

Bernd Weidner (Hrsg.)

**Definition von Konvertierungsverfahren und prototypische
Umsetzung einer Konvertierungs-Software zur Erzeugung von
OKSTRA-Objekten für die Bestandsdatendokumentation (SIB) aus
Datenbeständen des Entwurfsprozesses**

Schlussbericht zum gleichnamigen Forschungsvorhaben

Im Auftrag des
Bundesministeriums für Verkehr
und digitale Infrastruktur

Forschungsvorhaben FE-Nr. 02.0354/2012/ARB

Definition von Konvertierungsverfahren und prototypische Umsetzung
einer Konvertierungs-Software zur Erzeugung von OKSTRA-Objekten für
die Bestandsdatendokumentation (SIB) aus Datenbeständen des
Entwurfsprozesses

von

Dr.-Ing. Jochen Hettwer (interactive instruments GmbH)
Dipl.-Ing. Stephan Tabertshofer (Obermeyer Planen + Beraten GmbH)
Dipl.-Phys. Bernd Weidner (interactive instruments GmbH)

Version 3.1 (20.04.2017)

interactive instruments
Gesellschaft für Softwareentwicklung mbH
Trierer Straße 70-72
53115 Bonn

2017

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
2	Zielsetzung und Methodik	10
2.1	Allgemeine Festlegungen	10
2.2	Zielsetzung	10
2.3	Analyse der vorliegenden Forschungsergebnisse	10
2.4	Analyse zur Datenübernahme vom Entwurf zur Bestandsdokumentation ..	11
2.5	Vorschläge zur Veränderung der Prozessabläufe	12
2.6	Harmonisierungsvorschläge	13
2.7	Konvertierungsregeln	13
2.8	Prototyping	13
2.9	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	13
3	Analyse der vorliegenden Forschungsergebnisse	14
3.1	ASB und OKSTRA	14
3.2	Regelwerke	15
3.3	Soll-Geschäftsprozess	16
3.4	Methodik und Umfang der Untersuchung	19
4	Analyse zur Datenübernahme vom Entwurf zur Bestandsdokumentation	20
4.1	Relevante Regelwerke	20
4.1.1	Die Fachbedeutungen	21
4.1.2	Der Standardleistungskatalog	23
4.2	Übersicht über Daten der verschiedenen Planungsphasen	25
4.2.1	Neu- und Ausbaumaßnahmen	25
4.2.2	Erhaltungsmaßnahmen	26
4.2.3	Einzelaktivitäten	26
4.3	Technische Charakterisierung der Daten	26
4.3.1	Daten für die Erstellung von Plänen	26
4.3.2	Daten für Recherche und Analyse	27
4.3.3	Entwurfs- und Bestandsdaten	28
4.4	Die Fachthemen	28
4.4.1	Überblick	28
4.4.2	Grundriss (Achsen / Netzgraph)	30
4.4.3	Aufriss	30
4.4.4	Querschnitt und Aufbau	30
4.4.5	Entwässerungseinrichtungen	30

4.4.6	Ingenieurbauwerke.....	31
4.4.7	Hochbauanlagen	31
4.4.8	Interne Telekommunikation	32
4.4.9	Zählstellen.....	32
4.4.10	Telematik.....	32
4.4.11	Lichtsignalanlagen	32
4.4.12	Markierung	33
4.4.13	Beschilderung	33
4.4.14	Schutzeinrichtungen.....	33
4.4.15	Landschaftspflege	34
4.4.16	Ruhender Verkehr.....	34
4.4.17	Grunderwerb und Liegenschaften	34
4.4.18	In den Fachthemen nicht berücksichtigte Inhalte der ASB.....	34
4.5	Beziehungen zwischen Prozessschritten und Fachthemen	35
4.6	Aktueller Status der Datenübernahme vom Entwurf in die Bestandsdokumentation.....	36
4.6.1	Straßenverlauf und Straßenaufbau	36
4.6.2	Entwässerungseinrichtungen	37
4.6.3	Ingenieurbauwerke.....	37
4.6.4	Hochbauanlagen	38
4.6.5	Straßenausstattungen.....	38
4.6.6	Landschaftspflege	38
4.6.7	Ruhender Verkehr.....	39
4.6.8	Grunderwerb und Liegenschaften	39
4.7	Anforderungen für die Übernahme von Entwurfsdaten in den Bestand.....	40
4.7.1	Änderungsmanagement.....	40
4.7.2	Softwaresysteme.....	41
4.7.3	Offene Prozesse	41
4.7.4	Netzreferenzierung.....	42
4.7.5	Einheitliche und stabile Datenstrukturen	43
4.7.6	Weitere Anmerkungen	43
5	Vorschläge zur Veränderung der Prozessabläufe.....	44
5.1	Building Information Modeling	44
5.2	Führung von „Proto-Bestandsdaten“	46
5.3	Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen.....	47
5.4	Verstärkte Nutzung vorhandener Datenmodelle	48

6	Harmonisierung von Objektstrukturen	48
6.1	Aufbau und Beziehungen der Regelwerke	48
6.2	Harmonisierungsmöglichkeiten	50
7	Konversionsmöglichkeiten	52
7.1	Möglichkeiten zur Herstellung von Bestandsobjekten aus konstruktiven Entwurfsobjekten	53
7.2	Möglichkeiten zur Herstellung von Bestandsobjekten aus Allgemeinen Geometrieobjekten.....	54
7.3	Datenübernahmeprozess mit Konversion	55
7.4	Modifikationen im OKSTRA.....	56
7.5	Modifikationen in den Entwurfssystemen	57
7.6	Notwendige Modifikationen in den AVA-Systemen	57
7.7	Zusatzfunktionen in der OKLABI	58
7.8	Rückführung von Daten der Bestandsdokumentation in den Entwurf	58
8	Prototyping	58
8.1	Anwendungsfälle	58
8.2	Architektur	59
8.3	Entwicklungsschritte.....	59
8.3.1	Datenmodell	59
8.3.2	Testdaten	59
8.3.3	Software-Entwicklung.....	60
8.4	Vorgehensweise und Resultate.....	61
8.4.1	Anwendungsfall Aufbauschichten	61
8.4.2	Anwendungsfall Allgemeine Geometrieobjekte	62
8.4.3	Ergebnis.....	62
8.5	Erkannte Probleme.....	62
8.5.1	Schnittstelle des Bestandssystems	62
8.5.2	Datenlage Entwurfsdaten	62
8.5.3	Komplexität der Konversion der Aufbaudaten	63
8.5.4	Weitere Anmerkungen	64
9	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	64
9.1	Kosten für Softwareanpassungen und Neuentwicklungen	64
9.2	Kosten für Regelwerksanpassungen.....	65
9.3	Kosten für Bestandserfassung und Änderungsmanagement	66
9.4	Einsparungspotentiale.....	67
10	Handlungsempfehlungen.....	68
10.1	Life Cycle Management.....	68

10.2	Nutzung vorhandener durchgängiger Modelle	68
10.3	Einführung eines generischen Attributmodells	68
10.4	Weitere Datenstrukturen	69
10.5	OKSTRA-Schnittstellen für die Bestandsdokumentation.....	69
10.6	Rückführung von AVA-Daten	69
10.7	Konversionssoftware	69
10.8	Regeln für Koordinatensysteme	69
10.9	Definierter Datenübernahmeprozess.....	70
10.10	Änderungsmanagement	70
10.11	Mobile Verfahren	70
10.12	Parametrische Modelle	70
10.13	Synchronisierung der Änderungen der Regelwerke und Systeme.....	70
10.14	Berücksichtigung von BIM	70
11	Fazit	70
12	Verzeichnisse	71
12.1	Abkürzungsverzeichnis	71
12.2	Abbildungsverzeichnis.....	73
12.3	Tabellenverzeichnis.....	73
12.4	Literaturverzeichnis	73

1 Einleitung

Der Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen (OKSTRA) ist mit dem Ziel geschaffen worden, eine medienbruchfreie Datenübertragung in und zwischen den Geschäftsprozessen des Straßen- und Verkehrswesens zu ermöglichen. Dieses Ziel konnte innerhalb der beiden großen Prozessketten „Planung“ einerseits und „Bestandsdokumentation“ andererseits erreicht werden, jedoch gibt es für den Datenaustausch zwischen diesen beiden Bereichen bislang keine praktikable Lösung.

Die Gründe für diese Situation sind darin zu sehen, dass die beiden angesprochenen Prozessketten für die Modellierung derselben Realweltobjekte unterschiedliche Sichtweisen haben. Dies wiederum ist darauf zurückzuführen, dass in den beiden genannten Bereichen unterschiedliche Regelwerke verwendet werden, die für die ganz verschiedenen Aufgabenstellungen der beiden Bereiche geschaffen wurden und nicht miteinander harmonisiert sind.

Die hier dargestellte Situation ist unbefriedigend und wurde deshalb schon früher in einiger Tiefe analysiert [VHO11]. Dabei ergab sich, dass sich die Problemstellung in die beiden Aspekte Lage des linearen Bezugssystems (teilweise unterschiedliche Lage der Achsen in Entwurf und Bestand) und unterschiedliche Strukturierung bzw. Informationstiefe der Fachobjekte zerlegen lässt. Dementsprechend wurde zur Abhilfe bzw. Abmilderung erstens der Vorschlag entwickelt, die Lage der Achse in Entwurf und Bestand nach Möglichkeit anzugleichen bzw. zumindest dafür zu sorgen, dass im Entwurf eine für die Bestandsdokumentation geeignete Achse vorhanden ist (ggf. durch Konstruktion einer solchen). Zweitens wurden verschiedene Vorschläge zur Harmonisierung der Datenstrukturen der Fachobjekte bzw. alternativ Vorschläge zu einer Konvertierung von Entwurfs- in Bestandsobjekte entwickelt. Drittens wurde angeregt, verschiedene Begriffsdefinitionen und Schlüsseltabellen in den einschlägigen Regelwerken zu harmonisieren. Und als vierter Baustein wurde ein „Soll-Geschäftsprozess für die Geschäftskette Planung – Bau – Betrieb“ beschrieben.

Zusammenfassend konstatieren die Autoren der angeführten Untersuchung [VHO11]:

„Nach den im Projekt gewonnenen Erkenntnissen ist hohes Potenzial zur Verbesserung der Abläufe und auch der Wirtschaftlichkeit bei einer teilautomatisierten Datenübernahme von der Ausführungsplanung in die SIB/FIS vorhanden. Art und Umfang der zu übernehmenden OKSTRA-Objekte orientieren sich dabei vor allem am Bedarf des Betriebsdienstes und der Erhaltungsplanung als wichtige Nutzer dieser Daten.

Zum einen müssen dafür durch Harmonisierung der betreffenden fachlichen Objektmodellierungen die datentechnischen Grundlagen geschaffen werden. Eine besondere Rolle spielt hierbei ein einheitliches Bezugssystem in Entwurf und Bestand als Grundvoraussetzung für die eindeutige Zuordnung der Objekte über den Gesamtprozess. Die Bedeutung dieses Ansatzes spiegelt sich neben einem eigenen Kapitel auch in der Tatsache wider, dass hierzu im Zuge des Forschungsprojektes ein eigenständiges Positionspapier (...) erstellt wurde.

Zum anderen sind bestimmte Veränderungen in Prozessen erforderlich. Die bereits bestehenden Möglichkeiten zur Objektbildung müssen in der Planungspraxis durchgängig umgesetzt werden. Die Verfügbarkeit von harmonisierten, über alle

Phasen der Prozesskette gleichermaßen verwendbaren OKSTRA-Objekten würde dabei einen wichtigen Beitrag leisten, um gleichermaßen auch organisatorische Brüche mit zu überwinden.

Letztendlich müssen aber auch die technischen Prozesse so gestaltbar sein, dass der Nutzer Vertrauen in die automatisiert übertragenen Daten hat. Hier spielen Datenprüf- und Visualisierungsmöglichkeiten, aber auch Feldvergleiche zur Kontrolle eine große Rolle.“

2 Zielsetzung und Methodik

2.1 Allgemeine Festlegungen

Für das gegenständliche Projekt wurde eine Betreuergruppe eingerichtet, die aus Vertretern des BMVI, der BAST, der Straßenbauverwaltungen der Länder Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Schleswig-Holstein sowie der ausführenden Unternehmen interactive instruments und Obermeyer Planen + Beraten besteht.

Alle methodischen Schritte setzen die Begleitung durch eine Straßenbauinstitution als Forschungspartner zur Informationsbeschaffung und Qualitätssicherung zwingend voraus. Hierfür konnte der Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen (Straßen.NRW) gewonnen werden.

2.2 Zielsetzung

Ziel des Projektes ist das Aufzeigen von Wegen zur medienbruchfreien Übernahme von Entwurfsdaten in die Bestandsdatenverwaltung.

Die erwarteten Nutzeffekte der hierfür erarbeiteten Vorschläge zur informationstechnischen Schließung der Prozessketten von der Planung bis in die Bestandsdokumentation und nachgelagerter Prozesse sind:

- Mittelfristig reduzierte Kosten bei der Erfassung und Qualifikation der Daten
- Höhere Aktualität, wenn manuelle Prozesse wegfallen bzw. reduziert werden können
- Höhere Qualität der Daten, weil fehleranfällige Schritte der bisherigen Prozesskette ausgespart oder umgangen werden

Letztlich sind die vorzulegenden Vorschläge zur Prozessänderung also wirtschaftlich zu begründen.

Die folgenden Abschnitte beschreiben die Vorgehensweise zu Erarbeitung solcher Vorschläge.

2.3 Analyse der vorliegenden Forschungsergebnisse

Die oben zitierte Untersuchung [VHO11] wird einer kritischen Analyse und z.T. Aktualisierung unterworfen. Dies betrifft:

- Die Liste der seinerzeit als relevant eingestuftem fachlichen Teilbereiche und Objektarten. Hier ist z.B. die Entwicklung neuer OKSTRA-Versionen seit Abschluss des Vorläuferprojektes zu berücksichtigen.
- Die Liste der seinerzeit als relevant eingestuftem Regelwerke. Z.T. sind Neufassungen oder komplett neue Regelwerke sowohl im Planungs- als auch im Bestandsbereich entstanden, z.T. sind auch zusätzliche Regelwerke zu berücksichtigen.
- Den seinerzeit beschriebenen „Soll-Geschäftsprozess“
- Die Überprüfung des seinerzeitigen Vorgehens, z.B. nicht untersuchte Alternativen

2.4 Analyse zur Datenübernahme vom Entwurf zur Bestandsdokumentation

Diese Analyse hat zum Ziel zu ermitteln, in welchem Umfang in verschiedenen fachlichen Bereichen ein durchgängiger, automatisierbarer Transport von digitalen Entwurfsdaten in eine digitale Bestandsdokumentation praktiziert wird und warum er in anderen Bereichen nicht durchgeführt wird. Die Analyse stützt sich auf die Ergebnisse von Schritt 2.3 sowie eine Erhebung von Informationen bei der projektbegleitenden Straßenbauinstitution und ausgewählten weiteren Institutionen. Dies betrifft die fachlichen Bereiche in den Phasen Planung, Baudurchführung, Bestandsdokumentation, Betrieb und Erhaltung.

Ein fachlicher Bereich ist durch die in ihm verarbeiteten fachlichen Informationen (die „Fachthemen“) sowie durch die Prozesse gekennzeichnet, die mit diesen Informationen umgehen. Der Umgang mit den Fachthemen wird dabei durch Regelwerke vorgegeben.

Ein Fachthema umfasst zusammengehörende Informationen zu einem Teilaspekt des Realweltobjektes Straße. Es abstrahiert von IT-Darstellungen für straßenbezogene Daten in Programmsystemen oder Schnittstellen und den Begriffen, die in den hierfür verwendeten Datenmodellen benutzt werden. So können Fachthemen sich z.B. im OKSTRA als Objektarten, Objekteigenschaften oder Gruppen daraus (auch gemischt) darstellen, wobei ein Fachthema auch mehrere Darstellungen haben kann.

Als Beispiel sei das Fachthema „Aufbaudaten“ genannt. In der Planung existiert hierfür die Objektart Querprofil samt den damit zwingend verbundenen weiteren Objektarten. In den Straßeninformationsbanken werden die Aufbaudaten als ASB-Objektart Aufbauschicht geführt. Die Aufbauschicht wird in drei Dimensionen mittels Stationierung an zwei Stationen auf den Abschnitt oder Ast verortet und somit als Volumen beschrieben. Enthalten darin ist das Material, aus dem die Schicht besteht. Querprofile werden hingegen nur punktförmig mit einer Station verortet. Die in ihnen enthaltenen Profillinien können geschlossene Flächen bilden, müssen es aber nicht. Materialangaben sind nicht enthalten. Im Prozessablauf sind die Materialien und die Volumina zuerst während der Ausführungsplanung relevant, weil sie dort die Grundlage für die Vergabedokumente bilden.

Nach diesen Vorbemerkungen nun zum Aufbau der Analyse. Sie beginnt mit einer Charakterisierung der Begriffe Entwurfsdaten und Bestandsdaten, um auf diese Weise eine begriffliche Basis für die weiteren Betrachtungen zu legen. Außerdem

werden, ausgehend von den reichhaltig vorliegenden Quellen (Regelwerke, interne Richtlinien der Straßenbauinstitutionen, exemplarische Projektunterlagen usw., siehe Literaturverzeichnis), geeignete Fachthemen vorgeschlagen. Für die einzelnen Fachthemen wird exemplarisch die Ist-Situation der Datenübernahme vom Entwurf in den Bestand ermittelt. Hierbei wird insbesondere untersucht, weshalb eine Datenübernahme möglicherweise unterbleibt.

Falls eine Datenübernahme bezogen auf ein Fachthema unterbleibt, müssen im späteren Verlauf der Prozesskette Daten zu diesem Fachthema neu erfasst werden. Es kann sich um eine vollständige Neuerfassung handeln (z.B. im Rahmen einer Bestandsvermessung oder durch eine Befahrung mit sensor-bestückten Fahrzeugen) oder um eine Erfassung auf der Basis von Informationen aus früheren Stadien der Prozesskette (z.B. aus der Vermessung von Aufbauschnitten zu Abrechnungszwecken oder durch Analyse eines Straßenbestandsplans). Man spricht in solchen Fällen auch von einem „Medienbruch“.

Solche Medienbrüche können beseitigt werden durch

- Veränderungen der Prozessabläufe durch Verbesserung von Aktionen oder Einführung zusätzlicher Prozesse. So ist bekannt, dass z.B. Materialangaben sowohl im Verlaufe der Ausführungsplanungs- und Vergabeprozesse als auch während der Bauausführung für die Zwecke der Bauabrechnung und die Bestandsdokumentation erfasst werden.
- Harmonisierung der Objektstrukturen und zugehörigen Erfassungsrichtlinien, so dass ein durchgängiger Datentransport ohne zusätzliche Prozesse, jedoch mit Modifikationen der eingesetzten Softwareprodukte möglich ist. Wo Regelwerke von der Harmonisierung betroffene Datenstrukturen beschreiben, sind diese anzupassen.
- einen Konversionsprozess unter Beibehaltung der existierenden Datenstrukturen und Regelwerke. Es ist aber nicht von vornherein gewährleistet, dass so alle Medienbrüche beseitigt werden können.

