäß ISO 19650-1/2018 und ISO 1650-2/2018 zur strukturierten Ablage und zum verlustfreien Austausch

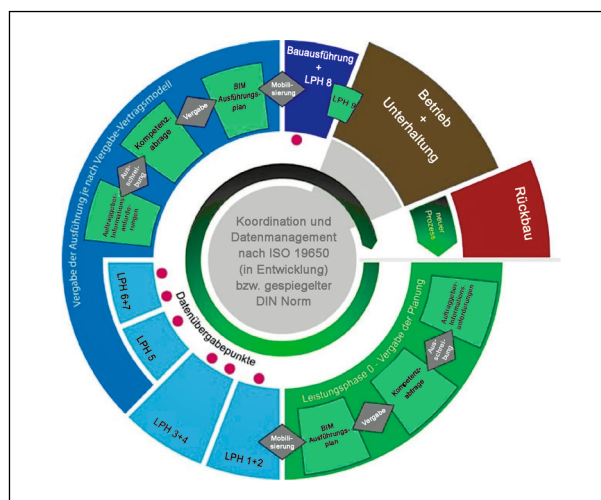


Bild 2-1: Schematische Darstellung des BIM-Referenz-Prozesses [BMVI, 2015]



der im Planungs- und Bauprozess erzeugten Daten zu schaffen.

Die AIA bilden die Grundlage für die Beauftragung der Auftragnehmer und werden sowohl bei der Erarbeitung des Angebots durch den Auftragnehmer als auch bei der Prüfung und Auswahl durch den Auftraggeber herangezogen. Die Umsetzung der beauftragten BIM-Leistungen bzw. BIM-Anwendungsfälle werden im BAP geregelt. In den folgenden Leistungsphasen werden die vereinbarten Modelle durch die Auftragnehmer auf Basis der AIA erstellt und an definierten Datenübergabepunkten in Open-BIM-Datenformaten an den Auftraggeber und weitere Auftragnehmer geliefert.

Ein analoges Vorgehen ergibt sich für die Ausschreibung, Vergabe und Bearbeitung der BIM-Leistungen für die Ausführung. Die Informationen, die für den Betrieb und den Unterhalt notwendig sind, müssen initial durch den Auftraggeber in den AIA definiert worden sein. Der Betrieb und die Unterhaltung müssen so organisiert werden, dass die Modelle einfach genutzt und kontinuierlich gepflegt werden können. Die BIM-fähigen Bestandsdaten können anschließend für den Aus- und Neubau und den Rückbau verwendet werden und liefern somit eine Grundlage für die AIA eines zukünftigen Projektes. Bei der Spezifikation der AIA sind Vorgaben zum Facility Management oder Asset Management und Vorgehensweisen zur Projektabwicklung zu formulieren. Dadurch entstehen Informationsanforderungen für den Betrieb, die wiederum Vorgaben in die AIA integriert werden (vgl. Bild 2-2).

Der Umfang und die Ausgestaltung der AIA werden international als auch national noch recht unterschiedlich interpretiert. Der Aufbau der AIA wird in Deutschland gerade intensiv im Rahmen der VDI-Richtlinie 2552 Blatt 10 diskutiert. In Abhängigkeit von der Leistung bzw. des BIM-Anwendungsfalls und der Leistungsphase soll im Wesentlichen festgelegt werden, welche Modellobjekte in welcher Ausprägung bzw. Detaillierung ein entsprechendes Modell zu enthalten hat (vgl. Bild 2-3). Die AIA zur Vergabe der Planung mit BIM beinhalten dann unter anderem die zu beauftragenden BIM-Leistungen in Form von BIM-Anwendungsfällen. Welche BIM-Anwendungsfälle relevant und wichtig sind, ergibt sich aus den vom Auftraggeber definierten Zielen. Hierbei sind Aspekte wie identifizierte Risiken und eine transparente Entscheidungsunterstützung maßgeblich.

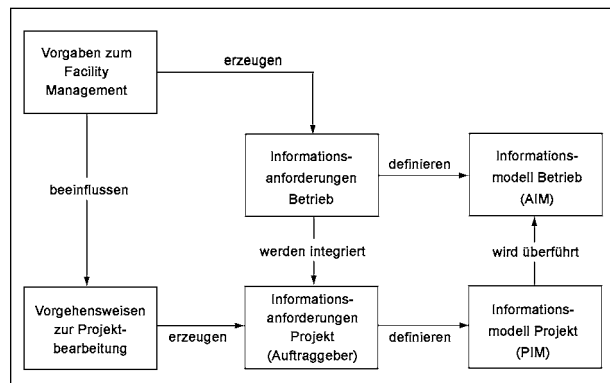


Bild 2-2: Informationsanforderungen an Modelle zur Projektabwicklung und zum Betrieb

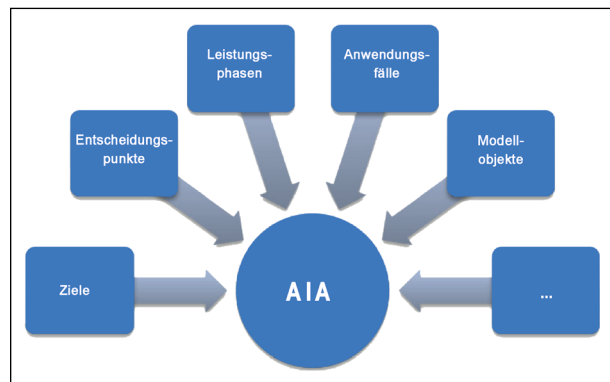


Bild 2-3: Aspekte von Auftraggeber-Informations-Anforderungen

## 2.2 Anwendungen im Straßenbau

Im Rahmen der „Wissenschaftlichen Begleitung der BMVI-Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau“ wurde eine umfangreiche Materialsammlung erstellt, welche aktuellen Entwicklungen bezüglich der Anwendung von BIM im Infrastrukturbau zusammenfasst. Zudem werden Standards und Richtlinien sowie rechtliche Rahmenbedingungen betrachtet, die in diesem Zusammenhang zu beachten sind. Die Auswertung der Materialsammlung zeigt, dass die Anwendung der BIM-Methodik im Straßenbau bisher wenig verbreitet ist [KÖNIG et al., 2016].

Im Bereich des Straßenbaus haben sich bereits ausgereifte und herstellerneutrale Konzepte zur Datenhaltung und zum Datenaustausch (z. B. OKSTRA, LandXML) etabliert. Allerdings sind diese auf konkrete Anwendungsfälle bzw. die ausschließliche Verwendung während einzelner Projektphasen ausgelegt. Die Nutzung von BIM über den gesamten Lebenszyklus erfordert hingegen einen durchgängigen Datenaustausch zwischen allen Projektbeteiligten. Ein entsprechendes Datenformat sollte dabei Erzeu-

gung, Verwendung sowie Austausch von Informationen für die gewünschten BIM-Anwendungsfälle sowohl für die Planung und Bauausführung als auch für den Betrieb ermöglichen. In diesem Zusammenhang könnte die DIN EN ISO 16739 „Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauindustrie und im Anlagenmanagement“ verwendet werden. Entwickelt wurden die Industry Foundation Classes von buildingSMART International, ehemals International Alliance for Interoperability (IAI). Die Erweiterung des Anwendungsbereiches von IFC wird von buildingSmart angestrebt. Die aktuelle Version ist IFC4.3 RC1 und wurde im April 2020 als Release Candidate vorgestellt, die aktuelle veröffentlichte Version ist IFC4.1.

Im Unterschied zum Hochbau erfolgt die Planung eines Linienbauwerks anhand einer Trassierungsachse, die den räumlichen Verlauf der Straße beschreibt. Eine korrekte und eindeutige Definition der Trassierung bildet folglich die Basis für Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von Straßen. Ifc-Alignment ist das erste Projekt, welches die Definition von Datenstandards für digitale Bauwerksmodelle im Bereich Infrastrukturbau thematisiert. Ifc-Alignment (Version 1.0) ermöglicht den Austausch der Trassierungsdaten von der Planung zur Bauausführung zum Asset Management sowie einen systemneutralen offenen Zugang zu Trassierungsdaten im Bestand. Folglich kann auch das Erhaltungsmanagement die in Planung und Ausführung erzeugten Daten verwenden. Im Folgeprojekt Ifc-Alignment 1.1 wurden u. a. Möglichkeiten der linearen Referenzierung entlang einer Trassierungsachse entwickelt.

Während IfcAlignment die Trassierung von Straßen, Schienen, Brücken und Tunneln abdeckt, fokussiert IfcRoad die Besonderheiten des Straßenbaus. Das Projekt beinhaltet die „Entwicklung einer Erweiterung des internationalen IFC-Standards für den Datenaustausch in Entwurf, Detailplanung, Kostenkalkulation, Terminplanung und Durchführung von Straßenbau- und Erdarbeiten“ [König et al., 2016]. Mithilfe von Experten aus dem Bereich Straßenbau wird eine Vertretung deutscher Interessen während der Entwicklung internationaler Standards für einen offenen Datenaustausch ermöglicht. Zu diesem Zweck erfolgt eine Analyse und Bewertung internationaler Vorschläge für IfcRoad hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in Deutschland. Weiterer Kernpunkt ist die Definition und Priorisierung von BIM-Anwendungsfällen für den Straßenbau und daraus resultierende Anforderungen an ein ge-

meinsam nutzbares Datenmodell. Dabei werden etablierte Konzepte zur Datenhaltung im Straßenbau berücksichtigt (z. B. OKSTRA, LandXML).

Neben der Entwicklung von Standards für den offenen Datenaustausch wird die Anwendung von BIM in Pilotprojekten erprobt. Beim Neubauprojekt „Talbrücke Auenbach“ der DEGES wird BIM bereits in frühen Planungsphasen eingesetzt. Die projektspezifischen Anwendungsfälle umfassen u. a. eine parametrisierte Planung des Brückenbauwerks, welche die Durchführung von Variantenstudien erleichtert. Jedoch können die parametrisch erzeugten digitalen Bauwerksmodelle aktuell noch nicht mithilfe eines offenen Datenformats ausgetauscht werden. Beim Datenaustausch werden die parametrischen Bauwerksmodelle in explizite Beschreibungen überführt. Zudem sollen Termin- und Kostensicherheit durch Verwendung eines modellbasierten Änderungsmanagements gesteigert werden [BMVI, 2015a]. Beim Projekt „Petersdorfer See“ (DEGES) handelt es sich um den Ersatzbau einer Brücke, bei dem die BIM-Methodik in der Ausführungsphase eingesetzt wird. Im Vordergrund steht die Modellierung von Brücke und Erdbau im IST- und SOLL-Zustand. Mithilfe der Modelle sollen sowohl Bauzustände und zugehörige Terminabhängigkeiten als auch die Verkehrsführung während der Bauzeit simuliert werden [BMVI, 2015b]. Aktuell werden weitere BIM-Pilotprojekte in verschiedenen Bundesländern durch das BMVI gefördert. Hierzu gehören beispielsweise die Grundinstandsetzung der Straßenbrücke Bergedorfer Str. B 5/A 1 in Hamburg, der Neubau der zweiten Gauchachtalbrücke in Baden-Württemberg oder die Grundhafte Sanierung der A 40 „Grenze bis AS Wachtendonk“ in Nordrhein-Westfalen. Bei allen BIM-Pilotprojekten wurden bisher eigene und recht unterschiedliche AIA definiert und verwendet. Dies hat zur Folge, dass automatisierte Prüfungen von Regelwerken bisher noch nicht möglich waren.

Die Praxiserfahrungen mit BIM haben die vielfältigen Potenziale einer ganzheitlichen, digitalen Planung gezeigt. In diesem Kontext sind vor allem eine erhöhte Planungssicherheit, verbesserte Projektkommunikation sowie verkürzte Ausführungszeiten anzuführen. Der Einsatz von BIM im Straßenbau beschränkt sich derzeit noch auf in sich geschlossene Anwendungsfälle wie modellbasierte Terminplanung und Massenermittlung. Konzepte und Datenmodelle, die eine Anwendung über den gesamten Lebenszyklus eines Straßenbauwerks ermöglichen, stehen noch nicht umfassend zur Verfügung.

## 2.3 Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen (OKSTRA)

Der Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen (OKSTRA) ist ein herstellerneutrales, offenes Datenaustauschformat, das der umfassenden geometrisch-semanticen Beschreibung von Straßen und dem Austausch entsprechender Daten dient. OKSTRA wurde im Auftrag der BASt entwickelt und in der ersten Version 1999 verabschiedet. Die Weiterentwicklung und Pflege des OKSTRA liegt bei der OKSTRA-Pflegestelle, die in administrativer Hinsicht von einer Bund-Länder-Projektgruppe beaufsichtigt wird. Die aktuelle Version trägt die Versionsnummer 2.019.

Das OKSTRA-Schema ist sehr umfangreich und besteht aus zahlreichen Teilschemata (Pakete), darunter u. a. Entwurf, Bauwerke, Flächenmodell, Grunderwerb, Lichtsignalanlage, Straßenausstattungen, Topografie und Verkehr. Damit ist OKSTRA in der Lage, einen großen Teil der anfallenden Informationen über den gesamten Lebenszyklus von Straßen abzubilden. Der OKSTRA-Standard ist mit seinen fast 14.000 Attributen wohl einer der umfangreichsten Standards seiner Art, die sich derzeit in Verwendung befinden. Das Datenmodell ist sehr eng auf die Anforderungen von deutschen Verwaltungsbehörden und die deutsche Gesetzgebung zugeschnitten.

Um den OKSTRA-Standard flexibel anpassen zu können, werden beispielsweise Schlüsselstabellen genutzt. Bei sehr vielen Schlüsselstabellen ist der Wertekatalog direkt im Datenmodell hinterlegt. Dadurch kann die Zulässigkeit von Werten sichergestellt werden. Gleiches gilt für die Fachbedeutungslisten, die im Zusammenhang mit allgemeinen Geometrieobjekten verwendet werden können. Dabei wird grob vereinfacht einem allgemeinen Geometrieobjekt eine eindeutige ID zugewiesen, die in einer Fachbedeutungsliste näher spezifiziert ist. Die Komplexität dieser Auszeichnung erhöht sich dadurch, dass jedes Bundesland eigene Fachbedeutungslisten einbringen darf und diese auch in verschiedenen Versionen vorliegen dürfen. Zur Prüfung der hinterlegten Wertekataloge wird eine kostenlose Software (das OKSTRA Werkzeug) bereitgestellt. Die Software überprüft außerdem, ob die im Datensatz auftretenden Fachbedeutungen Bestandteil der angegebenen Fachbedeutungsliste sind.

Da nicht bei jedem Datenaustauschscenario alle Objekttypen des OKSTRA-Standards benötigt wer-

den, sondern meistens nur eine sehr kleine Teilmenge, kann dieser auf die für einen konkreten Anwendungsfall zugeschnittene Menge von Objekten mithilfe sogenannter OKSTRA-Profile reduziert werden.

## 2.4 Erfassung von Merkmalen und Merkmalsgruppen

Die Notwendigkeit für Datenkataloge mit Merkmalen für bestimmte BIM-Anwendungen wird in der DIN EN ISO 23386 beschrieben, die im März 2020 in der ersten Ausgabe veröffentlicht wurde. In der Einleitung der DIN EN ISO 23386 heißt es (Zitat):

„In der digitalen gebauten Umwelt wird es keinen einzelnen Datenkatalog geben, der alle Definitionen enthält, die in allen BIM-Domänen benötigt werden. Verschiedene Gruppen, möglicherweise in verschiedenen Ländern, werden gesonderte Datenkataloge erstellen oder haben dies bereits getan, die auf der Grundlage der Gesetzgebung und Kultur auf ihre Bedürfnisse zugeschnitten sind. Wir sind mit verschiedenen gesonderten Datenkatalogen konfrontiert und werden es auch künftig sein. Sie können sich sogar auf derselben Plattform befinden, logisch sind sie jedoch voneinander getrennt.“

Für die Zukunft von BIM ist es wichtig sicherzustellen, dass diese Datenkataloge in Tools und Anwendungen interoperabel sein können.

- Die Elemente der Datenkataloge müssen durch dieselben Attribute beschrieben werden. Wenn dies vereinbart und von allen Datenkatalog-Anbietern umgesetzt wird, ist es möglich, Merkmale in einem Datenkatalog auf Merkmale in anderen Datenkatalogen abzubilden. Dies kann datenkatalogübergreifend zur Wiederverwendung von Merkmalen und zur Harmonisierung von Merkmalen führen. Außerdem ist dies ein wichtiger Schritt, um es BIM-Anwendungen zu ermöglichen, mehrere Datenkataloge einheitlich zu nutzen.
- Die Steuerung der Datenkataloge muss hinsichtlich der Erstellung und Entwicklung des Inhalts der Datenkataloge nach denselben Regeln erfolgen.

Es wird davon ausgegangen, dass die Datenkataloge unabhängig voneinander innerhalb eines koordinierten Netzwerks von Datenkatalogen

miteinander verbunden sind (auch hier dürfen mehrere derartige Netzwerke vorhanden sein). Innerhalb des Netzwerks stehen die Datenkataloge miteinander in Beziehung, was beispielsweise sichtbar wird durch die Verwendung eines bestimmten Attributs, welches Merkmale und Merkmalsgruppen verschiedener Datenkataloge aufeinander abbildet. Jeder Datenkatalog in dem Netzwerk koordinierter Datenkataloge ist unabhängig, d. h. er verfügt über seine eigenen Prozesse und Ausschüsse zur Steuerung der Erarbeitung und Entwicklung des Datenkataloges; unterdessen folgen alle Datenkataloge derselben Beschreibung und denselben Regeln zur Steuerung (en: governance), die in diesem Dokument beschrieben werden.

Dieses Dokument legt die Attribute zur Festlegung von Merkmalen und Merkmalsgruppen eines einzelnen Datenkatalogs sowie die Prozesse und Ausschüsse/Rollen für die Steuerung eines einzelnen Datenkatalogs innerhalb eines Netzwerks koordinierter Datenkataloge fest. In den Steuerungsprozessen wird beschrieben, wie der einzelne Datenkatalog Anfragen und Änderungsanträge sowie die Ausweitung von Anfragen auf andere verbundene Datenkataloge behandelt; Informationen von anderen verbundenen Datenkatalogen bezüglich einer Änderung sind ein wesentlicher Bestandteil dieses Prozesses.

Dieses Dokument trägt dazu bei, die Qualität und die Einzigartigkeit von Merkmalsbeschreibungen sicherzustellen und die Erzeugung von Duplikaten zu vermeiden.“

In der DIN EN ISO 23386:2020 werden folgende Definitionen getroffen, die innerhalb dieses Dokumentes verwendet werden:

### **Datenkatalog**

Ein Datenkatalog ist ein zentralisierter Speicher für Informationen über Daten wie Bedeutung, Beziehungen zu anderen Daten, Herkunft, Verwendung und Format.

[Quelle: ISO 23386:2020, 3.9 data dictionary].

### **Merkmal**

Ein Merkmal ist ein inhärentes oder erworbenes Charakteristikum eines Objektes. Anhand der Merkmale kann eine Klassifikation erfolgen. Ein Merkmal kann die (unterste) Ebene einer Klassifikation dar-

stellen. Ein Merkmal kann zu mehreren Merkmalsgruppen gehören.

[Quelle: ISO 23386:2020, 3.17 property]

### **Merkmalsgruppe**

Eine Merkmalsgruppe ist eine Sammlung von Merkmalen, die es ermöglicht Merkmale auf Grund ihrer Semantik zu organisieren. Es gibt fünf Kategorien von möglichen Merkmalsgruppen (vgl. Kategorie). Merkmalsgruppen können in Baumstrukturen organisiert werden. Jedes Merkmal, das einer Merkmalsgruppe zugeordnet ist, wird an die Untergruppe(n) von Eigenschaften vererbt.

[Quelle: ISO 23386:2020, 3.14 group of properties]

### **Attribut**

Ein Attribut ist ein Datenelement für die maschinenlesbare Beschreibung eines Merkmals oder einer Merkmalsgruppe. Ein Attribut beschreibt nur ein einzelnes Detail eines Merkmals oder einer Merkmalsgruppe.

Zu jedem Attribut eines Merkmals oder einer Merkmalsgruppe werden gemäß der ISO 23386:2020 jeweils acht Informationen für die maschinelle Verarbeitung vorgehalten (vgl. Tabelle 2-1). Dies beinhaltet einen eindeutigen Identifikator des Attributs, eine Bezeichnung und eine Beschreibung. Weiterhin werden Information über die Verwaltungsregeln in miteinander verbundenen Klassifikationen definiert, um sicherzustellen, ob es verpflichtend ist, ein Attribut anzugeben oder nicht. Des Weiteren ist hinterlegt, ob ein Attribut vom Nutzer angegeben werden muss bzw. kann oder ob es sich um einen vom System generierten Wert handelt.

[Quelle: ISO 23386:2020, 3.4 attribute]

### **Kategorie**

Die verschiedenen Kategorien von Merkmalsgruppen sind: Klasse (als Bestandteil einer Klassifikation gemäß ISO 12006-2:2015 4.3), Domäne (als Zusammenfassung von Merkmalen bezüglich eines Tätigkeitsbereiches), Referenzdokument (als Referenz auf eine publizierte technische Spezifikation), zusammengesetzte Merkmale (als Sammlung abhängiger Merkmale) und die alternative Verwendung (für alle Anwendungen, die nicht durch die vorherigen abgebildet werden können).

[Quelle: ISO 23386:2020, 3.17 group of properties]

Code	Name	Beschreibung	Beispiel	Managementregel für miteinander verbundene Datenkataloge	Managementregel für das Anfrageformular	Typ	Liste von Werten
PA001	global eindeutiger Bezeichner	global eindeutiger Bezeichner	936DA01F-9ABD-4D9D-80C7-02AF85C822A8	vorgeschrieben, berechnet	nicht maßgebend	String, Einzelwert	
PA002	Status	Status des Merkmals während seines Lebenszyklus	aktiv	vorgeschrieben, berechnet	nicht maßgebend	Aufzählung, Einzelwert	aktiv, inaktiv
PA003	Datum der Erstellung	Datum der Validierung der Anfrage zur Erstellung des Merkmals durch Sachverständige	2014-04-30T10:39:53Z	vorgeschrieben, berechnet	nicht maßgebend	Datum nach ISO 8601 (alle Teile) Format = YYYY-MM-DDThh:mm:ssTZD	
PA004	Datum der Aktivierung	Datum, nach dem das Merkmal verwendet werden kann	2014-04-30T10:39:53Z	vorgeschrieben, wenn das Merkmal validiert ist, berechnet	nicht maßgebend	Datum nach ISO 8601 (alle Teile) Format = YYYY-MM-DDThh:mm:ssTZD	
PA005	Datum der letzten Änderung	Datum der Validierung der letzten Änderungsanfrage durch Sachverständige	2014-04-30T10:39:53Z	vorgeschrieben, wenn das Merkmal sich geändert hat, berechnet	nicht maßgebend	Datum nach ISO 8601 (alle Teile) Format = YYYY-MM-DDThh:mm:ssTZD	
PA006	Datum der Überarbeitung	Datum der Überarbeitung	2014-04-30T10:39:53Z	vorgeschrieben, berechnet	nicht maßgebend	Datum nach ISO 8601 (alle Teile) Format = YYYY-MM-DDThh:mm:ssTZD	
...	...	...	...	...	...	...	...

Tab. 2-1: Auszug der Meta-Informationen (Attribute) zu einem Merkmal nach [DIN EN ISO 23386:2020]

Die Informationen aus den FSGV-Regelwerken werden nach DIN EN ISO 23386 in Merkmalsgruppen und Merkmale aufgeteilt und datentechnisch abgebildet (vgl. Kapitel 4.2).

## 2.5 Standardisierung von Informationsanforderungen

Damit digitale Straßenbaumodelle einheitlich angefordert und ausgetauscht werden können, müssen Vorgaben hinsichtlich des Detaillierungsgrades (LOIN – Level of Information Need), der Modellstruktur und des Datenformats definiert werden.

Das LOIN-Konzept sieht eine Beschreibung der geometrischen Detaillierung (LOG – Level of Geometry) und der semantischen Detaillierung (LOI – Level of Information) vor. Aktuell wird noch über die Detaillierung hinsichtlich der Dokumentation diskutiert. Hierzu wird aktuell auf europäischer Ebene die DIN EN 17412 zur Definition und Ausprägung des LOIN-Konzeptes erarbeitet. Ein Entwurf wurde bereits 2019 veröffentlicht und 2020 erweitert. Mit einer ersten gültigen deutschen Fassung wird im Laufe des Jahres 2021 gerechnet, da eine endgültige Fassung der gespiegelten britischen BS EN 17412-1:2020 veröffentlicht wurde. Die Norm vermittelt nur generelle Konzept und Hinweise zur Erstellung von LOIN-Definitionen, enthält jedoch keine konkreten LOIN-Definitionen für den Straßenbau.

Die Vorgabe hinsichtlich der Modellstruktur beinhaltet im Wesentlichen die räumliche Strukturierung und Vorgaben zur Umsetzung von Beziehungen zwischen einzelnen Modellobjekten. Im Hochbau werden für die Strukturierung von digitalen Bauwerksmodellen in der Regel folgende Strukturelemente verwendet: Gebäude, Geschosse, Räume und Zonen. Entsprechende Strukturen müssen auch für den Straßenbau definiert werden. Für den Infrastrukturbereich wurden von buildingSMART International im Rahmen der Entwicklung des IFC-Datenformates allgemeine Elemente zur räumlichen Strukturierung erarbeitet (vgl. Bild 2-4). Diese Strukturen können anschließend zur Umsetzung von nationalen Vorgehensweisen zur räumlichen Strukturierung verwendet werden.

Neben den räumlichen Strukturelementen müssen auch Beziehungen zwischen einzelnen Modellobjekten beschrieben werden. Hierzu wurden von buildingSMART International allgemeine Beziehungstypen definiert (vgl. Bild 2-5), die wiederum für den Infrastrukturbau konkretisiert werden müssen.