2.5 Vorschläge zur Veränderung der Prozessabläufe

Das wirksamste Mittel zur Verhinderung von Medienbrüchen ist eine Umgestaltung der Prozesskette, so dass die Ergebnisse eines Prozessschrittes ohne Informationsverlust durch die Kette weitergereicht werden können und somit von späteren Prozessschritten nutzbar sind. Umgestaltungsmöglichkeiten sind z.B.:

- Einführung von zusätzlichen Informationskanälen (z.B. Nutzung von Informationen aus dem Vergabeprozess in der Bestandsdokumentation)
- Verlagerung der Datenerfassung an den Zeitpunkt, an dem die korrespondierenden Realweltobjekte eingerichtet werden (z.B. Aufstellung von Verkehrszeichen)
- Zusätzliche Aktionen oder Teilprozesse (z.B. Änderungsmanagement)

Solche Veränderungen sind allerdings mit Aufwänden verbunden, die durch den entstehenden Nutzen gerechtfertigt sein müssen.

2.6 Harmonisierungsvorschläge

Es werden Vorschläge zur Harmonisierung der mit den in Schritt 2.4 identifizierten Fachthemen verbundenen OKSTRA-Objektarten(gruppen) entwickelt. Hierzu werden die Regelwerke für die relevanten Fachthemen herangezogen. Es wird untersucht, in wie weit die für die Informationsverarbeitung relevanten Regelwerke soweit harmonisiert werden können, dass die in ihnen beschriebenen Objektstrukturen allgemein verwendbar sind. Sofern eine vollständige Harmonisierung nicht erreichbar sein sollte, wird eine möglichst weitgehende Teilharmonisierung angestrebt. Das Harmonisierungsergebnis wird als OKSTRA-konformes UML-Modell dokumentiert und bereitgestellt. Zudem wird ein Verzeichnis nicht harmonisierbarer Sachverhalte mit einer entsprechenden Begründung erstellt.

2.7 Konvertierungsregeln

Für diejenigen Bereiche, in denen keine oder keine vollständige Harmonisierung erzielt werden konnte, werden Konvertierungsregeln entwickelt. Die Konvertierung kann neben der reinen Transformation der Daten auch Änderungen an den Datenschemata (OKSTRA-konformes UML) und ggf. manuelle Vorbereitungsschritte beinhalten. Die Konvertierungsregeln werden in Form von Excel-Tabellen dargestellt (analog zur Vorgehensweise bei der OKSTRA-INSPIRE-Umsetzung [O2I13]).

2.8 Prototyping

Die erstellten Konvertierungsregeln werden zum Nachweis ihrer Praxistauglichkeit im Rahmen eines Prototypings validiert. Der Konverter-Prototyp wird unter Verwendung der OKSTRA-Klassenbibliothek (OKLABI) implementiert. Als Testdaten für den Prototypen sind Entwurfsdaten gemäß OKSTRA 1.014 vorgesehen. Sie werden vor Eingabe in den Konverter mit Hilfe eines modifizierten Entwurfssystems (vorzugsweise) oder des OKSTRA-Werkzeugs geprüft und an die OKSTRA-Testversion angepasst, die in Schritt 2.6 und 2.7 entwickelt wurde. Ausgabeseitig erzeugt der Konverter geprüfte OKSTRA-Bestandsdatenobjekte ebenfalls gemäß der OKSTRA-Testversion. Bei der Spezifikation der Systemarchitektur für den Prototypen soll möglichst auf die Erfahrungen bei der OKSTRA-INSPIRE-Umsetzung zurückgegriffen werden. Der Konverter wird als eigenständige Anwendung ohne Nutzung von Funktionalitäten von Entwurfs- oder bestandsführenden Systemen realisiert.

Es wird außerdem mit den Datenerfassungsexperten der projektbegleitenden Straßenbauinstitution geklärt, welche Erfassungen/Qualifikationen bei der Fortführung der SIB mit dem Konvertierungsergebnis erforderlich sind. Der Konverter wird so ausgelegt, dass er bei Bedarf zusätzliche OKSTRA-Objekte aus der Bestandsdatenhaltung integrieren kann, um die spätere Fortführung zu vereinfachen.

2.9 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Ausgehend von einem Vergleich des Ist-Prozessablaufs, wie er bei der projektbegleitenden Straßenbauinstitution abläuft, mit dem in Schritt 2.4 erarbeiteten modifizierten Prozessablauf werden die zusätzlichen eingesparten und modifizierten Arbeitsschritte identifiziert. Hieraus ergibt sich die dauerhaft wirksame Veränderung der Kosten für den Prozessablauf. Als Maß für die Kosten werden fiktive Abrechnungseinheiten eingeführt, um von den sich verändernden Arbeitskosten zu abstrahieren. Die Erhebung dieser Größen erfolgt bei der projektbegleitenden Straßenbauinstitution.

Daneben sind noch einmalige Investitionen etwa für folgende Positionen notwendig (ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- Neue und modifizierte Software sowohl für Entwurfssysteme als auch Bestandsdatenhaltungen und evtl. weitere Fachinformationssysteme,
- Mitarbeiterschulungen (geänderte Prozesse, geänderte Software),
- Datenmigrationsaufwände,
- Aufwände für die Erarbeitung neugefasster oder neuer Regelwerke.

Hierzu wird zunächst eine Liste der notwendigen Investitionen erstellt. Die projektbegleitende Straßenbauinstitution wird um eine summarische Schätzung der Kosten für solche Investitionen gebeten, und zwar für wenigstens zwei verschiedene Szenarien: maximal mögliche Harmonisierung (evtl. mit Konvertierungsanteil), reine Konvertierungslösung.

Für alle Szenarien sind mögliche Nebeneffekte für andere Geschäftsprozesse aufzuzeigen, diese werden jedoch nicht kostenmäßig bewertet.

3 Analyse der vorliegenden Forschungsergebnisse

In diesem Kapitel wird eine kritische Würdigung der bereits durchgeführten Untersuchung [VHO11] vorgenommen. Ziel und Zweck dieses Kapitels ist eine Bestandsaufnahme der damals erzielten Ergebnisse. Eine Bewertung soll damit ausdrücklich nicht verbunden sein, zumal die Vorgängeruntersuchung aus verschiedenen Gründen vorzeitig abgebrochen werden musste und nicht wie geplant zu Ende geführt werden konnte.

3.1 ASB und OKSTRA

Grundlage für die in [VHO11] beschriebene Untersuchung sind über weite Strecken die ASB-Netzdaten 2007 [ASB07a], die ASB-Bestandsdaten 2007 [ASB07b] und die OKSTRA-Version 1.014 [OKS09]. Die Nachfolgeversionen ASB-Netzdaten 2009 [ASB09a] und OKSTRA 1.015 [OKS11] werden an einzelnen Stellen berücksichtigt: Hinsichtlich der Lage der Bestandsachse werden die Festlegungen der ASB-Netzdaten 2009 diskutiert, bei der fachlich-inhaltlichen Harmonisierung wird auf das vereinfachte Entwurfsschema der OKSTRA-Version 1.015 Bezug genommen. Im Zusammenhang mit der ASB-Bestandsdaten 2009 [ASB09b] werden lediglich die neu geschaffenen Möglichkeiten der Kreuzungszuordnung und des Detaillierungsgrades erwähnt.

Mittlerweile wurden ASB und OKSTRA fortgeschrieben: Die ASB-Netzdaten und die ASB-Bestandsdaten wurden zu einem einheitlichen, in Segmente unterteilten ASB-Regelwerk zusammengefasst, das aktuell in der Version ASB 2.03 [ASB14] vorliegt. Die momentan aktuelle OKSTRA-Version ist die Version 2.016 [OKS14]. Das Datenmodell dieser Version ist nicht mehr wie bei den Vorgängerversionen in der Modellierungssprache EXPRESS, sondern in UML angegeben. Diese OKSTRA-Version basiert inhaltlich allerdings immer noch auf der ASB-Netzdaten 2009 und der ASB-Bestandsdaten 2009. Die Vorbereitungen zur Version 2.017, die auch die ASB 2.03 berücksichtigt, sind soweit fortgeschritten, dass sie für die Zwecke dieser Untersuchung herangezogen wird.

Die in [VHO11] betrachtete Auswahl von ASB- und OKSTRA-Versionen ist somit nicht mehr aktuell. Sie ist darüber hinaus auch deswegen bemerkenswert, weil die

OKSTRA-Versionen 1.014 und 1.015 bereits auf den ASB-Versionen aus dem Jahr 2009 basieren und nicht mehr auf den in [VHO11] hauptsächlich verwendeten Vorgängerversionen aus dem Jahr 2007. Insofern ist der damals gewählte Ansatz, Inhalte der ASB 2007 über die OKSTRA-Versionen 1.014 bzw. 1.015 zu betrachten, in sich nicht ganz stimmig.

Das Straßennetz wird in [VHO11] nur rudimentär im Hinblick auf die Lage der Bestandsachse betrachtet. Im dort vorgeschlagenen Modellverfahren zur Übernahme von Entwurfsdaten in den Bestand werden die Achselemente zunächst in temporäre (Bestands-)Abschnitte umgewandelt, die dann im Rahmen der Netzfortführung interaktiv in das SIB-Netz übernommen werden müssen. Dieses Vorgehen ist von einer echten Automatisierung entsprechend weit entfernt.

Die Inhalte der ASB Bestandsdaten 2007 werden in [VHO11] zu einem großen Teil auf die mögliche Erzeugung aus Entwurfsdaten untersucht. Nicht betrachtet wurden die Objekte Betriebsstätte, Betriebseinrichtung, Rastanlage, Sondereinrichtung, Schutzeinrichtung für Tiere, Zählstelle und der gesamte Bereich der landschaftspflegerischen Objekte – Schutzgebiet, Baum, Baumreihe, Allee, Kompensationsfläche. Ebenfalls ausgespart wurden aufgrund der Festlegung auf die ASB Bestandsdaten 2007 alle Objekte, die erst in späteren Versionen in die ASB aufgenommen wurden (u.a. die Objekte Kreisverkehr, sonstige Konstruktion und Lärmschutzwahl).

Für die Untersuchung der Inhalte des Entwurfs wurde in [VHO11] das OKSTRA-Schema S_Entwurf herangezogen. Nicht berücksichtigt wurden dabei kreuzende Bauwerke und bauliche Anlagen, Geländehorizonte sowie Sichtweiten, für die in der Phase Betrieb (und damit in der Bestandsdokumentation) „keine entsprechenden Pendants“ existieren [VHO11].

Dies gilt in ähnlicher Weise auch für die ebenfalls im Entwurf verwendeten allgemeinen Geometrieobjekte (allgemeines_Punktobjekt, allgemeines_Linienobjekt, allgemeines_Flaechenobjekt) aus dem OKSTRA-Schema S_Allgemeine_Geometrieobjekte: Nicht alle Inhalte aus den Fachbedeutungslisten der Bundesländer, in denen die möglichen Bedeutungen der allgemeinen Geometrieobjekte aufgelistet sind, haben eine Entsprechung in der Bestandsdokumentation. In denjenigen Bereichen, in denen es Entsprechungen gibt, sind die Fachobjekte der Bestandsdokumentation i.d.R. tiefer ausmodelliert, als dies in den Fachbedeutungslisten möglich oder praktikabel wäre. Hinzu kommt, dass es aufgrund der länderspezifischen Fachbedeutungslisten schwierig erscheint, ein allgemeines Verfahren zur Übernahme in die Bestandsdokumentation anzugeben.

In den OKSTRA-Schemata S_Entwurf und S_Allgemeine_Geometrieobjekte gab es nach einem Redesign des Schemas S_Entwurf beim Versionswechsel 1.014 / 1.015 keine gravierenden inhaltlichen Änderungen mehr, sodass die Ergebnisse aus [VHO11] in dieser Hinsicht noch als aktuell gelten können.

3.2 Regelwerke

Im Bericht [VHO11] sind diverse Regelwerke aufgelistet, die für das Thema der Übernahme von Entwurfsdaten in die Bestandsdokumentation von Relevanz sind. Dabei wird eine Untergliederung in Regelwerke für die Phasen Planung und Bau und in solche für die Phase Betrieb vorgenommen.

Für die Phasen Planung und Bau werden die folgenden Regelwerke aufgeführt, allerdings ohne Nennung einer Ausgabe oder eines Standes¹:

- HOAI [HOA13],
- VOB [VOB12],
- HVA B-StB [HVB14],
- HVA F-StB [HVF14],
- Sammlung REB [REB13].

Für folgende Regelwerke für die Phasen Planung und Bau wird in [VHO11] ein Ausgabejahr angegeben; die genannten Ausgaben sind in den meisten Fällen nicht mehr aktuell (die aktuellen Versionen sind in runden Klammern aufgeführt, sofern es Fortschreibungen gab):

- RAS-L 1999 [RLI99] und RAS-Q 1996 [RAQ96] (Diese Richtlinien wurden mittlerweile durch die RAA 2008 [RAA08], die RAL 2012 [RAL12] und die RASt 2006 [RAS06] abgelöst.),
- RAS-Verm 2001 [RAV01],
- RStO 2001 [RSO01] (aktuell: RStO 2012 [RSO12]),
- ZVB/E-StB 2006 [ZVB06] (aktuell: ZVB/E-StB 2012 [ZVB12]),
- ZTV Verm-StB 2001 [ZTV01].

Für die Phase Betrieb werden in [VHO11] die folgenden Regelwerke genannt:

- ASB-Netzdaten, Stand Mai 2007 [ASB07a],
- ASB-Bestandsdaten, Stand Mai 2007 [ASB07b],
- ASB-Netzdaten, Stand Mai 2009 [ASB09a],
- ASB-Bestandsdaten, Bestandsdaten, Stand Juni 2009 [ASB09b],
- Richtlinie zur Erhebung des Anlagebestandes der Bundesfernstraßen (RiAnBu), Stand Juli 2008 [RIA08].

Die aufgeführten Versionen der ASB sind alle nicht mehr aktuell, da ASB-Netzdaten und ASB-Bestandsdaten inzwischen zu einem einheitlichen ASB-Regelwerk mit der Versionsbezeichnung ASB 2.03 [ASB14] zusammengefasst wurden.

Der offizielle Name der RiAnBu lautet mittlerweile „Maßnahmenkatalog M3“; die aktuelle Version des Regelwerks stammt aus dem Jahr 2011 [MAK11].

3.3 Soll-Geschäftsprozess

In Bezug auf die Geschäftsprozesse enthält die Untersuchung [VHO11] zunächst in Abschnitt 4.1 eine „prozessseitige Analyse“. Zunächst wird hierbei basierend auf den

¹ Aus diesem Grund wird in den hier aufgeführten Quellenangaben auf die derzeit aktuelle Version verwiesen.

Regelwerken ein Mustergeschäftsprozess als Grundlage für die weiteren Überlegungen aufgestellt. Es werden die Erkenntnisse aus Gesprächen mit Fachleuten für die verschiedenen Prozessschritte aus fünf ausgewählten Straßenbauverwaltungen (SBV) dann dazu verwendet, den Mustergeschäftsprozess dahingehend zu modifizieren, dass die tatsächlichen Abläufe (der Ist-Prozess) abgebildet werden. Da jede SBV im Detail anders vorgeht, ist dieser Ist-Prozess jedoch auch eine idealisierende Abstraktion, die allerdings näher an der Realität liegt.

Die folgende Abbildung wurde zur Illustration der Arbeit entnommen.

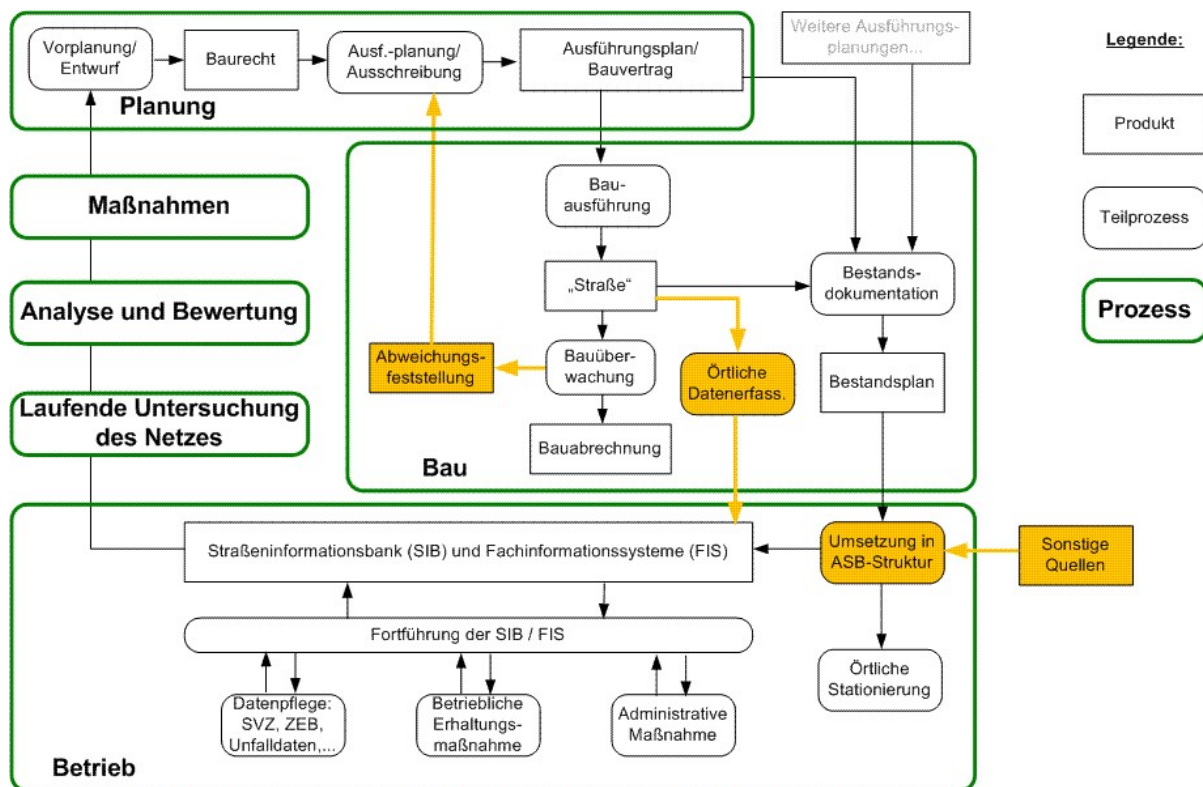


Abbildung 1: Ist-Geschäftsprozess, entnommen aus [VHO11]

Die gelb gekennzeichneten Prozessschritte sollen die wesentlichen Abweichungen zwischen Ist und Soll wiedergeben.

Zu diesem „typischen Geschäftsprozess“ gibt es eine Erläuterung, die die Prozessschritte kurz charakterisiert. Vermisst wird hierbei allerdings die Angabe, welche fachlichen Ergebnisse am Ende jedes Schrittes vorliegen. (So liegen z.B. bei der Erteilung des Baurechts durch Planfeststellung die Planunterlagen gemäß der Planfeststellungsrichtlinie (Plafer 07) vor, siehe auch RE 2012 4.3.1 [REG12]) Für eine Beurteilung, ob und, wenn ja, wie ein durchgängiger, medienbruchfreier Fachinformationsfluss über die gesamte Prozesskette hinweg realisierbar ist, ist diese Information jedoch unbedingt erforderlich. Sie darf dabei keine Aspekte bevorzugen (z.B. den Entwurf des Straßenkörpers) und muss vollständig sein.

Die Erläuterungen zu den Prozessschritten geben viele Hinweise auf deren Defizite und die Gründe dafür. In der Beschreibung zur Bestandsdokumentation heißt es z.B.

„Um solche Schwierigkeiten [mit den Bestandsplänen] zu umgehen, werden in einigen Straßenbauverwaltungen die benötigten Bestandspläne durch eigenes Vermessungspersonal bzw. durch Dienstleister (nicht Auftragnehmer Bau) durch örtliche Vermessung erstellt. Diese Pläne haben dann eine Qualität, dass auf deren Grundlage Entwurfsvermessungsunterlagen entstehen können.“

Es entsteht damit die Frage, weshalb diese offensichtlich sehr vorteilhafte Vorgehensweise nicht überall eingesetzt wird. Das Thema wurde jedoch nicht weiterverfolgt.

Auch findet man unter „Fortführung der SIB/FIS“:

„Als schwierig erweist sich regelmäßig die Laufendhaltung des ASB-Netzes in den FIS. Die ist in vielen Fällen technisch und organisatorisch nicht zufrieden stellend gelöst und erfordert oftmals hohen manuellen Aufwand.“

Hier wäre die Frage zu stellen, weshalb nicht das ASB-Netz an zentraler Stelle für alle FIS gepflegt wird.

Das Thema Geschäftsprozesse wird dann wieder im Abschnitt 5.4.2 „Soll-Geschäftsprozess“ aufgenommen. Hier finden sich analog zur Analyse wiederum eine Grafik und die zugehörigen Erläuterungen.

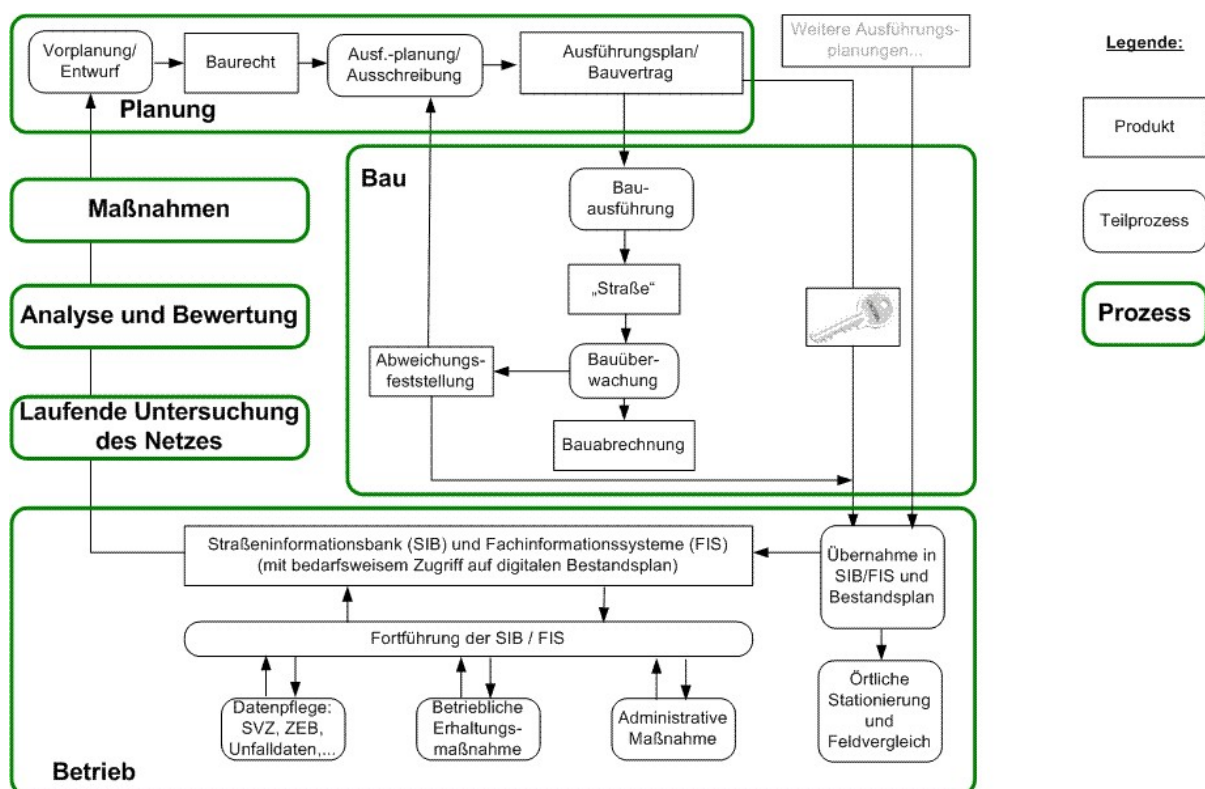


Abbildung 2: Soll-Geschäftsprozess, entnommen aus [VHO11]

Wie man sieht, ist die wesentliche Änderung die Umgestaltung der Prozessschnittstelle zwischen Ausführungsplanung und Übernahme in die Bestandsdokumentation. Hierzu heißt es:

„Gegenüber dem Teilprozess Vorplanung/Entwurf mit Beachtung des geänderten Regelwerks ist in der Ausführungsplanung eine umfangreichere Handlungsänderung erforderlich. Neben der unbedingten Umsetzung der Fachbedeutungen im Entwurfssystem ist die Konstruktion bzw. Berechnung der Bestandsachse in den Bereichen, wo keine Übereinstimmung zwischen Entwurfs- und Bestandsachse vorliegt, erforderlich.“

Ein wesentlicher erweiterter Handlungsablauf ist die Bereitstellung der Ausführungsplanung für die Übernahme in SIB/FIS und Bestandsplan. Hier bedarf es gegenüber dem bestehenden Verfahren einer eindeutigen und kontrollierbaren Regelung. Dies

ist umso wichtiger, da in den Verwaltungen hier die Schnittstelle zwischen unterschiedlichen Bereichen liegt.“

Während die zweite Anforderung unbestreitbar richtig ist, fällt an der ersten a) die zentrale Stellung der Bestandsachse auf und b) die Formulierung „unbedingte Umsetzung der Fachbedeutungen“. a) ist dem Umstand geschuldet, dass die Behandlung der Bestandsachse in der Untersuchung bewusst einen besonders breiten Raum einnimmt, während andere Fachthemen deutlich weniger detailliert untersucht wurden. Der Punkt b) hätte eine weitaus umfassendere Erklärung verdient, weil genau an dieser Stelle die Änderung von der geometrie-zentrierten Sichtweise des Entwurfs (CAD) zur objekt-orientierten der Bestandsführung (SIB/FIS) erfolgt. Beispiel: Für die Leistungsbeschreibung werden Materialangaben benötigt, die später in den SIB/FIS wichtige Attribute der Objekte werden.

Insgesamt wird der geschäftsprozess-orientierte Teil der Untersuchung wie folgt eingeschätzt:

- Es sind viele wichtige Beobachtungen zusammengetragen und z.T. eingeordnet worden, manchmal fehlt jedoch eine kritische Beleuchtung dieser Tatsachen.
- Im Sinne des Auftrags musste ein recht selektives Vorgehen verfolgt werden. So fehlt z.B. der Bereich Landschaftspflege in der Prozessbetrachtung ganz. Fragen wie: „Können die im LAP im Detail geplanten Maßnahmen z.B. medienbruchfrei in Bestandskataster (etwa Kompensationsflächen, Bäume, Grünflächen) übernommen werden?“ konnten so nicht behandelt werden.
- An der zentralen Stelle der Prozesskette, wo Medienbrüche massiv zu Tage treten, wurde keine detaillierte und vollständige Untersuchung der Arbeitsvorgänge durchgeführt, die genauen Aufschluss über die Defizite der Regelwerke und Datenmodelle hätte geben können. So wird z.B. die Frage nicht behandelt, wie die Daten der Ausführungspläne mit Angaben zu Materialien oder Dimensionierungen angereichert werden, wie sie die AVA-Systeme benötigen.

3.4 Methodik und Umfang der Untersuchung

Die Untersuchung [VHO11] ist in Bezug auf die angewendete Methodik und ihren Umfang aus heutiger Sicht wie folgt einzuschätzen:

1. Es wurde nicht untersucht, welche Voraussetzungen im Hinblick auf die Etablierung eines automatisierten IT-Verfahrens für die Übernahme von Entwurfsdaten in die Bestandsdatenverwaltung bestehen und inwieweit diese Voraussetzungen momentan erfüllt sind bzw. durch eine Änderung der laufenden Prozesse erfüllt werden könnten.
2. Die Betrachtung der Prozesse ist selektiv in dem Sinne, dass mögliche Eingriffe in die Prozesse möglichst sparsam ausfallen sollten. Die Gründe hierfür mögen darin zu suchen sein, dass umfangreiche Restrukturierungen von Prozessabläufen in Organisationen oft auf mangelnde Akzeptanz stoßen und auch erhebliche Kosten verursachen können. Dennoch wäre eine etwas weniger zurückhaltende Betrachtung hilfreich gewesen, weil man nur so auch das gesamte Spektrum möglicher Rationalisierungspotentiale ermitteln kann.
3. Es fand sowohl im Bereich des Entwurfs als auch im Bereich der Bestandsdatenverwaltung eine Eingrenzung auf bestimmte IT-Systeme statt:

Auf der Seite des Entwurfs wurden ausschließlich die CAD-Straßenplanungssysteme betrachtet; weitere Quellen – Beschilderungsplanung, Markierungsplanung, Planungen von Ingenieurbauwerken, Landschaftsplanung etc. – wurden vollständig ausgeklammert. Auf der Seite der Bestandsdatenverwaltung wurde nur der Datenbestand der (Straßen-)SIB betrachtet, weitere Fachsysteme – Baumkataster, Kompensationskataster, spezielle Bestandsdatenverwaltungssysteme wie „BestandUI“ oder „ProUI“, Fachsysteme für die Entwässerung, SIB-Bauwerke, Netzverwaltungssysteme der Telematik – sowie der Bereich der Straßenbestandspläne wurden nicht berücksichtigt.

4. Es wurden für den Entwurfssektor die Regelwerke berücksichtigt, die den konstruktiven Straßenentwurf betreffen. Nicht berücksichtigt wurden die Bereiche Straßenausstattung, Landschaftsplanung und -pflege, Ingenieurbauwerke sowie ruhender Verkehr.
5. Das vorgeschlagene Modellverfahren setzt zwingend die Lagegleichheit von Entwurfs- und Bestandsachse voraus und stellt somit keine allgemeine, universell anwendbare Lösung dar, weil diese Bedingung nicht immer erfüllt werden kann. Außerdem weist es einen geringen Automatisierungsgrad auf, da es ein erhebliches Maß an interaktiver Tätigkeit voraussetzt (interaktive Übernahme der in vorläufige Bestandsdaten gewandelten Entwurfsdaten in die SIB). Die Ursachen für diese Eigenschaften des Verfahrens liegen in dem gewählten Ansatz, möglichst wenig an den derzeitigen Prozessen, Regelwerken und IT-Systemen zu ändern. Weitergehende Alternativen wurden nicht untersucht.

4 Analyse zur Datenübernahme vom Entwurf zur Bestandsdokumentation

4.1 Relevante Regelwerke

Neben den im Abschnitt 3.2 aufgeführten Regelwerken besitzen folgende weiteren eine Relevanz für die Prozesse Planung und Bau und sollten daher ebenfalls betrachtet werden:

- ASB-ING – Ingenieurbauwerke [ASB13]
- EAR 2005 – Anlagen des ruhenden Verkehrs [EAR12],
- ELA 2013 – Landschaftspflegerische Ausführung [ELA13]
- ERS 2011 – Rastanlagen [ERS11],
- RAS-Ew 2005 – Entwässerung [REW05],
- RiLSA 2015 – Lichtsignalanlagen [RIL15],
- RLBP – Landschaftspflegerischer Begleitplan [RLP11],
- RLS 1990 – Lärmschutz [RLS90],
- RMS-1 1993 – Markierung von Straßen [RM193],
- RMS-2 1980 – Markierung von Straßen [RM280],
- RPS 2009 – Fahrzeug-Rückhaltesysteme [RPS09],
- RtB 2008 – Touristische Beschilderung [RTB08],

- RUB 1992 – Umleitungsbeschilderungen [RUB92],
- RWB 2000 – Wegweisende Beschilderung außerhalb von Autobahnen [RWB00],
- RWBA 2000 – Wegweisende Beschilderung auf Autobahnen [RWA00],
- RWVA 1997 – Wechselerkehrszeichenanlagen [RVA97],
- RWVZ 1997 – Wechselerkehrszeichen [RVZ97],
- TL-SP 1999 – Stahlschutzplanken [TSP99],
- ZTV Ew-StB 2014 – Entwässerungseinrichtungen [ZES14],
- ZTV FRS 2013 – Fahrzeug-Rückhaltesysteme [ZRS13],
- ZTV-Lsw 2006 – Lärmschutzwände [ZLW06].

Diese Regelwerke verweisen z.T. aufeinander sowie auf zahlreiche DIN-Normen.

Neben den bereits in 3.1 behandelten Regelwerken mit informationstechnischer Relevanz müssen zusätzlich die „Fachbedeutungslisten“ sowie der Standardleistungskatalog betrachtet werden. Wegen ihrer Bedeutung für die gegenständliche Untersuchung werden sie in den folgenden beiden Abschnitten näher vorgestellt.

4.1.1 Die Fachbedeutungen

Die in den Fachbedeutungslisten der Bundesländer geführten Fachbedeutungen (FB) lassen sich folgendermaßen charakterisieren:

- Da nur eine FB pro CAD-Objekt möglich ist, müssen alle Merkmale, die einem Objekt zugewiesen werden sollen, in einer einzigen FB zusammengefasst werden.
- Daraus resultiert eine hohe und fehleranfällige sprachliche Komplexität. So kann eine FB z.B. eine Objektart, eine Liste von Objektarten oder eine Objektart mit Attributierung bezeichnen. Numerische Werte können nicht direkt angegeben werden, sondern müssen auf diskrete Klassen abgebildet werden.
- Unter den Bundesländern sind die FB-Listen nur teilweise harmonisiert. Gleiche Sachverhalte werden u.U. durch unterschiedliche Bezeichnungen ausgedrückt, die Differenzierung von Sachverhalten (z.B. numerische Klassen) kann unterschiedlich sein, die Kombination von Objektart und Attributen ebenso.

Dies sei an folgendem Beispiel erläutert, einem Auszug aus der baden-württembergischen Fachbedeutungsliste 2.2 zum Thema Beschilderung:

Fachbedeutung	Bezeichnung	Symbolart	Landescode
#000.8080	Schild zur Verkehrslenkung	Punkt	80
#000.8080	Schild zur Verkehrslenkung (Eckpkt: 898)	Linie	80
#008.8001	Schild zur Verkehrslenkung (1 Pfosten)	Punkt	801
#008.8002	Schild zur Verkehrslenkung (2 Pfosten)	Punkt	802
#008.8003	Pfeilwegweiser nach links (1 Pfosten)	Punkt	803
#008.8004	Pfeilwegweiser nach rechts (1 Pfosten)	Punkt	804
#008.8005	Pfeilwegweiser nach links (2 Pfosten)	Punkt	805

#008.8006	Pfeilwegweiser nach rechts (2 Pfosten)	Punkt	806
#008.8009	Schild zur Verkehrslenkung oben *	Punkt	809
#008.8009	Schild zur Verkehrslenkung oben * (Eckpkt: 898)	Linie	809
#000.8081	Gefahrenzeichen (StVO 101-199), für Beschilderungspläne: 8000+StVO Nr.	Punkt	81
#000.8082	Vorschriftszeichen (StVO 205-299), für Beschilderungspläne: 8000+StVO Nr.	Punkt	82
#000.8083	Richtzeichen (StVO 301-399), für Beschilderungspläne: 8000+StVO Nr.	Punkt	83
#083.8001	Vorfahrt (StVO 301)	Punkt	8301
#083.8006	Vorfahrtstraße (StVO 306)	Punkt	8306
#083.8060	Hinweisschild Notruftelefon (Tunnel)	Punkt	8360
#083.8062	Fluchtweganzeiger (Tunnel)	Punkt	8362
#000.8084	Schilder-(brücken) Fundamenteckpunkt (unten)	Punkt	84
#000.8084	Schilder-(brücken) Fundament-Umrisslinie	Linie	84
#008.8041	Schilderbrücke - Punkt einer Umrisslinie	Punkt	841
#008.8041	Schilderbrücke - Umriss Schilderbrücke	Linie	841
#008.8044	Mautbrücke	Punkt	844
#008.8044	Mautbrücke	Linie	844
#008.8045	Fundamentmitte (= Symbolaufpunkt)	Punkt	845
#008.8045	Schilderbrücke als 2-Punkt-Linie (Verbindung Punkte 845-845)	Linie	845
#008.8048	Schilder-(brücken) Fundamenteckpunkt (oben)	Punkt	848
#008.8048	Schilder-(brücken) Fundament oben	Linie	848
#008.8049	Punkt einer Schilderbrücke oben *	Punkt	849
#008.8049	Schilderbrücke oben *	Linie	849

Der Grad der Differenzierung der FB erschließt sich aus folgendem Mengengerüst (Stand Dezember 2015):

Insgesamt werden in allen FB-Listen zusammen 22451 FB geführt, die kleinste Liste enthält 84, die größte 5362. Von den 22451 Bezeichnungen sind 11075 unterschiedlich. Diese wurden in die einzelnen Wörter zerlegt, aus denen sie bestehen, dies sind 3551.

Dass die Umfänge so große Unterschiede aufweisen, liegt daran, dass in einigen Ländern in die Fachbedeutungen Zusatzinformationen hineinkodiert sind, in anderen jedoch nicht. So ist in den Fachbedeutungen von Sachsen-Anhalt (5362 Einträge) z.B. die Datenquelle kodiert, so dass letztlich 1559 unterschiedliche Bezeichnungen übrig bleiben.

Im Vergleich dazu enthalten die beiden OKSTRA-Schemata S_Strassenausstattung und S_Bauliche_Strasseneigenschaften 450 Begriffe als Objektartbezeichnung oder Schlüsseltabellenwert.