Straßenbaumodelle, die auf Grundlage der LOIN-Definitionen und Modellstrukturen umgesetzt wurden, werden anschließend mithilfe eines Datenformats im Rahmen der definierten Anwendungsfälle ausgetauscht. Hierzu muss das Datenformat auch die entsprechenden Konzepte unterstützen. Aus diesem Grund werden im Rahmen der Standardisierung LOIN-Konzepte, Modellstrukturen und Da-

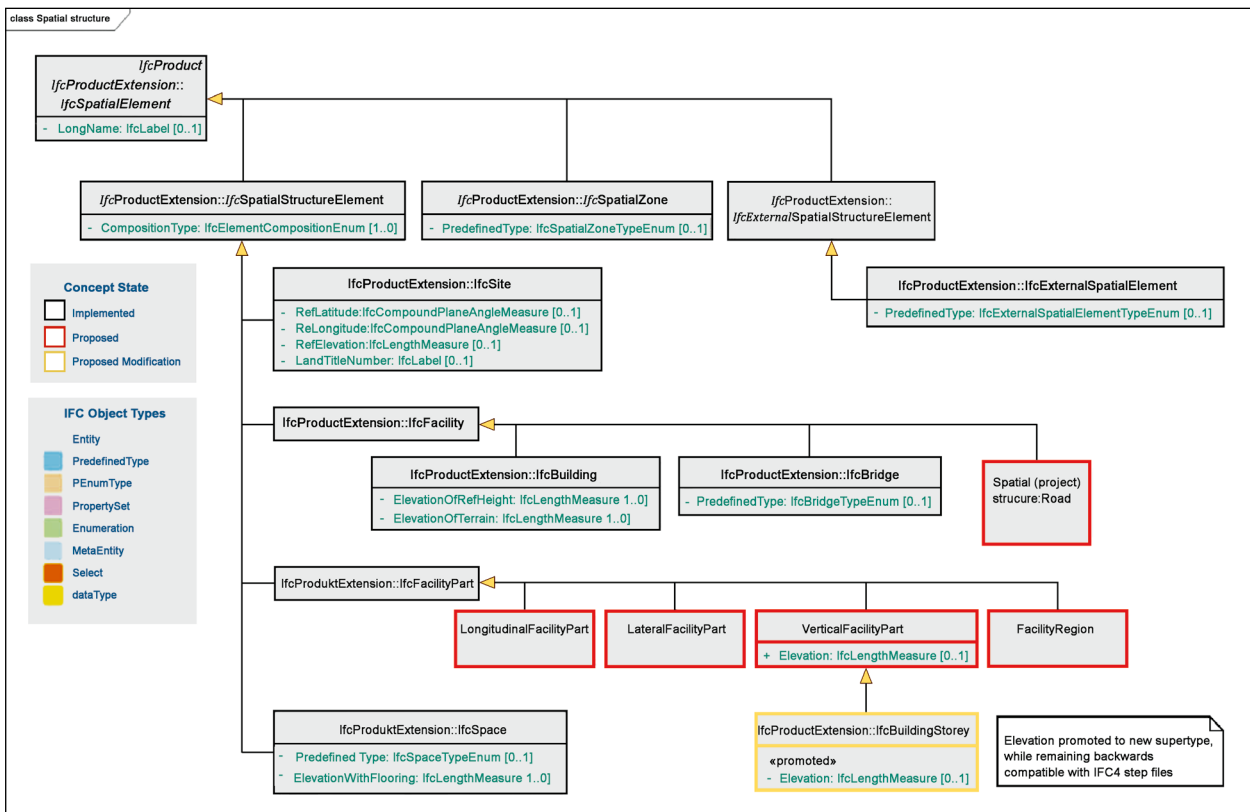


Bild 2-4: Räumliche Strukturierungselemente nach buildingSMART International [MOON, ANDERSON, BORRMANN et al., 2020]

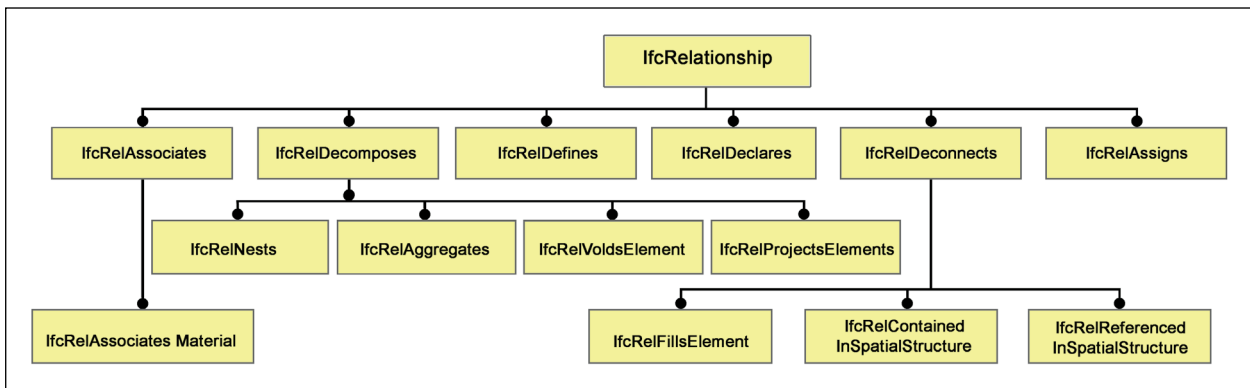


Bild 2-5: Beziehungstypen nach buildingSMART international [MOON, ANDERSON, BORRMANN et al., 2020]

tenformate in der Regel gemeinsam betrachtet und entwickelt. Die konkrete Ausprägung, d. h. konkrete geometrische, semantische und räumliche Informationen, können auf Basis des Standards anschließend auch national bzw. projektspezifisch festgelegt werden.

Für den Austausch von digitalen Straßenbaumodellen im BIM-Kontext wird aktuell das IFC-Datenformat im Rahmen des Projektes IFC Road durch buildingSMART International erweitert. Die Definitionen umfassen somit auch international einheitliche geometrische, semantische und räumliche Informatio-

nen. Im Rahmen des Projektes IFC Road wurden verschiedene neue Klassen für die Abbildung von speziellen Objekten, räumlichen Strukturen und räumlichen Beziehungen für den Straßenbau abgestimmt. An dieser Stelle wird auf die aktuellen Arbeiten im Rahmen des IFC Road Projektes verwiesen. Eine umfassende Beschreibung der einzelnen Elemente kann der Dokumentation von buildingSMART International entnommen werden. Es werden hier nur einzelne UML-Diagramme (UML = Unified Modeling Language) auszugsweise abgebildet (vgl. Bild 2-6). Die vorgeschlagenen Klassen, räumlichen Strukturen und Beziehungen werden im Rah-

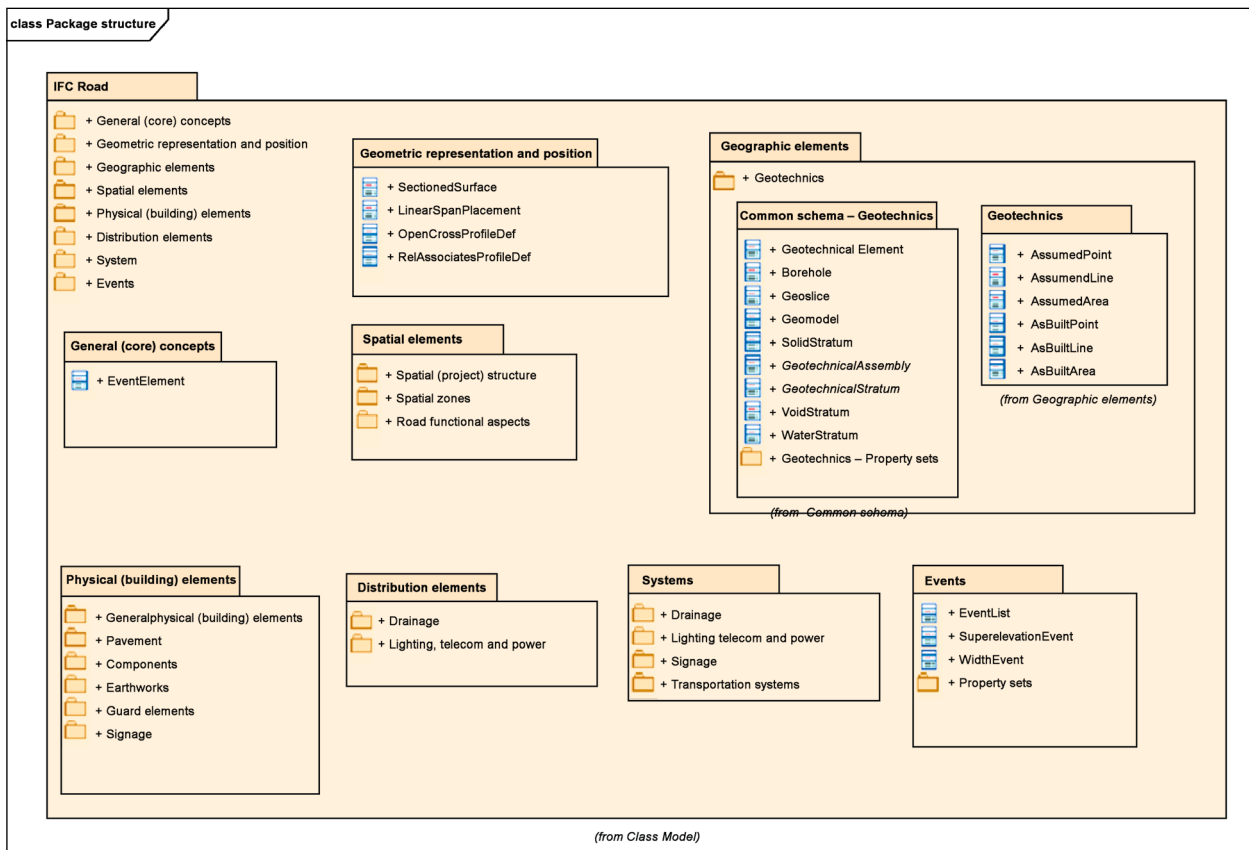


Bild 2-6: Pakete und Klassen des Projektes IFC Road nach buildingSMART International [MOON, ANDERSON, BORRMANN et al., 2020]

Priority 1 packages	Priority 2 packages
<ul style="list-style-type: none"> <li>• General (core) concepts</li> <li>• Geometric representation and position</li> <li>• Geotechnics</li> <li>• Spatial (project) structure</li> <li>• Pavement</li> <li>• Components (subset)</li> <li>• Earthworks (subset)</li> <li>• Events</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spatial zones</li> <li>• Components (subset)</li> <li>• Earthworks (subset)</li> <li>• Supporting elements</li> <li>• Guard elements</li> <li>• Signage</li> <li>• Distribution elements (Drainage, Lighting, telecom and power)</li> <li>• Systems</li> </ul>

Bild 2-7: Merkmale, die im Rahmen des Projektes IFC Road erarbeitet werden sollen [MOON, ANDERSON, BORRMANN et al., 2020].

men des Forschungsprojektes mit den identifizierten Informationen der FGSV-Regelwerke abgeglichen und dokumentiert.

Auch im Rahmen des Projektes zu IFC Road wurden einige Merkmale einheitlich definiert. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass die Merkmale noch nicht final abgestimmt wurden. Die Merkmale und Merkmalsgruppen wurden aufgeteilt und priorisiert. Die einzelnen Merkmalsgruppen und deren Priorität sind in Bild 2-7 zu sehen. Die einzelnen Merkmale können der Dokumentation von buildingSMART International entnommen werden. Auszugsweise sind

die Merkmale zu Asphalteeigenschaften in Tabelle 2-2 zu sehen. Es wird empfohlen, die Merkmale und Merkmalsgruppen der FGSV-Regelwerke zum Abschluss dieses Forschungsprojektes mit den international definierten Merkmalen und Merkmalsgruppen abzugleichen.

In der Regel können auf internationaler Ebene nur sehr wenige Merkmale und Merkmalsgruppen einheitlich abgestimmt werden. Daher bietet das IFC-Datenformat die Möglichkeit, nationale oder auch projektspezifische Merkmale und Merkmalsgruppen zu ergänzen bzw. zu berücksichtigen (vgl. Bild 2-8).

Mit der Spezifikation von nationalen Merkmalen und Merkmalsgruppen beschäftigt sich buildingSMART Deutschland e. V. im Rahmen der Fachgruppe zum Verkehrswegebau. Aktuell lag der Fokus der nationalen Bearbeitung in der Spezifikation von Objekttypen (Merkmalsgruppe der Kategorie Klasse). Hier wurden beispielsweise (nur ein Auszug) folgende Objekttypen definiert:

- Deckschicht,
- Aufbauschicht,

<b>(Course) Material – Material Asphalt Common</b>		
<b>Name</b>	<b>Type</b>	<b>Description</b>
Air-Void Content	lfcPositiveRatioMeasure	The amount of spaces between the mineral grains not filled with the binder in compacted asphalt. It is indicated as the percentage of the total volume.
Compactness	lfcPositiveRatioMeasure	Compactness indicated as percentage measured density in relation to a reference density. Local standards and methods define the reference density.
Mass Density	lfcMassDensityMeasure	Material mass density
Max Aggregate Size	lfcPositiveLengthMeasure	The maximum aggregate size of the asphalt. The smallest sieve through which 100 percent of the aggregate particles pass.
Upper Sieve Aggregate Size	lfcPositiveLengthMeasure	The largest sieve that retains only a limited portion of the aggregate particles, generally not more than a few per cent by weight. This in contrast to Max Aggregate Size, which is the smallest sieve through which 100 percent of the aggregate particles can pass.
Admixtures Description	lfcText	Description of any substance added to the binder to alter the characteristics of the final material.
Admixtures Fraction	lfcPositiveRatioMeasure	Amount of additive indicated as the percentage of the total amount of binder.
Workability	lfcText	Description of the workability of the fresh asphalt defined according to local standards.
Bituminous Binder Fraction	lfcPositiveRatioMeasure	The bitumen fraction of the total volume occupied by material.
Bituminous Binder Type	lfcLabel	A designation according to the local bitumen type designations and standards.
Bituminous Binder Grade	lfcLabel	A designation according to the local bitumen grade designations and standards.

Tab. 2-2: Asphaltmerkmale, die im Rahmen des Projektes IFC Road erarbeitet wurden [MOON, ANDERSON, BORRMANN et al., 2020].

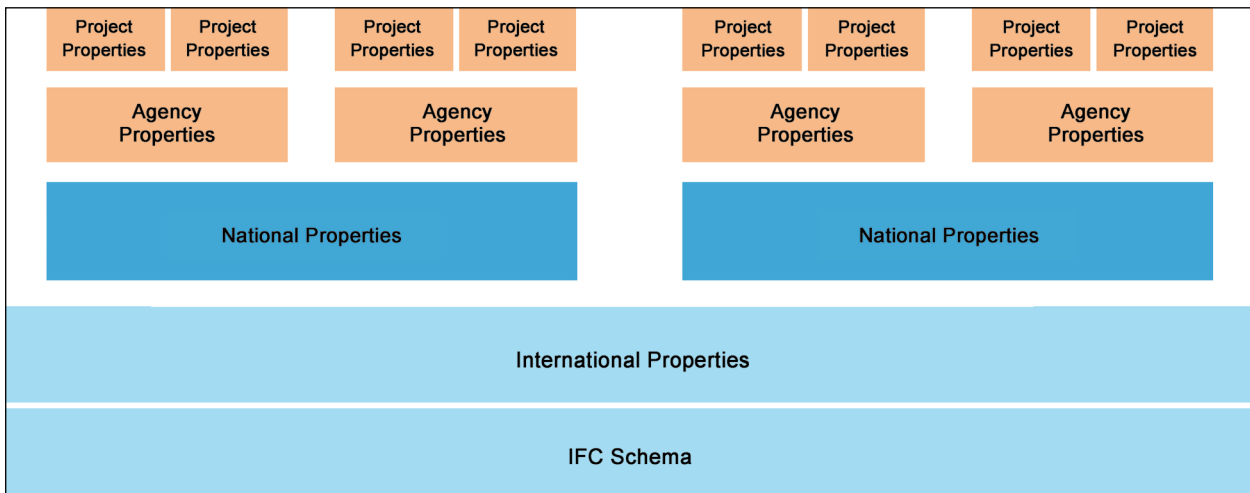


Bild 2-8: Erweiterungskonzept von Merkmalen im Rahmen des IFC-Datenformats [MOON, ANDERSON, BORRMANN et al., 2020]

- Bordstein,
- Einfassung,
- Bettung,
- Schalung,
- Bewehrung
- Fundament
- Baugrundsicherung,
- Bodenverbesserung,
- Geotextile/Gitter,
- Planum,
- Verbau,
- Anker.



Des Weiteren wurden einige Merkmale und Merkmalsgruppen (Kategorie Domäne und abhängige Merkmale) zusammengestellt. Die Gruppierung erfolgt dabei beispielsweise (nur ein Auszug) wie folgt:

- Material,
- Oberfläche,
- allgemeine Eigenschaften,
- Metadaten.

Der aktuelle Stand zu den Merkmalen und Merkmalsgruppen für den Bereich Straßenbau von buildingSMART Deutschland e. V. wurde noch nicht final veröffentlicht. Eine entsprechende Vorarbeit hat die buildingSMART e. V.-Fachgruppe BIM-Verkehrswege mit den im Mai 2020 veröffentlichten „BIM-Klassen der Verkehrswege“ geleistet, welche einen ersten Überblick über die Klassen im Bereich der Verkehrswege dokumentiert. Es handelt sich bei dem Dokument um eine reine Gruppierung von Klassen als Merkmalsgruppen gemäß DIN EN ISO 23386 und es enthält keine Merkmale.

## 3 Auswahl der Regelwerke

### 3.1 Referenzregelwerke

Für die Überprüfung und Festlegung der Auswertungsmethode wurden im Rahmen der ersten Sitzung des Betreuungsausschusses zehn Referenzregelwerke ausgewählt. Diese decken ein möglichst großes Spektrum innerhalb der acht Arbeitsgruppen der FGSV sowie einen Teil der IT-Ko Regelwerke ab. Dadurch sollte ermöglicht werden, viele Aspekte des Verkehrswesens für die Entwicklung des Verfahrens zur Überprüfung aller relevanten Regelwerke abzudecken. Im Laufe der Bearbeitung haben sich einige zuvor ausgewählte Regelwerke als nicht geeignet für eine erste Auswertung herausgestellt und andere Regelwerke wurden der Liste der Referenzregelwerke hinzugefügt, sodass schlussendlich eine zur ersten Abstimmung abweichende Liste entstanden ist. Die ausgewählten Regelwerke in der jeweiligen Version werden nachfolgend kurz vorgestellt:

#### **Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN), 2008**

Die RIN beschreiben die Grundsätze der Gestaltung von Verkehrsnetzen für den motorisierten Indi-

vidualverkehr, den öffentlichen Personenverkehr sowie für den Rad- bzw. Fußgängerverkehr. Basierend auf der funktionalen Gliederung der Verkehrsnetze definieren diese Bewertungskenngrößen und Zielvorgaben für Verkehrsbindungen zwischen Orten unterschiedlicher Zentralität.

#### **Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA), 2008**

Die RAA behandeln den Entwurf von Autobahnen, zu denen unabhängig von ihrer Widmung auch autobahnähnliche Straßen und Stadtautobahnen gehören. Die Richtlinien umfassen die grundlegenden Planungsmethoden, Entwurfselemente und Ausstattungsmerkmale für den Neu-, Aus- und Umbau. Die Festlegung der Merkmale sowie der Grenz- und Richtwerte für die Entwurfs- und Betriebselemente erfolgt in Abhängigkeit von der Entwurfsklasse, die sich aus der Straßenkategorie gemäß den RIN (2008), der Lage zu bebauten Gebieten und der Widmung ergibt.

#### **Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL), 2012**

Die RAL behandeln den Entwurf von Landstraßen, zu welchen im Allgemeinen anbaufreie einbahnige Straßen mit plangleichen Knotenpunkten außerhalb bebauter Gebiete zählen. Analog zu den RAA (2008) werden für die Festlegung der Entwurfs- und Betriebsmerkmale Entwurfsklassen definiert, die sich aus der Straßenkategorie gemäß RIN (2008) ergeben.

#### **Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06), 2006**

Die RASt enthalten Planungs- und Entwurfsgrundsätze für Stadtstraßen, mit deren Anwendung sowohl die Bewohnbarkeit als auch die Funktionsfähigkeit von innerörtlichen Straßennetzen gesichert werden sollen. Dabei werden Erschließungsstraßen, angebaute Hauptverkehrsstraßen sowie anbaufreie Hauptverkehrsstraßen mit plangleichen Knotenpunkten differenziert.

#### **Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12), 2012**

Die RStO behandeln hauptsächlich die standardisierte Dimensionierung des Oberbaus von Ver-

kehrflächen. Sie definieren einen Befestigungsstandard für Fahrbahnen und sonstige Verkehrsflächen durch die Anwendung von technisch und wirtschaftlich geeigneten Bauweisen. Hierbei werden unter anderem die Funktion der Verkehrsfläche sowie die zu erwartenden Belastungen berücksichtigt. Für Sonderbauweisen müssen zusätzliche Regelwerke hinzugezogen werden.

#### **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB 17), 2017**

Die ZTV E-StB beschreiben die Übernahme von allgemeinen Regelungen für Bauarbeiten jeder Art, Erdarbeiten und Landschaftsbauarbeiten in den Bauvertrag. Sie beinhalten Bestimmungen für das Lösen, Laden, Fördern, Behandeln, Einbauen und Verdichten von Boden, Fels und sonstigen Stoffen. Zudem werden hier der Untergrund und der Unterbau von Verkehrsflächen im Hinblick auf die Ausführung und die Qualitätsanforderungen geregelt.

#### **Richtlinien für die Entwässerung von Straßen – Entwurf (REwS), 2018**

Die REwS gelten für den Neu-, den Um- und den Ausbau Außerortsstraßen und regeln den Einsatz von Entwässerungseinrichtungen. Es werden vor allem die örtlichen Gegebenheiten des Baubereichs berücksichtigt.

#### **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau – Entwurf (ZTV SoB-StB 19), 2019**

Die ZTV SoB-StB definieren Anforderungen für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Oberbau von Straßen und sonstigen Verkehrsflächen. Sie regeln die Übernahme von allgemeinen Regelungen für Bauarbeiten jeder Art und Verkehrswegebauarbeiten in den Bauvertrag. Zudem sind diese in Verbindung mit den TL SoB-StB anzuwenden.

#### **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt (ZTV Asphalt-StB 07/13), 2013**

Die ZTV Asphalt-StB beschäftigen sich mit der Herstellung von Flächenbefestigungen aus Asphalt

und regeln die bauvertraglichen Aspekte. Diese sind in Verbindung mit den TL-Asphalt-StB anzuwenden.

#### **Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen (TL Asphalt-StB 07/13), 2013**

Die TL Asphalt-StB definieren Anforderungen an Asphaltmischgut, das für die Herstellung von Verkehrsflächenbefestigungen verwendet wird. Dies gilt für Asphaltbeton, Splittmastixasphalt, Gussasphalt, Offenporigen Asphalt. Die Bedingungen für Erstprüfungen sind ebenfalls hier verortet. Zusätzlich werden die Mindest-Prüfhäufigkeiten geregelt.

#### **Anweisung StraßeninformationsBank – Querschnitt und Aufbau (ASB – Querschnitt und Aufbau 18), 2018**

Die ASB dient dazu, dem Bund und den Ländern die gewünschten Informationen der einzelnen Straßenbauverwaltungen zur Verfügung zu stellen. Das Segment „Querschnitt und Aufbau“ definiert die bautechnischen Aspekte sowie die Querschnittsabmessungen der Straße.

Der Regelwerksteil „Querschnitt“ liefert eine Beschreibung der bautechnischen Querschnittsabmessungen. Der Querschnitt ist hierbei als Draufsicht auf die Flächen definiert, aus denen sich die Straße und das Straßenumfeld zusammensetzen. Bei der Erfassung und Speicherung querschnittspezifischer Daten wird unter anderem auf verschiedene Detaillierungsgrade der Daten und deren Besonderheiten eingegangen.

### **3.2 Weitere analysierte Regelwerke**

Für die Auswahl weiterer für die Konformitätsprüfungen relevanter Regelwerke diente zunächst die Zusammenstellung der Regelwerke des Ausschreibungstexts des Forschungsprojektes. Da hier einige Regelwerke nicht in ihrer aktuellen Fassung gelistet und teilweise bezüglich ihrer Relevanz unklar waren, wurden die Arbeitsgruppenleiter der FGSV gebeten, zu einer gefilterten Auswahl Stellung zu nehmen. Zusammen mit dem Betreuungsausschuss wurden letztendlich die in Tabelle 3-1 aufgeführten R1-Regelwerke für die Bearbeitung im Rahmen des Projektes vorgesehen. Einige für rele-

FGSV-Arbeitsgruppe	Abkürzung, Ausgabe	Titel
AG 2	RLBP, 2011	Richtlinien für die landschaftspflegerische Begleitplanung im Straßenbau, BMVI
	RLS-19, 2019	Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen
	RLuS, 2012	Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung, BMVI
	ZTV-La, 2018	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Landschaftsbauarbeiten im Straßenbau
	ZTV-Lsw, 2006	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen
AG 3	RILSA, 2015	Richtlinien für Lichtsignalanlagen
	RtB, 2008	Richtlinien für die touristische Beschilderung
	R-Wegweiser, 2010	Richtlinien für die Aufstellung von nichtamtlichen Wegweisern für Messen, Ausstellungen, sportliche und ähnliche temporäre Großveranstaltungen, BMVI
	RSA, 1995	Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen, BMVI
	RPS, 2009	Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme
	RABT, 2006	Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln
	ZTV-ING (Teil 5-4), 2007	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil 5: Tunnelbau, Abschnitt 4: Betriebstechnische Ausstattung
	ZTV-Vz, 2011	Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für vertikale Verkehrszeichen
	TLP-Vz, 2011	Technische Liefer- und Prüfbedingungen für vertikale Verkehrszeichen
	TL/TP-ING (Teil 5-4 = TLP-TTT), 2012	Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Ingenieurbauten; Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Türen und Tore in Straßentunneln (TL/TP-ING) (Teil 5 Abschnitt 4)
	ZTV-M, 2013	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Markierungen auf Straßen
	TL-M, 2006	Technischen Lieferbedingungen für Markierungsmaterialien
	ZTV-FRS, 2017	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fahrzeug-Rückhaltesysteme
	TLP-ÜK, 2017	Technische Liefer- und Prüfbedingungen für Übergangskonstruktionen zur Verbindung von Schutzeinrichtungen, BAST
TLS, 2012	Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen, BMVI	
AG 4	ZTV ZEB-StB, 06/18	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Zustandserfassung und -bewertung von Straßen
	RDO Beton, 09	Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung von Betondecken im Oberbau von Verkehrsflächen
	RDO Asphalt, 09/19	Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaues von Verkehrsflächen mit Asphaltdeckschichten
	TP Eben-Berührende Messungen, 17	Technische Prüfvorschriften für Ebenheitsmessungen auf Fahrbahnoberflächen in Längs- und Querrichtung (Teil: Berührende Messungen)
	TP Eben-Berührungslose Messungen, 09	Technische Prüfvorschriften für Ebenheitsmessungen auf Fahrbahnoberflächen in Längs- und Querrichtung (Teil: Berührungslose Messungen)
	TP Griff-StB (SKM), 07	Technische Prüfvorschriften für Griffigkeitsmessungen im Straßenbau (Teil: Seitenkraftmessverfahren)
	TP Griff (SRT), 04	Technische Prüfvorschriften für Griffigkeitsmessungen im Straßenbau (Teil: Messverfahren SRT)

Tab. 3-1: Auflistung der weiteren analysierten Regelwerke der FGSV

FGSV-Arbeitsgruppe	Abkürzung, Ausgabe	Titel
AG 5	ZTV Ew-StB, 14	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau
	RiStWag, 16	Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten
	ATB-BeStra, 08	Allgemeine Technische Bestimmungen für die Benutzung von Straßen durch Leitungen und Telekommunikationslinien
	TL BuB E-StB, 09	Technische Lieferbedingungen für Böden im Erdbau des Straßenbaus
	TL Gab-StB, 16	Technische Lieferbedingungen für Gabionen im Straßenbau
	TL Geok E-StB, 19	Technische Lieferbedingungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaus
AG 6	TL Gestein-StB, 04/18	Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau
	ZTV-Pflaster-StB, 06	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen
	TL SoB-StB, 04/07	Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau
	TL Pflaster-StB, 06/15	Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen
	TL G SoB-StB, 04/07	Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (Teil: Güteüberwachung)
AG 7	TL Bitumen-StB, 07/13	Technische Lieferbedingungen für Straßenbaubitumen und gebrauchsfertige Polymermodifizierte Bitumen
	ZTV BEA-StB, 13	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Asphaltbauweise
	TL BE-StB, 15	Technische Lieferbedingungen für Bitumenemulsionen
	TL Sbit-StB, 15	Technische Lieferbedingungen für Sonderbindemittel und Zubereitungen auf Bitumenbasis
	TL G OB-StB, 15	Technische Lieferbedingungen für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen (Teil: Güteüberwachung – Ausführung von Oberflächenbehandlungen)
	ZTV-ING 7-1, 03	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil: 7 – Brückenbeläge, Abschnitt 1 – Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus einer Bitumen-Schweißbahn
	TL G DSH-V-StB, 15	Technische Lieferbedingungen für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen (Teil: Güteüberwachung – Ausführung von Dünnen Asphaltdeckschichten in Heißbauweise auf Versiegelung)
	ZTV-ING 7-2, 10	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil: 7 – Brückenbeläge, Abschnitt 2 – Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen
	TL G DSK-StB, 15	Technische Lieferbedingungen für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen (Teil: Güteüberwachung – Ausführung von Dünnen Asphaltdeckschichten in Kaltbauweise)
	ZTV-ING 7-4, 10	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil: 7 – Brückenbeläge, Abschnitt 4 – Brückenbeläge auf Stahl mit einem Dichtungssystem
	TL-BEL-B2,10	Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Ingenieurbauten; Technische Lieferbedingungen für die Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton
RuVA-StB, 01/15	Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauspalt im Straßenbau	

Tab. 3-1: Fortsetzung

FGSV-Arbeitsgruppe	Abkürzung, Ausgabe	Titel
AG 8	ZTV Beton-StB, 07/13	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton
	TL Fug-StB, 15	Technische Lieferbedingungen für Fugenfüllstoffe in Verkehrsflächen
	TL Beton-StB, 07/19	Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton
	ZTV Fug-StB, 15	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fugen in Verkehrsflächen
	ZTV BEB-StB, 15	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Betonbauweise
	TL BEB-StB, 15	Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Betonbauweise
	TP Fug-StB, 15	Technische Prüfvorschriften für Fugenfüllstoffe in Verkehrsflächen
	TL NBM-StB,09	Technische Lieferbedingungen für flüssige Beton-Nachbehandlungsmittel

Tab. 3-1: Fortsetzung

vant befundene, jedoch ältere Regelwerke (älter als 2003) mussten hierbei ausgeschlossen werden, da diese nicht in digital bearbeitbarer Form vorlagen.