Die Liste der Wörter aus den FB-Listen und die Begriffe aus den beiden OKSTRA-Schemata wurden verglichen, es ergaben sich 207 Übereinstimmungen. Dieser Vergleich wurde automatisiert auf rein sprachlicher Ebene, also ohne Berücksichtigung fachlicher Korrelationen, durchgeführt. Mit diesem Verfahren erreicht man offenbar nur eine geringe bis mittlere Korrelation der Begriffe.

Als ersten Ansatz zur Strukturierung dieses Begriffsgerüsts wurden die Wörter aus den FB in Objektgruppen eingeordnet. Folgende Gruppen wurden gefunden (Beispiele in Klammern):

Beschriftungen, z.B. für Namen und Nummern (Bauwerksname, Abschnittsnummer)

Konstruktionselemente/Begrenzungen (Fahrbahnachse, Gewässerbegrenzung)

grafische Objekte (Schraffur)

Vermessungsobjekte (Vermessungspunkt)

Administratives

Gesetze/Vorgaben/Regelungen (Baugesetzbuch, Vorkaufrechtsatzung)

Verwaltungseinheiten/Grenzen (Stadtbezirk, Stadtgrenze)

Nutzungen/Funktionen (Sportfläche, Rieselfeld)

Materialien/Grundstoffe (Öl, Kalktuff)

Messgrößen (Geländehöhe, Durchmesser)

Naturräume (Deichgebiet, Biotop)

Naturobjekte (Baum, Hopfen)

Infrastruktur

Verkehr

Straßenverkehr

Netz (Achse, Weg)

Aufbau und Ausstattung (Hochbord, Leitpfosten, Wegweiser)

Eisenbahnverkehr

Netz (Bahnlinie)

Einrichtungen (Fahrleitungssignal)

analog Schiffs- und Flugverkehr

Ver- und Entsorgung

Einzelbauwerke (Düker)

Leitungen (Fernmeldeleitung)

Sonstige Bauwerke (nicht Infrastruktur) (Hütte, Kirche)

Bauwerksteile (Fundament) oder Bauteile (Muffe)

Abkürzungen

Sonstige Begriffe

4.1.2 Der Standardleistungskatalog

Der Standardleistungskatalog STLK dient zur systematisierten Erstellung des Leistungsverzeichnisses für eine Straßenbaumaßnahme. Der STLK ist zunächst in Leistungsbereiche gegliedert (z.B. Leistungsbereich 108, Baugruben, Leitungsgräben). Für jeden Leistungsbereich werden mögliche Leistungen definiert.

Jede Definition beinhaltet eine Tätigkeit sowie eine Objektbezeichnung (Zielobjekt), auf die sich die Tätigkeit bezieht, z.B. „Baugrube herstellen“, der sogenannte Grundtext. Zu jeder Definition gehören ergänzende Angaben, die die Art und Weise näher kennzeichnen, wie die Tätigkeit auszuführen ist. Dies sind die sogenannten Folgetexte. Sie sind in Gruppen zusammengefasst, wobei jede Gruppe einen

bestimmten Aspekt der Leistung repräsentiert. Die Elemente der Gruppe beschreiben verschiedene Ausprägungen des repräsentierten Aspektes.

Im Beispiel „Baugrube herstellen“ gibt es etwa die Aspekte (in Klammern eine exemplarische Ausprägung)¹:

- Bodenklasse („Klasse 5“),
- Zweck der Baugrube („Baugrube für Widerlager“),
- Tiefe der Baugrube („Baugrubentiefe über 1,25 m bis 1,75 m“),
- Verwendung bzw. Beseitigung des Aushubs („Aushub fördern und auf vom AG ausgewiesene Flächen außerhalb der Baustelle kippen“),
- Länge des Förderweges („Mittl. Länge des Förderweges bis 0,25 km“),
- Abrechnungsverfahren („Abgerechnet wird nach Abtragsprofilen“)

Aus dem Beispiel wird ersichtlich, dass die einzelne Leistungsbeschreibung wie eine Objektklasse mit Attributen definiert ist. Dabei können sich die Attribute auf das Zielobjekt (Baugrube:Tiefe) oder auf den Prozess (Abrechnungsverfahren) beziehen. Ähnliche Leistungen sind dabei mit analogen Attributen versehen, z.B. definiert „Baugrube vertiefen“ dieselben Attribute wie „Baugrube herstellen“ plus ein zusätzliches, das das Ausmaß der Vertiefung beschreibt.

Teilweise lassen die Definitionen der Folgetexte auch sog. Freitext zu, in den eine individuelle Angabe für einen Aspekt bzw. das Attribut eingetragen werden kann.

Ersichtlich bildet der STLK ein eigenes, strukturiertes Begriffsuniversum.

¹ Das Beispiel wurde der Version 11/93 des STLK 108 „Baugruben, Leitungsgräben“ entnommen. In neueren Versionen der Standardleistungskataloge haben sich gegenüber dem Beispiel keine wesentlichen strukturellen Änderungen ergeben.

4.2 Übersicht über Daten der verschiedenen Planungsphasen

4.2.1 Neu- und Ausbaumaßnahmen

Nr.	Bezeichnung / Maßstabsangabe für den Ausführungsentwurf	Vorentwurf	Feststellungsentwurf	Ausführungsentwurf
1	Ausführungsrelevante Dokumente			
2	Übersichtskarte M 1:100.000 / 1:25.000			
3	Übersichtslageplan M 1:5.000 <i>Übersichtshöhenplan - entfällt -</i>			
5	Lageplan M 1:1.000 bis 1:250			
6	Höhenplan M 1 : 1.000/100 bis 1:250/25			
7	Lageplan der Immissionsschutzmaßnahmen M 1:5.000 bis 1:1.000 (wenn nicht in Unterlage 5 enthalten)			
8	Entwässerung			
8.1	Lageplan der Entwässerungsmaßnahmen M 1:5.000 bis 1:1.000 (wenn nicht in Unterlage 5 enthalten)			
8.2	Höhenplan der Entwässerungsmaßnahme M 1:5.000/1:500 bis M 1:1.000/1:100 (wenn nicht in Unterlage 6 enthalten)			
8.3	Detailplan Entwässerung M 1:n (maßnahmenabhängig)			
8.4	Beckenbuch <i>Landschaftspflegerische Maßnahmen (s. Pkt. 2.9)</i>			
10	Grunderwerb			
10.1	Grunderwerbsplan M 1:1.000 bis 1:250			
10.2	Grunderwerbsverzeichnis			
10.3	Besitzverhältnisse / Pachtverhältnisse			
11	Regelungsverzeichnis <i>Widmung, Umstufung, Einziehung – entfällt -</i>			
13	Kostenermittlung - aus Vorentwurf der RE 2012 -			
14	Straßenquerschnitt			
14.1	Ermittlung der Bauklasse			
14.2	Regelquerschnitt i.d.R. M 1:50			
14.3	Sonderquerschnitt i.d.R. M 1:50 <i>Ingenieurbauwerke (s. Pkt. 2.15)</i>			
16	Sonstige Pläne			
16.1	Versorgungsplan M 1:1.000 bis 1:250			
16.2	Straßenausstattung (Markierung, Beschilderung, passive Schutzeinrichtung) M 1:1.000 bis 1:250			
16.3	Knotenpunktplan M 1:500 bis 1:250			
16.4	Knotenpunktplan Lichtsignalanlage M 1: 250			
16.5	Deckenhöhenplan (nur BAB) M 1:1.000 bis 1:250			
16.6	Querprofile M 1:100 bis 1:50 <i>Immissionstechnische Untersuchungen - entfällt -</i>			
18	Wassertechnische Untersuchung <i>Umweltfachliche Untersuchungen - entfällt -</i>			
20	Geotechnische Untersuchung			
21	Sonstige Gutachten			
22	Sonstige Unterlagen			
22.1	Verzeichnis aller Versorgungsunternehmen			
22.2	Achsliste			
22.3	Gradientenliste			
22.4	Deckenbuch			
22.5	Schachtangaben			
22.6	Mengenermittlung			
22.7	Unterlage für spätere Arbeiten gem. BaustellV			
22.8	Erstellung und Weiterführung des SiGePlans			

Die farbliche Kennzeichnung beim Vorentwurf und Feststellungsentwurf gibt lediglich an, von wo die Grundlagen der Unterlage zur evtl. Ergänzung im Rahmen der Verfeinerung zur Ausführungsplanung entnommen werden können

Tabelle 1: Übersicht der fachlichen Bereiche für eine Neu- oder Ausbaumaßnahme, entnommen aus [PLA14]

Die vorstehende Tabelle gibt einen umfassenden Überblick über die in der Planung für eine Neu- oder Ausbaumaßnahme relevanten fachlichen Bereiche.

4.2.2 Erhaltungsmaßnahmen

Bei Erhaltungsmaßnahmen ist zu bedenken, dass die Planung weniger umfangreich ausfällt, weil kein Baurechtsverfahren notwendig ist. Zur Planung solcher Maßnahmen gibt es seit kurzem den Entwurf eines Regelwerks „RE Erhaltung“ [REE14]. Die Analyse ergab, dass ein regelwerkskonformer Entwurf alle bestandsrelevanten Teilplanungen berücksichtigen soll, so dass vom Umfang her ähnliche Bedingungen wie bei einer Ausführungsplanung vorliegen (siehe 4.2.1). Bei Straßen.NRW gibt es, darauf aufbauend, zur Erhaltungsplanung einen entsprechenden Leitfaden [EES14] (ebenfalls als Entwurf), der ähnlich wie der Leitfaden zur Ausführungsplanung strukturiert ist. Hier werden alle bestandsrelevanten Aspekte berücksichtigt. Insbesondere konstatiert er im Vorwort (1.5):

„Entscheidend ist, dass in jedem Erhaltungsfall immer Aussagen zu allen Teilen der Verkehrsanlage (Wasser, Lärm, Bauwerke, usw.) zu erfolgen haben.“

4.2.3 Einzelaktivitäten

Schließlich gibt es auch Einzelaktivitäten ohne detaillierte Planung, z.B. Verlegung eines Kabels oder Aufstellen eines Schildes. Solche Aktivitäten werden im gegenständlichen Vorhaben nicht untersucht.

4.3 Technische Charakterisierung der Daten

4.3.1 Daten für die Erstellung von Plänen

Pläne entstehen sowohl in den verschiedenen Phasen der Planung als auch später in Form von Abrechnungsplänen und Straßenbestandsplänen. In der Regel werden zur Erzeugung und Verarbeitung solcher Daten CAD-Systeme verwendet. Innerhalb der CAD-Systeme lassen sich zwei Kategorien von Daten unterscheiden:

- Konstruktive Kernelemente des Straßenentwurfs (Achsen, Gradienten, Deckenbuch etc.). Zur Aufnahme dieser Informationen existieren leistungsfähige Datenstrukturen, die die Grundlage bilden für fortgeschrittene Konstruktionsfunktionen, bei denen beispielsweise die Vorgaben der einschlägigen Regelwerke automatisch berücksichtigt werden.
- Allgemeine CAD-Daten, die zur Darstellung aller sonstigen Sachverhalte in Zeichnungen und Plänen verwendet werden. Hierbei handelt es sich letztlich um einfache Geometrielemente (Punkte, Linien, Flächen) mit angehängten Kennungen, über die die jeweilige graphische Ausgestaltung und die Zuweisung zu einer bestimmten Ebene gesteuert werden. Aus Sicht des Anwenders bietet es sich an, die Kennungen gemäß den fachlichen Bedeutungen der darzustellenden Inhalte zu vergeben; bei den Landesstraßenbauverwaltungen und bei Ingenieurbüros existieren dafür entsprechende Kataloge (die sog. Fachbedeutungslisten).

Diese Zweiteilung findet sich in gleicher Weise im OKSTRA-Datenmodell und den daraus abgeleiteten offenen Datenformaten: Zur Darstellung der konstruktiven Kernelemente existieren im OKSTRA spezialisierte Objektarten (z.B. Achse, Gradienten etc.), die übrigen Daten eines Straßenentwurfs werden über die sog.

allgemeinen Geometrieobjekte abgebildet, d.h. als Kombinationen aus Geometrie und der jeweiligen fachlichen Bedeutung.

Primär bestehen die Ausgaben der CAD-Systeme aus graphischen Daten, die für den menschlichen Betrachter gedacht sind und in einem der hierfür geeigneten Formate zum Ausdruck oder zur Betrachtung in Viewern (z.B. Adobe Reader) zur Verfügung gestellt werden.

Daneben verfügen die CAD-Systeme über Schnittstellen, mit denen Teile der zur Planerzeugung vorhandenen Dateninhalte zur Weiterverarbeitung in andere Systeme in proprietären oder offenen Formaten exportiert werden können.

Zum Austausch vollständiger Projekte gibt es proprietäre Herstellerformate sowie die offenen Formate OKSTRA-CTE und OKSTRA-XML. Letztere besitzen den Vorteil, einen Datenaustausch über Systemgrenzen hinweg zu ermöglichen, weisen dafür im Hinblick auf den Datenumfang allerdings gegenüber den proprietären Formaten naturgemäß gewisse Einschränkungen auf¹.

4.3.2 Daten für Recherche und Analyse

Hierunter werden im gegenständlichen Projekt solche Daten verstanden, die für Auswertungen in Bezug auf betriebliche, zukünftige planerische und wirtschaftliche Fragestellungen recherchierbar in entsprechenden Fachanwendungen zur Verfügung stehen sollen. Zur Datenhaltung dient in erster Linie eine Straßeninformationsbank (SIB). Der Straßenverlauf wird in den verschiedenen Bundesländern stets in der SIB abgelegt, bei den Informationen zu weiteren Fachthemen existieren verschiedene Varianten, da neben den Straßeninformationsbanken auch diverse spezialisierte Fachinformationssysteme (FIS) im Einsatz sind. Die fachlichen Definitionen für Objekte einer SIB spezifiziert die Anweisung Straßeninformationsbank ASB (gegenwärtig aktuell [ASB14]). Fachinformationssysteme erlauben einerseits eine detailliertere Sicht auf Daten, als die ASB sie fordert, andererseits behandeln sie Fachthemen, für die die ASB keine Vorgaben macht (z.B. Maßnahmen, Baustellen, Unfälle). Wichtige Beispiele für Fachinformationssysteme sind:

- Bauwerksdatenbank: SIB-Bauwerke (alle Bundesländer) [ENS07], [NUS06]
- UI-Verwaltung: FS UI (NRW), Bestand-UI (u.a. Niedersachsen, Rheinland-Pfalz), ProUI/TT-SIB (u.a. Sachsen, Sachsen-Anhalt) [MUI09], [PUI15]
- Kompensationskataster: NWKIS (NRW), NIKOLAUS (Niedersachsen), KISS (Sachsen)
- Baumkataster: FS Baum (NRW), BAUMKAT (Niedersachsen), FIS Baum (Sachsen)
- Kanalkataster: FS Kanal (NRW)
- Wegweisungskataster
- Leitungskataster (geplant in Niedersachsen) [ISZ]
- Durchlasskataster

¹ Offene Datenformate entstehen i.d.R. im Rahmen eines Konsensprozesses und stellen aus diesem Grund den „kleinsten gemeinsamen Nenner“ aus den Konzepten der beteiligten Softwarehersteller dar. Insofern kann dort auf besondere Eigenschaften einzelner Systeme nicht in jedem Fall eingegangen werden.

4.3.3 Entwurfs- und Bestandsdaten

Unter Entwurfsdaten werden die Daten verstanden, die für die Planung von Baumaßnahmen an der Straßeninfrastruktur benötigt werden. Es sind dies fast ausnahmslos Daten für die Erstellung von Plänen aus CAD-Systemen im Sinne von 4.3.1. In der Landschaftsplanung werden zur Erzeugung und Verarbeitung von Entwurfsdaten allerdings auch geographische Informationssysteme (GIS) eingesetzt, weil in diesem Bereich erweiterte Analysefunktionen benötigt werden, z.B. für die Erkennung und Bewertung möglicher Konflikte (siehe hierzu [KIP08], [QOL08] und [SLF11]).

Demgegenüber dokumentieren die Bestandsdaten die in der Realität vorhandene Infrastruktur. Hierzu gehören:

- die Daten in den Straßeninformationsbanken (SIB),
- die Daten in Fachinformationssystemen, wie in 4.3.2 erläutert (FIS),
- die Straßenbestandspläne.

Die Straßenbestandspläne werden analog zu Entwurfsdaten mit CAD-Systemen nach Beendigung von Baumaßnahmen erstellt und gehören zu der Datenkategorie, die in 4.3.1 beschrieben ist. Sie sind nach Aussage des Forschungspartners Straßen.NRW die umfassendste Beschreibung des in der Realwelt vorhandenen Inventars. Bei Straßen.NRW haben die Vermesser für diesen Zweck grundsätzlich „alles aufzunehmen, was zu sehen ist“. Die Straßenbestandspläne werden in NRW mittlerweile durch die Straßen.NRW-eigene Vermessung erstellt, die zur Betreuung der einzelnen Baustellen ohnehin vor Ort ist. Sie werden dabei aus den Grundplänen gemäß RAS-Verm [RAV01], Abschnitt 6.3, erstellt; das sind die Pläne, die die Grundlage für die detaillierte Planung einer Maßnahme bilden. Sie stellen den Zustand der Örtlichkeit vor Beginn der Maßnahme dar. Straßenbestandspläne werden nicht für alle Maßnahmen erstellt, sondern zumeist nur für den Autobahnbau.

Für eine Nutzung zur Erzeugung von Daten für SIB und FIS sind solche Daten ungeeignet, da sie nur Informationen zur geometrischen Lage der graphischen Elemente innerhalb der Plangraphik und zur zeichnerischen Ausgestaltung (Farbe, Schriftart etc.) enthalten.