Zusätzlich zu den ausgewählten Regelwerken der FGSV wurden die folgenden Teile der Anweisung StraßeninformationsBank (ASB) zur Analyse festgelegt:

- Kernsystem,
- Begriffsbestimmungen,
- Entwässerung,
- Grund- und Aufriss,
- Konstruktionen an der Straße,
- Nebenanlagen/Anlagen des ruhenden Verkehrs,
- Querschnitt und Aufbau,
- Straßenausstattung,
- Straßenverkehr,
- Umwelt und Natur.

### 3.3 Weitere BIM-relevante Regelwerke

Zur weiteren Pflege und Vervollständigung der Datenbank müssen über die im Rahmen des Projektes behandelten Regelwerke hinaus noch weitere und zukünftig gegebenenfalls auch aktualisierte Regelwerke bearbeitet und eingelesen werden. Die folgenden drei Regelwerke wurden zunächst aus den Arbeitsgruppen der FGSV für die Einbindung in die Datenbank vorgeschlagen, wurden im Rahmendes Projektes jedoch nicht berücksichtigt:

- Die RAS-Verm konnten aufgrund von laufenden Überarbeitungen, die noch nicht so weit fortgeschritten waren, dass eine integrierbare Entwurfsfassung vorlag, in diesem Projekt noch nicht einbezogen werden.
- Die RMS beinhalten überwiegend zeichnerische Darstellungen der Markierungszeichen, deren Überführung in die BIM-Datenbank technisch nicht möglich ist. Es sind neben vielen geometrischen Merkmalswerten häufig Merkmale zu finden, die Mindestparameter bzw. grundlegende Maßgrößen für verschiedene Markierungselemente implizieren, welche nicht in die Datenbank aufgenommen werden sollten. Daher werden die RMS als nicht BIM-kompatibel eingestuft.

Abkürzung	Titel	Voraussichtliches Erscheinungsjahr
RSO Asphalt	Richtlinien zur Bewertung der strukturellen Substanz von Verkehrsflächen mit Asphaltdeckschicht	2022
TP Oberflächenbild	Technische Prüfvorschriften für die Erfassung von Substanzmerkmalen (Oberfläche) mit schnellfahrenden Messsystemen, Teil: Bildaufnahme- und Auswertetechnik	2021
TP Textur ZTM	Technische Prüfvorschriften für Texturmessungen im Verkehrswegebau, Teil Messverfahren ZTM (TP Textur-StB (ZTM))	2021

Tab. 3-2: Vorschlag für zukünftige Regelwerke, welche in die Datenbank implementiert werden sollten.

Abkürzung	Titel
M Geok E	Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus
M Fels	Merkblatt über das Bauen mit und im Fels
M RC	Merkblatt über den Einsatz von rezyklierten Baustoffen im Erd- und Straßenbau
M FP	Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in ungebundener Ausführung sowie Einfassungen
M FPgeb	Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung
M FG	Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Großformaten
M HD	Merkblatt für die Herstellung von Halbstarren Deckschichten
M TA	Merkblatt für Temperaturabsenkung von Asphalt
M VaB	Merkblatt für Planung, Konstruktion und Bau von Verkehrsflächen aus Beton – Teil 1 bis 3
M DBT	Merkblatt für Drainbetontragschichten
M VV	Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen

Tab. 3-3: Vorschlag für die Einbeziehung von R2-Regelwerken in die Datenbank

- In den TLS sind insbesondere technische Eigenschaften und Anforderungen an Streckenstationen enthalten. Neben ausführlichen Informationen bezüglich Sensorik und Geräteausstattung sind Prüfvorschriften der einzelnen Steuergeräte in den TLS beschrieben. Es wird als nicht sinnvoll erachtet, die Inhalte der TLS in das BIM-Datenbankmodell zu implizieren. Die Einbeziehung der technischen Daten bringt im Hinblick auf die Strukturierung der Merkmalsgruppen keine Vorteile. Ebenfalls wären in den Merkmalswerten ausschließlich geräteabhängige Grundparameter einzupflegen, die in dem Datenmodell keine sinnvolle Anwendung finden.

Regelwerke, welche in nächster Zukunft erscheinen sollen, sind in Tabelle 3-2 dargestellt. Diese könnten nach Erscheinen analysiert und in die Datenbank aufgenommen werden.

Darüber hinaus scheint es sinnvoll in Zukunft, einige R2-Regelwerke – insbesondere solche, die häufig verwendete Sonderbauweisen beschreiben – noch in die Datenbank zu integrieren. Die hierzu vorgeschlagene Liste der R2-Regelwerke zeigt Tabelle 3-3.

Da die Regelwerke der FGSV einer kontinuierlichen Überarbeitung unterliegen, ist für die meisten der in die Datenbank eingebrachten Regelwerke mit einer kurz- bis mittelfristigen Aktualisierung zu rechnen. In Abstimmung mit der Geschäftsstelle der FGSV zeigt die Tabelle 3-4 eine Liste der in die Datenbank implementierten Regelwerke, für die eine solche Aktualisierung in Kürze zu erwarten ist.

Abkürzung, Ausgabe	Titel	Jahr	Erwartete Neufassung
RIN, 2008	Richtlinien für integrierte Netzgestaltung	2008	ca. 2025
RAA, 2008	Richtlinien für die Anlage von Autobahnen	2008	ca. 2023
RAL, 2012	Richtlinien für die Anlage von Landstraßen	2012	ca. 2025
RASt, 2006	Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen	2006	ca. 2023
RLBP, 2011	Richtlinien für die landschaftspflegerische Begleitplanung im Straßenbau	2011	nicht bekannt, BMVI
RLS-19, 2019	Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen	2019	aktuell, aber noch nicht verbindlich eingeführt
RLuS, 2012	Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung	2012	neue Fassung 2020
ZTV-La, 2018	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Landschaftsbauarbeiten im Straßenbau	2018	relativ neu, nicht geplant
ZTV-Lsw, 2006	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen	2006	ca. 2021
RiLSA, 2015	Richtlinien für Lichtsignalanlagen	2015	ca. 2025
RtB, 2008	Richtlinien für die touristische Beschilderung	2008	nicht geplant
R-Wegweiser, 2010	Richtlinien für die Aufstellung von nichtamtlichen Wegweisern für Messen, Ausstellungen, sportliche und ähnliche temporäre Großveranstaltungen	2010	nicht bekannt, BMVI
RSA, 1995	Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen	2017	ca. 2021
RPS, 2009	Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme	2009	ca. 2025
RABT, 2006	Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln	2006	wurde durch EABT ersetzt
ZTV-ING (Teil 5-4), 2007	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil 5: Tunnelbau, Abschnitt 4: Betriebstechnische Ausstattung	2007	nicht bekannt
ZTV-Vz, 2011	Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für vertikale Verkehrszeichen	2011	ca. 2022
TLP-Vz, 2011	Technische Liefer- und Prüfbedingungen für vertikale Verkehrszeichen	2011	ca. 2022
TL/TP-ING (Teil 5-4 = TLP-TTT), 2012	Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Ingenieurbauten; Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Türen und Tore in Straßentunneln (TL/TP-ING) (Teil 5 Abschnitt 4)	2012	nicht bekannt
ZTV-M, 2013	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Markierungen auf Straßen	2013	ca. 2022
TL-M, 2006	Technischen Lieferbedingungen für Markierungsmaterialien	2006	ca. 2022
ZTV-FRS, 2017	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fahrzeug-Rückhaltesysteme	2017	relativ neu
TLP-ÜK, 2017	Technische Liefer- und Prüfbedingungen für Übergangskonstruktionen zur Verbindung von Schutzzeineinrichtungen	2017	relativ neu, BAST
TLS, 2012	Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen	2012	ca. 2022, BAST
RStO, 12	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen	2012	ca. 2023
ZTV ZEB-StB, 06/18	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Zustandserfassung und -bewertung von Straßen	2006	ca. 2023
RDO Beton, 09	Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung von Betondecken im Oberbau von Verkehrsflächen	2009	neues ARS ca. 2020
RDO Asphalt, 09/19	Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaues von Verkehrsflächen mit Asphaltdeckschichten	2009	ca. 2021
TP Eben-Berührende Messungen, 17	Technische Prüfvorschriften für Ebenheitsmessungen auf Fahrbahnoberflächen in Längs- und Querrichtung (Teil: Berührende Messungen)	2017	relativ neu

Tab. 3-4: Liste der in der Datenbank enthaltenen Regelwerke mit kurz- bis mittelfristigem Aktualisierungsbezug

Abkürzung, Ausgabe	Titel	Jahr	Erwartete Neufassung
TP Eben-Berührungslose Messungen, 09	Technische Prüfvorschriften für Ebenheitsmessungen auf Fahrbahnoberflächen in Längs- und Querrichtung (Teil: Berührungslose Messungen)	2009	ca. 2022
TP Griff-StB (SKM), 07	Technische Prüfvorschriften für Griffigkeitsmessungen im Straßenbau (Teil: Seitenkraftmessverfahren)	2007	neues ARS 2020
TP Griff (SRT), 04	Technische Prüfvorschriften für Griffigkeitsmessungen im Straßenbau (Teil: Messverfahren SRT)	2004	ca. 2021
ZTV E-StB, 17	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau	2017	2022
REwS, 18 (Entwurf)	Richtlinien für die Entwässerung von Straßen	2018	2020
ZTV Ew-StB, 14	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau	2014	nicht bekannt
RiStWag, 16	Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten	2016	nicht bekannt
ATB-BeStra, 08	Allgemeine Technische Bestimmungen für die Benutzung von Straßen durch Leitungen und Telekommunikationslinien	2008	nicht bekannt
TL BuB E-StB, 09	Technische Lieferbedingungen für Böden im Erdbau des Straßenbaus	2009	2020
TL Gab-StB, 16	Technische Lieferbedingungen für Gabionen im Straßenbau	2016	nicht bekannt
TL Geok E-StB, 19	Technische Lieferbedingungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaus	2019	Korrekturblatt 2020
ZTV SoB-StB 04, Fassung 2007	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau	Fassung 2007	2020
TL Gestein-StB, 04/18	Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau	Fassung 2018	nicht bekannt
ZTV-Pflaster-StB, 20	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen	2020	neu
TL SoB-StB 04/2007	Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau	Fassung 2007	2020
TL Pflaster-StB, 06/15	Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen	Fassung 2015	ca. 2024
TL G SoB-StB, 04/07	Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (Teil: Güteüberwachung)	Fassung 2007	2020
ZTV Asphalt-StB, 07/13	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt	Fassung 2013	Ende 2022
TL Asphalt-StB, 07/13	Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen	Fassung 2013	Ende 2022
TL Bitumen-StB, 07/13	Technische Lieferbedingungen für Straßenbaubitumen und gebrauchsfertige Polymermodifizierte Bitumen	Fassung 2013	nicht bekannt
ZTV BEA-StB, 9/13	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Asphaltbauweise	Fassung 2013	Ende 2022
TL BE-StB, 15	Technische Lieferbedingungen für Bitumenemulsionen	2015	nicht bekannt
TL Sbit-StB, 15	Technische Lieferbedingungen für Sonderbindemittel und Zubereitungen auf Bitumenbasis	2015	nicht bekannt
TL G OB-StB, 15	Technische Lieferbedingungen für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen (Teil: Güteüberwachung – Ausführung von Oberflächenbehandlungen)	2015	nicht bekannt
ZTV-ING 7-1, 03	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil: 7 – Brückenbeläge, Abschnitt 1 – Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus einer Bitumen-Schweißbahn	2003	Anfang 2021

Tab. 3-4: Fortsetzung



Abkürzung, Ausgabe	Titel	Jahr	Erwartete Neufassung
TL G DSH-V-StB, 15	Technische Lieferbedingungen für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen (Teil: Güteüberwachung – Ausführung von Dünnen Asphaltdeckschichten in Heißbauweise auf Versiegelung)	2015	nicht bekannt
ZTV-ING 7-2, 10	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil: 7 – Brückenbeläge, Abschnitt 2 – Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen	2010	2021/2022
TL G DSK-StB, 15	Technische Lieferbedingungen für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen (Teil: Güteüberwachung – Ausführung von Dünnen Asphaltdeckschichten in Kaltbauweise)	2015	nicht bekannt
ZTV-ING 7-4, 10	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil: 7 – Brückenbeläge, Abschnitt 4 – Brückenbeläge auf Stahl mit einem Dichtungssystem	2010	2020
TL BEL-B 2, 10	Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Ingenieurbauten; Technische Lieferbedingungen für die Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton	2010	2021/2022
RuVA-StB, 01/05	Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauspalt im Straßenbau	Fassung 2005	nicht bekannt
ZTV Beton-StB, 07/13	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton	2007	ca. 2022/ 2023
TL Fug-StB, 15	Technische Lieferbedingungen für Fugenfüllstoffe in Verkehrsflächen	2015	ca. 2021/ 2022
TL Beton-StB, 07/19	Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton	2007	ca. 2022/ 2023
ZTV Fug-StB, 15	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fugen in Verkehrsflächen	2015	Überarbeitung noch nicht begonnen
ZTV BEB-StB, 15	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Betonbauweise	2015	aktuell keine Überarbeitung geplant
TL BEB-StB, 15	Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Betonbauweise	2015	aktuell keine Überarbeitung geplant
TL NBM-StB, 09	Technische Lieferbedingungen für flüssige Beton-Nachbehandlungsmittel	2009	aktuell keine Überarbeitung geplant

Tab. 3-4: Fortsetzung

## 4 Verfahren zur Überprüfung der Regelwerke

### 4.1 Entwicklung des Verfahrens

Die Regelwerke wurden systematisch nach Objekten (Merkmalsgruppen) und Eigenschaften (Merkmalen) durchsucht. Damit dies möglichst effizient durchgeführt werden kann, ist es erforderlich, dass die Regelwerke in editierbarer digitaler Form außerhalb des FGSV-Readers vorliegen. Nur so ist es möglich, notwendige Markierungen in den Texten zu speichern, Kommentare an bestimmte Stellen zu setzen und offline zu arbeiten. Durch die Markierungen wurden die Regelwerke zunächst gefiltert, so

dass in den folgenden Schritten die markierten Begriffe herausgesucht und zugeordnet werden mussten. Die Systematik der Bearbeitung wurde hierdurch vereinfacht. Die ausgewerteten Regelwerke der FGSV lagen als PDF-Dateien vor.

Erste Schritte führten zu verschiedenen Tabellenversionen für die Erfassung der wichtigen Begriffe der Regelwerke. Dennoch haben die meisten dieser Versionen nicht die Anforderungen erfüllt, alle Begriffe sowie deren Abhängigkeiten entsprechend aufzuführen. Durch die Entwicklung des BIM-Kompetenzzentrums und eines webbasierten Eingabewerkzeugs soll die Erstellung eines Datenmodells in Zukunft erleichtert werden. Auf Grundlage des BIM-

Kompetenzzentrums wurde schließlich eine Tabellenvorlage mit Microsoft® Excel entwickelt, welche alle Anforderungen erfüllt und einen leichten Import in die spätere Internetplattform ermöglicht. Diese Vorlage orientiert sich an bisherigen IFC-Standards und lässt einen großen Informationsgehalt an zusätzlichen Detailinformationen je Begriff zu.

## 4.2 Aufbau der Auswertungstabellen

Die Auswertungstabellen sind so aufgebaut und programmiert, dass einige Felder automatisch ausgefüllt werden. Dadurch kann eine spätere Implementierung in die Datenbank für das fertige Datenmodell problemlos durchgeführt werden. Automatisch vergebene Identifikationsnummern (GUID) sorgen für eine eindeutige Zuordnung aller Begriffe. Die Tabellenvorlage besteht aus mehreren Tabellenblättern. Die ersten zwei Tabellenblätter behandeln die Merkmalsgruppen sowie die Merkmale. Demnach sind hier alle Objekte mit ihren Eigenschaften und dem jeweils dazugehörigen Regelwerk zu finden.

Die Objekte und Objektgruppen, welche den Regelwerken entnommen werden, sind in dem Tabellenblatt „Merkmalsgruppen (Objekte)“ festgehalten (siehe Bild 4-1 und Bild 4-2). Der Name wird in der entsprechenden Zelle eingetragen und eine Beschreibung hinzugefügt. Dadurch wird der Zusammenhang des Objektes beziehungsweise der Objektgruppen deutlich und Begriffsdopplungen mit unterschiedlichen Beschreibungen können heraus-

gefiltert werden. Beispiele werden im Bereich Verkehrswesen und Straßenbau bei den Objekten als nicht sinnvoll erachtet und daher auch nicht hinzugefügt. Anschließend wird noch jeweils eine Kategorie der Merkmalsgruppe festgelegt. Hierbei wird zwischen „Referenzdokument“, „Klasse“ und „voneinander abhängige Merkmale“ unterschieden. Die anschließende Definition dient zusätzlich zur Beschreibung des Begriffes für ein eindeutiges Verständnis. Die Quelle der Definition wird in der letzten Spalte (Kommentar) festgehalten. Es wird zwischen den folgenden Quellen unterscheiden:

- Def. aus Regelwerk  
Die Definition wurde aus dem entsprechenden FGSV-Regelwerk bezogen.
- Def. a. Begriffsbestimmungen  
Die Definition wurde aus den alten Begriffsbestimmungen [Begriffsbestimmungen – Straßenbautechnik, 2003] und [Begriffsbestimmungen – Verkehrsplanung, Straßenentwurf und Straßenbetrieb, 2012] der FGSV bezogen.
- Def. n. Begriffsbestimmungen  
Die Definition wurde aus den neuen Begriffsbestimmungen für das Straßen- und Verkehrswesen [BBSV, 2020] der FGSV bezogen.
- Keine Definition  
Es liegt keine Definition der Begriffe innerhalb der FGSV-Regelwerke vor. Es wird der Name des Begriffs als Definition verwendet.

Merkmalsgruppen (Objekte)					
Lfd. Nr.	Name	GUID	Beschreibung	Kategorie der Merkmalsgruppe	Definition
<i>aut.</i>	<i>bitte angeben</i>	<i>automatisch generiert</i>	<i>bitte angeben</i>	<i>bitte auswählen</i>	<i>bitte angeben</i>

Bild 4-1 : Aufbau der Tabelle „Merkmalsgruppen“ – Teil 1

Datum der Erstellung	Status	Datum der Aktivierung	Datum der Überarbeitung	Datum der Version	Versionsnummer	Nummer der Überarbeitung	Sprache des Erstellers	Land der Verwendung	Kommentar
<i>bitte nach ISO 8601 angeben</i>	<i>bitte auswählen</i>	<i>bitte nach ISO 8601 angeben</i>	<i>bitte nach ISO 8601 angeben</i>	<i>bitte nach ISO 8601 angeben</i>	<i>bitte angeben</i>	<i>bitte angeben</i>	<i>nach ISO 639-1 und ISO 3166-1</i>	<i>bitte nach ISO 3166-1 angeben</i>	<i>optional</i>

Bild 4-2: Aufbau der Tabelle „Merkmalsgruppen“ – Teil 2

Merkmale (Eigenschaften)											
Identifikator	Lfd. Nr.	Name	GUID	Beschreibung	Beispiel	Datentyp	Wertebereich	Einheit	Definition	Phys. Größe	Dimension
<i>aut.</i>	<i>aut.</i>	<i>bitte angeben</i>	<i>auto. generiert</i>	<i>bitte angeben</i>	<i>bitte angeben</i>	<i>bitte auswählen</i>	<i>bitte angeben</i>	<i>bitte angeben</i>	<i>bitte angeben</i>	<i>bitte nach ISO 80000-1 angeben</i>	<i>L   T   M   Θ   N     J</i>

Bild 4-3: Aufbau der Tabelle „Merkmale“ – Teil 1

Anzahl der Werte	Dynamisches Merkmal	Datum der Erstellung	Datum der Version	Versionsnummer	Datum der Überarbeitung	Nummer der Überarbeitung	Land der Verwendung	Sprache des Erstellers	Status	Datum der Aktivierung	Kommentar
<i>bitte angeben</i>	<i>bitte auswählen</i>	<i>bitte nach ISO 8601 angeben</i>	<i>bitte nach ISO 8601 angeben</i>	<i>bitte angeben</i>	<i>bitte nach ISO 8601 angeben</i>	<i>bitte angeben</i>	<i>bitte nach ISO 3166-1 angeben</i>	<i>nach ISO 639-1 und ISO 3166-1</i>	<i>bitte auswählen</i>	<i>bitte nach ISO 8601 angeben</i>	<i>optional</i>

Bild 4-4: Aufbau der Tabelle „Merkmale“ – Teil 2

Weitere Informationen hinsichtlich des Eingabedatums, der Versions- bzw. Überarbeitungsnummer und der verwendeten Sprache werden zusätzlich abgefragt und in die Auswertungstabelle eingetragen.

Die einzelnen Merkmale, welche die Objekte und Objektgruppen (Merkmalsgruppen) näher beschreiben, werden – wie in Bild 4-3 und Bild 4-4 dargestellt – erfasst. Dieses Tabellenblatt (Merkmale) ist sehr detailliert und liefert somit die meisten Zusatzinformationen. Zunächst wird das Merkmal mit einer Beschreibung eingetragen. Anschließend sollten ein Beispiel, der Datentyp, der Wertebereich, die Einheit, die Definition, die physikalische Größe und die Dimension ergänzt werden. Weitere Informationen wie diverse Datumsangaben, Versionsnummern oder die verwendete Sprache werden hier, genau wie bei den Merkmalsgruppen, ebenfalls eingetragen.

In den folgenden drei Tabellenblättern werden die Zusammenhänge und Abhängigkeiten der vorher definierten Objekte und Eigenschaften verdeutlicht. Erst durch diese Verknüpfungen können Hierarchi-

en und daraus schließlich das Modell entstehen. Hierbei ist es entscheidend, ob es sich um verknüpfte Merkmale mit Merkmalsgruppen, verknüpfte Merkmale untereinander oder Verknüpfungen zwischen zwei Merkmalsgruppen handelt. Die Verknüpfungen werden über die laufenden Nummern der Objekte und Eigenschaften hergestellt, damit Verknüpfungsfehler beispielsweise durch Texteingabefehler vermieden werden können.

In Bild 4-5 ist der Aufbau der Tabelle „Zuordnung von Merkmalen zu Merkmalsgruppen“ dargestellt. In dieser Tabelle werden die einzelnen ermittelten Merkmale den einzelnen Objekten und Merkmalsgruppen zugeordnet. Dadurch können die einzelnen Objekte genauer beschrieben werden. Jedem Objekt und jeder Merkmalsgruppe können beliebig viele Merkmale zugeordnet werden.

Die Zuordnung von Merkmalen untereinander wird gemäß Bild 4-6 vorgenommen. Es erfolgt keine hierarchische Struktur innerhalb der Merkmale. Es werden lediglich Abhängigkeiten und somit Zusammenhänge verdeutlicht. Falls die Zuordnung von Merkmalen untereinander in Einzelfällen doch eine

Zuordnung von Merkmalen zu Merkmalsgruppen						
Lfd. Nr.	Merkmal			Objekt / Merkmalsgruppe		
aut.	Zeile auswählen	Name automatisch ermittelt	GUID automatisch ermittelt	Zeile auswählen	Name automatisch ermittelt	GUID automatisch ermittelt

Bild 4-5: Aufbau der Tabelle „Zuordnung von Merkmalen zu Merkmalsgruppen“

Zuordnung von Merkmalen zu Merkmalen						
Lfd. Nr.	Merkmal			Merkmal		
aut.	Zeile auswählen	Name automatisch ermittelt	GUID automatisch ermittelt	Zeile auswählen	Name automatisch ermittelt	GUID automatisch ermittelt

Bild 4-6: Aufbau der Tabelle „Zuordnung von Merkmalen zu Merkmalen“

Zuordnung von Merkmalsgruppen zu übergeordneten Merkmalsgruppen						
Lfd. Nr.	Objekt / Merkmalsgruppe			übergeordnetes Objekt / Merkmalsgruppe		
aut.	Zeile auswählen	Name ermittelt	GUID automatisch ermittelt	Zeile auswählen	Name übergeordnet ermittelt	GUID automatisch ermittelt

Bild 4-7: Aufbau der Tabelle „Zuordnung von Merkmalsgruppen zu übergeordneten Merkmalsgruppen“

hierarchische Struktur erfordert, muss das übergeordnete Merkmal als Merkmalsgruppe einsortiert werden. Anschließend kann die Verknüpfung über das in Bild 4-5 aufgezeigte Tabellenblatt erfolgen.

Die letzte Verknüpfungstabelle regelt die Zuordnung von Merkmalsgruppen zu übergeordneten Merkmalsgruppen (siehe Bild 4-7). Demnach kann hier festgelegt werden, welche Merkmalsgruppe mit welcher Merkmalsgruppe zusammenhängt und in welcher Abhängigkeit die beiden Begriffe zueinander stehen. Es werden ausschließlich Merkmalsgruppen und Objekte einander zugeordnet.

## 5 Analyse der Referenzregelwerke

### 5.1 Beispielauswertung RStO 12

Zur Veranschaulichung der gewählten Methode wurde die Auswertung der RStO 12 herangezogen. In diesem Regelwerk sind sowohl mehrere Objekte als auch Merkmale zu finden, sodass hier die Abhängigkeiten untereinander gut verdeutlicht werden können. Die RStO 12 behandeln vor allem den standardisierten Oberbau und bietet daher eine

Vielzahl an geometrischen Objekten. Die Verknüpfung der Objekte untereinander und schließlich die Zuordnung der Merkmale zu den Merkmalsgruppen kann an diesem Beispiel sehr gut veranschaulicht werden.