4.4 Die Fachthemen

4.4.1 Überblick

Um differenziertere Aussagen über die mögliche Nutzung von Entwurfsdaten zur Bestandsdokumentation treffen zu können, wird für den Bereich der relevanten Daten eine Einteilung unter inhaltlichen Gesichtspunkten in verschiedene *Fachthemen* vorgenommen. Die Definition der einzelnen Fachthemen erfolgt dabei unter Berücksichtigung folgender Quellen:

1. die Vorgänger-Untersuchung [VHO11]
2. die im Straßenwesen zu beachtenden Regelwerke. Es wurde das entsprechende Verzeichnis im Veröffentlichungskatalog der FGSV herangezogen ([FSV15], S. 1-11)
3. die in den Bundesländern geführten Fachbedeutungslisten, mit denen die CAD-Systeme für den Straßenentwurf konfiguriert werden [FBL15]

4. die Auswahl der zu betrachtenden fachlichen Bereiche im derzeit laufenden Forschungsprojekt FE 03.0500 (Entwicklung eines Verfahrens zur optimierten Zugänglichkeit von kartenrelevanten Straßendaten für IVS [SIV16]).
5. die Auswertung von exemplarischen Planunterlagen:
 - Feststellungsentwurf B56n (NRW) [FEN10]
 - Ausführungsplan Aschaffenburg Bahnparallele [APA12]
6. die Auswertung von Leitfäden und Konzepten des Forschungspartners Straßen.NRW:
 - Planungsleitfaden Ausführungsplanung [PLA14]
 - Leitfaden Bestandsdatenerfassung [LBD13]
 - Leitfaden zur Entwässerungsdokumentation V2.6 inkl. Anhänge [LEW14]
 - Planungsleitfaden Erhaltungsentwurf Strecke für vorlagepflichtige Entwürfe [EES14]
 - Feinkonzept Informationsmanagement mit der NWSIB, Teil Fachprozesse [IMG07]
 - Standardisierung der Daten bei der Erstellung Landschaftspflegerischer Fachbeiträge – Arbeitshilfen (Entwurf) [SLF11]
7. Sächsische Aufnahmegrundsätze für die Erfassung von Daten am überörtlichen Straßennetz (Bundesfern- und Staatsstraßen) [SAE10]

Die im Straßenwesen verbreiteten Regelwerke geben in den meisten Fällen vor, wie Straßen bzw. straßenbezogene Anlagen auszusehen haben. Es werden darin die verschiedenen existierenden Bauarten und Realisierungsmöglichkeiten vorgestellt und mit Hinweisen versehen, unter welchen Bedingungen sie jeweils anzuwenden sind. Damit sind die Regelwerke hauptsächlich für den Planungsprozess von Bedeutung (und für die Bauausführung höchstens dann, wenn eine Planung sich in bestimmten Details als nicht ausführbar erweist und Alternativen gefunden werden müssen). Im Hinblick auf die Bestandsdokumentation kann den Regelwerken zwar entnommen werden, was prinzipiell im Straßenraum vorhanden sein könnte; sie geben aber normalerweise nicht vor, was – und in welcher Form – dokumentiert werden sollte. Nur wenige Regelwerke beziehen sich auf die Bestandsdokumentation; in diese Kategorie fallen insbesondere die „Anweisung Straßeninformationsbank“ [ASB14] und der „Maßnahmenkatalog M3“ [MAK11].

Die Übertragung von Daten eines Fachthemas vom Entwurf in den Bestand bietet sich dann an, wenn in einem bestandsrelevanten Regelwerk – d. h. in der „Anweisung Straßeninformationsbank“ [ASB14] oder im „Maßnahmenkatalog M3“ [MAK11] – entsprechende Inhalte definiert werden. Dies wird für die ermittelten Fachthemen untersucht. Dabei werden die zur Abbildung dieser Inhalte im Entwurf und im Bestand vorgesehenen OKSTRA®-Objektarten (Version 2.017) angegeben.

Hinweis: Unter *Allgemeinen Geometrieobjekten* werden hier und in den folgenden Kapiteln die Objektarten aus dem Teilschema *S_Allgemeine_Geometrieobjekte* verstanden.

4.4.2 Grundriss (Achsen / Netzgraph)

Zuständige Regelwerke: RAA 2008 [RAA08], RAL 2012 [RAL12], RASt 2006 [RAS06], ASB 2.03 [ASB14] (Segmente Kernsystem, Grund- und Aufriss)

Das Fachthema „Grundriss (Achsen / Netzgraph)“ beinhaltet die Informationen zum lagemäßigen Verlauf einer Straße bzw. des Straßennetzes, d.h. die für den Straßenentwurf konstruierten, aus Geraden, Klothoiden und Kreisbögen bestehenden Achsen sowie die Geometrie und die Topologie des Straßennetzes (d.h. den Netzgraphen).

Die vollständigen Grundrissinformationen einer Planung, wie sie z. B. in einem Lageplan erscheinen, sind nicht Bestandteil dieses Fachthemas.

OKSTRA-Objektarten:

Entwurf: *Achse, Achselement, Achshauptpunkt*

Bestand: *Netzknoten, Abschnitt, Ast, Nullpunkt, Nullpunktort, Straßenelement, Verbindungspunkt, Grundrisselement_Gerade, Grundrisselement_Klothoide, Grundrisselement_Kreisbogen*

4.4.3 Aufriss

Zuständige Regelwerke: RAA 2008 [RAA08], RAL 2012 [RAL12], RASt 2006 [RAS06], ASB 2.03 [ASB14] (Segment Grund- und Aufriss)

Das Fachthema „Aufriss“ beinhaltet die Informationen zum Höhenverlauf einer Straße (Gradienten, Höhenpunkte, Längsneigungen etc.).

OKSTRA-Objektarten:

Entwurf: *Gradiente, Horizontlinie, Höhenzug, Höhe_Linie*

Bestand: *Höhenpunkt, Fahrbahnlängsneigung, Aufrisselement*

4.4.4 Querschnitt und Aufbau

Zuständige Regelwerke: RAA 2008 [RAA08], RAL 2012 [RAL12], RASt 2006 [RAS06], RStO 2012 [RSO12], ASB 2.03 [ASB14] (Segmente Netzeigenschaften, Querschnitt und Aufbau)

Das Fachthema „Netzeigenschaften“ umfasst die Abbildung der für das Straßenwesen relevanten Administrationseinheiten sowie die Verkehrsbeziehungen.

Das Fachthema „Querschnitt und Aufbau“ umfasst den Aufbau einer Straße (d.h. die Aufbausichten) sowie die Gestaltung der Fahrbahnoberfläche – die Aufteilung in Fahrstreifen, die Fahrbahneigungen etc.

OKSTRA-Objektarten:

Entwurf: *Querprofil, Profillinie, Deckenbuch, Spur, Hochbordspur, Querneigungsband, Breitenband, Abstand_Achse_Linie*

Bestand: *Fahrbahnquerneigung, Anzahl_Fahrstreifen, Bahnigkeit, Querschnittstreifen, Regelquerschnitt, Aufbausicht, Belastungsklasse*

4.4.5 Entwässerungseinrichtungen

Zuständige Regelwerke: RAS-Ew 2005 [REW05], ZTV Ew-StB 2014 [ZES14], ASB 2.03 [ASB14] (Segment Entwässerung)

Das Fachthema „Entwässerungseinrichtungen“ umfasst alle im Straßenraum befindlichen, zur Entwässerung dienenden Einrichtungen – Abläufe, Schächte, Haltungen etc. – sowie weitere mit der Entwässerung im Zusammenhang stehende Anlagen wie beispielsweise Ölabscheider, Regenrückhaltebecken und Havariebecken (analog zur Gruppierung „Entwässerungsanlagen“ des Maßnahmenkataloges M3 [MAK11]).

OKSTRA-Objektarten:

Entwurf: *Allgemeine Geometrieobjekte*

Bestand: *entwässerte_Fläche, Wassereinleitungsstrecke, Wassereinleitungspunkt, Vorschalteneinrichtung, Schacht, Straßenablauf, Entwässerung_Summe*

Hierzu erläutert die ASB, Segment Entwässerung B1:

„Die in diesem Kapitel aufgeführten Objekte beschreiben die Straßenentwässerung z. Zt. noch nicht in der für alle Belange erforderlichen Tiefe. Eine detailliertere Beschreibung im Einklang mit den Regelwerken erfolgt in der Version 2.04.“

Der Entwurf dieser Version 2.04 [ASB14a] beinhaltet Modelle zu den Unterthemen Straßenentwässerung, Entwässerungsanlage, rechtliche Genehmigungen und Erhaltung. Das Regelwerk wurde nach eigener Angabe (Kapitel A2) mit den Regelwerken RAS-Ew und den „Richtlinien für bautechnische Maßnahmen in Wasserschutzgebieten (RiStWag)“ [RSW02] abgeglichen.

4.4.6 Ingenieurbauwerke

Zuständige Regelwerke: ASB-ING [ASB13], ASB 2.03 [ASB14] (Segment Konstruktionen an der Straße), RLS 1990 [RLS90]

Das Fachthema „Ingenieurbauwerke“ beinhaltet Informationen zu den im Straßenverlauf auftretenden Ingenieurbauwerken – Brücken, Tunnel, Stützmauern, Lärmschutzwände etc.

OKSTRA-Objektarten:

Entwurf: *Bauwerkseinzelheiten, allgemeine Geometrieobjekte* (zur Darstellung im Straßenentwurf; zur Abbildung des Entwurfs eines Ingenieurbauwerks existieren keine Objektarten)

Bestand: *Lärmschutzwand, Sonstige_Konstruktion* (zur Darstellung von Ingenieurbauwerken, die aufgrund des Unterschreitens von Grenzmaßen nicht für die ASB-ING relevant sind), Durchlass; ansonsten die Objektarten des Schemas S_Bauwerke, die auf die ASB-ING zurückgehen

4.4.7 Hochbauanlagen

Zuständige Regelwerke:

Das Fachthema „Hochbauanlagen“ umfasst die für betriebliche Zwecke im Verlauf einer Straße zu errichtenden Gebäude (PWC, Pumpbauwerke etc.).

OKSTRA-Objektarten:

Entwurf: *Allgemeine Geometrieobjekte*; es existieren darüber hinaus die Objektarten *Gebäude, Geschoss* und *Anschrift*, die aber soweit bekannt nicht in der Praxis eingesetzt werden

Bestand: Sind nicht als solche (d. h. als bauliche Gegebenheiten) abgebildet, kommen aber in funktional motivierten Konstrukten vor (Entwässerung, Anlagen des ruhenden Verkehrs, Nebenanlagen, Sondereinrichtungen...)

4.4.8 Interne Telekommunikation

Zuständige Regelwerke:

Das Fachthema „Interne Telekommunikation“ beinhaltet alle von der Straßenbauverwaltung selbst betriebenen Anlagen und Leitungen für Telekommunikationszwecke (Notrufsäulen, AUSA-Kabel etc.).

OKSTRA-Objektarten:

Entwurf: *Allgemeine Geometrieobjekte*

Bestand: *Leitung, Straßenausstattung_Punkt* (Art: *SOS-Telefon*),
Straßenausstattung_Summe (Arten: *Notrufsäule, SOS-Telefon*)

4.4.9 Zählstellen

Zuständige Regelwerke: ASB 2.03 [ASB14] (Segment Straßenverkehr)

Das Fachthema „Zählstellen“ umfasst die Informationen zu den im Straßenverlauf fest installierten Zählstellen sowie deren Gültigkeitsbereichen.

OKSTRA-Objektarten:

Entwurf: *Allgemeine Geometrieobjekte* (z.B. Zählschleifen)

Bestand: *Zählstelle, Gültigkeitsbereich_ZS*

4.4.10 Telematik

Zuständige Regelwerke: RWVA 1997 [RVA97], RWVZ 1997 [RVZ97]

Das Fachthema „Telematik“ beinhaltet die im Straßenverlauf installierten Telematikanlagen (Verkehrsbeeinflussungsanlagen etc.).

OKSTRA-Objektarten:

Entwurf: *Allgemeine Geometrieobjekte*

Bestand: *Straßenausstattung_Punkt* (Arten: *Glättemeldeanlage, Geschwindigkeitswarnanlage, Verkehrsbeeinflussungsanlage, Nebelwarnanlage, Geschwindigkeitsüberwachungsanlage, Stauwarnanlage*),
Straßenausstattung_Strecke (Arten: *Strecke mit Glättemeldeanlage, Strecke mit Verkehrsbeeinflussungsanlage, Strecke mit Nebelwarnanlage*)

4.4.11 Lichtsignalanlagen

Zuständige Regelwerke: RiLSA 2015 [RIL15]

Das Fachthema „Lichtsignalanlagen“ umfasst alle Informationen zu den im Straßenverlauf existierenden Lichtsignalanlagen.

OKSTRA-Objektarten:

Entwurf: *Allgemeine Geometrieobjekte*

Bestand: *Straßenausstattung_Punkt* (Art: *Lichtsignalanlage*)

4.4.12 Markierung

Zuständige Regelwerke: RMS-1 1993 [RM193], RMS-2 1980 [RM280]

Das Fachthema „Markierung“ umfasst alle Informationen zu den auf der Straße angebrachten Fahrbahnmarkierungen.

OKSTRA-Objektarten:

Entwurf: *Allgemeine Geometrieobjekte*

Bestand: Hierzu die ASB, Segment Straßenverkehr, B2.1:

„Das Objekt wird in einer späteren Version modelliert. Darin sollen Markierungselemente, z. B. Längsmarkierungen, Sperrflächen, Grenzmarkierungen (Halte- und Parkverbote), Quermarkierungen, Pfeile aufgenommen werden. Über die Objektnummer soll eine Verknüpfung zum noch zu erstellenden Segment „Verkehrstechnik/-telematik“ möglich sein, das nähere Informationen enthält. Randstreifen und markierte Doppeltrennlinie sind im Objekt Querschnittstreifen zu erfassen. Eine Redundanz zum Objekt Querschnittstreifen ist auszuschließen.“

Der letzte Satz bezieht sich darauf, dass zz. einzelne Angaben zur Markierung über die Objektart *Querschnittstreifen* (Attribut *Streifenart*, Schlüssel 420 – *Markierungs- und Sperrfläche* sowie 430 – *markierte Doppeltrennlinie*) abgebildet sind.

4.4.13 Beschilderung

Zuständige Regelwerke: RtB 2008 [RTB08], RUB 1992 [RUB92], RWB 2000 [RWB00], RWBA 2000 [RWA00], ASB 2.03 [ASB14] (Segment Straßenverkehr), VzKat [VZK13]

Das Fachthema „Beschilderung“ beinhaltet die im Straßenverlauf auftretende statische Beschilderung.

Dynamische Beschilderungen (Wechselverkehrszeichen bzw. Wechselverkehrszeichenanlagen) gehören hingegen nicht zum Fachthema „Beschilderung“, sondern zum Fachthema „Telematik“.

OKSTRA-Objektarten:

Entwurf: *Allgemeine Geometrieobjekte*

Bestand: *Aufstellvorrichtung_Schild, Schild, Wegweisung_Info, Zielangabe_Wegweisung, Wegweiser_Summe, Verkehrszeichen_Summe, Schild_nichtamtlich_Summe, Verkehrseinschränkung*

4.4.14 Schutzeinrichtungen

Zuständige Regelwerke: RPS 2009 [RPS09], TL-SP 1999 [TSP99], ZTV FRS 2013 [ZRS13], ASB 2.03 [ASB14] (Segment Straßenausstattung)

Das Fachthema „Schutzeinrichtungen“ umfasst alle im Straßenverlauf angebrachten Fahrzeug- und Fußgänger-Rückhaltesysteme (Schutzplanken, Anpralldämpfer, Geländer etc.).

OKSTRA-Objektarten:

Entwurf: *Allgemeine Geometrieobjekte*

Bestand: *Schutzeinrichtung_aus_Stahl, Schutzeinrichtung_aus_Beton, Rückhaltesystemübergang, Anpralldämpfer, Bremsbett,*

Fußgänger_Rückhaltesystem, Fahrzeug_Rückhaltesystem_Beton_Summe, Fahrzeug_Rückhaltesystem_Metall_Summe, Fußgänger_Rückhaltesystem_Summe

4.4.15 Landschaftspflege

Zuständige Regelwerke: RLBP [RLP11], ELA [ELA13], ASB 2.03 [ASB14] (Segment Umwelt und Natur)

Das Fachthema „Landschaftspflege“ beinhaltet alle Informationen zu im Straßenverlauf bestehenden Bäumen und Einrichtungen für den Tierschutz (Grünbrücken, Amphibienschutzzäune etc.). Darüber hinaus fallen in dieses Fachthema auch sämtliche Angaben zu Schutzgebieten und Kompensationsmaßnahmen sowie allgemeine Informationen mit landschaftspflegerischer Bedeutung (z.B. über das Vorhandensein eines Tierwechsels).

OKSTRA-Objektarten:

Entwurf und Bestand: *Fachschemata S_Landschaftsplanung, S_Oekologie, Tierwechsel, Berme an Tierwechsel, Schutzeinrichtungen für Tiere*

4.4.16 Ruhender Verkehr

Zuständige Regelwerke: EAR 2005 [EAR12], ERS 2011 [ERS11], ASB 2.03 [ASB14] (Segment Nebenanlagen/Anlagen des ruhenden Verkehrs)

Das Fachthema „Ruhender Verkehr“ umfasst alle Informationen zu Tank- und Rastanlagen, Parkplätzen und Parkhäusern.

Dieses Fachthema wird im Folgenden nicht weiter betrachtet, es erscheint jedoch wahrscheinlich, dass sich die Schlussfolgerungen aus dem gegenständlichen Projekt auf diesen Bereich übertragen lassen.

OKSTRA-Objektarten:

Entwurf: n/a

Bestand: *Anlage_des_ruhenden_Verkehrs* und davon abhängige

4.4.17 Grunderwerb und Liegenschaften

Zuständige Regelwerke:

Das Fachthema „Grunderwerb und Liegenschaften“ umfasst alle Informationen zu Erwerb, Nutzung und Eigentumsverhältnissen der Grundstücke, die für das Bauwerk Straße und alle damit verbundenen Maßnahmen und Auflagen benötigt werden.

OKSTRA-Objektarten:

Entwurf: *Fachschemata S_Grunderwerb*

Bestand: *Fachschemata S_Kataster, S_Liegenschaftsverwaltung*

4.4.18 In den Fachthemen nicht berücksichtigte Inhalte der ASB

Administrative Themen:

Straße, Dienststellenverzeichnis, Verwaltungsverzeichnis, Ortsdurchfahrt/Freie Strecke, Baulast, Widmung, betriebliche Unterhaltungsvereinbarung, Veränderungsart

Komplexe Sachverhalte, die in Plänen abgebildet werden, jedoch dort nicht als datentechnische Objekte identifizierbar sind:

Kreuzungen, Kreisverkehr, Nebenanlagen, Betriebseinrichtungen, Sonder-einrichtungen, Hindernisse

Weitere:

Bohrkern, Baumaßnahme, spezielle Arten von Straßenausstattungen, Stationszeichen, Verbotene Verkehrsbeziehung

4.5 Beziehungen zwischen Prozessschritten und Fachthemen

Die folgende Tabelle zeigt, in welchen Prozessschritten des Planungsprozesses Daten aus verschiedenen Fachthemen erzeugt (E), modifiziert / ergänzt (M) oder verwendet (V) werden. Die Tabelle wurde auf der Grundlage des Planungsleitfadens [PLA14] erstellt, die Fachthemen Landschaftspflege und Ruhender Verkehr sind darin nicht berücksichtigt.

	Grundriss (Achsen / Netzgraph)	Aufriss	Querschnitt und Aufbau	Entwässerungseinrichtungen	Ingenieurbauwerke	Hochbauanlagen	Interne Telekommunikation	Zählstellen	Telematik	Lichtsignalanlagen	Markierung	Beschilderung	Schutzeinrichtungen
Linienfindung	E												
Vorentwurf / Feststellungsentwurf	M	E	E	E	E	E							
Planfeststellungsbeschluss einarbeiten	M	M	M	M	M	M							
Deckenaufbau abstimmen	V		M										
Vorgaben für Hochbauanlage anfordern	V					M							
Vorgaben für intern. Fernmeldekabel anfordern	V						E						
Vorgaben für Dauerzählstellenlage anfordern	V							E					
Vorgaben für Telematik anfordern	V		V						E				
Vorgaben für Tunnelausstattung anfordern	V		V		M								
sonstige Bauwerke betrieblich abstimmen	V			M									
Übergabe Datengrundlage Ingenieurbauwerke	V	V	V	M	M		M						E
LSA planen	V		V							E			
Markierung planen	V		V							V	E		
Wegweisende Beschilderung planen	V		V							V	V	E	
Kleinbeschilderung planen	V		V							V	V	E	
Schutzeinrichtung planen	V		V		V								E

Tabelle 2: Beziehungen Prozessschritte des Planungsprozesses zu Fachthemen

Als Prozessschritte sind in Tabelle 2 neben der Linienfindung und der Erarbeitung des Vorentwurfs / Feststellungsentwurfs verschiedene, [PLA14] entnommene Teilschritte der Ausführungsplanung mit Relevanz für die Planungsdaten aufgeführt.

Die in der Planung erzeugten Daten werden in den nachfolgenden, in Tabelle 2 nicht mehr dargestellten Prozessschritten einer Baumaßnahme – Ausschreibung und Vergabe, Bauausführung, Bauüberwachung – generell weiter verwendet. Bei der Bauabrechnung ist dies allerdings nur dann der Fall, wenn eine Abrechnung nach Soll vorgenommen wird, da bei einer Abrechnung nach Ist eine erneute Aufnahme der Daten erfolgt. Der Grund dafür ist darin zu sehen, dass bei der Bauausführung gegenüber der Planung vorgenommene Änderungen in den Planungsdaten nicht nachgeführt werden und damit die Planungsdaten nicht bzw. nicht vollständig dem Ist-Zustand entsprechen. Aus demselben Grund werden die Planungsdaten auch nicht für die Bestandsdokumentation verwendet.

Folgende Erkenntnisse können aus Tabelle 2 abgeleitet werden:

1. Im Rahmen der Planung werden Daten zu allen aufgeführten Fachthemen erzeugt.
2. Im Gegensatz zur Phase der Bauausführung werden innerhalb des Planungsprozesses Änderungen an den einmal erzeugten Daten nachgeführt, um ein konsistentes Ergebnis zu erreichen (vgl. die „M“-Einträge). Am Ende der Planung ist die aufgebaute Datenbasis somit aktuell. Der eigentliche Bruch im Hinblick auf die Übernahme der Daten in die Bestandsdokumentation tritt erst in der Bauausführung auf.

Umfang / Qualität der Daten in der Planung:

- Teilweise werden Detailskizzen angefertigt, die „an allen entsprechenden Stellen“ zur Anwendung kommen sollen. Ähnliches gilt bei beispielhaft dargestellten Querschnitten, deren Aufbau auf nicht dargestellte Stationen extrapoliert werden soll. In diesen Fällen wird somit kein vollständiger geographisch verorteter Datenbestand aufgebaut. Ziel ist nur, dass auf der Baustelle verstanden wird, was wie gebaut werden soll.
- Das Ziel der Aktivitäten in der Planung ist die Erstellung zweidimensionaler Pläne (Lagepläne + Schnitte). Insofern handelt es sich bei den in der Planung erzeugten „Daten“ häufig um Zeichnungsdaten und nicht um objektstrukturierte, geographisch verortete Informationen. Attributive Angaben, z.B. Materialvorgaben, sind üblicherweise nur als Texte vorhanden, die dem Planobjekt vom Planleser visuell zugeordnet werden.

4.6 Aktueller Status der Datenübernahme vom Entwurf in die Bestandsdokumentation

4.6.1 Straßenverlauf und Straßenaufbau

Hierunter werden die Fachthemen 4.4.2 bis 4.4.4 zusammengefasst.

Im Allgemeinen werden für diese Fachthemen keine Entwurfsdaten in die Bestandsdokumentation übernommen. Die Gründe hierfür wurden in der Untersuchung [VHO11] im Einzelnen analysiert und beschrieben. Dort ist auch festgehalten, dass einzelne Ansätze zum Schluss dieser Lücke existieren (Z.B. ZSU in Baden-Württemberg [ZSU04]. Auch in Bayern wurden Versuche in dieser Richtung unternommen).

Aufbaudaten werden in Niedersachsen aus den Daten gewonnen, die auf der Baustelle für den Zweck der Bauabrechnung vermessen werden. Diese werden im System PRIMAS festgehalten. Von dort können sie prinzipiell medienbruchfrei in die SIB geladen werden, das Datenaustauschprotokoll unterstützt zz. jedoch nicht das Entfernen von Schichten.

4.6.2 Entwässerungseinrichtungen

Im Bereich der Entwässerungseinrichtungen wird kein OKSTRA-basierter Datentransfer von den CAD-Systemen in den Bestand durchgeführt. Deshalb müssen diese Einrichtungen im Rahmen eigener Erhebungsprojekte nachträglich erfasst werden. Beispielhaft soll hier das Vorgehen bei Straßen.NRW beschrieben werden.

Dort wird zur Bestandsführung für die Entwässerungseinrichtungen die Fachschale Kanal 4.0 [LEW14] verwendet, die über eine eigene persistente Datenhaltung mit selbst definiertem Datenmodell verfügt. Diese Fachschale dient zunächst zur Übernahme von Daten aus der Neuvermessung von Entwässerungseinrichtungen. Diese werden zuerst mittels der Programme VESTRA oder GEOGraf aufbereitet und dann über eine Dateischnittstelle in die Fachschale importiert. Die Fachschale wird zur Herstellung von Produkten (Plänen) und für die Fortführung und Pflege der Kanalnetzdaten verwendet.

Der Erfassungsleitfaden trifft keine Aussage darüber, ob später zur Fortführung des Kanalkatasters eine Übernahme von Daten aus Unterlagen zu einem Straßentwurf beabsichtigt ist. Technisch wäre dies mit Hilfe der vorhandenen Dateischnittstelle möglich, wenn die Entwurfsdaten für die Entwässerungseinrichtungen während des Entwurfs- bzw. Baudurchführungsprozesses genauso qualifiziert würden, wie dies zz. für die Daten der Neuerfassung des Bestandes erfolgt.

Zusammenfassend ist folgendes festzuhalten: Die automatische Übernahme von Daten in die Fachschale Kanal wird dadurch ermöglicht, dass die in den CAD-Systemen geführten Geometriedaten der Entwässerungseinrichtungen durch hinzugefügte Fachattribute zu Fachobjekten veredelt werden. Diese können dann in eine geometriefähige, relationale Datenbank übernommen werden.

Bei der Erstellung des neuen ASB-Segments Entwässerung [ASB14a] fand das ISYBAU-Datenformat (siehe [AAB14]) wenig Berücksichtigung. Eine Angleichung der Datenstrukturen (die mit Erweiterungen in ISYBAU verbunden wäre) könnte die Übernahme von Entwurfsdaten in den Bestand im Bereich der Entwässerungseinrichtungen erleichtern.

4.6.3 Ingenieurbauwerke

Die Ingenieurbauwerke lassen sich untergliedern in solche, für die Prüfungen nach DIN 1076 vorgeschrieben sind, und sonstige. Diese Unterscheidung trifft auch der Maßnahmenkatalog M3 [MAK11].

Für die erste Gruppe existiert als bestandsführendes System die SIB-Bauwerke, die nach dem Datenmodell der ASB-ING [ASB13] aufgebaut ist und in allen Bundesländern eingesetzt wird. Für Bauwerke dieser Gruppe soll regulär der Auftragnehmer Bau der Verwaltung die Bestandsdaten SIB-Bauwerke-gerecht liefern, allerdings scheint dies in der Praxis nicht immer durchgesetzt zu werden.

Die zweite Gruppe wird analog zu Straßenausstattungen (4.6.5) verwaltet, siehe die dort aufgeführten Fachsysteme.

4.6.4 Hochbauanlagen

Die Planung von Nebengebäuden erfolgt nicht innerhalb des Straßenentwurfsprozesses, sondern in einer separaten Planung für den Hochbau. Lage und Grundriss der Gebäude werden in die Straßenplanung nachrichtlich übernommen. Eine Übergabe an die Bestandsdokumentation findet nicht statt

4.6.5 Straßenausstattungen

Hierunter werden die Objekte der Fachthemen 4.4.8 bis 4.4.13 zusammengefasst. Sie bilden auch die gleichnamige Gruppierung des Maßnahmenkataloges M3 [MAK11].

Für viele dieser Themen gibt es eine Detailplanung innerhalb der Ausführungsplanung.

Eine Übernahme von Daten aus Unterlagen der Ausführungsplanung in die Bestandsdokumentation erfolgt nicht. Hierfür gibt es verschiedene Gründe, z.B.:

- Die Beschilderung wird nicht durch Ausführungspläne verbindlich geregelt, sondern durch verkehrsrechtliche Anordnungen, die auch unabhängig von Baumaßnahmen verfügt werden können. Die Pläne für Beschilderung und Markierung sind die Grundlage der verkehrsrechtlichen Anordnungen zur Maßnahme.
- Einrichtungen des Verkehrsmanagements wie Zählstellen und Telematikanlagen werden gesondert und von eigenen Organisationseinheiten geplant, eingerichtet und betrieben. Während der Ausführungsplanung werden die Vorgaben dafür abgestimmt und dann lagemäßig in die Ausführungspläne eingetragen.

In vielen Bundesländern werden Informationen zur Straßenausstattung in den Systemen zur UI-Verwaltung abgelegt.

Als Beispiel soll hier die Situation bei den passiven Schutzeinrichtungen betrachtet werden: Nach RPS [RPS09] wird bei der Planung und Dimensionierung von Schutzeinrichtungen kein konkretes System geplant (man unterscheidet Stahlschutzsysteme und Betonsysteme). Es werden vielmehr eine erforderliche Aufhaltstufe und ein erforderlicher Wirkbereich nach RPS ermittelt, und in der Regel werden diese im LV ausgeschrieben. (Abweichend davon kann der AG eine Vorgabe treffen, wenn technische Gegebenheiten dies erfordern, z.B. ist bei der Entwässerung über die Dammschulter eine wasserundurchlässige Betonschutzwand schwer umzusetzen.)

Die Grundlage für diese Form der funktionalen Ausschreibung ist die VOB/A, §7 (4)1 (Bezugnahme auf nationale Normen und europäische oder nationale technische Spezifikationen - wie die RPS) sowie §7 (8) (Neutralität gegenüber Produktion, Herkunft, Verfahren usw.) [VOB12].

Für die Ausführung ist dann festzulegen, ob ein Stahlschutzsystem oder ein Betonsystem eingesetzt wird. Die für die Bestandsdokumentation relevante Information liegt dann erst bei Auftragserteilung fest.

4.6.6 Landschaftspflege

Von der LISt GmbH in Sachsen wird als Bestandsführungssystem hierfür das System KISS eingesetzt. Die Daten werden in einer geometriefähigen, relationalen

Datenbank nach einem selbst definierten Datenmodell gehalten. Das Datenmodell ging maßgeblich in die Definition des Schemas Landschaftsplanung des OKSTRA ein, so dass ein standardisierter Datenim- und -export problemlos möglich ist. Das System ist zudem in der Lage, Geometriedaten aus Planungsunterlagen zu übernehmen. Diese müssen dann innerhalb von KISS weiter qualifiziert werden.

Beim Forschungspartner Straßen.NRW existieren zur Bestandsführung das Kompensationsflächenkataster NWKIS sowie die Fachschale Baum. Die Landschaftsplanung wird grundsätzlich an Ingenieurbüros vergeben. Diese übergeben ihre Planungsunterlagen als ESRI-ArcGIS-Daten, die bei Straßen.NRW begutachtet und bei Bedarf noch ergänzt werden und in dieser Form zur Generierung der Pläne dienen. Eine weitergehende Verwendung dieser Planungsunterlagen erfolgt nicht, also auch keine Übergabe von Planungsdaten an die bestandsführenden Systeme.

4.6.7 Ruhender Verkehr

Für die Planung von Tank- und Rastanlagen gibt es die ERS 2011 [ERS11]. Der Planungsablauf ist unter Kapitel 2.2 erläutert. Die Planungsstufen entsprechen denen von klassifizierten Straßen nach HOAI. Ausstattungen von Tank- und Rastanlagen (Bäume, Parkbuchten usw.) werden teilweise in Bestandsführungssystemen wie Bestand-UI gehalten, um die Bedürfnisse der Betriebsführung abzudecken. Über eine Übernahme von Planungsdaten ist nichts bekannt.

4.6.8 Grunderwerb und Liegenschaften

Es ist bekannt, dass für den Grunderwerb eingesetzte Softwareprodukte Datenstrukturen pflegen, die für eine Wiederverwendung in Liegenschaftsinformationssystemen geeignet sind. Dies schlägt sich darin nieder, dass im OKSTRA das Teilschema Liegenschaftsverwaltung als Erweiterung des Teilschemas Grunderwerb modelliert ist. Für die Aufgaben der Prozesse, die mit diesem Fachthema verknüpft sind, gibt es in den Straßenbauinstitutionen eigene Organisationseinheiten, in denen mit speziell für den Zweck existenten IT-Systemen gearbeitet wird.

Im Bereich Grunderwerb und Liegenschaften ist ein medienbruchfreier Datenaustausch möglich und wird von einzelnen Bundesländern (z.B. Sachsen) auch praktiziert wird, von anderen hingegen nicht (z.B. NRW).

Exemplarisch kann man an dieser Stelle das Produkt GE/Office nennen, das ein Modul für den Grunderwerb sowie eines zur Liegenschaftsverwaltung anbietet, die über eine interne Schnittstelle Daten austauschen können. Im Auftrag des NLStBV (Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr) wurde eine Analyse [GEO11] durchgeführt, in der geprüft wurde, in wie weit das Liegenschaftsmodul die Anforderungen der niedersächsischen Straßenbauverwaltung abdeckt. Die dauerhafte Datenhaltung erfolgt in einer geometriefähigen, relationalen Datenbank erfolgt. Die Analyse hat grundsätzlich den Einsatz empfohlen.

Das Fachthema wird von den bestandsrelevanten Regelwerken nicht aufgegriffen. Auch organisatorisch nimmt das Fachthema in den SBV eine Sonderstellung ein. Deshalb wird es im gegenständlichen Vorhaben nicht weiter untersucht.

4.7 Anforderungen für die Übernahme von Entwurfsdaten in den Bestand

4.7.1 Änderungsmanagement

In der Untersuchung [VHO11] wurde betont, dass Ansätze zur Übernahme von Entwurfsdaten in den Bestand dann durchgängig erfolgreich sein können, wenn die Ausführungspläne während der Baudurchführung kontinuierlich aktualisiert werden. Im Hinblick darauf wurden Vorgehensweisen bei Änderungen gegenüber den Ausführungsplänen in verschiedenen Situationen beleuchtet.

In der Regel werden während der Baumaßnahme die Ausführungspläne nicht fortgeschrieben. Kleinere Ungenauigkeiten werden auf der Baustelle gelöst, ohne dass der Planer dazu eine Rückmeldung erhält. Nur in Ausnahmefällen wird die Ausführungsplanung aktualisiert oder umgeplant, wenn ein Detail nicht wie zunächst geplant ausgeführt werden kann.

Meist folgt im Anschluss an eine Baumaßnahme eine Schlussvermessung. Diese stellt dann den Bestand dar. Die Schlussvermessung zur Bestandsdokumentation ist nicht mit der Katastervermessung zu verwechseln, die notwendig ist, wenn sich Grundstücksgrenzen ändern.

Nach Aussage von Straßen.NRW werden im Rahmen der Schlussvermessung alle sichtbaren Objekte vermessen und dokumentiert.

Auch in Niedersachsen werden im Rahmen der Schlussvermessung die für die Bestandsdokumentation relevanten Fachinformationen erfasst. Zunehmend erfolgt die Erfassung auch auf Grundlage von Videobefahrungen. Allerdings ist die nachträgliche interne Auswertung (Digitalisierung und Verortung) aufwändig.

Eine Nachfrage bezüglich der Praxis bei der Deutschen Bahn (DB Netz AG, Frankfurt am Main) als mögliches Vorbild ergab, dass auch dort Entwurfsunterlagen nicht zur Bestandsdokumentation herangezogen werden. Es muss aus rechtlichen Gründen in jedem Fall nach Durchführung einer Maßnahme eine Schlussvermessung der Gleisgeometrie durchgeführt werden.

Nebenangebote für eine Maßnahme führen zu einer Änderung der Planung durch den AN, vorausgesetzt der AG wünscht die Umsetzung. Sie werden in der Praxis bei Straßenbaumaßnahmen aber nur selten zugelassen, denn der AG würde hier Gefahr laufen, vom AN eine minderwertige Leistung zu bekommen, von der er keine Vorteile hat. Zulässige Nebenangebote würde der AN zudem nur abgeben, wenn er dadurch Kosten spart und entsprechend einen finanziellen Vorteil erhält.

Es entstehen in solchen Situationen also u.U. zusätzliche Pläne.

Wenn der AG während der Baumaßnahme eine Änderung wünscht, so erstellt ihm der AN dazu ein Nachtragsangebot. Nach der Beauftragung führt der AN die notwendigen Arbeiten durch und erstellt anschließend ein Aufmaß, nach dem er seine Leistung abrechnet. Diese Dokumentation eignet sich jedoch nicht zur Bestandsdokumentation.

Ausführungspläne werden auch nicht als Grundlage für Straßenbestandspläne verwendet, diese müssen vielmehr nach RAS-Verm auf Grundlage der Grundpläne, also der Situation vor Beginn der Maßnahme, erstellt werden. Straßenbestandspläne werden zudem nicht für alle Maßnahmen erstellt, sondern z.B. in Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen nur für Autobahnen. Auch aus dieser Sicht ergibt sich also kein Impuls für ein Änderungsmanagement.

Die Erprobung eines Änderungsmanagements in Niedersachsen bei einer relativ umfangreichen Maßnahme (A31) hat gezeigt, dass dies nur funktionieren würde, wenn dadurch keine nennenswerte Beeinträchtigung des Bauablaufs entsteht.

Zurzeit ist in Straßenbauprojekten kein Änderungsmanagement vorgesehen. Damit werden Differenzen zwischen geplantem Soll-Zustand und ausgeführten Ist-Zustand nicht dokumentiert. Die Verwendung von digitalen Ausführungsplänen ist dann zur Bestandsfortschreibung nur für nicht modifizierte Sachverhalte möglich. Um diese Einschränkung zu umgehen, ist daher ein Änderungsmanagement unbedingt erforderlich.