Das Bild 5-1 zeigt einen Auszug aus dem Tabellenblatt „Merkmalsgruppen“ der RStO 12. Es sind die ersten neun Objekte des Regelwerks inklusive der dazugehörigen Beschreibung und der Definition dargestellt. Insgesamt lagen am Ende der Auswertung des Regelwerkes 66 Merkmalsgruppen vor.

Merkmalsgruppen (Objekte)					
Lfd. Nr.	Name	GUID	Beschreibung	Kategorie der Merkmalsgruppe	Definition
aut.	bitte angeben	automatisch generiert	bitte angeben	bitte auswählen	bitte angeben
1	RStO, 12	D63EF375-08CB-4E72-9F05-BE347F81F602	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen	Referenzdokument	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen
2	Oberbau	E9190CFF-DFAF-44D0-BD96-8BDAEB0B29D0	Befestigung von Verkehrsflächen, bestehend aus einer oder mehreren Tragschichten und der Decke oberhalb des Planums.	Klasse	Befestigung von Verkehrsflächen, bestehend aus einer oder mehreren Tragschichten und der Decke oberhalb des Planums.
3	Decke	019434DF-370C-4F73-A89B-4F281EC045FA	Oberer Teil des Oberbaus aus Asphalt, Beton, Pflaster oder Platten.	Klasse	Oberer Teil des Oberbaus aus Asphalt, Beton, Pflaster oder Platten.
4	Asphaltdecke	1A289A7D-B2FB-441E-ACCB-1C6CCFE403A6	Asphaltdeckschicht und gegebenenfalls Asphaltbinderschicht	Klasse	Asphaltbinderschicht und darüber liegende Asphaltdeckschicht oder nur Asphaltdeckschicht.
5	Betondecke	BA87DADA-99B2-4F49-BA26-407F152CB455	Ein- oder zweischichtige Decke aus Beton	Klasse	Decke aus Beton, die sowohl die Funktion der Decke als auch ganz oder teilweise die der Tragschicht übernimmt.
6	Pflasterdecke	FD4FD337-008E-4B12-ACD2-C4036A93E281	Pflastersteine, Bettung und Fugenfüllung	Klasse	Decke aus Pflaster einschließlich Bettung und Fugenfüllung.
7	Plattenbelag	7E44AAA5-5D41-494E-9C81-E915BCF8E76F	Platten, Bettung und Fugenfüllung	Klasse	Decke aus Platten einschließlich ihrer Bettung und Fugenfüllung.
8	Asphaltzwischen-schicht	6CDDA78A-5BAD-47B4-9189-010C238E9D60	Asphaltschicht nach Abschnitt 4.4.4 der RDO Beton 09 auf Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln bei Neubau oder Erneuerung	Klasse	Asphaltzwischen-schicht
9	Asphalttrag-deckschicht	1958992A-4083-4845-857C-7C41F7C92483	Einlagige Asphaltschicht, die gleichzeitig die Funktion von Asphalttrag- und Asphaltdeckschicht erfüllt	Klasse	Tragdeckschicht im ländlichen Wegebau.

Bild 5-1: Auszug Merkmalsgruppen – RStO 12

Die entsprechende vollständige Excel-Datei liefert zusätzliche Informationen bezüglich der Versionsnummer, des Erstellungs- oder auch Änderungsdatums, der Sprache und weitere Kommentare. Die Anzahl der Merkmale innerhalb der RStO 12 fällt im Gegensatz zu den Merkmalsgruppen geringer aus. Insgesamt handelt es sich um 17 Merkmale.

Einen Auszug der Merkmale liefert Bild 5-2. Hier werden neben dem Namen und der Beschreibung ein Beispielwert, der Datentyp, der Wertebereich, die Einheit, die Definition und viele weitere ergänzende Informationen angegeben.

Merkmale (Eigenschaften)								
Lfd. Nr.	Name	GUID	Beschreibung	Beispiel	Datentyp	Wertebereich	Einheit	Definition
aut.	bitte angeben	aut.	bitte angeben	angeben	auswählen	bitte angeben	angeben	bitte angeben
1	Dimensionierungsrelevante Beanspruchung_B	AA70 D343- 9D18- 4BFC- BFC6- 2848 9145 CC85	Summe der gewichteten äquivalenten 10-t-Achsübergänge, die bis zum Ende des vorgesehenen Nutzungszeitraumes in dem Fahrstreifen mit der höchsten Verkehrsbelastung zu erwarten sind. Die Gewichtung erfolgt durch die Berücksichtigung von Fahrstreifen-, Fahrstreifenbreiten- und Steigungsfaktoren	12000000 10-t-Aü	Gleitkommazahl	0.0, 100000 0000.0	10-t-Aü	Dimensionierungsrelevante Beanspruchung (B)
2	Belastungsklasse	B1DB 3E7F- 3B05- 4261- AFC2- 6A21 0C43 4247	Einteilung der Straßen in 7 Belastungsklassen anhand der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung	Bk32	Aufzählung	Bk0.3; Bk1.0; Bk1.8; Bk3.2; Bk10; Bk32; Bk100	-	Belastungsklasse
3	Frostempfindlichkeitsklasse	9AC5 DAD9 - 6C5A- 43F5- 8E2E- BF66 FE37 1327	Einteilung von Boden- oder Feldarten nach der Neigung zur Eislinsenbildung	F2	Aufzählung	F1;F2; F3	-	Einteilung von Boden- oder Feldarten nach der Neigung zur Eislinsenbildung

Bild 5-2: Auszug Merkmale – RStO 12

Die einzelnen Zusammenhänge zwischen den herausgefilterten Begriffen lassen sich ebenfalls tabellarisch erfassen. Eine Beispielauswertung zeigt Bild 5-3. Hier werden die Verknüpfungen der Merkmalsgruppen untereinander in hierarchischer Struktur dargestellt. Auf der rechten Seite der Tabelle steht die übergeordnete und auf der linken Seite die untergeordnete Merkmalsgruppe. Die Struktur dahinter ist in Tabellenform nur schwer darstellbar, für die spätere Umwandlung in das Datenmodell aber dennoch sinnvoll.

Bild 5-4 zeigt die hinter der Tabellenform stehende Struktur. Dadurch wird verdeutlicht, wie die Zusammenhänge später abgebildet werden können. Jeder Zusammenhang zwischen den einzelnen Objekten wird hierbei berücksichtigt und abgebildet. Zusätzlich zu den Relationen zwischen den Merkmalsgruppen werden auch bei den RStO 12 die Relationen zwischen einer Merkmalsgruppe und einem Merkmal sowie zwischen verschiedenen Merkmalen betrachtet. Die Tabellenstruktur ist identisch aufgebaut.

Zuordnung von Merkmalsgruppen zu übergeordneten Merkmalsgruppen						
Lfd. Nr.	Objekt / Merkmalsgruppe			übergeordnetes Objekt / Merkmalsgruppe		
aut.	Zeile auswählen	Name ermittelt	GUID automatisch ermittelt	Zeile auswählen	Name übergeordnet ermittelt	GUID automatisch ermittelt
1	G25_Fahrbahn	Fahrbahn	16B16F4D-4101-446F-B0C8-17F3B8BFA33F	G45_Verkehrsfläche	Verkehrsfläche	BEF8A10D-A92D-48E3-891E-8F689795D28D
13	G2_Oberbau	Oberbau	E9190CFF-DFAF-44D0-BD96-8BDAEB0B29D0	G38_Strassenaufbau	Strassenaufbau	EFD10309-7842-4FE7-B8BC-D5E1F03A3062
14	G22_Unterbau	Unterbau	98816E7D-FA7D-43BC-851D-CCB2852FC880	G38_Strassenaufbau	Strassenaufbau	EFD10309-7842-4FE7-B8BC-D5E1F03A3062
15	G23_Untergrund	Untergrund	E07D69B4-1E91-4D56-A957-CC4109351905	G38_Strassenaufbau	Strassenaufbau	EFD10309-7842-4FE7-B8BC-D5E1F03A3062
16	G3_Decke	Decke	019434DF-370C-4F73-A89B-4F281EC045FA	G2_Oberbau	Oberbau	E9190CFF-DFAF-44D0-BD96-8BDAEB0B29D0
17	G4_Aspaltdecke	Asphaltdecke	1A289A7D-B2FB-441E-ACCB-1C6CCFE403A6	G3_Decke	Decke	019434DF-370C-4F73-A89B-4F281EC045FA
18	G5_Betondecke	Betondecke	BA87DADA-99B2-4F49-BA26-407F152CB455	G3_Decke	Decke	019434DF-370C-4F73-A89B-4F281EC045FA
19	G6_Pflasterdecke	Pflasterdecke	FD4FD337-008E-4B12-ACD2-C4036A93E281	G3_Decke	Decke	019434DF-370C-4F73-A89B-4F281EC045FA
20	G7_Plattenbelag	Plattenbelag	7E44AAA5-5D41-494E-9C81-E915BCF8E76F	G3_Decke	Decke	019434DF-370C-4F73-A89B-4F281EC045FA
21	G8_Aspaltzwischen-schicht	Asphaltzwischen-schicht	6CDDA78A-5BAD-47B4-9189-010C238E9D60	G2_Oberbau	Oberbau	E9190CFF-DFAF-44D0-BD96-8BDAEB0B29D0
22	G9_Aspalttrag-deckschicht	Asphalttrag-deckschicht	1958992A-4083-4845-857C-7C41F7C92483	G2_Oberbau	Oberbau	E9190CFF-DFAF-44D0-BD96-8BDAEB0B29D0
23	G46_Tragschicht	Tragschicht	72B831CD-8433-4557-9AF6-200190E8FA37	G2_Oberbau	Oberbau	E9190CFF-DFAF-44D0-BD96-8BDAEB0B29D0

Bild 5-3: Auszug Zuordnung von Merkmalsgruppen zu übergeord. Merkmalsgruppen – RStO 12



Als weitere Überprüfungsmöglichkeit innerhalb der FGSV-Regelwerke wurden stichprobenartig die Definitionen einzelner Begriffe innerhalb eines Regelwerks mit den Definitionen aus den Begriffsbestimmungen der FGSV abgeglichen (siehe Tabelle 5-1).

Bei dem Vergleich dieser Definitionen werden einige Unterschiede deutlich. Mit dem Erscheinen der neuen Begriffsbestimmungen der FGSV im Jahr 2020 wurden einige Definitionen überarbeitet. Dennoch besteht teilweise immer noch ein Unterschied zu den in den Regelwerken formulierten Definitio-

nen. In Zukunft sollte hier eine Einigung auf eine allgemeingültige Definition je Begriff angestrebt werden.

Im Rahmen dieses Projektes wurden als Priorität für die Definitionen die Formulierungen in den Begriffsbestimmungen festgelegt. Lediglich bei fehlenden Definitionen wurde für die Erstellung des Datenkataloges auf die einzelnen Definitionen innerhalb der Regelwerke zurückgegriffen. Über die Kommentarfelder der Auswertungstabellen wurde vermerkt, aus welcher Quelle die Definition übernommen wurden.

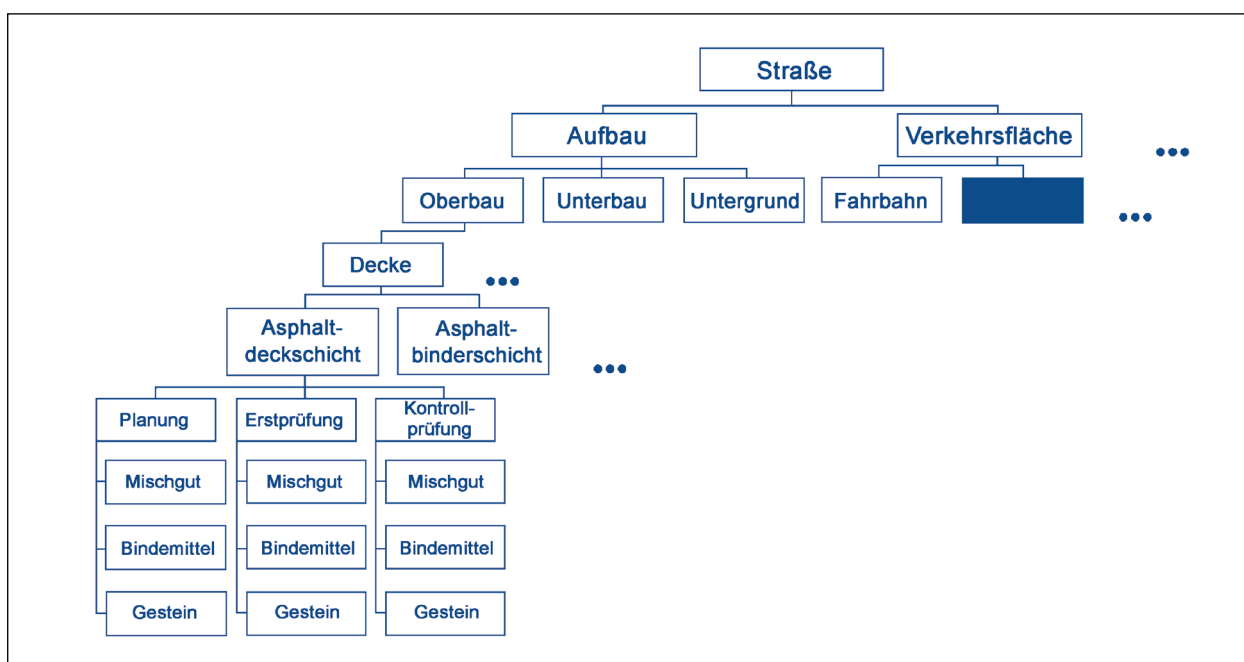


Bild 5-4: Auszug der Hierarchie der Merkmalsgruppen der RStO 12

Begriffe	Definition Regelwerk FGSV	Begriffsbestimmungen 2020 FGSV
Oberbau	Alle Schichten oberhalb des Planums ausgenommen Bankette.	Im Straßenbau: Alle oberhalb des Planums hergestellten ungebundenen und gebundenen Schichten einer Straße.
Walzasphalt	Asphaltmischgut, das durch Walzen verdichtet wird.	Asphaltmischgut, das beim Einbau verdichtet wird.
Gussasphalt	Asphaltmischgut, das im heißen Zustand gießbar und streichfähig ist und keiner Verdichtung bedarf.	Asphaltmischgut, das im heißen Zustand gießfähig und streichbar ist sowie keiner Verdichtung bedarf.
Asphaltmischgut	Gemisch aus Füller, Gesteinskörnungen 0,063/2, Gesteinskörnungen > 2 mm sowie Bitumen als Bindemittel. Gegebenenfalls können Zusätze enthalten sein.	Asphalt in verarbeitbarem Zustand.
Asphaltbeton	Asphaltmischgut mit abgestufter Korngrößenverteilung des Gesteinskörnungsgemisches. Umfasst folgende Asphaltmischgutarten: Asphalttragschichtmischgut, Asphaltbinder, Asphaltbeton für Asphaltdeckschichten, Asphalttragdeckschichtmischgut.	Asphaltmischgut mit einer für eine möglichst dichte Lagerung der Gesteinskörner abgestuften Korngrößenverteilung.

Tab. 5-1: Auszug aus dem Vergleich von FGSV-Definitionen aus einzelnen Regelwerken und den Begriffsbestimmungen



## 5.2 Beispielauswertung ZTV Asphalt-StB 07/13 und TL Asphalt-StB 07/13

Eine weitere beispielhafte Auswertung wird anhand der beiden technischen Regelwerke ZTV Asphalt-StB 07/13 und TL Asphalt-StB 07/13 dargestellt. Die beiden Regelwerke bauen in vielen Aspekten aufeinander auf und korrelieren miteinander. Aus diesem Grund sind viele Begriffe in beiden Regelwerken gemeinsam vorhanden. Die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen Asphalt decken hierbei die Grundstruktur ab, sodass die einzelnen Asphalt-schichten des Oberbaus mit den jeweiligen Materialien verknüpft wurden. Zusätzlich wurden die Begriffe Anforderung\_Gestein, Anforderung\_Bitumen und Anforderung\_Aspaltnischgut einge-

führt und die Abhängigkeiten durch Relationen dargestellt (siehe Bild 5-5 und Bild 5-6).

Als Merkmale wurden in der ZTV Asphalt-StB 07/13 die wichtigsten Vertragsbestandteile des Regelwerks aufgegriffen, welche im Anschluss ebenfalls durch Relationen mit den einzelnen Merkmalsgruppen verknüpft wurden.

In den Technischen Lieferbedingungen Asphalt werden viele Anforderungen, Erstprüfungen und Kontrollprüfungen an das Bitumen, das Gestein und das Aspaltnischgut gestellt. Aus diesem Grund sind hier deutlich mehr Merkmale vorhanden als in den ZTV Asphalt-StB 07/13. Diese Merkmale sind unter anderem mit den allgemeinen Merkmalsgruppen, welche schon in den ZTV Asphalt-StB 07/13

Zuordnung von Merkmalsgruppen zu übergeordneten Merkmalsgruppen						
Lfd. Nr.	Objekt / Merkmalsgruppe			übergeordnetes Objekt / Merkmalsgruppe		
aut.	Zeile auswählen	Name ermittelt	GUID automatisch ermittelt	Zeile auswählen	Name übergeordnet ermittelt	GUID automatisch ermittelt
1	G17_Mischgut	Mischgut	F1C4BA0D-DB58-4321-A593-F7702B4DF457	G2_Aspaltnischgut	Aspaltnischgut	B6582804-9506-4CC7-A911-7DF6981AAAFB
2	G18_Gestein	Gestein	222A7A5E-38D2-4282-A676-3DE0D529B73B	G2_Aspaltnischgut	Aspaltnischgut	B6582804-9506-4CC7-A911-7DF6981AAAFB
3	G19_Bindemittel	Bindemittel	1525A389-03CC-46BA-871A-240784E9265C	G2_Aspaltnischgut	Aspaltnischgut	B6582804-9506-4CC7-A911-7DF6981AAAFB
4	G17_Mischgut	Mischgut	F1C4BA0D-DB58-4321-A593-F7702B4DF457	G3_Aspaltnischgut	Aspaltnischgut	D795A7A5-C71E-4740-931C-BB6D2357B7CA
5	G18_Gestein	Gestein	222A7A5E-38D2-4282-A676-3DE0D529B73B	G3_Aspaltnischgut	Aspaltnischgut	D795A7A5-C71E-4740-931C-BB6D2357B7CA
6	G19_Bindemittel	Bindemittel	1525A389-03CC-46BA-871A-240784E9265C	G3_Aspaltnischgut	Aspaltnischgut	D795A7A5-C71E-4740-931C-BB6D2357B7CA
7	G17_Mischgut	Mischgut	F1C4BA0D-DB58-4321-A593-F7702B4DF457	G4_Aspaltnischgut	Aspaltnischgut	2B1FA47D-879E-4E41-A9B7-927F10FD9CE3
8	G18_Gestein	Gestein	222A7A5E-38D2-4282-A676-3DE0D529B73B	G4_Aspaltnischgut	Aspaltnischgut	2B1FA47D-879E-4E41-A9B7-927F10FD9CE3
9	G19_Bindemittel	Bindemittel	1525A389-03CC-46BA-871A-240784E9265C	G4_Aspaltnischgut	Aspaltnischgut	2B1FA47D-879E-4E41-A9B7-927F10FD9CE3

Bild 5-5: Auszug Relationen Gruppe – Gruppe – ZTV Asphalt 07/13 – Teil 1/2

eingeführt wurden, verknüpft. Zudem ließen sich hier viele Wertebereiche für die einzelnen Merkmale, welche häufig Prüfgrößen beschreiben, festlegen. Des Weiteren wurden hier die einzelnen Bindemittelsorten und Asphaltmischgutsorten das erste Mal eingeführt (siehe Bild 5-7).

Insgesamt lassen sich bei detaillierter Betrachtung der Auswertungen dieser beiden technischen Regelwerke viele Gemeinsamkeiten feststellen. Daher ist es ratsam für zukünftige Auswertungen weiterer

Regelwerke oder für Überarbeitungen der bisherigen Auswertungen immer ähnliche Regelwerke gemeinsam oder direkt nacheinander in die Datenbank einzupflegen, sodass Zusammenhänge und Abhängigkeiten besser identifiziert werden können. Zudem können durch dieses Vorgehen unterschiedliche Begriffsinterpretationen schneller identifiziert werden.

Zuordnung von Merkmalsgruppen zu übergeordneten Merkmalsgruppen						
Lfd. Nr.	Objekt / Merkmalsgruppe			übergeordnetes Objekt / Merkmalsgruppe		
aut.	Zeile auswählen	Name ermittelt	GUID automatisch ermittelt	Zeile auswählen	Name übergeordnet ermittelt	GUID automatisch ermittelt
10	G17_Mischgut	Mischgut	F1C4BA0D-DB58-4321-A593-F7702B4DF457	G5_Aspaltrag-deckschicht	Aspaltrag-deckschicht	1958992A-4083-4845-857C-7C41F7C92483
11	G18_Gestein	Gestein	222A7A5E-38D2-4282-A676-3DE0D529B73B	G5_Aspaltrag-deckschicht	Aspaltrag-deckschicht	1958992A-4083-4845-857C-7C41F7C92483
12	G19_Bindemittel	Bindemittel	1525A389-03CC-46BA-871A-240784E9265C	G5_Aspaltrag-deckschicht	Aspaltrag-deckschicht	1958992A-4083-4845-857C-7C41F7C92483
13	G6_Aspaltrag-mischgut	Aspaltragmischgut	FD4FD337-008E-4B12-ACD2-C4036A93E281	G17_Mischgut	Mischgut	F1C4BA0D-DB58-4321-A593-F7702B4DF457
14	G8_Anforderung_Gestein	Anforderung_Gestein	6DE5787C-6BCB-44D3-B67B-8A3E9FECA4A2	G6_Aspaltrag-mischgut	Aspaltragmischgut	FD4FD337-008E-4B12-ACD2-C4036A93E281
15	G7_BitumenUnd-Abgeleitete Produkte	BitumenUnd-Abgeleitete Produkte	811C4B00-00A7-43AB-8938-5A53FE5D6FB4	G19_Bindemittel	Bindemittel	1525A389-03CC-46BA-871A-240784E9265C
16	G20_Straßenbau-bitumen	Straßenbaubitumen	B2794398-850A-4304-9434-DD82B3B81812	G7_BitumenUnd-Abgeleitete Produkte	BitumenUnd-Abgeleitete Produkte	811C4B00-00A7-43AB-8938-5A53FE5D6FB4
17	G21_PolymermodifiziertesBitumen	PolymermodifiziertesBitumen	B9C1C192-416D-4B23-AB6D-77CEA20B6C9A	G7_BitumenUnd-Abgeleitete Produkte	BitumenUnd-Abgeleitete Produkte	811C4B00-00A7-43AB-8938-5A53FE5D6FB4
18	G8_Anforderung_Gestein	Anforderung_Gestein	6DE5787C-6BCB-44D3-B67B-8A3E9FECA4A2	G18_Gestein	Gestein	222A7A5E-38D2-4282-A676-3DE0D529B73B
19	G10_Anforderung_Bitumen	Anforderung_Bitumen	011680BE-750D-4760-89CC-906E51BE52F1	G7_BitumenUnd-Abgeleitete Produkte	BitumenUnd-Abgeleitete Produkte	811C4B00-00A7-43AB-8938-5A53FE5D6FB4
20	G12_Anforderung_Aspaltrag-mischgut	Anforderung_Aspaltragmischgut	A9CBAD46-6624-420F-B165-2230C1EAAD00	G6_Aspaltrag-mischgut	Aspaltragmischgut	FD4FD337-008E-4B12-ACD2-C4036A93E281

Bild 5-6: Auszug Relationen Gruppe – Gruppe – ZTV Asphalt 07/13 – Teil 2/2

Name	GUID	Beschreibung	Beispiel	Datentyp	Wertebereich	Einheit	Definition
Bindemittelsorte_Straßenbaubitumen	BD9466B7-A534-44D3-A210-CD534A06ADA1	Unterteilung einer Bindemittelart hinsichtlich bestimmter Eigenschaften.	50/70	Aufzählung	20/30; 30/45; 50/70; 70/100; 160/220	-	Unterteilung einer Bindemittelart hinsichtlich bestimmter Eigenschaften.
Bindemittelsorte_Polymermodifiziertes Bitumen	C02DC59D-0F0B-47B5-ABC5-6351E00C3CF6	Unterteilung einer Bindemittelart hinsichtlich bestimmter Eigenschaften.	25/55-55	Aufzählung	40/100-65; 10/40-65; 25/55-55; 45/80-50	-	Unterteilung einer Bindemittelart hinsichtlich bestimmter Eigenschaften.
Asphaltmischgutsorte	7631CCF1-DCE4-4135-978F-A291498F1682	Unterteilung einer Asphaltmischgutart hinsichtlich Größtkorn und Beanspruchung.	AC32TS	Aufzählung	AC32TS; AC22TS; AC16TS; AC32TN; AC22TN; AC16TN; AC32TL; AC22TL; AC16TL; AC16TD; AC22BS; ...	-	Unterteilung einer Asphaltmischgutart hinsichtlich Größtkorn und Beanspruchung.
Mindest Bindemittelgehalt	990F1A5B-2752-4122-A448-BF33372CC8BD	Massenanteil des Bindemittels im Asphalt	Bmin 3,8	Aufzählung	Bmin 3,8; Bmin 4,0; Bmin 4,2; Bmin 5,4; Bmin 4,4; Bmin 4,6; Bmin 6,0; Bmin 6,4; Bmin 6,6; Bmin 7,0; Bmin 7,2; Bmin 7,4; Bmin 7,5; Bmin 6,5	M.-%	Massenanteil des Bindemittels im Asphalt
Minimaler Hohlraumgehalt MPK	6DE94438-B3E3-48AD-9890-C10F0C89A0F4	Verhältnis des Hohlraumes zum Gesamtvolumen	Vmin 5,0	Aufzählung	Vmin 5,0; Vmin 4,0; Vmin 1,0; Vmin 3,5; Vmin 2,5; Vmin 2,0; Vmin 1,5; Vmin 1,0; Vmin 24	Vol.-%	Verhältnis des Hohlraumes zum Gesamtvolumen
Maximaler Hohlraumgehalt MPK	9C868696-6121-4DB8-9A3C-94463031BD4E	Verhältnis des Hohlraumes zum Gesamtvolumen	Vmin 7,0	Aufzählung	Vmin 7,0; Vmin 3,0; Vmin 6,5; Vmin 5,5; Vmin 4,5; Vmin 3,5; Vmin 2,5; Vmin 28	Vol.-%	Verhältnis des Hohlraumes zum Gesamtvolumen

Bild 5-7 : Auszug Merkmale – TL Asphalt 07/13

### 5.3 Beispielauswertung Anweisung Straßeninformationsbank

Damit Dopplungen der Themenfelder vermieden werden, wurden die ausgewählten Teile der ASB nicht auf die gleiche Weise wie die FGSV-Regelwerke analysiert und vorerst auch nicht in die Datenbank implementiert. Das Vorgehen bei der Auswertung der ASB-Regelwerke wird hier beispielhaft für den Teil Querschnitt und Aufbau erläutert.