4.7.2 Softwaresysteme

In der Straßenbauverwaltung wurden die Bereiche Straßenentwurf/Baudurchführung einerseits und Bestandsdokumentation/Straßenbetrieb seit jeher getrennt voneinander betrachtet und von unterschiedlichen Organisationseinheiten bearbeitet. Mit dem Aufkommen der elektronischen Datenverarbeitung wurden zudem unterschiedliche Arten von IT-Systemen eingeführt: Während der Entwurf (Papier-)Pläne als zentrales Produkt betrachtete und aus diesem Grund auf CAD-Systeme setzte, wurden in der Bestandsdokumentation Datenbanksysteme bzw. später darauf aufbauende GIS eingesetzt. Wie in 4.3 dargelegt wurde, basieren diese beiden Arten von IT-Systemen auf völlig unterschiedlichen Paradigmen. Während in den CAD-Systemen Geometrielemente (Punkte, Linien, Flächen) die wesentliche Rolle spielen und lediglich noch mit Fachbedeutungen angereichert werden, können in den Datenbanksystemen und den GIS erheblich komplexere Datenstrukturen existieren. Dort ist dann die Geometrie nur ein Fachattribut neben anderen.

Es wäre daher zu fordern, dass die CAD-Systeme komplexere Datenstrukturen als nur eine Fachbedeutung und Geometrie unterstützen.

4.7.3 Offene Prozesse

Vielfach sind Teilprozesse stark isoliert und kaum in die Gesamtprozesskette eingebunden.

Der Umweltbereich etwa (Landschaftsplanung, Landschaftsbau, Landschaftspflege) wird in den SBV als weitgehend eigenständiger Bereich gesehen. Die Planung wird zumeist über externe Beauftragung an spezialisierte Ingenieurbüros abgewickelt, die mit speziellen Werkzeugen arbeiten. Die gesamte Prozesskette in diesem Bereich läuft quasi nebenläufig zur Kette Straßenbau ab (obwohl es natürlich Synchronisationspunkte gibt). Eine Informationsweiterverwendung z.B. für den Betrieb (Grünflächen, Bäume) existiert rudimentär oder nicht.

Im Verkehrsbereich spielen verkehrsbehördliche Anordnungen, z.B. für Verkehrsbeschränkungen, eine wichtige Rolle. Grundlage hierfür sind u.a. Pläne und Skizzen, im Ergebnis werden Verkehrszeichen und andere Anlagen eingerichtet. Ein Rückfluss der Ergebnisse (tatsächliche Lage und Montage z.B. eines Verkehrszeichens) in die Bestandsdokumentation erfolgt aber nicht.

Es folgt ein Beispiel für eine verkehrsbehördliche Anordnung (Suche im Internet nach HBR_NRW_Kap13_Sep2011.pdf).

Anordnungsschreiben für die StVO-Anordnung

Gemäß § 44 in Verbindung mit § 45 StVO ordne ich hiermit die wegweisende Beschilderung des „...Radweges / ...-Radverkehrsnetzes“ auf der Grundlage des mit den Straßenverkehrs- und Anordnungsbehörden sowie den Straßenbaulastträgern

und der Polizei abgestimmten Wegweisungskatasters an. Das Kataster (Stand ...) wird damit Gegenstand dieser Anordnung.

Das Kataster wird allen zuständigen Behörden in geeigneter Form, z.B. auszugsweise für den jeweiligen Zuständigkeitsbereich, zur Verfügung gestellt.

Änderungen und Ergänzungen, sind zukünftig durch die lokal zuständigen Straßenverkehrs- und Ordnungsbehörden anzuordnen.

Sollten sich dagegen während der Bauausführung Änderungen ergeben, so sind hierfür zunächst keine Einzelanordnungen erforderlich. Diese Änderungen sind ausdrücklich durch diese Gesamtanordnung für die Erstinstallation abgedeckt. Dennoch ist in diesen Fällen selbstverständlich die Abstimmung aller Beteiligten vor Ort erforderlich. Diese Änderungen sind in geeigneter Art und Weise zu dokumentieren und mir mitzuteilen.

Sie werden dann Gegenstand des Bestandskatasters und damit dieser verkehrsbehördlichen Anordnung.

Wie ersichtlich, wird zwar eine Dokumentation eingefordert, die entsprechenden Angaben werden allerdings nicht weiter genutzt (oder sind für eine weitere Nutzung u.U. ungeeignet).

Auch die Wegweisungsplanung ist abgekoppelt. Systeme für die Wegweisung führen Bestands- und Planungsdaten in einem Kataster (Beispiele: CAOS VIA Wegweisung, AKG Wegweis, edv haller Wegweisungskataster, VIA VP-INFO) und bieten die Möglichkeit, AVA-Unterlagen zu erstellen.

Auch der Teilprozess zur Erstellung des Leistungsverzeichnisses (LV) zur Vergabe der Maßnahmendurchführung ist ergebnisseitig isoliert. Die im Rahmen der Ausführungsplanung vorzunehmende Festlegung der Baumaterialien (z.B. für die verschiedenen Aufbauschichten) erfolgt zurzeit wahlweise im CAD-System bei der Erstellung der Ausführungspläne oder im AVA-System bei der Erstellung des LV. (Beim Forschungspartner Straßen.NRW i.d.R. bei der Erstellung des Leistungsverzeichnisses). Falls die Festlegungen im CAD-System getroffen werden, gibt es z.B. über die CPlxml-Schnittstelle [CPI16] die Möglichkeit zur Übertragung von Mengen und STLK-Langtexten an das AVA-System. Die zurzeit eingesetzten AVA-Systeme lassen eine Zuordnung von dort erfassten Daten (z.B. Materialien) zu einzelnen Objekten der Planung nicht zu. Damit sind diese Informationen für eine Übernahme in die Bestandsdatenverwaltung nicht nutzbar.

Die Übernahme von Entwurfsdaten in den Bestand wird in organisatorischer Hinsicht weiter erschwert, wenn Planung bzw. Bau durch Externe durchgeführt werden (Beispiel: Bau eines Kreisverkehrs als Zuwegung zu einem neu zu errichtenden Supermarkt, realisiert über eine Verwaltungsvereinbarung zwischen Land und Kommune). In solchen Fällen gibt es offensichtlich nur unzureichende Kommunikationskanäle der am Bau Beteiligten und der bestandsdatenhaltenden Stelle.

Für das Ziel einer Übertragung von Information aus den Prozessen, die der Bestandsdatenverwaltung vorgelagert sind, ist die technische und organisatorische Öffnung dieser Prozesse notwendig.

4.7.4 Netzreferenzierung

In bestandsführenden Systemen werden die Objekte über das Verfahren der linearen Referenzierung an den Graphen des Straßennetzes gebunden, das in der ASB unter

dem Stichwort Stationierung beschrieben ist. Die benötigten Elemente des Netzgraphen sind jedoch in der Entwurfsphase nicht vorhanden.

Der auf ZSU [ZSU04..09b] beruhende Ansatz aus [VHO11] folgerte daraus, dass die Bestandsachsen (die ein wesentliches Element der Stationierungslogik darstellen) für neue Netzelemente hierbei in Form von Entwurfsachsen konstruiert werden sollen (d.h. in Form von konstruktiven Kurvenbandelementen – Gerade, Klothoide und Kreis). Dies ist für die SIB aber im Grunde nicht erforderlich, da dort Liniengeometrien ausreichen und die konstruktiven Informationen maximal nachrichtlich in Form von Grundrisselementen hinterlegt werden.

Für Objekte, die an die Bestandsverwaltung übertragen werden, ist daher nur zu fordern, dass sie genügend geometrische Information enthalten, damit eine korrekte Referenzierung auf den Netzgraphen in der weit überwiegenden Zahl der Fälle automatisch erfolgen kann.

4.7.5 Einheitliche und stabile Datenstrukturen

Wesentliche Voraussetzungen für die Einführung eines automatisierten Verfahrens der Datenübergabe sind neben der Überführbarkeit (d. h. der Existenz geeigneter Abbildungsregeln) auch die (bundesweite) Einheitlichkeit und eine ausreichende zeitliche Stabilität der im Entwurf und in der Bestandsdatenverwaltung in der Praxis verwendeten Datenstrukturen. Wenn keine Einheitlichkeit in den Datenstrukturen gewährleistet werden kann, ist es nicht möglich, ein einheitliches Verfahren für die Übernahme von Entwurfsdaten in die Bestandsdatenverwaltung zu konzipieren. Vielmehr müsste dann für jeden auftretenden Fall ein separates Verfahren geschaffen werden. Wenn darüber hinaus die verwendeten Datenstrukturen nicht (bzw. nicht zumindest für einige Jahre) stabil gehalten werden können, bedeutet dies, dass sowohl die beteiligten Softwaresysteme als auch das Verfahren selbst ständig angepasst werden müssten. Dies würde dazu führen, dass das Verfahren aufgrund der dabei immer wieder entstehenden Diskrepanzen zwischen den verschiedenen beteiligten Komponenten zumindest zeitweise nicht oder nur eingeschränkt zur Verfügung stehen würde.

4.7.6 Weitere Anmerkungen

Es wurde angemerkt, dass die Erhaltung der Aktualität von Bestandsdaten in Bergsenkungsgebieten (z.B. im Ruhrgebiet) grundsätzlich erschwert ist. Dies würde aufgrund des Datenumfangs und der hohen Genauigkeit in besonderer Weise für Entwurfsdaten gelten, die in der Bestandsdatenverwaltung verwendet werden sollen. Diese Beobachtung hätte nur dann Auswirkungen auf die Problematik des gegenständlichen Vorhabens, wenn als zusätzliches Ziel der automatisierten Übernahme von Entwurfsdaten eine deutliche Erhöhung der Genauigkeit der in der Bestandsdokumentation geführten Daten angestrebt würde. Dies wird jedoch nicht als Thema der vorliegenden Analyse aufgefasst. Die Auswirkungen der Erhöhung der Genauigkeit von Bestandsdaten - durch welche technischen Verfahren auch immer - müsste vielmehr Gegenstand einer getrennten Untersuchung sein.

Es wurde darauf hingewiesen, dass in Straßenbau- und -betriebsprojekten, die über das Modell öffentlich-privater Partnerschaften (sog. PPP-Projekte) abgewickelt werden, bei den privaten Projektpartnern das Problem der Führung einer Bestandsdokumentation und damit der Gewinnung der hierfür nötigen Daten genauso vorliegen muss.

5 Vorschläge zur Veränderung der Prozessabläufe

Der OKSTRA spiegelt mit seinen unterschiedlichen Modellen für den Entwurf und den Bestand lediglich die oben in 4.7.2 aufgezeigten historisch entstandenen Verhältnisse wider. Diese Betrachtungsweise zeigt aber auch, dass man zu kurz greifen würde, wenn man die Spaltung zwischen dem Entwurf und der Bestandsdatenverwaltung allein durch eine Harmonisierung der entsprechenden Teilmodelle des OKSTRA oder ihre Konvertierung ineinander beseitigen wollte. Denn der OKSTRA definiert letztendlich nur ein Datenaustauschformat, und Versuche in diese Richtung führen lediglich dazu, dass zwar Informationen zu Geometrie und ggf. Aufbau einer Straße, nicht aber zu vielen weiteren Sachverhalten (Straßenausstattung, Leitungen, Entwässerung etc.) übernommen werden können, vgl. [VHO11]. Die eigentliche Ursache für die bestehende Diskontinuität zwischen Entwurf und Bestandsdatenverwaltung ist die Tatsache, dass man es hier mit informationstechnisch strikt getrennten Prozessen zu tun hat.

5.1 Building Information Modeling

Der umfassendste Ansatz wäre eine Restrukturierung von Prozessen und Modellen nach dem Building Information Modeling (BIM)-Konzept. Die folgende Definition entstammt dem „Stufenplan Digitales Planen und Bauen“ [STU15]:

„Building Information Modeling bezeichnet eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf der Grundlage digitaler Modelle eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden.“

Die folgenden Passagen wurde weitgehend dem Vortrag „BIM – eine Vision für das Straßeninformationssystem der Zukunft?“ auf den NWSIB-Tagen 2015 entnommen. [BJH15]

Bei dem in der Definition angesprochenen „digitalen Modell eines Bauwerks“ handelt es sich i.d.R. um ein digitales 3D-Modell, in dem alle relevanten Informationen zum jeweiligen Gebäude vorhanden sind. Praktisch wird aufgrund der dabei anfallenden großen Datenmengen häufig mit mehreren, nach Fachgebieten aufgeteilten 3D-Modellen gearbeitet, die in bestimmten zeitlichen Abständen zur Kontrolle zusammengeführt werden. Auf diese Weise können nicht zueinander passende Teilplanungen, Kollisionen etc. frühzeitig erkannt werden. Weitere Vorteile liegen in der Konsistenz sämtlicher aus dem Modell abgeleiteter Produkte (Schnitte, Pläne, berechnete Mengen etc.), in der einfachen Bereitstellung verlässlicher Mengenangaben für Ausschreibung und Abrechnung und insbesondere in der verbesserten Koordination aller am Planungsprozess Beteiligten, die durch die Zentralisierung des Modells bzw. die Abstimmung der einzelnen Fachmodelle miteinander erreicht wird. Damit soll die Qualität der Planung nachhaltig gesteigert werden, was in der Konsequenz zu präziseren Zeitplänen, Kostenangaben und Risikoeinschätzungen führen soll.

Das zunächst in der Planung entstehende 3D-Modell kann auch in den weiteren Lebenszyklus-Phasen eines Gebäudes sinnvoll eingesetzt werden: In der Bauausführung kann der geplante Bauablauf simuliert und der Baufortschritt im Modell dokumentiert werden. Nach Fertigstellung des Gebäudes kann das Modell zur Bestandsdokumentation im Rahmen des Facility Managements (FM) verwendet werden.

In der letzten Zeit ist eine Tendenz zur Übertragung von BIM-Ideen auf die Bereiche Ingenieurbauwerke und Tiefbau zu beobachten. Dies zeigt sich zum Einen in der steigenden Verfügbarkeit von BIM-Ansätzen in den entsprechend spezialisierten CAD-Systemen, zum Anderen in neuen Standardisierungsinitiativen in diesem Bereich (namentlich die buildingSMART-Vorhaben IFC Alignment, IFC Bridge und IFC Road). Von daher ist davon auszugehen, dass BIM auch im Straßenwesen zukünftig eine Rolle spielen wird und dass auch in diesem Bereich in der Planung vermehrt 3D-Modelle entstehen werden. Dies führt zu der Frage, ob und – wenn ja – in welcher Form diese 3D-Modelle zur Bestandsdokumentation von Straßen verwendet werden können.

Grundsätzlich kann angenommen werden, dass ein 3D-Modell hinsichtlich seines Informationsgehaltes auch im Straßenwesen zur Bestandsdokumentation geeignet ist, wenn es entsprechend detailliert und sorgfältig aufgebaut wird. Dies gilt insbesondere bei der Dokumentation von dreidimensionalen Baukörpern (z. B. Aufbausichten). Hinzu kommt, dass die Verwendung von 3D-Modellen zu Zwecken der Bestandsdokumentation im Hochbau bereits praktiziert wird.

Ein großer Vorteil bei der Verwendung von 3D-Modellen zur Bestandsdokumentation besteht darin, dass diese Modelle aller Voraussicht nach zukünftig ohnehin in der Planung entstehen werden und alle bereits enthaltenen Informationen für die Bestandsdokumentation nicht noch einmal neu erfasst werden müssen. Wenn die Modelle detailliert genug sind, könnten sie ggf. sogar zu einem späteren Zeitpunkt als Grundlage weiterer Planungen verwendet werden. Generell bieten 3D-Modelle darüber hinaus den Vorteil, dass aus ihnen Schnitte, 3D-Ansichten, Plandarstellungen etc. automatisch abgeleitet werden können.

Diesen Vorteilen stehen allerdings beträchtliche Probleme gegenüber: Das Datenvolumen wäre voraussichtlich so groß, dass es nicht mehr sinnvoll verwaltet werden kann (aus diesem Grund wird bereits bei der Planung eines einzelnen Gebäudes häufig mit mehreren Fachmodellen gearbeitet). Der Fortführungsprozess wäre ebenfalls entsprechend aufwändig.

Wenn ein in der Planung entstandenes 3D-Modell zur Bestandsdokumentation verwendet werden soll, müssten beim Bau vorgenommene Abweichungen von der Planung im Modell entsprechend nachgezogen werden. Dies entspricht dem im Straßenwesen schon länger diskutierten Problem der Übernahme von Entwurfsdaten in den Bestand, für das bis jetzt noch keine praktikable und allseits akzeptierte Lösung bekannt ist.

Anders als bei der Dokumentation einzelner, getrennt liegender Gebäude besteht im Straßenwesen darüber hinaus die Notwendigkeit, ein zusammenhängendes Netz zu erfassen. Da Planungen immer nur für Teile des Netzes durchgeführt werden, könnte es zwischen benachbarten, aus unterschiedlichen Planungen stammenden 3D-Modellen zu Differenzen an den Rändern kommen, die für eine konsistente Bestandsdokumentation aufwändig bereinigt werden müssten.

Außerdem müsste sichergestellt sein, dass die aus unterschiedlichen Planungen stammenden 3D-Modelle nach exakt denselben Vorgaben erstellt werden, um eine einfache und zu korrekten Ergebnissen führende Auswertbarkeit über Modellgrenzen hinweg zu erreichen.

Aus der Planung stammende 3D-Modelle repräsentieren naturgemäß eine rein bauliche Sicht auf die Straße. Zur Darstellung der verkehrlichen Sicht und zur Realisierung eines zentralen Ordnungsrahmens müsste daher ein Netzgraph

zusätzlich erfasst werden. Ansonsten könnten wesentliche Aufgaben (Routing, Berechnung der Längenstatistik etc.) nicht durchgeführt werden.

Da schließlich 3D-Modelle erst nach und nach entstehen werden, können sie bis zu einer flächendeckenden Verfügbarkeit nicht als alleinige Bestandsdokumentation verwendet werden.

Zusammengefasst muss auch der BIM-Ansatz folgenden Tatsachen gerecht werden:

- Ein Straßennetz ist landesweit zusammenhängend. Es gibt Randanpassungsprobleme an bestehende Infrastruktur, wenn nicht sichergestellt wird, dass die einzelnen Modelle nach einheitlichen Standards aufgebaut werden.
- Falls BIM-Modelle für die Bestandsdokumentation ausgedünnt werden müssen (wegen der resultierenden Datenmengen), können diese nicht mehr für Planungszwecke verwendet werden. Andererseits wäre das Aktuell-Halten der originalen Planungsmodelle aber auch nicht leistbar.
- Es ist ein Änderungsmanagement nötig
- BIM-Modelle repräsentieren eine rein bauliche Sicht; alles weitere muss ergänzt werden (Administration, Ordnungssystem, verkehrliche Sicht etc.)

Es ist zu berücksichtigen, dass die konsequente Umsetzung von BIM eine weitgehende Überarbeitung der gesamten Prozesskette vom Entwurf bis in die Betriebsführung nach sich zöge.