Die für einen Datenkatalog notwendigen Begriffe (Merkmalsgruppen und Merkmale) wurden aus der ASB – Teil Querschnitt und Aufbau herausgefiltert und in eine Liste übertragen. Dieser Schritt ist noch identisch zu den Auswertungsschritten der FGSV-Regelwerke. Anschließend wurde diese Liste jedoch mit den Auswertungstabellen der FGSV-Regelwerke abgeglichen. Gleiche Bezeichnungen wurden grün, ähnliche gelb und unterschiedliche Begriffe rot markiert. Tabelle 5-2 zeigt einen Auszug

dieser ausgewerteten Liste. Die vollständigen Auswertungstabellen befinden sich im Anhang A. Diese Liste wurde nicht in die Auswertungstabellen importiert und auch nicht in die Datenbank übernommen, um eine massive Anhäufung von Dopplungen zu vermeiden. Die erstellten Listen sollen in Zukunft dabei helfen, Unterschiede bei den Begriffen und den Begriffsdefinitionen von FGSV und IT-Ko einheitlich zu gestalten und anzupassen.

Insgesamt wurde eine sehr große Wiederholrate der Begrifflichkeiten festgestellt. Einige abweichende Begriffe, würden vermutlich durch die Analyse weiterer FGSV-Regelwerke abgedeckt werden. Der sehr hohe Detaillierungsgrad der FGSV-Regelwerke ist für die Erstellung des Datenkataloges in vielen Punkten nicht notwendig, da ein Datenkatalog nicht in diese Tiefe geht. Um die Übereinstimmungen zwischen der FGSV und dem IT-Ko zu überprüfen, wurden anschließend die Definitionen zu den identischen Begriffen herausgearbeitet. Einen Aus-

Bezeichnung nach FGSV und IT-Ko		
gleich	ähnlich	unterschiedlich
Pflaster	Ungebundene Schicht des Oberbaues	Ungebundene Schicht mit pechh. Verfestigung
Platten	Schicht mit bitumenhaltigem Bindemittel	ungebundene TS pechh. verfestigt
nicht frostempfindlich		Frostschuttschicht mit pechh. Bindemittel verfestigt
frostempfindlich		Pechhaltige Tragschicht
		Teerasphalttragschicht

Tab. 5-2: Auszug aus der Auswertungstabelle der ASB – Teil Querschnitt und Aufbau

Begriffe	Definition FGSV	Definition IT-Ko
Fahrbahn	Aus Fahrstreifen und Randstreifen bestehender zusammenhängend befestigter Teil einer Straße.	a) Die Fahrbahn ist der für den Kfz-Verkehr bestimmte Teil einer befestigten Straße. Sie besteht aus einem oder mehreren Fahrstreifen, die unterschiedliche Funktionen haben (z. B. Hauptfahrstreifen, 1. Überholstreifen, Linksabbiegefahrstreifen, Zusatzfahrstreifen, ...) sowie den Bordrinnen (offene und geschlossene Rinnen). Die Fahrbahn wird begrenzt durch die Fahrbahnränder. b) Aus Gründen der Rückwärtskompatibilität zu den früheren Versionen der ASB existiert eine Querschnittstreifenart „Fahrbahn“, die auf Grund der damaligen Breitendefinition nur einen Teil der unter a) aufgeführten Fahrbahnbestandteilen beinhaltet.
Fahrbahndecke	a) Asphaltbinderschicht und darüber liegende Asphaltdeckschicht oder nur Asphaltdeckschicht. b) Decke aus Beton, die sowohl die Funktion der Decke als auch ganz oder teilweise die der Tragschicht übernimmt.	Oberer Teil des Oberbaus. In der Regel besteht die bituminöse Decke aus je einer Deck- und Binderschicht, eine Betondecke aus ein oder zwei Schichten, die ein oder mehrlagig eingebaut werden können.
Deckschicht	Widerstandsfähige und verkehrssichere oberste Schicht einer Verkehrsfläche (siehe auch Asphaltdecke, Betondecke, Brückenbelag). Im ländlichen Wegebau auch die ohne Bindemittel hergestellte oberste Schicht einer Befestigung.	Oberste Schicht der Fahrbahndecke. Die Fahrbahndecke umfasst den abschließenden Teil des Oberbaus oberhalb der Tragschichten. Die Fahrbahndecke hat die Aufgabe, den Übergang von der/ den Tragschichten zu der befahrbarkeitsgerechten Oberfläche herzustellen. Zu den wesentlichen Deckenarten gehören Asphalt-, Beton- und Pflasterdecken.
Bauklasse	Einteilung zur Dimensionierung des Oberbaus gemäß der bemessungsrelevanten Beanspruchung.	Die Bauklasse ist eine Einteilung zur Dimensionierung des Oberbaus aufgrund der Verkehrsbelastungszahl nach RStO. Dabei entspricht die Soll-Bauklasse der Dimensionierung nach der vorhandenen Verkehrsbelastungszahl. Der in der Örtlichkeit vorgefundene Aufbau wird einer Ist-Bauklasse zugeordnet.
Untergrund/ Unterbau	Der unmittelbar unter dem Ober- oder Unterbau angrenzende Boden bzw. Fels.	Ebenes, profilgerechtes und tragfähiges Fundament für den Straßenoberbau. Es gehört zum Erdbau.

Tab. 5-3: Auszug des Vergleiches der Begrifflichkeiten der FGSV und des IT-Ko

zug hiervon zeigt Tabelle 5-3. Es wird deutlich, dass sich die Definitionen häufig und zum Teil unterscheiden. In Zukunft sollte eine Einigung der Gruppen auf gemeinsame einheitliche Definitionen für die Begriffe herbeigeführt werden.

Der gesamte Abgleich der Definitionen der FGSV und des IT-Ko aus den jeweiligen Begriffsbestimmungen ist im Anhang B dargestellt.

## 6 Datenerhebung der Referenzregelwerke in der Datenbank

Der aktuelle Stand der in die Datenbank importierten Referenzregelwerke und die Aufteilung auf die Merkmalsgruppen und die Merkmale, sowie die einzelnen Relationen zueinander sind in den folgenden Bildern dargestellt (Bild 6-1, Bild 6-2, Bild 6-3).

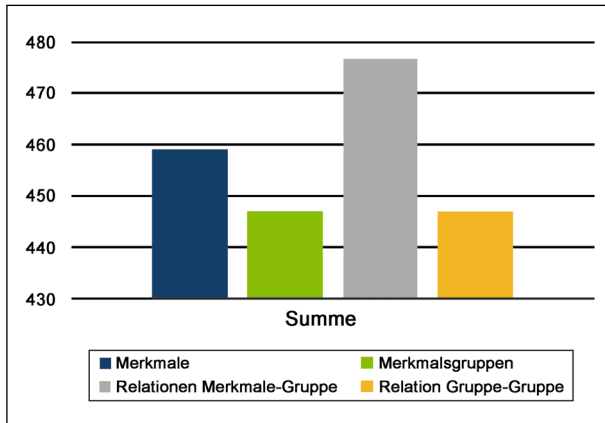


Bild 6-1: Datenerhebung Referenzregelwerke in der Datenbank

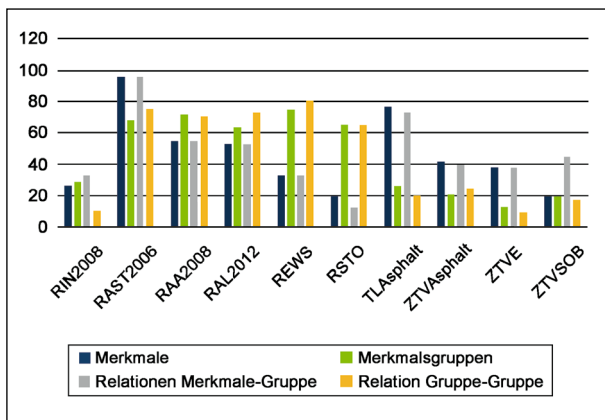


Bild 6-2: Datenerhebung nach Referenzregelwerk in der Datenbank

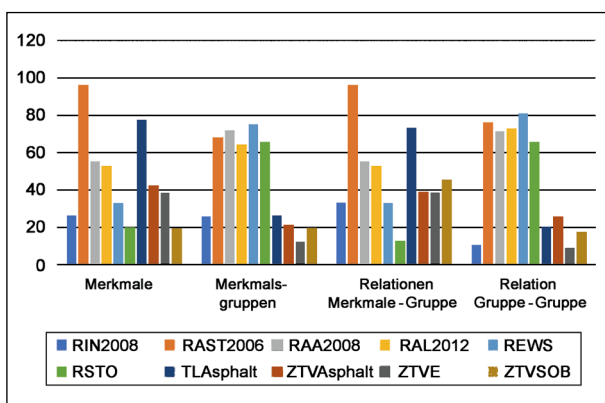


Bild 6-3: Datenerhebung nach Art in der Datenbank

## 7 Probleme und Lösungen in den Datenbankerfassungen

Im Zuge des Projektes wurden die in Kapitel 3 angegebenen Regelwerke systematisch untersucht und die Ergebnisse gemäß der in Kapitel 2.4 vorgestellten Norm DIN EN ISO 23386 modelliert. Für die Überführung von großen Mengen an Merkmalen und Merkmalsgruppen wurden die in Kapitel 4 und 5 dargestellten Methoden verwendet.

Im Zuge der systematischen Datenhaltung der erfassten Datensätze werden diese aus den Excel-Tabellen heraus in ein XML-Schema exportiert, welches im Gegensatz zu einer Excel-Tabelle eine Syntax und Semantik je Datensatz abbildet (vgl. Bild 7-1). Durch diese feststehende Syntax und die im Schema definierte Semantik werden mögliche Ausprägungen einzelner Zellen der Tabelle restringiert, beispielsweise gilt dies für die Wertebereiche oder Aufzählungswerte eines Merkmals. In diesem Kapitel werden die Herausforderungen bei der systematischen Erfassung zunächst allgemein auf die Modellierung und weiterhin auf die Syntax und Semantik bezogen erläutert und die Lösungsansätze dargestellt.

Die Modellierung von Merkmalen und Merkmalsgruppen auf Basis der DIN EN ISO 23386 und folgt einer Klassifizierungshierarchie. Eine Klassifizierung ist die strukturierte Zusammenstellung von Informationen durch das Zusammenführen gemeinsamer Punkte in jeweils einer Klasse. Jede Klasse ist ein hierarchisches Element einer Klassifizierung. Eine Klasse kann eine Gruppe von Objekten in einer Klassifizierung sein, in der das Merkmal zutrifft. In diesem Kontext wird eine Merkmalsgruppe gemäß DIN EN ISO 23386 mit der Kategorie „Klasse“ versehen.

Die hierarchische Klassifizierung folgt dem Vererbungs- bzw. Spezialisierungskonzept aus der objektorientierten Modellierung, sodass alle Merkmale von generellen Klassen an die in der Hierarchie darunter stehenden spezialisierten Klassen vererbt werden. In der Norm wird dafür die Einfachvererbung verpflichtend vorgegeben, sodass jede Merkmalsgruppe nur exakt eine übergeordnete Merkmalsgruppe besitzen kann. Darüber hinaus können Merkmale jedoch in mehreren Merkmalsgruppen auftreten. Somit können auf Basis der DIN EN ISO 23386 einfache Vererbungshierarchien aufgebaut werden (siehe Bild 7-2).



Merkmalsgruppen (Objekte)																
Bezeichnung	Id No.	Name	GMID	Beschreibung	Kategorie der Merkmalsgruppe	Definition	Datum der Erstabgabe	Status	Datum der Abminderung	Datum des Überarbeitens	Datum der Version	Versionenname	Nummer der Überarbeiten	Sprache des Erstellers	Land der Vererbung	Kommentare
1	001	Zentralgebäude	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Zentralgebäude	Zentralgebäude	Zentralgebäude	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	optional
2	002	Oberrück	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Oberrück	Oberrück	Oberrück	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
3	003	Decke	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Decke	Decke	Decke	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
4	004	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
5	005	Beton	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Beton	Beton	Beton	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
6	006	Fliesen	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Fliesen	Fliesen	Fliesen	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
7	007	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
8	008	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
9	009	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
10	010	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
11	011	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
12	012	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
13	013	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
14	014	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
15	015	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
16	016	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
17	017	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
18	018	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
19	019	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
20	020	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
21	021	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
22	022	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
23	023	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
24	024	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
25	025	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
26	026	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
27	027	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
28	028	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
29	029	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
30	030	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
31	031	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	
32	032	Asphaltpflaster	00000000-0000-0000-0000-000000000000	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	Asphaltpflaster	2017-07-01	aktiv	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	2017-07-01	1	de-DE	DE	

```

<?xml version='1.0' encoding='utf-8'?>
<container xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:om="http://www.opengis.net/om" location="2020-07-01_x30_130_2300_2020_v1.xml">
  <propertyGroup>
    <guid>00000000-0000-0000-0000-000000000000</guid>
    <status>active</status>
    <dateOfCreation>2020-09-09T20:32:12</dateOfCreation>
    <dateOfActivation>2019-11-25T12:00:00</dateOfActivation>
    <dateOfRevision>2019-11-25T12:00:00</dateOfRevision>
    <dateOfVersion>2019-11-25T12:00:00</dateOfVersion>
    <versionNumber>1</versionNumber>
    <revisionNumber>1</revisionNumber>
    <creatorLanguage>de-DE</creatorLanguage>
    <nameInLanguage>
      <name>ASPH</name>
      <language>de-DE</language>
    </nameInLanguage>
    <definitionsInLanguage>
      <definition>Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen</definition>
      <language>de-DE</language>
    </definitionsInLanguage>
    <countryOfUse>DE</countryOfUse>
    <countryOfOrigin>DE</countryOfOrigin>
    <categoryOfGroupOfProperties>reference document</categoryOfGroupOfProperties>
  </propertyGroup>
  <propertyGroup>
    <guid>00000000-0000-0000-0000-000000000000</guid>
    <status>active</status>
    <dateOfCreation>2020-09-09T20:32:12</dateOfCreation>
    <dateOfActivation>2019-11-25T12:00:00</dateOfActivation>
    <dateOfRevision>2019-11-25T12:00:00</dateOfRevision>
    <dateOfVersion>2019-11-25T12:00:00</dateOfVersion>
    <versionNumber>1</versionNumber>
    <revisionNumber>1</revisionNumber>
    <creatorLanguage>de-DE</creatorLanguage>
    <nameInLanguage>
      <name>Oberbau</name>
      <language>de-DE</language>
    </nameInLanguage>
    <definitionsInLanguage>
      <definition>Richtlinien oberhalb des Planums ausgenommen Bankette</definition>
      <language>de-DE</language>
    </definitionsInLanguage>
    <countryOfUse>DE</countryOfUse>
    <countryOfOrigin>DE</countryOfOrigin>
    <categoryOfGroupOfProperties>parent class</categoryOfGroupOfProperties>
  </propertyGroup>
</container>
  
```

Bild 7-1: Übertragung der erhobenen Daten mittels XML in die Datenbank

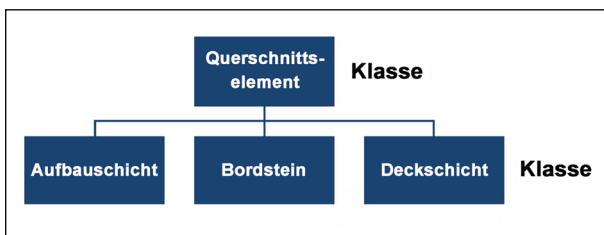


Bild 7-2: Modellierung von Merkmalsgruppen als Vererbungshierarchie

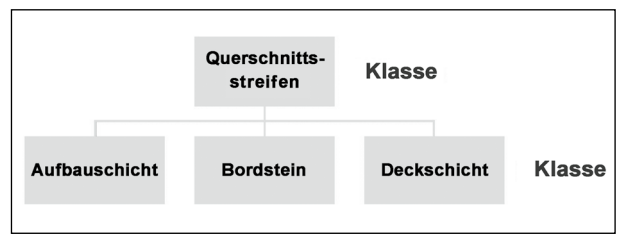


Bild 7-3: Modellierung von Merkmalsgruppen als Kompositionshierarchie

Obwohl diese Einschränkungen aus Sicht der Datenmodellierung sinnvoll sind, stellen diese gerade bei der Erfassung von Daten für die Datenbank eine Herausforderung dar. Die Modellierung von Aggregationen, also der Zusammensetzung von Merkmalen und Merkmalsgruppen als ein souveränes Objekt, kann durch eine Vererbungshierarchie nicht abgebildet werden. In Bild 7-3 wird eine Komposition dargestellt. Die Klassen „Aufbauschicht“, „Bordstein“ und „Deckschicht“ sind Teile der Klasse

„Querschnittsstreifen“. Falls diese Komposition mithilfe von Merkmalsgruppen umgesetzt wird, bedeutet dies jedoch nicht, dass für die Klasse „Querschnittsstreifen“ definierten Merkmale an die darunterliegenden Klassen vererbt. Sollte also ein Merkmal „Fahrstreifenbreite“ im „Querschnittsstreifen“ definiert sein, wird dieses auch an den Bordstein vererbt. Diese Art von Modellierung wird jedoch nicht sinnvoll.

Im Fall von Bild 7-2 wird eine alternative Modellierung vorgestellt, die den „Querschnittstreifen“ nicht als Klasse enthält, sondern eine andere Klasse für ein „Querschnittselement“ einführt. Ein Querschnittselement kann somit eine Aufbauschicht, ein Bordstein oder eine Deckschicht sein. Ein Querschnittselement ist jedoch kein Querschnittstreifen. Die Klasse „Querschnittselement“ kann dann alle Merkmale enthalten, die die spezialisierten Unterklassen gemeinsam haben, sodass eine tatsächliche Vererbungshierarchie entsteht. Die Klasse „Querschnittstreifen“ kann zusätzlich an einer anderen Stelle definiert werden.

Neben der Einordnung von Merkmalsgruppen in die hierarchische Struktur ist die eindeutige Identifizierung eines Begriffs aus den Regelwerken als Merkmal, Merkmalsgruppe oder Wert eines Merkmals nicht immer zweifelsfrei durchzuführen. Generell lässt sich ein Begriff als Merkmalsgruppe deklarieren, sofern es nicht möglich ist für diesen einen expliziten alphanumerischen Wert festzulegen, also z. B. die Merkmalsgruppe Deckschicht.

Ein Merkmal hingegen nimmt immer konkrete Werte inklusive einer entsprechenden Einheit an, also

z. B. das Merkmal Einbautemperatur. Darüber hinaus kann es Begriffe in einem Regelwerk geben, die als Enumerationswert für ein Merkmal gesehen werden können, also z. B. Bk 100 für das Merkmal Belastungsklasse. Es gibt jedoch nicht immer eine eindeutige Möglichkeit zu Modellierung eines Begriffes. Am folgenden Beispiel aus der RStO (vgl. Bild 7-4) soll dieser Sachverhalt verdeutlicht werden.

Der Begriff „Verkehrsfläche“ kann beispielsweise als Merkmalsgruppe oder auch als Merkmal modelliert werden (siehe Bild 7-4). Hierbei ist es entscheidend, ob konkrete Werte für den Begriff vorliegen oder ob noch weitere Unterkategorien erstellt werden sollen. Für den Begriff „Verkehrsfläche“ wurde sich daher für eine Merkmalsgruppe entschieden. Die weiteren Unterpunkte, wie zum Beispiel der „Seitenstreifen“ oder auch die „Fahrbahn“ können in diesem Fall ebenfalls entweder als Merkmalsgruppe oder als Merkmal ausgebildet werden. Da sich auch diese Begriffe in weitere Unterkategorien einteilen lassen, wurde ebenfalls die Zuordnung zu den Merkmalsgruppen gewählt.

Die Herausforderung bei der Unterscheidung in der Modellierung erfordert ein hohes Maß an Fachkom-

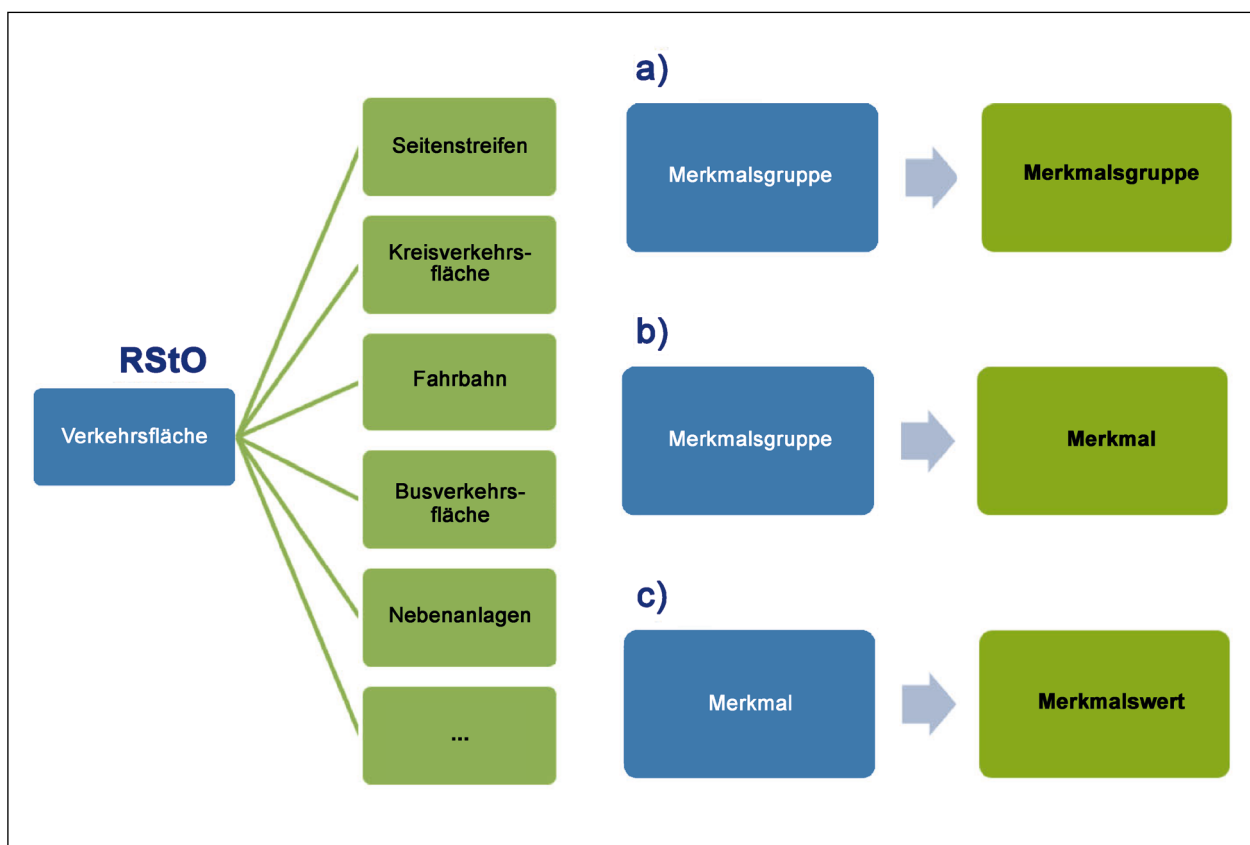


Bild 7-4: Unterschiedliche Modellierung von Merkmalsgruppen und Merkmalen

petenz, um die Detailtiefe und die Relevanz von Merkmalen im Kontext des Regelwerkes korrekt abzuschätzen bzw. bewerten zu können. Gegebenenfalls müssen weitere Regelwerke zur Rate gezogen werden, damit ein Überblick über die notwendige Detailtiefe gegeben ist.

Da Regelwerke im Bauwesen charakteristischerweise Entwurfsparameter in tabellarischen Abhängigkeiten angeben, liegt auch hier eine Herausforderung bei der Modellierung der Abhängigkeiten von Merkmalen und Merkmalsgruppen vor. Gegeben ist in Bild 7-5 (links) eine Tabelle zu Entwurfsklassen und Gestaltungsmerkmale für die Straßenplanung. Entsprechend der Markierungen lässt sich die Tabelle in Merkmale und mögliche Merkmalswerte aufteilen, wobei die Spaltenüberschriften jeweils ein Merkmal definieren und die Zeilen darunter jeweils die möglichen Ausprägungen der Merkmalswerte als Enumeration angeben (vgl. auch Bild 7-5, rechts). Das Merkmal Entwurfsklasse erhält den Datentyp „Aufzählung“ als Attribut zugewiesen und die Werte EKL1, EKL2, EKL3 und EKL4 als „Liste der möglichen Werte“. Um den Zusammenhang zwischen dem Merkmal Entwurfsklasse und beispielsweise dem Merkmal Regel-

querschnitt in der Datenmodellierung zu erhalten, kann hierfür die Relation „verbundenes Merkmal“ gemäß DIN EN ISO 23386 verwendet werden. Zusammenfassend ergibt sich durch diese Art der Modellierung eine der Tabelle entsprechende Semantik.

Insgesamt zeigen diese drei Beispiele die Mehrdeutigkeit und den Interpretationsspielraum in der Modellierung selbst durch fachkundige Mitarbeiter in Hinblick auf die erfassten Daten aus den Regelwerken. Dieser Ermessensspielraum bei der Modellierung stellt eine wesentliche Herausforderung dar und erfordert einen iterativen Qualitätssicherungsprozess. Bei der Datenmodellierung der ausgewerteten Regelwerke wurde dieser iterative Prozess durchgeführt, um die strenge Vererbungshierarchie einer Klassifikation und die originale Semantik der Regelwerke zu wahren.

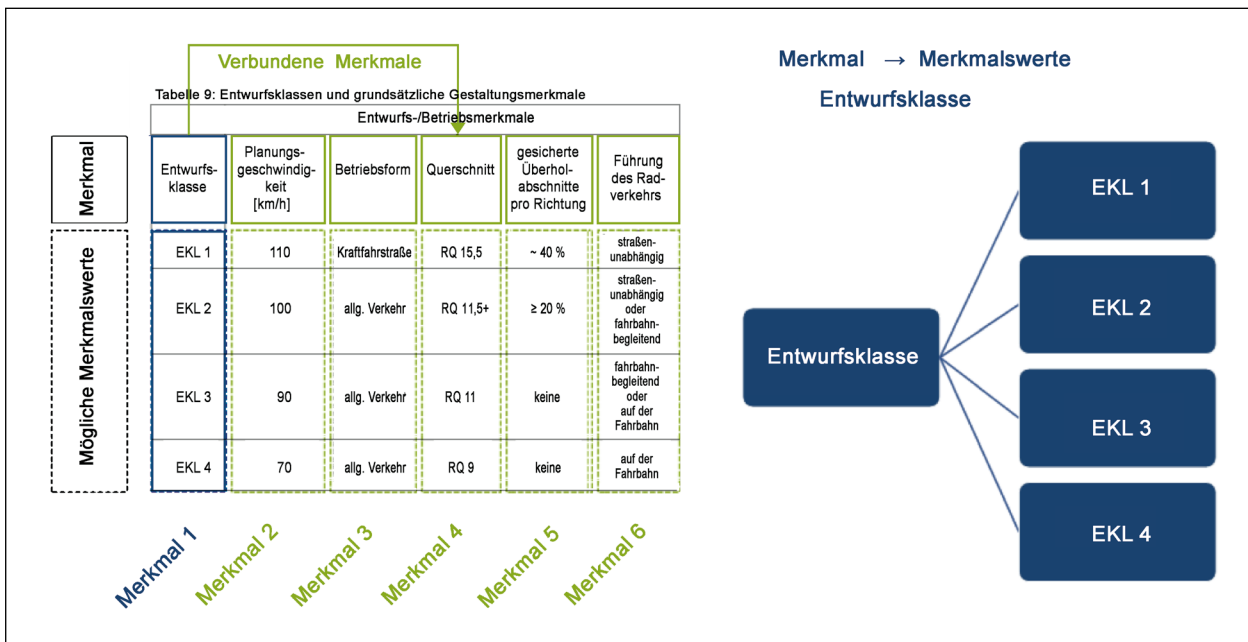


Bild 7-5: Modellierung von Tabellenwerten als miteinander verbundene Merkmale



In nachfolgender Checkliste werden die wesentlichen Hinweise für die Modellierung nochmal dargestellt und erläutert:

- Ein Merkmal wird verwendet, um die charakteristische Eigenschaft eines Objektes mit einem konkreten Wert inkl. einer Einheit zu beschreiben, z. B. den Nutzungszeitraum oder das E-Modul. Die Auswahl aussagekräftiger Merkmale ist für eine erfolgreiche Klassifizierung essentiell.
- Der Wert eines Merkmals kann eine Zeichenkette, eine Ganzzahl, eine Gleitkommazahl, ein Wahrheitswert oder auch eine Aufzählung/Enumeration sein. Für numerische Werte kann zudem auch ein Wertebereich angegeben werden. Die Einheit eines Wertes ist als separates Attribut anzugeben.
- Eine Merkmalsgruppe wird verwendet, um eine Sammlung von Merkmalen oder Merkmalsgruppen für eine durch die Kategorie der Merkmalsgruppe definierte Bedeutung zusammenzufassen, z. B. Planum oder Asphaltdeckschicht.
- Die Kategorie der Merkmalsgruppe wird verwendet, um der Merkmalsgruppe eine der folgenden konkreten Bedeutungen zuzuweisen:
  - Eine Klasse fasst Merkmale und Merkmalsgruppen zusammen, die für die Beschreibung von gleichen oder ähnlichen Objekten verwendet werden.
  - Eine Domäne fasst Merkmale und Merkmalsgruppen zusammen, die aus einer gleichen fachlichen Definition entstammen.
  - Ein Referenzdokument fasst Merkmale und Merkmalsgruppen zusammen, die aus demselben Referenzdokument entstammen.
  - Ein zusammengesetztes Merkmal fasst Merkmale und Merkmalsgruppen zusammen, die wiederum ein Merkmal genauer beschreiben, z. B.: ist die Sichtbetonqualität eine Merkmalsgruppe, die drei Merkmale miteinander verknüpft (Ebenheit des Betons, Farbton des Betons, Betonstruktur) und dadurch ein zusammenhängendes Charakteristikum bilden.
  - Eine alternative Nutzung gilt für branchenspezifische Regelungen bezüglich Merkmalsgruppen, die nicht durch obige abgedeckt werden.
- Verbundene Merkmale werden verwendet, um fachliche Zusammenhänge zwischen Merkmalen modellieren zu können, z. B. die Entwurfsklasse und die Planungsgeschwindigkeit. Ein Merkmal kann zu mehreren anderen in Verbindung stehen, um etwa die Semantik einer Tabelle abbilden zu können.
- Merkmale können beliebig vielen Merkmalsgruppen untergeordnet werden.
- Merkmalsgruppen können gemäß dem Prinzip der Spezialisierung nur eine übergeordnete Merkmalsgruppe haben. Es handelt sich hierbei um eine Einfachvererbung.
- Mehrere Merkmalsgruppen können die gleiche übergeordnete Merkmalsgruppe haben.
- Es müssen nicht alle Merkmalsgruppen in einer eindeutigen Baumstruktur miteinander verbunden sein. In einem Datenkatalog können mehrere Bäume parallel aufgebaut werden, die nicht miteinander verbunden sind.
- Die Hierarchie der Vererbung sollte nicht zu tief geschachtelt werden, um die Vererbung von Merkmalen sinnvoll und nachvollziehbar modellieren zu können. In den meisten Klassifikationen werden lediglich 2 bis 3 Ebenen modelliert (vgl. DIN EN ISO 12006-2:2020-07).
- Eine Vererbung ist nicht für alle Kategorien von Merkmalsgruppen sinnvoll umsetzbar. Beispielsweise sollten merkmalsgruppen der Kategorie „Referenzregelwerk“ nicht als Spezialisierung der Kategorie „Klasse“ modelliert werden. Die Kategorien der Merkmalsgruppen lassen sich folgendermaßen vererben:
  - Klasse: Es werden physische und virtuelle Objekttypen beschrieben. Eine Spezialisierung bzw. Vererbung ist hier häufig sinnvoll.
  - Domäne: Beschreibt eine fachliche Gruppierung. Die Vererbung ist hier eher selten. Mögliches Beispiel: Domäne Lärmschutz enthält einige allgemeinen Merkmale. Die spezialisierte Domäne Lärmschutz Autobahn enthält noch zusätzliche Merkmale.
  - Referenzdokument: Eine Vererbung ist eher selten, kann aber zum Beispiel aufgebaut werden, wenn es ein übergeordnetes Dokument mit übergeordneten Begriffen gibt, die auch in untergeordneten Dokumenten verwendet werden soll.
  - Zusammengesetztes Merkmal: Eine Vererbung ist eher selten. Ein zusammengesetztes Merkmal wird durch die enthaltenen Merkmale zusammengefügt. Beispiel für eine Vererbung ist das zusammengesetzte Merkmal Standardbetonzusammensetzung bestehend aus den Merkmalen Zementart, Zementgehalt oder Größtkorn, welches spezialisiert werden kann als Leichtbetonzusammensetzung mit den zusätzlichen Merkmalen Rohdichte oder Art des Luftporenbildners.
  - Alternative Nutzung: Eine Vererbung ist eher selten. Kann genutzt werden, um beliebige Merkmale zu gruppieren, die nicht einer der vorherigen Kategorien zugeordnet werden können.

## 8 Hinweise zur Vorgehensweise bei der Ergänzung von weiteren Regelwerken

Im folgenden Kapitel wird die Vorgehensweise zur Datenerfassung weiterer Regelwerke im Detail beschrieben. Um die einzelnen Überarbeitungsschritte im Gesamtverfahren näher zu erläutern, werden die Richtlinien zur Anlage von Stadtstraßen (RASt 06) herangezogen. Die ausgeführten Überarbeitungen der RAST 06 stellen dabei lediglich Beispiele für die Entwicklung der einzelnen Regelwerke dar. Es werden darauf aufbauend Hinweise gegeben, die das Vorgehen bei zukünftig zu erfassenden Richtlinien erleichtern sollen.

### 8.1 Beispielüberarbeitung RAST 06

#### 8.1.1 Inhaltliche Überarbeitung

Bei der inhaltlichen Überarbeitung wird im Detail auf die Veränderung von fachspezifischen Eigenschaften eingegangen. Dabei stehen sowohl eine verbesserte Übersichtlichkeit als auch eine anwenderfreundliche Nutzung der Datenbanken als grundsätzliche Zielgrößen im Vordergrund.

Ein wesentlicher Aspekt in der Überarbeitung der Regelwerke stellt die Einteilung der zu erstellenden

Objekte und Eigenschaften in die Merkmale und Merkmalsgruppen dar. Während die Merkmale zu Beginn der Analyse separat und sehr detailliert eingetragen wurden, wurden im Zuge der Überarbeitung übergeordnete Merkmale erstellt. Unter diesen Merkmalen konnten anschließend viele einzelne Eigenschaften eingepflegt werden, die vor allem durch den Datentyp „Aufzählung“ übersichtlich und eindeutig auszulesen sind. Das Bild 8-1 zeigt exemplarisch den Überarbeitungsschritt der typischen Entwurfssituationen auf Stadtstraßen.

Nachdem die Merkmale mithilfe des Datentyps „Aufzählung“ übersichtlicher dargestellt werden können und dadurch eine unkomplizierte Auswahl der Eigenschaften ermöglicht wird, wurden in einem weiteren Schritt die Relationen der Merkmalsgruppen angepasst. Hier fand eine Überarbeitung des am Anfang festgelegten hierarchischen Systems statt. Die Relationen Gruppe-Gruppe waren diesbezüglich identisch zum Inhaltsverzeichnis aufgebaut, was bei einer hohen Menge an Merkmalsgruppen jedoch deutlich die Übersichtlichkeit und die Gruppenstruktur beeinträchtigen. Anstelle von detailliert abzweigenden Untergruppierungen werden die Merkmalsgruppen direkt auf die übergeordneten Merkmalsgruppen bezogen. Eine übergeordnete Merkmalsgruppe kann dabei zum einen durch eine Kapitelüberschrift des Regelwerks bezeichnet sein

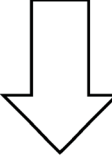
Lfd. Nr.	Name	Beispiel	Datentyp	Wertebereich
1	Wohnweg	-	Zeichenkette	-
2	Wohnstraße	-	Zeichenkette	-
3	Sammelstraße	-	Zeichenkette	-
4	Quartierstraße	-	Zeichenkette	-
5	Dörfliche Hauptstraße	-	Zeichenkette	-
6	Örtliche Einfahrtsstraße	-	Zeichenkette	-
				
1	Entwurfssituation	Wohnweg	Aufzählung	Wohnweg;Wohnstraße;Sammelstraße;Quartiersstraße;Dörfliche Hauptstraße;Örtliche Einfahrstraße

Bild 8-1: Auszug der Merkmale der RAST 06 vor und nach der Überarbeitung

oder zum anderen durch einen selbst erstellten Begriff berücksichtigt werden. Dem Bild 8-2 ist exemplarisch der Überarbeitungsschritt hinsichtlich der Beziehungen Gruppe-Gruppe anhand der Verkehrsflächen zu entnehmen.

In einem weiteren Schritt der inhaltlichen Überarbeitung wurde die Grundstruktur des Systemaufbaus der Referenzregelwerke in Einklang gebracht. Die RIN thematisieren vor allem die funktionale Verkehrsnetzgliederung, auf welcher die Richtlinien zur Anlage von Stadtstraßen, Landstraßen und Autobahnen allesamt aufbauen. Die grundlegende Einteilung der Verkehrswege in einzelne Kategorien

und entsprechende Straßenkategorien ist daher für die eben genannten Richtlinien strukturell identisch (vgl. Bild 8-3).

Es ist zudem erwähnenswert, dass die Definitionen der Merkmale und Merkmalsgruppen im Zuge der Überarbeitung angepasst wurden. Da die FGSV während der Laufzeit des Projektes eine aktualisierte Ausgabe der Begriffsbestimmungen für das Straßen- und Verkehrswesen [BBSV, 2020] veröffentlichte, wurden diesbezüglich die aktuellsten Definitionen für die jeweiligen Eigenschaften im vorliegenden Forschungsprojekt verwendet.

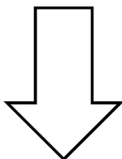
Lfd. Nr.	Objekt / Merkmalsgruppe		übergeordnetes Objekt / Merkmalsgruppe	
1	G19_Entwurfsmethodik	Entwurfsmethodik	G1_RASt, 06	RASt, 06
2	G35_Entwurfselemente	Entwurfselemente	G19_Entwurfsmethodik	Entwurfsmethodik
3	G36_Strecke	Strecke	G35_Entwurfselemente	Entwurfselemente
4	G37_Fahrbahnen	Fahrbahnen	G36_Strecke	Strecke
5	G46_Borde und Rinnen	Borde und Rinnen	G36_Strecke	Strecke
6	G54_Park- und Ladeflächen	Park- und Ladeflächen	G36_Strecke	Strecke
				
1	G9_Fahrbahnen	Fahrbahnen	G68_Verkehrsflaeche	Verkehrsflaeche
2	G47_BordeUndRinnen	BordeUndRinnen	G68_Verkehrsflaeche	Verkehrsflaeche
3	G22_Park-Und Ladeflaechen	Park-UndLadeflaechen	G68_Verkehrsflaeche	Verkehrsflaeche

Bild 8-2: Zuordnung von Merkmalsgruppen zu übergeord. Merkmalsgruppen (RASt 06) vor und nach der Überarbeitung

Lfd. Nr.	Name	Beispiel	Datentyp	Wertebereich
1	AS 0	AS 0	Zeichenkette	-
2	AS I	AS I	Zeichenkette	-
3	AS II	AS II	Zeichenkette	-
4	LS I	LS I	Zeichenkette	-
5	LS II	LS II	Zeichenkette	-
6	LS III	LS III	Zeichenkette	-
7	LS IV	LS IV	Zeichenkette	-
8	VS II	VS II	Zeichenkette	-
9	VS III	VS III	Zeichenkette	-
10	HS III	HS III	Zeichenkette	-
11	HS IV	HS IV	Zeichenkette	-
12	ES IV	ES IV	Zeichenkette	-
13	ES V	ES V	Zeichenkette	-

↓

1	Verbindungsfunktionsstufe	0	Aufzählung	0;I;II;III;IV;V
2	ArtDesVerkehrswegesDesKfz-Verkehrs	Stadtstraße	Aufzählung	Autobahn; Landstraße; Stadtstraße
3	UmfeldDesVerkehrswegesDesKfz-Verkehrs	anbaufrei	Aufzählung	anbaufrei;angebaut
4	KategoriengruppeDerVerkehrswegeFuerDenKfzVerkehr	LS	Aufzählung	AS;LS;VS;HS;ES
5	StraßenkategorieDerStadtstraßen	VSII	Aufzählung	VS II;VS III;HS III;HS IV;ES IV;ES V

Bild 8-3: Auszug der Merkmalsstruktur der RAST 06 vor und nach der Überarbeitung

### 8.1.2 Formale Überarbeitung

Neben inhaltlichen, fachlichen Anpassungen wurden die Tabellen zur Datenerfassung der Regelwerke in mehreren Teilschritten formal bearbeitet. Dabei wurde zunächst zu Beginn der Datenerstellung die Wahl getroffen, die Namen der Merkmale und Merkmalsgruppen als sogenannte CamelCase-Notation (Kamel- oder Höckerschrift) abzuspeichern. Des Weiteren werden aufgrund von möglichen orthographischen Schwierigkeiten alle Umlaute in den Datentabellen ausgeschrieben. Die beiden primären Überarbeitungsschritte sind in Bild 8-4 anhand der RASSt 06 näher veranschaulicht. Hier ist zudem zu erkennen, dass die Beschreibungen der Eigenschaften nicht in der CamelCase-Notation erfasst sind sowie eine Ausschreibung der Umlaute nicht berücksichtigt wird.

Als weitere formale Charakteristik wurde der Name der Definitionen teilweise deutlich verändert. Diese Änderung bezieht sich lediglich auf Merkmale und Merkmalsgruppen, bei welchen nach den Begriffsbestimmungen [BBSV, 2020] keine offiziellen Definitionen vorliegen. Ursprünglich war geplant, für alle Eigenschaften ohne offizielle Definition einen Bindestrich zu setzen, da auf informationstechnischer Ebene in allen Zellen ein Wert vorhanden sein muss. Im Zuge der Überarbeitung wurde in einheitlicher Abstimmung darüber entschieden, den Definitionsnamen im Falle nicht vorhandener Bezeichnung in den neuen Begriffsbestimmungen [BBSV, 2020] mit dem Namen des Merkmals bzw. der Gruppe auszufüllen (vgl. Bild 8-5).

Die letzte maßgebende Veränderung wurde fachlich übergreifend realisiert. Hinsichtlich gleicher Merkmalsgruppen von Regelwerken unterschiedlicher FGSV-Gremien wurde ein gleicher GUID verwendet. Im Wesentlichen stand hier die Merkmalsgruppe „Verkehrsfläche“ im Mittelpunkt, die sowohl in den Arbeitsgruppen 2 und 3 als auch in den Arbeitsgruppen 4, 5, 6, 7 und 8 häufig auftritt. Durch die Wahl der gleichen Identifikationsnummer werden die verschiedenen Merkmale, die der Gruppe zugeordnet sind, übersichtlich dargestellt und die Beziehung zum jeweiligen Regelwerk bleibt bestehen. Exemplarisch ist in Bild 8-6 die Anpassung der automatisch vergebenen Identifikationsnummer für die RStO 12 und die RASSt 06 illustriert.

Im Folgenden werden Hinweise für die Einbindung weiterer Regelwerke gegeben, die sich auf Basis der in Kapitel 8.1 benannten Überarbeitungsaspekte ergeben. Durch die Beachtung der Empfehlungen sollen bei einer zukünftigen Datenerfassung von Regelwerken Komplikationen vermieden und das Vorgehen zur Generierung von ersten Datensätzen so problemlos wie möglich gestaltet werden.

In einem ersten vorbereitenden Schritt sollte eine Übersicht erstellt werden, in welcher alle Merkmale und Merkmalsgruppen aufzufinden sind. Dafür muss das Regelwerk im Detail gelesen und so präpariert werden, dass eine grobe Ausarbeitung der Struktur sowie eine Festlegung möglicher Gruppierungen bereits während des Lesens erfolgen. Zu beachten ist hier, dass die Eigenschaften und Objekte nur dann als Merkmal eingetragen werden,

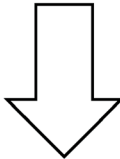
Lfd.Nr.	Name	Beschreibung
1	überbreite einstreifige Richtungsfahrbahnen	überbreite einstreifige Richtungsfahrbahnen
2	Unter- und Überführungen	Unter- und Überführungen
3	Steigungs- und Gefällestrrecken	Steigungs- und Gefällestrrecken
		
1	UeberbreiteEinstreifigeRichtungsfahrbahnen	Überbreite einstreifige Richtungsfahrbahnen
2	Unter-UndUeberfuehrungen	Unter- und Überführungen
3	Steigungs-UndGefaellestrecken	Steigungs- und Gefällestrrecken

Bild 8-4: Auszug der Merkmalsgruppen der RASSt 06 vor und nach der Überarbeitung

Lfd.Nr.	Name	Beschreibung	Kategorie der Merkmalsgruppe	Definition
1	GrünImStraßenraum	Bepflanzung von Straßenräumen	Klasse	-
2	TechnischeAusstattung	Technische Ausstattung	Klasse	-
3	Fahrbahnverbreiterung	Summe der Fahrstreifenverbreiterungen	Klasse	-

↓

1	GruenImStraßenraum	Bepflanzung von Straßenräumen	Klasse	Grün im Straßenraum
2	TechnischeAusstattung	Technische Ausstattung	Klasse	Technische Ausstattung
3	Fahrbahnverbreiterung	Fahrbahnverbreiterung	Klasse	Fahrbahnverbreiterung

Bild 8-5: Auszug der Merkmalsdefinition der RASt 06 vor und nach der Überarbeitung

Lfd.Nr.	Name	GUID	Beschreibung	Kategorie der Merkmalsgruppe	Definition
1	Verkehrsfläche	F05FEE1F-E0E2-423A-924B-38C18C327AB8	Verkehrsfläche	Klasse	-

↓

RASt 06

1	Verkehrsflaeche	BEF8A10D-A92D-48E3-891E-8F689795D28D	Verkehrsflächen sind zweckgebundene Landflächen für den fließenden und ruhenden Verkehr	Klasse	Verkehrsfläche
---	-----------------	--------------------------------------	---	--------	----------------

RStO 12

1	Verkehrsflaeche	BEF8A10D-A92D-48E3-891E-8F689795D28D	Verkehrsflächen sind zweckgebundene Landflächen für den fließenden und ruhenden Verkehr	Klasse	Verkehrsfläche
---	-----------------	--------------------------------------	---	--------	----------------

Bild 8-6: Fachübergreifende Vereinheitlichung von Merkmalsgruppen (Auszug aus den RASt 06 und den RStO 12)

wenn eindeutige Werte als Ausgabe vorliegen (bspw. Zahlen mit einem definierten Wertebereich oder Aufzählungen der verschiedenen Merkmale). Sind Objekte ohne definierten Wert im Regelwerk aufgeführt, gelten diese als Merkmalsgruppe und werden entsprechend ohne Beispiel und Wertebereich in die Datenbank eingepflegt. Des Weiteren ist anzumerken, dass geometrische Eigenschaften, wie die Längsneigung einer Fahrbahn, vernachlässigbar sind, da diese als feststehend angenommen werden. Ebenso finden grundlegende Standardparameter, die in Regelwerken oftmals als grafische Modellskizzen dargestellt sind, keine Verwendung in der BIM-Datenbank und werden daher nicht berücksichtigt.

Bei allen zu erfassenden Merkmalen und Merkmalsgruppen empfiehlt sich im Hinblick auf die formale Gestaltung der Datentabellen eine Orientierung an den Regelwerken der Arbeitsgruppen 2 bis 8. Es sollten wesentliche formale Charakteristika wie die CamelCase-Notation, die Ausschreibung der Umlaute sowie die namensgebende Definition bei fehlender offizieller Bezeichnung eingehalten werden. Unter Berücksichtigung schon bestehender Regelwerke ist aus Gründen der Einheitlichkeit eine Liste zu erstellen, welche getrennt nach Merkmalen und Merkmalsgruppen alle Inhalte des neu

einzubindenden Regelwerkes und der bereits generierten Regelwerksdaten enthält. Durch diese Darstellung werden bereits eingepflegte Merkmale der Referenzregelwerke sichtbar und es sind für die entsprechende Eigenschaften und Objekte keine neuen Datensätze zu erzeugen.

## 8.2 Umgang mit identischen Begriffen

Als eine weitere Problematik stellte sich der Umgang mit identischen Begriffen heraus, die in mehreren Richtlinien enthalten sind. Wie bereits in Bild 8-6 illustriert, wurden zuallererst regelwerksübergreifend die gleichen Identifikationsnummern für Attribute mit gleichem Namen verwendet, da in der BIM-Datenbank keine namentlichen Dopplungen möglich sind. Diesbezüglich warf sich im Laufe der Datenbankerstellung die Frage auf, wie Attribute generiert werden, die zwar namentlich identisch sind, sich allerdings inhaltlich in den verschiedenen Regelwerken in der Bedeutung unterscheiden. Folgende zwei Varianten wären denkbar, um die Attribute in die Datenbank einzupflegen:

- Erstellung von einzelnen spezifischen Merkmalen bzw. Merkmalsgruppen, die sich namentlich

Lfd.Nr.	Name	GUID	Beschreibung
ZTV BEB			
1	Fugen	7CEECB3F-271F-4577-B3BF-39EEC6FED4B0	Ein gewollter oder toleranzbedingter Spalt oder Zwischenraum zwischen zwei Teilbereichen, Bauteilen oder Materialien.
ZTV Beton			
1	Fugen	7CEECB3F-271F-4577-B3BF-39EEC6FED4B0	Ein gewollter oder toleranzbedingter Spalt oder Zwischenraum zwischen zwei Teilbereichen, Bauteilen oder Materialien.
ZTV Fug-StB			
1	Fugen	7CEECB3F-271F-4577-B3BF-39EEC6FED4B0	Ein gewollter oder toleranzbedingter Spalt oder Zwischenraum zwischen zwei Teilbereichen, Bauteilen oder Materialien.
ZTV ING 7-4			
1	Fugen	7CEECB3F-271F-4577-B3BF-39EEC6FED4B0	Ein gewollter oder toleranzbedingter Spalt oder Zwischenraum zwischen zwei Teilbereichen, Bauteilen oder Materialien.
ZTV-ING 7-2			
1	Fugen	7CEECB3F-271F-4577-B3BF-39EEC6FED4B0	Ein gewollter oder toleranzbedingter Spalt oder Zwischenraum zwischen zwei Teilbereichen, Bauteilen oder Materialien.
ZTV Asphalt			
1	Fugen	7CEECB3F-271F-4577-B3BF-39EEC6FED4B0	Ein gewollter oder toleranzbedingter Spalt oder Zwischenraum zwischen zwei Teilbereichen, Bauteilen oder Materialien.

Bild 8-7: Darstellung des Begriffs „Fugen“ in den straßenbautechnischen Richtlinien



unterscheiden und eine unterschiedliche Identifikationsnummer beinhalten;

- Erstellung von einem allgemeinen regelwerksübergreifenden Begriff, dem über Merkmals- und Gruppenrelationen Unterkategorien zugeordnet werden.

Besonders aus Gründen der Übersichtlichkeit in der Datenbankhierarchie wurde letztlich ein übergeordneter Begriff mit gleicher Identifikationsnummer erzeugt. Diesem wurden dann in einem weiteren Schritt Merkmale bzw. Merkmalsgruppen zugeordnet, welche inhaltlich in die Thematik des Oberbegriffs einzuordnen sind. Im Folgenden wird der erläuterte Prozess anhand des Begriffes „Fugen“ illustriert, welcher vermehrt in den straßenbautechnischen Regelwerken auftritt (vgl. Bild 8-7). Exemplarisch erfolgt sowohl für die ZTV-ING 7-2 als auch die ZTV-ING 7-4 eine Zuordnung von spezifischen Attributen zum übergeordneten Merkmalsgruppenattribut „Fugen“, welches in allen Richtlinien sowohl die identische Identifikationsnummer als auch die übereinstimmende Beschreibung besitzt (vgl. Bild 8-8).

Die Vorgehensweise für solche Fälle muss für jeden Einzelfall gesondert entschieden werden und kann nicht einheitlich von vornherein festgelegt werden.

### 8.3 Handlungsempfehlung zur Erstellung, Pflege und Erweiterung von Merkmalsystemen

Im Rahmen einer langfristigen Nutzbarkeit der entwickelten Datensätze wird ein nach DIN EN ISO 23386 standardisierter Pflege- und Managementprozess empfohlen. Es wird dadurch sichergestellt, dass die Datensätze auch bei Anpassen der originalen Richtlinien aktualisiert und erweitert werden können und eine transparente Historie über die Änderung von Datensätzen verfügbar ist. Die in diesem Abschnitt definierten Handlungsempfehlungen beziehen sich auf Merkmale und Merkmalsgruppen und fassen diese als Informationselemente zusammen. Alle Managementregeln werden auf der Ebene der Informationselemente einzeln aber immer im Kontext eines abgrenzbaren Datenkataloges (z. B. durch die Zugehörigkeit zu einem Regelwerk oder einer Fachgruppe) angewendet. Die dargestellten Managementprozesse werden von einem Autor bzw. Editor des Informationselementes angestoßen und durch eine fachkundige Person angenommen. Die folgenden Managementprozesse auf Basis der DIN EN ISO 23386 werden empfohlen.

#### 8.3.1 Erstellung eines Informationselementes

Die Erstellung eines Informationselementes erfolgt, sofern kein gleichartiges Informationselement mit derselben Bedeutung im Kontext des Datenkataloges

Lfd.Nr.	Objekt / Merkmalsgruppe		übergeordnetes Objekt / Merkmalsgruppe	
ZTV-ING 7-2				
1	G25_Voranstrichmittel	Voranstrichmittel	G32_Fugen	Fugen
2	G26_Unterfuellstoff	Unterfuellstoff	G32_Fugen	Fugen
3	G27_Fugenmasse	Fugenmasse	G32_Fugen	Fugen
4	G28_Trennstreifen	Trennstreifen	G26_Unterfuellstoff	Unterfuellstoff
ZTV-ING 7-4				
1	G27_Fugen	Fugen	G8_Deckschicht	Deckschicht
2	G29_Querfugen	Querfugen	G27_Fugen	Fugen
3	G28_Laengsfugen	Laengsfugen	G27_Fugen	Fugen
4	G31_Fugenmasse	Fugenmasse	G27_Fugen	Fugen
5	G32_Unterfuellstoff	Unterfuellstoff	G27_Fugen	Fugen
6	G33_Trennstreifen	Trennstreifen	G27_Fugen	Fugen
7	G42_Fugenspalt	Fugenspalt	G27_Fugen	Fugen

Bild 8-8: Zuordnung von spezifischen Merkmalsgruppen zum übergeordneten Objekt „Fugen“



ges existiert. Bei der Erstellung eines neuen Informationselementes wird eine eindeutige Kennung (GUID) erstellt, die dessen initiale Version identifiziert. Der initiale Zustand des Informationselements ist inaktiv. Es wird das Datum der Erstellung gesetzt. Die Version und Revision des Informationselementes werden jeweils mit dem ganzzahligen Wert 1 initialisiert. Für die Annahme der Erstellung ist eine fachkundige Validierung des Informationselementes notwendig.

Beispiel: In einer Richtlinie ist ein neuer Bemessungsparameter eingeführt worden, der zuvor nicht existierte.

### 8.3.2 Aktivierung eines Informationselementes

Die Aktivierung eines Informationselementes erfolgt, sobald ein neu erstelltes Informationselement qualitätsgesichert wurde. Für die Annahme der Aktivierung ist eine fachkundige Validierung des Informationselementes notwendig.

Beispiel: Das neu erstellte Informationselement des eingeführten Bemessungsparameters ist von einem unabhängigen Fachexperten validiert worden.

### 8.3.3 Deaktivierung eines Informationselementes

Die Deaktivierung eines Informationselementes ändert den Wert des Attributs „Status“ nach erfolgreicher Validierung der Anfrage auf „inaktiv“. Das Informationselement wird nicht aus dem Merkmalsystem gelöscht und steht weiterhin im Rahmen der Versionierung zur Verfügung.

Beispiel: Ein bestehendes Informationselement ist durch eine Änderung in der originalen Richtlinie nicht mehr anwendbar und muss deaktiviert werden.

### 8.3.4 Modifikation eines Informationselementes – Revision

Die Modifikation eines Informationselementes erfolgt durch die Aktualisierung eines oder mehrerer Attribute eines Informationselementes. Eine Revision ist eine Änderung, die die Bedeutung des Informationselements nicht verändert. Es ist Sache der Experten zu entscheiden, ob die Änderung der Revision akzeptiert werden kann oder ob es sich um eine Ersetzungsaktion und somit um eine neue Version handelt. Für die Annahme der Modifikation ist

eine fachkundige Validierung des Informationselementes notwendig und es erfolgt eine Anpassung des Attributes „Revisionsnummer“, das auf den nächsten ganzzahligen Wert erhöht wird.

Beispiel: In einem bestehendem Informationselement muss ein Rechtschreibfehler in der Beschreibung behoben werden.

### 8.3.5 Ersetzung eines Informationselementes (Erstellung und Deaktivierung)

Eine Ersetzung eines Informationselementes entspricht der Erstellung eines neuen Informationselementes und der Deaktivierung des Informationselements, das es ersetzen soll. Nach der Validierung der Ersetzung durch einen fachlichen Experten wird das ersetzte Informationselement deaktiviert, sodass das Attribut „Status“ auf „inaktiv“ wechselt. Für die Nachvollziehbarkeit der Versionierung wird das Attribut „Liste der ersetzenden Merkmale bzw. Merkmalsgruppen“ des deaktivierten Informationselements mit der global eindeutigen GUID des ersetzenden Informationselements aufgefüllt. Es erfolgt eine Anpassung des Attributes „Versionsnummer“, das auf den nächsten ganzzahligen Wert erhöht wird.

Beispiel 1: Es wurde ein Informationselement eines Bemessungsparameters gefunden, das mit dieser Konfiguration des Wertebereichs nicht mehr zutreffend ist. Es wird ein neues Informationselement mit dem geänderten Wertebereich angelegt, um es zu ersetzen. Das Informationselement erhält eine neue Versionsnummer.

- Besonderheiten bei der Änderung von Verknüpfungen zwischen Informationselementen: Wenn ein Editor vorschlägt, ein neues Merkmal mit einer bestehenden Merkmalsgruppe zu verknüpfen, erhält dieses Informationselement Gruppe eine neue Versionsnummer.
- Wenn ein Editor eine Verbindung von einem bestehenden Merkmal zu einer Merkmalsgruppe entfernt, wird eine neue Merkmalsgruppe erstellt, die die alte gemäß des Managementprozesses ersetzt und eine erhöhte Versionsnummer erhält.
- Bei der Anpassung von Verknüpfungen ist stets das Informationselement zu ersetzen, bei welchem das entsprechende Attribut die Referenz speichert.

### 8.3.6 Fragmentierung, Ersetzen eines Merkmals durch mehrere Merkmale (mehrere Erstellungen und eine Deaktivierung)

Die Fragmentierung eines Informationselementes entspricht zum Beispiel der Deaktivierung eines Merkmals und der gleichzeitigen Erstellung mehrerer neuer Merkmale. Nach der Validierung des Fragmentierungsvorschlags durch die fachlichen Experten wird das fragmentierte Merkmal deaktiviert. Sein Attribut „Status“ wechselt auf „inaktiv“. Das Attribut „Liste der ersetzenden Merkmale“ wird mit den global eindeutigen GUIDs der Merkmale initialisiert, die das ursprüngliche Merkmal ersetzen.

Beispiel: Das Informationselement eines Bemessungsparameters wurde infolge einer tieferen Spezifizierung in mehrere unabhängige Bemessungsparameter aufgeteilt.

### 8.3.7 Zusammenlegung, Ersetzen mehrerer Merkmale durch ein einziges Merkmal (eine Erstellung und mehrere Deaktivierungen)

Die Zusammenlegung eines Informationselementes entspricht zum Beispiel der Erstellung eines Merkmals und der gleichzeitigen Deaktivierung mehrerer Merkmale. Nach der Validierung des Zusammenführungsvorschlags durch die fachlichen Experten werden die zusammengeführten Merkmale deaktiviert. Der Status des zusammengeführten Merkmals wird in „inaktiv“ geändert und das Attribut „Liste der ersetzenden Merkmale“ wird für jedes ersetzte Merkmal mit der global eindeutigen GUID des erstellten Merkmals referenziert.

Beispiel: Mehrere Informationselemente von Bemessungsparametern sollen zu einem integralen Bemessungsparameter zusammengelegt werden, da dies immer nur in einer bestimmten Konfiguration gemeinsam auftraten.

### 8.3.8 Erstellung einer Referenz zwischen Informationselementen aus verschiedenen Datenkatalogen

Um bestehende Informationselemente in unabhängig zu dem in diesem Bericht koordinierte Datenkataloge zu referenzieren, wird ein weiterer Managementprozess definiert. Es wird davon ausgegangen, dass prinzipiell alle anderen Datenkataloge

unabhängig sind, also über eigene Prozesse und Ausschüsse zur Steuerung der Erarbeitung und Entwicklung des Datenkataloges verfügen. Alle Datenkataloge, die referenziert werden können, müssen dafür derselben modellhaften Beschreibung und denselben Managementregeln gemäß DIN EN ISO 23386 unterliegen. Diese Norm stellt ein Rahmenwerk zur Erstellung von Managementregeln zum Verbinden von Datenkatalogen bereit und führt einen Mapping-Prozess für Merkmale und Merkmalsgruppen ein.

Damit eine Referenz von einem Informationselement aus dem in diesem Bericht dargestellten Datenkatalog zu einem externem Datenkatalog etabliert werden kann, müssen die Attribute „Beziehung der Merkmalsbezeichner in den miteinander verbundenen Datenkatalogen“ für Merkmale oder „Beziehung der Bezeichner der Merkmalsgruppe in den miteinander verbundenen Datenkatalogen“ für Merkmalsgruppen verwendet werden. Diese Attribute stellen eine Referenz auf den identischen oder verwandten Datensatz in einem verbundenen Datenkatalog her. Die Referenz besteht aus einem Datenkatalog-Bezeichner und dem internen GUID des Merkmals oder der Merkmalsgruppe innerhalb des verbundenen Datenkataloges. Dieses Mapping kann mit einer Kardinalität von 1:n für jeden Datensatz erfolgen.

Ein Beispiel für diese Verknüpfung ist in Bild 8-9 dargestellt. Eine Verknüpfung wird hier zwischen zwei identischen Merkmalen im Datenkatalog links (z. B. FGSV-Datenkatalog) mit einem Datenkatalog rechts (z. B. buildingSmart Data Dictionary) hergestellt. Die Verknüpfung kann in beiden Katalogen vorgenommen werden, sodass eine bidirektionale

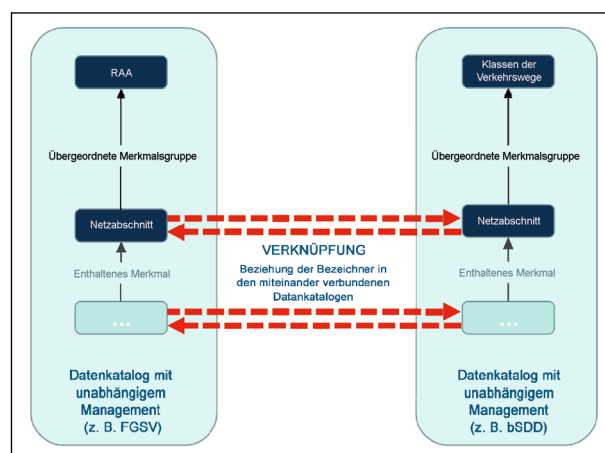


Bild 8-9: Erstellung einer Referenz zwischen Informationselementen in miteinander verbundenen Datenkatalogen

Relation entsteht. Darüber hinaus kann die Verknüpfung sowohl auf Ebene der Merkmalsgruppen wie auf Ebene der Merkmale erfolgen.

Insgesamt können mithilfe dieses Managementprozesses einzelne Merkmale, Merkmalsgruppen, Ausschnitte eines Merkmalssystems oder ein gesamtes Merkmalssystem zu identischen oder verwandten Informationselementen verbunden werden. Voraussetzung für eine erfolgreiche Verknüpfung ist eine einheitliche Strukturierung gemäß der DIN EN ISO 23386, die eindeutige Identifikation von Informationselementen und eine Benennung des Datenkatalogs sowie eine vergleichbare Detailtiefe. Jeder verbundene Datenkatalog muss den webbasierten Austausch gemäß ISO 12006-3:2016 unterstützen.

Weitergehend ist es von hoher Relevanz, dass die Qualität der Daten in verbundenen Datenkatalogen stets gesichert ist und formelle Verfahren zur Steuerung und Pflege der Daten sowohl innerhalb als auch zwischen den Datenkatalogen angewendet werden.

## 9 Umsetzungsmöglichkeiten der Datenbank

Gemäß dem „Stufenplan Digitales Planen und Bauen“ bezeichnet BIM „eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf Grundlage digitaler Modelle eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus relevanten Informationen konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden“ [BMVI, 2015]. Das dreidimensionale Bauwerksmodell stellt somit zumeist die Basis der BIM-Methodik dar. Neben den dreidimensionalen Geometrien können mittels Attribuierung semantische Informationen, beispielsweise zu Materialien und Kosten, abgebildet werden [BMVI, 2015]. In nachgelagerten BIM-Anwendungsfällen wird das dreidimensionale Bauwerksmodell für spezielle Leistungserbringungen im Projekt genutzt (ARGE BIM4INFRA2020, 2019). Die Arbeitsgemeinschaft BIM4INFRA2020 hat im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI) in einer Handreichung die BIM-Anwendungsfälle für den Infrastrukturbau definiert.

Für die Datenbank besteht eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten in Bezug auf die Anwen-

dung der BIM-Methodik. Beispielsweise können die modellierten Merkmale und Merkmalsgruppen in konkreten Informationsanforderungen für die Erstellung von BIM-Modellen genutzt werden. Im Rahmen des Projektes wurde daher eine Nutzung der Datenbankinhalte zur Anreicherung eines Bauwerksmodells erarbeitet. Zudem wurde die Möglichkeit zur Anwendung der Datenbank hinsichtlich des Anwendungsfalls „Bemessung und Nachweisführung“ geprüft. Die Ergebnisse der genannten Untersuchungen werden nachstehend beschrieben.

Für die projektspezifische Umsetzung der Datenbank im Zuge der Modellierung von dreidimensionalen Bauwerksmodellen ist zum einen die Definition des Detaillierungsgrades (LOIN – Level of Information Need) des Modells notwendig. Es ist zu entscheiden, welche Merkmalsgruppen und Merkmale der Datenbank in das Modell zu integrieren sind (vgl. Bild 9-1). Der erforderliche Detaillierungsgrad resultiert diesbezüglich aus den nachgelagerten BIM-Anwendungsfällen sowie dem erforderlichen Detaillierungsgrad der Planung.

Zum anderen ist festzulegen, inwiefern die gewählten Merkmalsgruppen geometrisch modelliert, semantisch modelliert oder als Strukturelemente für die räumliche Gliederung des Modells eingesetzt werden (vgl. Bild 9-1). Geometrisch werden Merkmalsgruppen und Merkmale in Form von Bauteilen und Eigenschaften repräsentiert (vgl. Tabelle 9-1). Die semantische Modellierung von Merkmalsgruppen und Merkmalen entspricht der Beziehung PropertySet und Eigenschaft (vgl. Tabelle 9-1).

Des Weiteren ist zur projektspezifischen Integration der Datenbank in die Modellierung von dreidimensionalen Bauwerksmodellen eine Modellstruktur zu definieren. Dazu sind die aus der Datenbank abgeleiteten Strukturelemente, Bauteile, PropertySets und Eigenschaften in Beziehung zueinander gebracht werden (vgl. Bild 9-2). Für die Modellstruktur gilt wie auch für den Detaillierungsgrad, dass die Anforderungen aus den nachgelagerten BIM-An-

Datenbank-elemente	Überführung in Geometrische Modellierung	Überführung in Semantische Modellierung
Merkmalgruppe	Bauteil	PropertySet
Merkmal	Eigenschaft	Eigenschaft

Tab. 9-1: Geometrische und semantische Repräsentation von Merkmalsgruppen und Merkmalen der Datenbank

wendungen sowie dem erforderlichen Detaillierungsgrad der Planung resultieren. Zudem sind mögliche Restriktionen durch technische Spezifika der gewählten Modellierungssoftware und Datenaustauschformate (wie IFC und OKSTRA) zu beachten. Für die softwarespezifische Modellierung der dreidimensionalen Bauwerksmodelle sowie die Nutzung des Modells in den BIM-Anwendungsfällen ist die Modellstruktur dementsprechend gegeben-

falls anzupassen oder um benutzerspezifische Elemente zu ergänzen. So verfügen die Bauteile der dreidimensionalen Bauwerksmodelle der Schüssler-Plan Ingenieurgesellschaft beispielsweise zusätzlich über diverse Schlüsselmerkmale. Diese Merkmale werden im Zuge von BIM-Anwendungsfällen für die automatisierte Zuordnung von Bauteilen zu Kosten- und Terminpositionen verwendet.

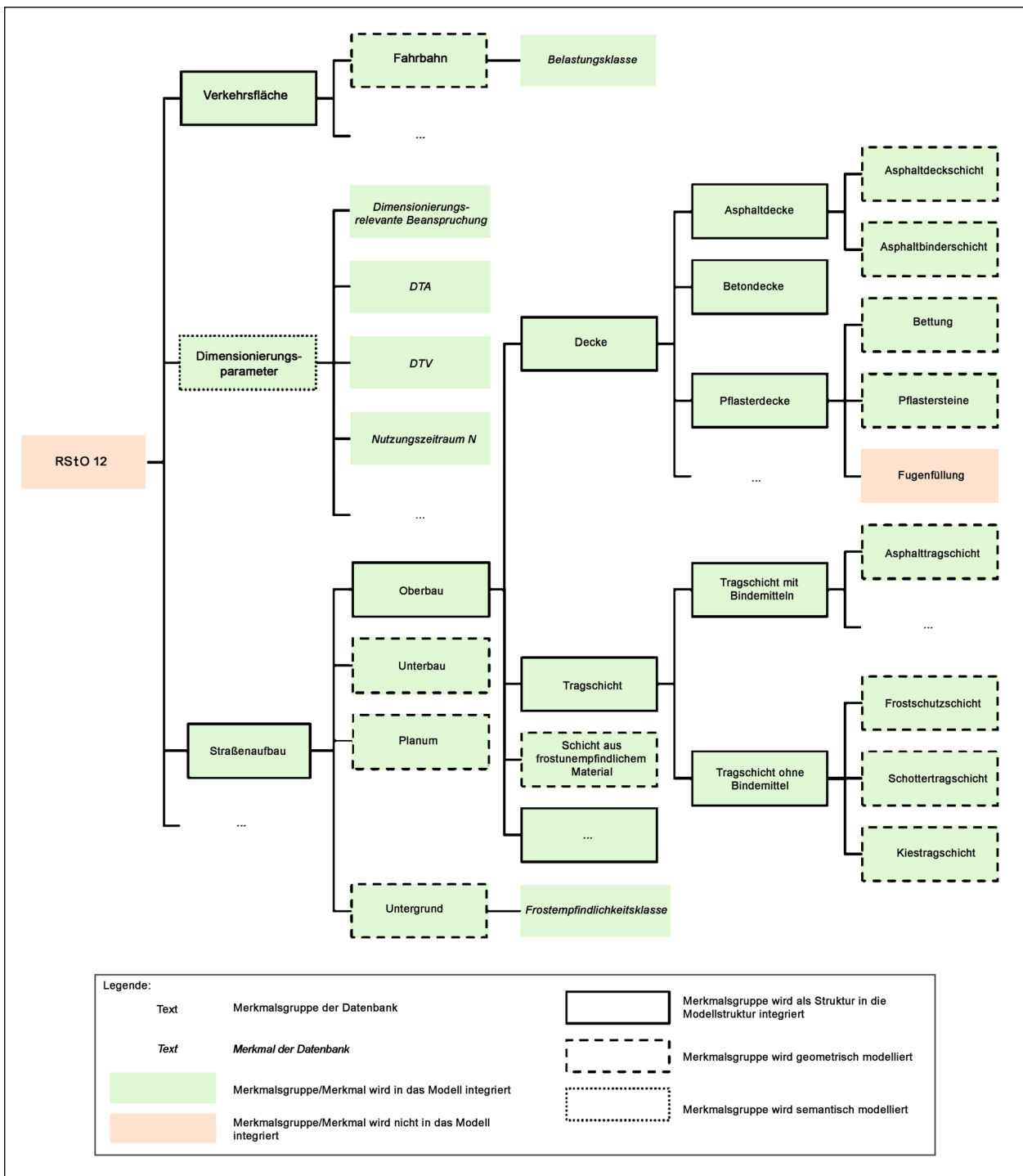


Bild 9-1: Mögliche Analyse der Datenbankinhalte hinsichtlich der Integration in digitale Bauwerksmodelle am Beispiel der RStO 12

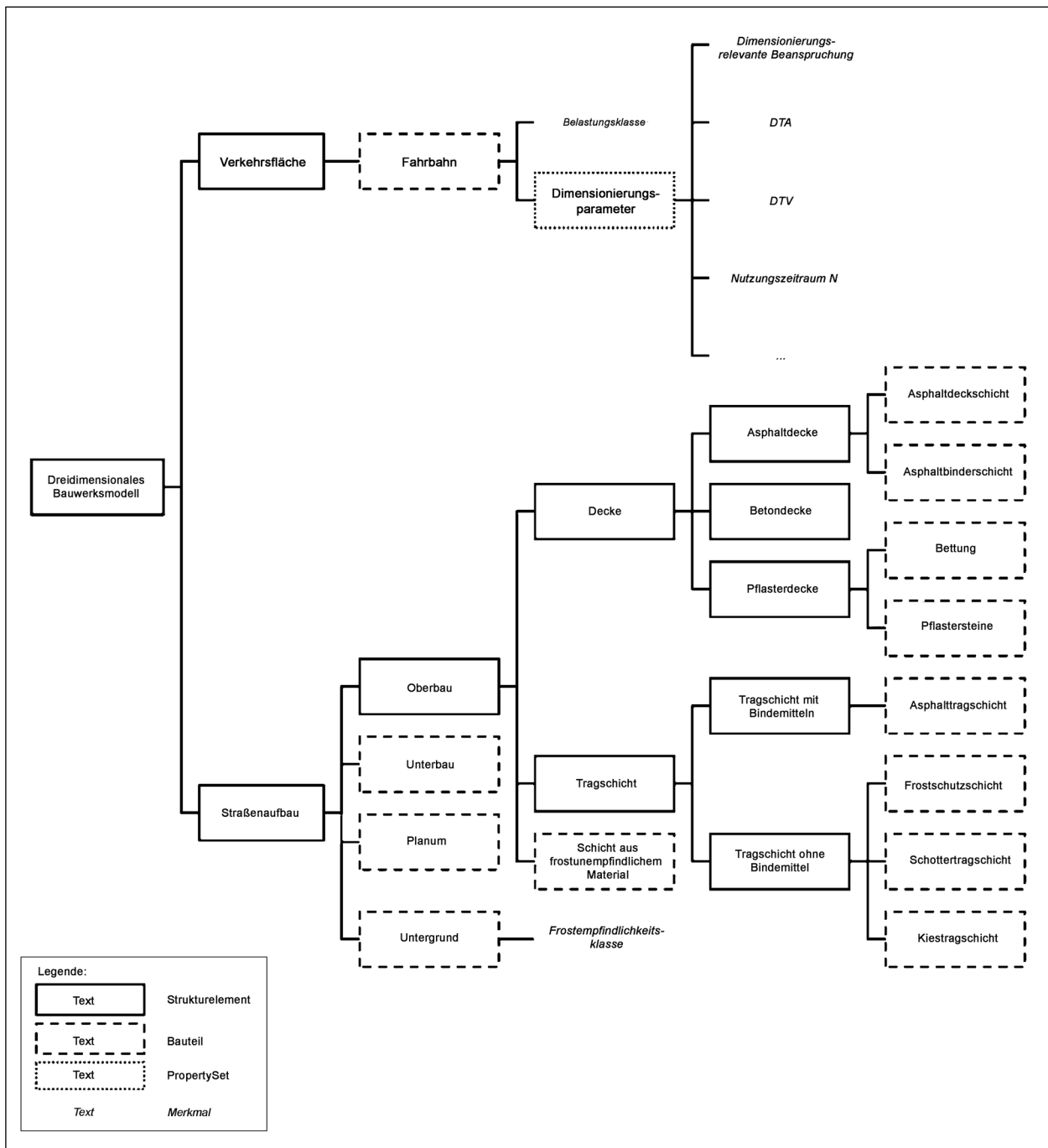


Bild 9-2: Herleitung einer möglichen Modellstruktur aus den Datenbankinhalten am Beispiel der RStO 12

Auf Grundlage der Modellstruktur kann in einer Autorensoftware abschließend ein entsprechendes dreidimensionales Bauwerksmodell erstellt werden (vgl. Bild 9-3). In einer projektspezifischen Modellierungsrichtlinie ist dazu die geometrische Ausprägung der Merkmalsgruppen bzw. Bauteile zu definieren.

Um die projektspezifische Berücksichtigung der Datenbank in der Modellierung dreidimensionaler Bauwerksmodelle zu gewährleisten, sollten die Anforderungen,

die aus der projektspezifischen Analyse der Datenbankinhalte resultieren, in den Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA) festgehalten werden.

Neben den Vorgaben für die Modellierung dreidimensionaler Bauwerksmodelle lassen sich aus der Datenbank Prüfregele für Modelle ableiten. So verfügen die Merkmale der Datenbank beispielsweise über die Attribute „verbundene Merkmale“, „Grenzabweichungen“ und „Grenzattribute“ entsprechend

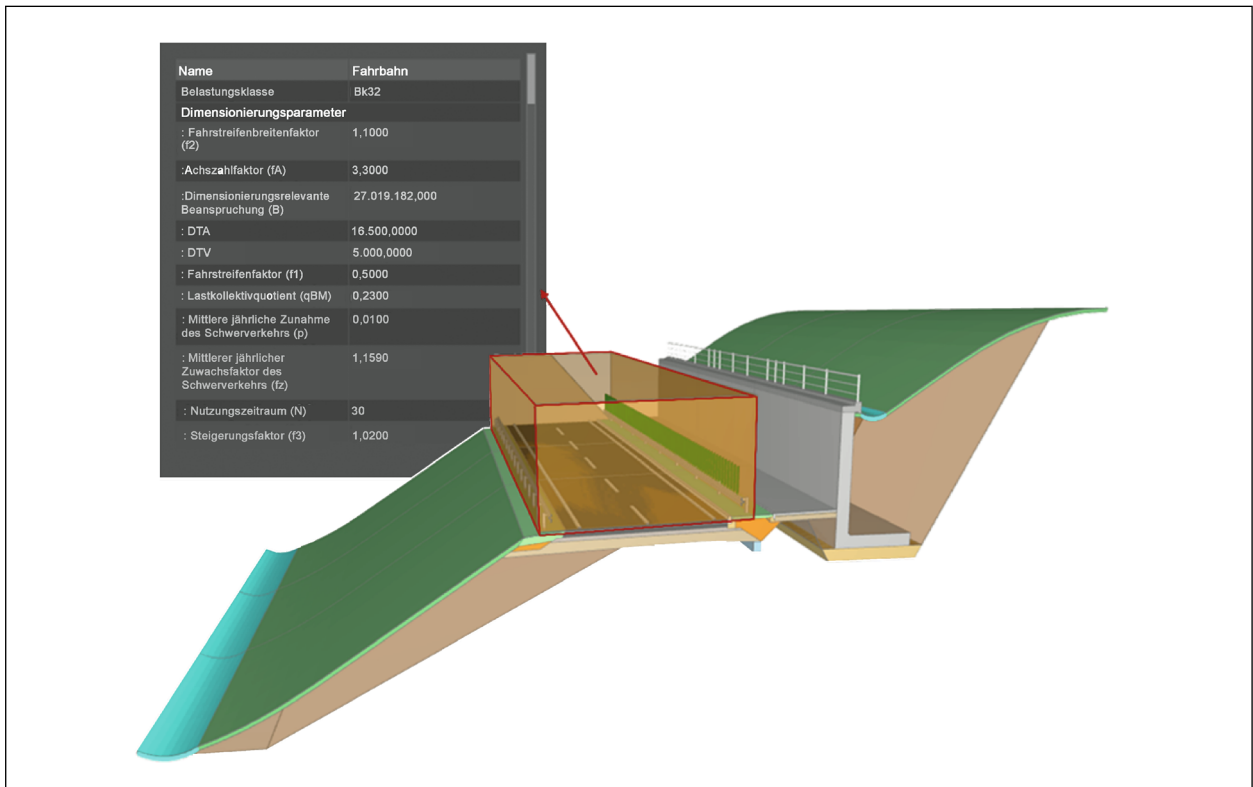


Bild 9-3: Aus den Datenbankinhalten hergeleitetes Bauteil mit Merkmalen am Beispiel der RStO 12

Dimensionierungsrelevante Beanspruchung Äquivalente 10-t-Achsübergänge in Mio.			Belastungs-klasse
über	32 <sup>0</sup>		Bk100
über	10	bis 32	Bk32
über	3,2	bis 10	Bk10
über	1,8	bis 3,2	Bk3,2
über	1,0	bis 1,8	Bk1,8
über	0,3	bis 1,0	Bk1,0
		bis 0,3	Bk0,3

Datenbankeintrag 1	
Attributname	Attributwert
Name	Belastungsklasse
Beispiel	Bk 32
Einheit	-
Grenzwert	Bk0.3; Bk1.0; Bk1.8; Bk3.2; Bk10; Bk32; Bk100
Verbundene Merkmale	Dimensionierungsrelevante Beanspruchung
...	...

Datenbankeintrag 2	
Attributname	Attributwert
Name	Dimensionierungsrelevante Beanspruchung
Beispiel	12000000 10-t-AÜ
Einheit	10-t-AÜ
Grenzwert	0.0, 1000000000.0
Verbundene Merkmale	Belastungsklasse
...	...

Bild 9-4: RStO, Tabelle 1 [RStO 12] und die zugehörigen Datenbankeinträge

der Vorgaben der analysierten Regelwerke (vgl. Bild 9-4).

Aus den aufgeführten Attributen lassen sich Prüfregeln ableiten, deren Einhaltung auf Grundlage von Softwareprodukten zur Modellprüfung automatisiert analysiert werden kann. Für die Datensätze

aus Bild 9-4 könnte zum Beispiel folgende Prüfredel entwickelt und auf ein dreidimensionales Bauwerksmodell angewendet werden:

- Wenn der Wert des Merkmals Belastungsklasse gleich Bk32 ist, muss der Wert des Merkmals „Dimensionierungsrelevante Beanspruchung“ ge-

teilt durch 1.000.000,00 größer 10 und kleiner/gleich 32 sein.

In diesem Fall werden in erster Linie Ausprägungen von Merkmalen geprüft, d. h. eine Prüfung der Modellsemantik vorgenommen. Prüfregele zur geometrischen Überprüfung der Modelle, bspw. hinsichtlich der Übereinstimmung von Geometrien und Merkmalswerten oder der Einhaltung von Merkmalsgrenzwerten in der geometrischen Modellierung, sind jedoch gleichermaßen aus der Datenbank herleitbar.

Diese Prüfregele können im BIM-Anwendungsfall „Bemessung und Nachweisführung“ zur Anwendung kommen. Da die Attribute verbundene Merkmale, Grenzabweichungen und Grenzattribute die Vorgaben und Inhalte der Regelwerke widerspiegeln, kann durch deren automatisierte Prüfung in den entsprechenden Softwareprodukten auch eine Kontrolle der Regelwerkskonformität von dreidimensionalen Bauwerksmodellen erfolgen. Die Prüfregele kann jeder BIM-Nutzer aus den Datenbankinhalten ableiten und in ein Qualitätsmanagement einbinden.

## 10 Workshop

Am 30.09.2019 wurde im Veranstaltungszentrum der Ruhr-Universität Bochum ein Workshop im Rahmen des Forschungsprojektes ausgerichtet. Hierzu waren sowohl Gremienmitglieder der FGSV als auch Teilnehmer der Bund-/Länder-Dienstbesprechung „Building Information Modeling – BIM“ eingeladen. Der aktuelle Bearbeitungsstand des Forschungsprojektes wurde vorgestellt und zusammen mit den Workshopteilnehmern mögliche weitere Vorgehensweisen und Ideen entwickelt. Unter anderem wurde auch hier die Relevanz einiger Regelwerke diskutiert.

Der zweite Workshop im Rahmen des Forschungsprojektes wurde am 28.09.2020 in digitaler Form ausgerichtet. Hierzu wurden ebenfalls Gremienmitglieder der FGSV als auch Teilnehmer der Bund-/Länder-Dienstbesprechung „Building Information Modeling – BIM“ eingeladen. Vorbereitete Materialien für den Workshop wurden im Vorfeld an die Teilnehmer verteilt. Der Workshop wurde mit dem Videokonferenzdienst Zoom® und dem Mindmapping-Tool Miro® durchgeführt. Der aktuelle Bearbeitungsstand des Forschungsprojektes, letzte Anregungen zur Einbindung in das Projekt,

sowie zukünftige Schritte für die BIM-Implementierung im Verkehrswesen wurden präsentiert und diskutiert.

## 11 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

In diesem Bericht werden Konzepte zur Konformitätsprüfung von Regelwerken mit Methoden des Building Information Modeling (BIM) vorgestellt. Für die Entwicklung eines geeigneten Verfahrens wurden zunächst ausgewählte Referenzregelwerke bearbeitet, mit denen ein mögliches Datenbankkonzept erarbeitet wurde. Diese Datenbank orientiert sich an der DIN EN ISO 23386. Neben topologischen und physischen Elementen wurde auch eine Reihe von Merkmalen für das Bestandsmodell sowie für das Planungs- und Betriebsmodell erstellt.

Die ausgewählten Regelwerke für die Bearbeitung und Analyse im Rahmen dieses Projektes stammen von der FGSV und dem IT-Ko. Bei den Regelwerken der FGSV wurden relevante R1-Regelwerke ab 2003 und beim IT-Ko mehrere Teile der Anweisung Straßeninformationsbank (ASB) analysiert. Hierbei wurde eine einheitliche Verwendung von Begrifflichkeiten sowohl innerhalb der einzelnen Regelwerke als auch zwischen verschiedenen Regelwerken untersucht. Es wurden viele identische und ähnliche Begriffe festgestellt, welche eine unterschiedliche Bedeutung haben, sodass diese in einem nächsten Schritt vereinheitlicht werden müssten. Zusätzlich wurden den einzelnen Merkmalen nach Möglichkeit Definitionen, Beschreibungen, Beispiele, Wertebereiche, physikalische Größen sowie Dimensionen zugewiesen. Der Informationsgehalt in der Datenbank ist stark von der Detailtiefe im jeweiligen Regelwerk abhängig. Die Analyseergebnisse und die Hinweise zu nicht harmonisierten Bereichen der einzelnen Regelwerke wurden für die weitere Gremienarbeiten und gegebenenfalls erforderliche Abstimmungen zwischen verschiedenen Gremien zur Verfügung gestellt. Zusätzliche Hinweise zu abbildbaren und nicht abbildbaren Informationen in digitalen Modellen wurden ebenfalls herausgearbeitet. Eine Liste mit weiteren BIM-relevanten Regelwerken sowie in Kürze erwartete Neuerungen der bereits analysierten Regelwerke ist in diesem Bericht aufgeführt. Eine Anleitung für die systematische Analyse weiterer Regelwerke und das Hinzufügen zur Datenbank für die zukünftige Datenpflege wur-

de verfasst. Ein Umsetzungsbeispiel der Datenbank in Form eines dreidimensionalen Datenmodells wurde erzeugt. Prüfungen hinsichtlich der Merkmalsabhängigkeiten können in Zukunft durch gezielte Abfragen innerhalb eines Modells ergänzt werden. Durch die Analyse ausgewählter Regelwerke und die Entwicklung einer geeigneten Datenbankstruktur, kann dieses Projekt als erster Schritt zu einer einheitlichen BIM-Struktur für den Infrastrukturbau dienen.

Nach Vorgabe des Stufenplans „Digitales Planen und Bauen“ des BMVI sollen alle neu zu planenden Infrastrukturprojekte unter Verwendung der BIM-Methodik umgesetzt werden. Daher ist es besonders wichtig, eine einheitliche und mit bestehenden Regelwerken konforme Struktur zu entwickeln und im Anschluss zu pflegen. Als weiterer Forschungsbedarf sollten die Informationen aus den in diesem Bericht angeführten weiteren Regelwerken in die entwickelte Struktur übernommen werden. Anschließend könnten gegebenenfalls noch weitere Regelwerke wie beispielsweise Regelwerke des BMVI hinzugezogen werden. Das Ziel ist es, durch einheitliche Struktur- und Objektvorgaben die Nutzung der Methode BIM im Infrastrukturbau in Deutschland voranzutreiben und zu vereinheitlichen. Des Weiteren wird empfohlen, die Merkmale und Merkmalsgruppen der FGSV-Regelwerke zum Abschluss dieses Forschungsprojektes mit den international definierten Merkmalen und Merkmalsgruppen abzugleichen.

## Literatur

- ARGE BIM4INRA2020 (2019): Arbeitsgemeinschaft BIM4INFRA2020, Glossar, 2019
- ASB – Querschnitt und Aufbau 18: Anweisung StraßeninformationsBank – Querschnitt und Aufbau, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Abteilung Straßenbau, Berlin, 2018
- ASB – Begriffsbestimmungen 18: Anweisung StraßeninformationsBank – Begriffsbestimmungen, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Abteilung Straßenbau, Berlin, 2018
- Begriffsbestimmungen 03: Begriffsbestimmungen – Teil: Straßenbautechnik, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e. V., Köln, 2003
- Begriffsbestimmungen 12: Begriffsbestimmungen – Teil: Verkehrsplanung, Straßenentwurf und Straßenbetrieb, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e. V., Köln, 2012
- Begriffsbestimmungen für das Straßen- und Verkehrswesen 2020: Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e. V., Köln, 2020
- BMVI (2015): Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Stufenplan Digitales Planen und Bauen – Einführung moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken, 2015
- BMVI (2015a): Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, DEGES, BIM-Pilotprojekt Südverbund Chemnitz: Projektbeschreibung, 2015
- BMVI (2015b): Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, DEGES, BIM-Pilotprojekt Brücke Petersdorfer See: Projektbeschreibung, 2015
- DIN EN ISO 12006-2:2020-07: Hochbau – Organisation des Austausches von Informationen über die Durchführung von Hoch- und Tiefbauten – Teil 2: Struktur für die Klassifizierung (ISO 12006-2:2015): Deutsche Fassung EN ISO 12006-2:2020
- KÖNIG, M.; AMANN, J.; BORRMANN, A.; BRAUN, M.; ELIXMANN, R.; ESCHENBRUCH, K.; GOETZ, A.; HAUSKNECHT, K.; HOCHMUTH, M.; LIEBICH, T.; NEJATBAKHS, N.; SCHEFFER, M.; SINGER, D. (2016): Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau: Materialsammlung, 2016
- MOON, H.; ANDERSON, K.; BORRMANN, A.; HYVÄRINEN, J.; JAUD, Š.; WILKSTRÖM, L.; MUHIČ, S.; JENSEN, J.; MARQUEZ, A.; SHIN, J.; ZHAO, F.; WON, J. (2020): bSI UML Model Report – Part 5. UML Model Report for Road Elements. Hg. v. buildingSMART International. IFC Road Project. Online verfügbar unter <https://www.buildingsmart.org/standards/calls-for-participation/ifcroad/>
- RAA: Richtlinien für die Anlage von Autobahnen, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e. V., Köln, 2008



- RAL: Richtlinien für die Anlage von Landstraßen, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e. V., Köln, 2012
- RASt 06: Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e. V., Köln, 2006
- RAS-Verm 19: Richtlinie für die Anlage von Straßen – Teil: Vermessung, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e. V., Köln, Entwurf 2019
- RE: Richtlinien zum Planungsprozess und für die einheitliche Gestaltung von Entwurfsanlagen im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e. V., Köln, 2012
- REwS: Richtlinien für die Entwässerung von Straßen, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e. V., Köln, Entwurf 2018
- RIN: Richtlinien für integrierte Netzgestaltung, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e. V., Köln, 2008
- RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e. V., Köln, 2012
- TL Asphalt-StB 07/13: Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen (TL Asphalt-StB), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, Ausgabe 2007/Fassung 2013
- ZTV Asphalt-StB 07/13: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e. V., Köln, Ausgabe 2007/Fassung 2013
- ZTV E-StB 17: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e. V., Köln, 2017
- ZTV SoB-StB 19: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e. V., Köln, Entwurf 2019

## Bilder

- Bild 2-1: Schematische Darstellung des BIM-Referenz-Prozesses [BMVI, 2015]
- Bild 2-2: Informationsanforderungen an Modelle zur Projektabwicklung und zum Betrieb
- Bild 2-3: Aspekte von Auftraggeber-Informations-Anforderungen
- Bild 2-4: Räumliche Strukturierungselemente nach buildingSMART International [MOON, ANDERSON, BORRMANN et al., 2020]
- Bild 2-5: Beziehungstypen nach buildingSMART international [MOON, ANDERSON, BORRMANN et al., 2020]
- Bild 2-6: Pakete und Klassen des Projektes IFC Road nach buildingSMART International [MOON, ANDERSON, BORRMANN et al., 2020]
- Bild 2-7: Merkmale, die im Rahmen des Projektes IFC Road erarbeitet werden sollen [MOON, ANDERSON, BORRMANN et al., 2020]
- Bild 2-8: Erweiterungskonzept von Merkmalen im Rahmen des IFC-Datenformats [MOON, ANDERSON, BORRMANN et al., 2020]
- Bild 4-1: Aufbau der Tabelle „Merkmalsgruppen“ – Teil 1
- Bild 4-2: Aufbau der Tabelle „Merkmalsgruppen“ – Teil 2
- Bild 4-3: Aufbau der Tabelle „Merkmale“ – Teil 1
- Bild 4-4: Aufbau der Tabelle „Merkmale“ – Teil 2
- Bild 4-5: Aufbau der Tabelle „Zuordnung von Merkmalen zu Merkmalsgruppen“
- Bild 4-6: Aufbau der Tabelle „Zuordnung von Merkmalen zu Merkmalen“
- Bild 4-7: Aufbau der Tabelle „Zuordnung von Merkmalsgruppen zu übergeordneten Merkmalsgruppen“
- Bild 5-1: Auszug Merkmalsgruppen – RStO 12
- Bild 5-2: Auszug Merkmale – RStO 12
- Bild 5-3: Auszug Zuordnung von Merkmalsgruppen zu übergeord. Merkmalsgruppen – RStO 12

- Bild 5-4: Auszug der Hierarchie der Merkmalsgruppen der RStO 12
- Bild 5-5: Auszug Relationen Gruppe – Gruppe – ZTV Asphalt 07/13 – Teil 1/2
- Bild 5-6: Auszug Relationen Gruppe – Gruppe – ZTV Asphalt 07/13 -Teil 2/2
- Bild 5-7: Auszug Merkmale – TL Asphalt 07/13
- Bild 6-1: Datenerhebung Referenzregelwerke in der Datenbank
- Bild 6-2: Datenerhebung nach Referenzregelwerk in der Datenbank
- Bild 6-3: Datenerhebung nach Art in der Datenbank
- Bild 7-1: Übertragung der erhobenen Daten mittels XML in die Datenbank
- Bild 7-2: Modellierung von Merkmalsgruppen als Vererbungshierarchie
- Bild 7-3: Modellierung von Merkmalsgruppen als Kompositionshierarchie
- Bild 7-4: Unterschiedliche Modellierung von Merkmalsgruppen und Merkmalen
- Bild 7-5: Modellierung von Tabellenwerten als miteinander verbundene Merkmale
- Bild 8-1: Auszug der Merkmale der RASt 06 vor und nach der Überarbeitung
- Bild 8-2: Zuordnung von Merkmalsgruppen zu übergeord. Merkmalsgruppen (RASt 06) vor und nach der Überarbeitung
- Bild 8-3: Auszug der Merkmalsstruktur der RASt 06 vor und nach der Überarbeitung
- Bild 8-4: Auszug der Merkmalsgruppen der RASt 06 vor und nach der Überarbeitung
- Bild 8-5: Auszug der Merkmalsdefinitionen der RASt 06 vor und nach der Überarbeitung
- Bild 8-6: Fachübergreifende Vereinheitlichung von Merkmalsgruppen (Auszug aus den RASt 06 und den RStO 12)
- Bild 8-7: Darstellung des Begriffs „Fugen“ in den straßenbautechnischen Richtlinien
- Bild 8-8: Zuordnung von spezifischen Merkmalsgruppen zum übergeordneten Objekt „Fugen“
- Bild 8-9: Erstellung einer Referenz zwischen Informationselementen in miteinander verbundenen Datenkatalogen
- Bild 9-1: Mögliche Analyse der Datenbankinhalte hinsichtlich der Integration in digitale Bauwerksmodelle am Beispiel der RStO
- Bild 9-2: Herleitung einer möglichen Modellstruktur aus den Datenbankinhalten am Beispiel der RStO
- Bild 9-3: Aus den Datenbankinhalten hergeleitetes Bauteil mit Merkmalen am Beispiel der RStO
- Bild 9-4: RStO, Tabelle 1 (RStO 12) und die zugehörigen Datenbankeinträge

## Tabellen

- Tab. 2-1: Auszug der Meta-Informationen (Attribute) zu einem Merkmal nach [DIN EN ISO 23386:2020]
- Tab. 2-2: Asphaltmerkmale, die im Rahmen des Projektes IFC Road erarbeitet wurden
- Tab. 3-1: Auflistung der weiteren analysierten Regelwerke der FGSV
- Tab. 3-2: Vorschlag für zukünftige Regelwerke, welche in die Datenbank implementiert werden sollten
- Tab. 3-3: Vorschlag für die Einbeziehung von R2-Regelwerken in die Datenbank
- Tab. 3-4: Liste der in der Datenbank enthaltenen Regelwerke mit kurz- bis mittelfristigem Aktualisierungsbezug
- Tab. 5-1: Auszug aus dem Vergleich von FGSV-Definitionen aus einzelnen Regelwerken und den Begriffsbestimmungen
- Tab. 5-2: Auszug aus der Auswertungstabelle der ASB – Teil Querschnitt und Aufbau
- Tab. 5-3: Auszug des Vergleiches der Begrifflichkeiten der FGSV und des IT-Ko
- Tab. 9-1: Geometrische und semantische Repräsentation von Merkmalsgruppen und Merkmalen der Datenbank

## Schriftenreihe

### Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

#### Unterreihe „Verkehrstechnik“

#### 2018

- V 300: **Untersuchungen zur Optimierung von Schadstoff-rückhalt und Standfestigkeit von Banketten**  
Werkenthin, Kluge, Wessolek  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 301: **Sicherheitsbewertung von Arbeitsstellen mit Gegenverkehrstrennung**  
Kemper, Sümmermann, Baier, Klemps-Kohnen  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 302: **Entwicklung einer Fahrstreifenreduktionsbeeinflussungsanlage für Baustellen auf BAB**  
Heinrich, Maier, Papageorgiou, Papamichail, Schober, Stamatakis  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 303: **Psychologische Wirkungen von Arbeitsstellenlängen, -staffelung und -gestaltung auf die Verkehrsteilnehmer**  
Scotti, Kemper, Oeser, Haberstroh, Welter, Jeschke, Skottke € 19,50
- V 304: **Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2015**  
Fitschen, Nordmann € 31,00  
Die Ergebnisdateien können als kostenpflichtiger Download unter: [www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de) heruntergeladen werden. € 15,00
- V 305: **Pilotversuche zur Behandlung der Abwässer von PWC-Anlagen**  
Hartmann, Londong € 16,00
- V 306: **Anpassung des bestehenden Straßennetzes an das Entwurfskonzept der standardisierten Straßen – Pilotprojekt zur Anwendung des M EKLBest**  
Lippold, Wittig  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 307: **Evaluation des Sicherheitsaudits von Straßen in der Planung**  
Baier, Baier, Klemps-Kohnen, Bark, Beaulieu, Theis € 17,50
- V 308: **Überarbeitung und Aktualisierung des Merkblattes für die Ausstattung von Verkehrsrechner- und Unterzentralen (MARZ 1999)**  
Gerstenberger, Hösch, Listl, Schwietering  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 309: **Photokatalytische Oberflächen zur Minderung von Stickoxidbelastungen an Straßen – TiO<sub>2</sub>-Pilotstudie Lärmschutzwand**  
Baum, Lipke, Löffler, Metzger, Sauer € 16,50
- V 310: **Umweltfreundlicher Straßenbelag – photokatalytischer Stickstoffdioxidabbau unter Nutzung der Nanotechnologie**  
Wang, Oeser, Steinauer  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 311: **Feldversuch mit Lang-Lkw**  
Irzik, Kranz, Bühne, Glaeser, Limbeck, Gail, Bartolomaeus, Wolf, Sistenich, Kaundinya, Jungfeld, Ellmers, Kübler, Holte, Kaschner  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

#### V 312: **Sicherheitswirkung, Dauerhaftigkeit und Lärmemission von eingefrästen Rüttelstreifen**

Hegewald, Vesper, Irzik, Krautscheid, Sander, Lorenzen, Löffler, Ripke, Bommert  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

#### 2019

- V 313: **Tausalzverdünnung und -rückhalt bei verschiedenen Entwässerungsmethoden – Modellberechnungen**  
Braun, Klute, Reuter, Rubbert € 18,50
- V 314: **Übergreifende verkehrstechnische Bewertung von Autobahnstrecken und -knotenpunkten**  
Hartmann, Vortisch, Vieten, Chatzipanagiotidou, Haug, Spangler € 18,50
- V 315: **Telematisch gesteuertes Kompaktparken für das Lkw-Parkraummanagement auf Rastanlagen an BAB – Anforderungen und Praxiserprobung**  
Kappich, Westermann, Holst € 15,50
- V 316: **Akustische Wirksamkeit alter Lärmschutzwände**  
Lindner, Hartmann, Schulze, Hübelt € 18,50
- V 317: **Wahrnehmungspsychologische Aspekte (Human Factors) und deren Einfluss auf die Gestaltung von Landstraßen**  
Schlag, Anke, Lippold, Wittig, Walther € 22,00
- V 318: **Unfallkommissionsarbeit – Unterstützung durch einen webbasierten Maßnahmenkatalog zur Beseitigung von Unfallhäufungen**  
Wolf, Berger, Bärwolff € 15,50
- V 319: **Vermeidung von abflussschwachen Zonen in Verwindungsbereichen – Vergleich und Bewertung von baulichen Lösungen**  
Lippold, Vettters, Ressel, Alber  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 320: **Einsatzbereiche und Entwurfsэлеmente von Rad-schnellverbindungen**  
Malik, Lange, Andriessse, Gwiasda, Erler, Stein, Thiemann-Linden € 18,00
- V 322: **Automatisch gesteuerte Streustoffausbringung durch Nutzung neuer mobiler Sensoren**  
Hausmann € 18,00
- V 323: **Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2016**  
Fitschen, Nordmann € 31,50  
Die Ergebnisdateien können als kostenpflichtiger Download unter: [www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de) heruntergeladen werden. € 15,00
- #### 2020
- V 321: **Dynamisches umweltsensitives Verkehrsmanagement**  
Diegmann, Wurstthorn, Breitenbach, Düring, Schönharting, Kraus, Klemm, Voigt, Kohlen, Löhner € 20,00
- V 324: **Konzept zur Bewertung des Verkehrsablaufs an Knotenpunkten mit und ohne LSA**  
Vortisch, Buck, Leyn, Baier, Schuckkieß, Schimpf, Schmotz  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 325: **Entwurfsparameter von Hochleistungsstraßen innerhalb bebauter Gebiete**  
D. Schmitt, J. Gerlach, M. Schwedler, F. Huber, H. Sander  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 326: **Straßenverkehrszählung 2015 – Methodik der manuellen Zählungen**  
Schmidt, Frenken, Mahmoudi € 15,50
- V 327: **Straßenverkehrszählung 2015 – Ergebnisse**  
Frenken, Mahmoudi € 16,50

V 328: **Anprallprüfungen an Fahrzeug-Rückhaltesystemen und Entwicklung von Nachrüstlösungen**  
Meisel, Balzer-Hebborn, Eilmers, Jungfeld, Klostermeier, Kübler, Schmitz, Schwedhelm, Yu  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 329: **Streckenbezogene Glättevorhersage**  
Schedler, Gutbrod, Müller, Schröder € 24,50

V 330: **Führung des Radverkehrs an Landstraßen**  
Baier, Leu, Rittershaus  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 331: **Leitfaden für die Streckenfreigabe für den Einsatz von Lang-Lkw**  
Lippold, Schemmel, Förg, Süßmann € 17,00

V 332: **Räumliche Linienführung von Autobahnen**  
Lippold, Zösch  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 333: **Passive Schallschutzmaßnahmen – Akustische Wirksamkeit**  
Hänisch, Heidebrunn € 17,00

V 334: **Akustische Wirksamkeit von Lärmschutzwandaufsätzen**  
Lindner, Kluth, Ruhnau, Schulze € 17,00

V 335: **Ermittlung aktualisierter Grundlagen für Beschleunigungsvergütungen in Bauverträgen**  
Geistefeldt, Hohmann, von der Heiden, Finkbeiner € 16,00

V 336: **Vergleich der Detektoren für die Verkehrserfassung an signalisierten Knotenpunkten**  
Ungureanu, Ilić, Radon, Rothe, Reichert, Schober, Stamatakis, Heinrich € 18,50

V 337: **Bridge-WIM Pilotversuch – Begleitung und Auswertung**  
Kathmann, Scotti, Kucera € 18,50

## 2021

V 338: **Streckenbeeinflussungsanlagen – Entwurf eines regelungstechnischen Modells zur verbesserten Harmonisierung des Verkehrsablaufs**  
Schwietering, Schwietering, Maier, Hakenberg, Pyta, Abel  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 339: **Aktualisierung der Datenbank MARLIS**  
Schneider, Turhan, Pelzer  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 340: **Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2017**  
Fitschen, Nordmann € 31,00

V 341: **Lebenszykluskostenbewertung von Schutzeinrichtungen**  
Eckert, Hendrich, Horlacher, Kathmann, Scotti, von Heel  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 342: **Entwicklung eines aktuellen, echtzeit-verfügbaren Key Performance Indicator (KPI) Systems für das deutsche Autobahnnetz**  
Peter, Janko, Schick, Waßmuth, Friedrich, Bawidamann € 21,00

V 343: **Kreisverkehre an Landstraßen Auswirkungen der Erkennbarkeit und der Zufahrtsgestaltung auf die Verkehrssicherheit**  
Schmotz, Schröter, Schemmel, Lippold, Schulze € 21,50

V 344: **Verkehrsträgerübergreifende Lärmkumulation in komplexen Situationen**  
Popp, Eggers, Heidebrunn, Cortes € 21,00

V 345: **Aufbau einer Datenbank zur Berechnung exemplarischer Lärmsituationen mit Geräuschemissionsdaten der Straße und meteorologischen Daten**  
Liepert, Skowronek, Eberlei, Crijenkovic, Müller, Schady, Elsen  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 346: **Zusammenhang reduzierter Geräuschgrenzwerte mit den in-use Geräuschemissionen bei unterschiedlichen Verkehrssituationen**  
Müller, Huth, Liepert € 15,00

V 347: **Chancen in der Verkehrsbeeinflussung durch Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation**  
Schwietering, Löbbeling, Spangler, Gabloner, Busch, Roszak, Dobmeier, Neumann  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 348: **Einsatz und Verkehrssicherheit von Fußgängerüberwegen**  
Bohle, Busek, Schröder € 18,50

V 349: **Straßenbepflanzung und Verkehrssicherheit – Ermittlung unfallbeeinflussender Merkmale auf Basis empirischer Modelle unter besonderer Berücksichtigung der Bepflanzung im Seitenraum an Landstraßen**  
Schreck-von Below € 22,00

V 350: **Wirksamkeit von Lärmschutzwandaufsätzen**  
Bartolomaeus, Strigari, Sammet  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 351: **Effektivität und Wirtschaftlichkeit der Streustofflagerung – TAUSALA II**  
Holldorb, Cypra, Pape  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

## 2022

V 352: **Abriebe von Fahrbahnoberflächen**  
Düring, Schmidt, Johannsen € 19,00

V 353: **Nutzung der C2X-basierten ÖV-Priorisierung an signalisierten Knotenpunkten**  
Gay, Grimm, Otto, Partzsch, Gersdorf, Gierisch, Löwe, Schütze € 16,00

V 354: **Anwendung der Methode BIM in Konformität mit den Regelwerken der FGSV und des IT-Ko**  
Radenberg, Müller, König, Hagedorn, Geistefeldt, Hohmann, Heinrichs, Stiehler, Kortemeyer  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

---

Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG  
Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen  
Tel. +(0)421/3 69 03-53 · Fax +(0)421/3 69 03-48

Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.

[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)

Alle Berichte, die nur in digitaler Form erscheinen, können wir auf Wunsch als »Book on Demand« für Sie herstellen.