Langfristig und in europäischer Perspektive ist BIM der gegenwärtig am meisten Erfolg versprechende Ansatz zur Abbildung des Lebenszyklus der Straßeninfrastruktur mit Mitteln der Informationstechnik.

Zz. beschäftigen sich internationale und nationale Forschungsprojekte mit dem Thema BIM, z.B.

- Asset Information Using BIM
Initiiert wurde es durch die CEDR (<http://www.cedr.fr/home/>). Eine kurze Beschreibung auf Englisch findet sich auf der Seite <http://www.cedr.fr/home/index.php?id=313> ganz unten. Wie daraus hervorgeht, ist das Ziel, die Anwendung von BIM in die Prozesse Construction = Bau (von der Grundlagenermittlung bis zur Durchführung) und Asset Management = Bestandsverwaltung (Doku und Betrieb) einzugliedern.
- Stufenplan BIM
Das vom BMVI initiierte Forschungsprojekt hat zum Ziel, die im Stufenplan [STU15] avisierte Einführung von BIM in den Bereichen Bundesfernstraßen- und Bundeswasserstraßenbau vorzubereiten sowie Potenziale und ggf. Grenzen aufzuzeigen. Grundlage hierfür sind u. a. Länder-Pilotprojekte im Straßenbau bzw. aus dem Bereich der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), welche im vorliegenden Forschungsprojekt begleitet, beraten und ausgewertet werden sollen.

5.2 Führung von „Proto-Bestandsdaten“

Anstatt den kompletten BIM-Ansatz zu verfolgen, kann man eine vereinfachte Übernahmestrategie zur Diskussion stellen.

Es ist bekannt, dass zum Abschluss des Entwurfsprozesses eine aktuelle und vollständige Beschreibung der zu realisierenden Maßnahme vorliegt. Allerdings ist sie in ihrer Form als Sammlung digitaler CAD-Pläne nicht gut für eine Versorgung der Bestandsdokumentationssysteme geeignet (siehe 4.7.2). Dies ließe sich in folgender Weise beheben:

Am Ende des Entwurfsprozesses werden aus den Entwurfsdaten die für die in die Übernahme in die Bestandsdokumentation relevanten Daten extrahiert, im Folgenden Proto-Bestandsdaten genannt. Sie müssen die folgenden Forderungen erfüllen:

- Es soll keine im Entwurf vorhandene Information, die bestandsrelevant ist, verloren gehen.
- Es muss eine geometrische Verortung für alle Objekte im später für die Bestandsführung vorgesehenen Koordinatenreferenzsystem vorliegen.
- Eine Referenzierung auf ein Netz ist initial nicht erforderlich, kann unter geeigneten Voraussetzungen aber jederzeit erfolgen.
- Es ist zu gewährleisten, dass die Informationen aus den im Vergabeprozess mit Hilfe der STLK erstellten LV in die Proto-Bestandsdaten übernommen werden können. Da auch heute schon eine Datenübergabe von den Entwurfssystemen in die AVA-Systeme praktiziert wird (wenn auch nicht überall), müsste sichergestellt werden, dass die Identität der an der Erstellung einer LV-Position beteiligten Entwurfsobjekte nicht verloren geht, so dass die zugehörigen Proto-Bestandsobjekte aus der AVA-Datenbasis (siehe 4.7.3) ergänzt werden können.
- Bei Abrechnung nach Ist müssten die Proto-Bestandsdaten mit den durch die Bauvermessung ermittelten Abrechnungsdaten aktualisiert werden.
- Die Übernahme der Proto-Bestandsdaten erfolgt in die zuständigen Fachsysteme, d.h. SIB und/oder FIS, wobei in vielen Fällen eine Konversion erforderlich sein wird.

Die im Entwurfssystem erzeugten Proto-Bestandsdaten werden während der anschließenden Prozesse der Vergabe und Bauausführung im Rahmen eines Änderungsmanagements aktuell gehalten.

Proto-Bestandsdaten werden vor Übernahme in die Bestandsdokumentation zunächst durch Konversion in eine Form gebracht, die von den Importschnittstellen der führenden Systeme (SIB/FIS) verarbeitet werden kann, und auf das oder die gewünschte(n) Netz(e) referenziert. Für Neubauten bedeutet das natürlich, dass die neuen Netzelemente bereits in der Bestandsdokumentation vorliegen müssen. Dies ist in vielen Bundesländern bereits jetzt der Fall, da dort für geplante Straßen Netzelemente in der SIB angelegt werden. Die zugehörigen Geometrien entstehen hierbei durch Digitalisierung.

5.3 Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen

Die „Hinweise für das Anbringen von Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen“ [HAV14] definieren einen umfassenden Objektartenkatalog für die entsprechenden Fachthemen. Für diese Objektarten bietet es sich an, die Datenerfassung bei der Aufstellung der realen Gegenstände durchzuführen, was durch die Verfügbarkeit von GPS heutzutage technisch leicht möglich ist.

Die Vorgehensweise bei Maßnahmen, die aus einer straßenverkehrsrechtlichen Anordnung heraus wirksam werden (§45 StVO, VwV-StVO), ist so, dass mit dem Antrag ein Plan vorzulegen ist, welche Verkehrszeichen, Markierungen, Signalgeber usw. wo aufzustellen sind. Es können sich bei der Durchführung Änderungen ergeben (siehe das Beispiel in 4.7.3), so dass eine Datenerfassung sinnvollerweise bei der vorgeschriebenen Abnahme erfolgen könnte. Der Prozess der Erteilung und Kontrolle der Anordnungen müsste so modifiziert werden, dass eine elektronische Dokumentation über Details der Anordnungen (z.B. Art und Verortung einer Beschränkung) und den Zeitpunkt der Umsetzungen sowie die Auftragsdetails über die zu installierenden Einrichtungen geführt würde. Konkret könnte dies so aussehen:

Bei Erteilung des Auftrages zur Aufstellung einer Ausstattung werden die Sachinformationen objektscharf in SIB oder FIS abgelegt. Bei der Aufstellung vor Ort wird die Lage per GPS ermittelt und dem aufgestellten Objekt zugeordnet, so dass die Lage dann später im System nachgetragen werden kann. Man erhält eine hohe Aktualität und eine gute Genauigkeit bei geringem Aufwand. Die Mobilerfassung kann dann genauso für die Instandhaltung im Betrieb genutzt werden.

Ein analoges Vorgehen würde sich bei weiteren Objekten, wie etwa Leitungen oder Beleuchtung, anbieten.

Der Ansatz hat den Zusatznutzen, dass er nicht auf die Thematik Entwurf/Bestand beschränkt ist, sondern bei jeder entsprechenden Maßnahme greifen würde.

5.4 Verstärkte Nutzung vorhandener Datenmodelle

Für Landschaftspflege und Liegenschaften wurden OKSTRA-Modelle geschaffen, die sowohl zur Planung als auch zur Bestandsdokumentation geeignet sind. Hier ist die Datenübernahme technisch in den eingesetzten Softwareprodukten sowie organisatorisch zu implementieren.

6 Harmonisierung von Objektstrukturen

In diesem Kapitel wird zunächst untersucht, inwieweit die OKSTRA-Datenstrukturen zur Darstellung von Entwurfs- und Bestandsdaten harmonisiert werden können. Da diese Datenstrukturen maßgeblich auf den in diesen Bereichen relevanten Regelwerken zur Informationsverarbeitung basieren, bedeutet eine solche Harmonisierung automatisch entsprechende Anpassungen an diesen Regelwerken. Aus diesem Grund werden im folgenden Abschnitt zunächst die relevanten Regelwerke identifiziert.

6.1 Aufbau und Beziehungen der Regelwerke

Die im gegenständlichen Vorhaben betrachteten Regelwerke lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

- Fachliche Vorgaben für die Straßeninfrastruktur (Straßenkörper und die für die Nutzung erforderlichen Einrichtungen). Der größte Teil der in 4.1 genannten Regelwerke gehört in diese Gruppe.
- Regelwerke für die Anwendung der Informationstechnik.

Die Regelwerke der ersten Gruppe enthalten typischerweise (ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

- Kataloge von Realweltobjekten (z.B. RAS-Ew [REW05], RMS [RM193][RM280], VzKat [VZK13])
- Berechnungsvorschriften, z.B. zur Dimensionierung
- Mögliche technische Realisierungsvarianten
- Prüfvorschriften
- Dokumentationsvorgaben

Das Augenmerk ist durchweg auf die Anwendung durch entsprechende Fachleute ausgerichtet und bezieht sich hierbei letztlich auf die Faktoren

- Verkehrssicherheit
- Möglichst optimale Nutzbarkeit der Infrastruktur durch die Verkehrsteilnehmer
- Umweltauswirkungen
- Wirtschaftlicher Betrieb durch die SBV

Hinweise zur Abbildung der Objektarten, Regeln und Verfahren in die Domäne der Informationstechnik gibt es in diesen Regelwerken nicht.

Die Regelwerke für die Anwendung der Informationstechnik sollen genau diese Abbildung herstellen. Hierzu zählen insbesondere die ASB und der Maßnahmenkatalog 3 [MAK11]. Der OKSTRA nimmt insofern eine Sonderstellung ein, als er zwar in großen Teilen auf der ASB basiert, aber darüber hinaus noch weitere Anwendungsfälle berücksichtigt.

Außer den soeben genannten Regelwerken spielen noch die Folgenden eine wichtige Rolle:

- die Fachbedeutungslisten der Länder für die IT-technische Umsetzung des Entwurfsprozesses [FBL15] in den CAD-Systemen (auch für die Erstellung der Straßenbestandspläne) – siehe 4.1.1
- der Standardleistungskatalog STLK für die IT-technische Umsetzung des Vergabeprozesses in den AVA-Systemen – siehe 4.1.2
- Externe Regelwerke, z.B. die Objektartenkataloge der GeoInfoDok [GIDXX] der Landesvermessung

Wenn es um die Harmonisierung von Regelwerken geht, muss man deshalb folgende Fälle unterscheiden:

1. Harmonisierung innerhalb der ersten Gruppe. Da die Regelwerke dieser Gruppe sich häufig aufeinander beziehen, ist dies eine wichtige Aufgabe, damit keine Widersprüche zwischen ihnen entstehen und keine Unklarheiten in ihrer Anwendung vorliegen. Eine wichtige Teilaufgabe dabei ist die Herstellung einer einheitlichen und eindeutigen Terminologie.

Dieser Prozess befindet sich außerhalb des gegenständlichen Vorhabens.

2. Harmonisierung zwischen Regelwerken der ersten und zweiten Gruppe. Diese ist für Regelwerke der ersten Gruppe, die den gegenwärtigen Stand der Kunst wiedergeben, in der Form zu leisten, dass die betroffenen Regelwerke der zweiten Gruppe fortgeschrieben werden müssen.

In Fällen, wo die Regelwerke der zweiten Gruppe jedoch einen moderneren Stand (z.B. Dokumentation angewandeter Best-Practice) gegenüber denen

der ersten Gruppe wiedergeben, ist auch der umgekehrte Weg notwendig. Die für diese Regelwerke zuständigen Ausschüsse und Arbeitskreise müssten dann entsprechende Novellierungen oder ganz neue Regelwerke verfassen.

Im gegenständlichen Vorhaben wird Harmonisierungsbedarf in diesem Rahmen eher nicht gesehen, weil von den Betreuern der Regelwerke der zweiten Gruppe laufend darauf geachtet wird, dass der aktuelle Stand der Regelwerke der ersten Gruppe berücksichtigt wird.

3. Harmonisierung innerhalb der zweiten Gruppe. Die Regelwerke dieser Gruppe bilden die Realwelt für ganz unterschiedliche IT-Anwendungsfälle in der Prozesskette ab. Es finden sich die Begrifflichkeiten, wie sie in den Regelwerken der ersten Gruppe niedergelegt sind notwendigerweise wieder, die jeweiligen Abbildungen sind jedoch nicht miteinander harmonisiert. Zudem sind die Fachbedeutungslisten länderspezifisch und auch untereinander nur zum Teil harmonisiert.

Hier sieht das gegenständliche Vorhaben den größten Handlungsbedarf, weil die Regelwerke dieser Gruppe die in den unterschiedlichen IT-Anwendungsfällen relevanten Datenstrukturen und -inhalte maßgeblich festlegen.

6.2 Harmonisierungsmöglichkeiten

Bei der Beurteilung, welche Harmonisierungspotentiale bei den soeben identifizierten Regelwerken ASB, FB-Listen und STLK vorliegen, sind folgende Sachverhalte zu betrachten:

- Koinzidenz fachlicher Inhalte
- Datenstrukturen für die fachlichen Inhalte
- Geltungsbereiche der Regelwerke
- Für die Weiterentwicklung der Regelwerke zuständige Gremien

Zum ersten Punkt ist festzustellen, dass es eine nennenswerte Überlappung bei den abgedeckten fachlichen Inhalten gibt. Dies ergibt sich zunächst aus der in 4.1.1 dargestellten statistischen Analyse. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die Regelwerke oftmals sprachlich unterschiedliche Benennungen für dasselbe fachliche Konzept verwenden. Aus diesen Beobachtungen ist zu schließen, dass es eine inhaltliche Basis für Harmonisierungen gibt. Ohne eine solche Basis wäre der Versuch einer Angleichung von vornherein zum Scheitern verurteilt.

Als zweiter Punkt sollen die Auswirkungen betrachtet werden, die sich durch die in den Regelwerken verfügte unterschiedliche Datenstrukturierung ergeben. Für FB-Listen und STLK wurde diese Thematik im Einzelnen bereits in 4.1.1 und 4.1.2 aufgegriffen. Die Einträge der FB-Listen sind für eine Verwendung in den im Entwurfsprozess genutzten CAD-Systemen vorgesehen und in ihrer Ausdrucksfähigkeit durch die Möglichkeiten dieser Systeme begrenzt (siehe 4.3.1). Der STLK bietet einen gut strukturierten Textbaukasten an, ist aber in seiner Nutzbarkeit von vornherein auf einen Anwendungsfall beschränkt. Die ASB definiert ein konzeptionelles Datenmodell in einer Form, die zum Aufbau von Datenschemata in Straßeninformationsbanken geeignet ist, allerdings ist dieses Datenmodell rein textlich niedergelegt. Der OKSTRA wiederum spezifiziert konzeptionelle Datenmodelle für die meisten Teilbereiche des Straßen- und Verkehrswesens durchgängig als UML-Modelle. Eines der so umgesetzten Teilmodelle ist das der

ASB, daneben gibt es auch ein Teilmodell für die konstruktiven Objektarten des Entwurfs. Für die Fachbedeutungen der FB-Listen existieren generische „Aufhänger“ (die allgemeinen Geometrieobjekte). Für den STLK stellt der OKSTRA demnächst ein Modell bereit, das die Struktur der Kataloge abbilden soll, AVA-Daten selbst können so jedoch nicht transportiert werden.

In Bezug auf Harmonisierungsmöglichkeiten stellt die hier dargestellte Vielfalt ein Hindernis dar. Die Datenstrukturen müssten auf einer gemeinsamen Plattform so aneinander angeglichen werden, dass fachliche Sachverhalte eindeutig und einheitlich ausgedrückt werden können.

Drittens ist in Bezug auf die Regelwerke zu beachten, dass sie unterschiedliche Geltungsbereiche haben:

- ASB und OKSTRA sind bundesweit verbindlich.
- Die FB-Listen werden separat in den Straßenbauverwaltungen der Bundesländer ausgearbeitet und festgelegt.
- Der STLK ist bundeseinheitlich, kann jedoch auf Landesebene durch sogenannte Regionalleistungskataloge (RLK) ergänzt sein.

Insbesondere die landesweite Festlegung der FB im Zusammenspiel mit dem großen Freiheitsgrad bei der Definition ist ein großes Hindernis für Harmonisierungen. Hier zur Illustration ein Beispiel zum Thema Verkehrszeichen:

- In Baden-Württemberg gibt es Differenzierungen bezüglich der Funktion (*zur Verkehrslenkung, Pfeilwegweiser, Gefahrenzeichen* usw., siehe das Beispiel in 4.1.1). Hierzu gehören auch Angaben zu StVO-Nummern, wobei es zwei Varianten gibt: Einmal mit einer Zusammenfassung nach Gruppen, wie sie auch die StVO kennt (z.B. Gefahrenzeichen), dann mit Kodierung der StVO-Nr. in der FB. Zusätzlich finden sich in den FB auch noch Angaben zur Aufstellungsart, z.B. *1 Pfosten, 2 Pfosten*.
- In Niedersachsen gibt es ebenfalls FB für StVO-Gruppen. Für die Aufstellung gibt es eigene FB, z.B. *Schilderpfahl*.
- In der FB-Liste von Brandenburg gibt es das *Verkehrszeichen* ohne weitere Differenzierungsmöglichkeit sowie ebenfalls den *Schilderpfahl*.

Viertens werden die Regelwerke von ganz unterschiedlichen Gremien betreut:

- Für ASB und OKSTRA gibt es eigene Fachgruppen des ITKO
- Die FB-Listen werden von Fachabteilungen in den Straßenbaubehörden der Länder betreut.
- Für den STLK ist der Querschnittsausschuss 6 der FGSV zuständig. (<http://www.fgsv.de/213.html>)

Eine durchgängige Harmonisierung müsste all diese Gruppen einbeziehen.

Nach den obigen Ausführungen können nun verschiedene Harmonisierungsszenarien untersucht werden. Es bietet sich als technische Plattform für eine Harmonisierung der OKSTRA an. Im Extremfall würden bei einer Harmonisierung also die FB zugunsten eigenständiger OKSTRA-Objektarten für alle bis dato durch FB beschriebenen Sachverhalte aufzugeben sein. Dieses Vorgehen ist aus folgenden Gründen nicht anzuraten:

Erstens existieren viele der Sachverhalte in den Plänen des Entwurfs rein nachrichtlich (z.B. Bahnanlagen) und haben für die Bestandsführung gar keine Bedeutung. Zweitens wären sicher sehr viele neue Objektarten zu bilden (siehe die Statistik in 4.1.1), was einen beträchtlichen Ressourcenverbrauch (Zeit, Geld, Personal) bedingen würde. Drittens müssten die existierenden CAD-Systeme entsprechend aufgerüstet werden, damit sie mit Daten nach den neuen Regeln umgehen könnten, wogegen erhebliche wirtschaftliche Gründe sprächen. Viertens müsste die Pflege dieser harmonisierten Datenstrukturen unter Beteiligung von Experten aller oben genannten Gruppen in einem unter Umständen langwierigen Konsensprozess organisiert werden, was für die Abwicklung praktischer Projekte eventuell nicht tragbar wäre.

Eine weniger einschneidende Lösung würde die allgemeinen Geometrieobjekte beibehalten. Es würden die FB identifiziert, die für die spätere Übergabe an die Bestandsdokumentation wichtig wären. Diese würden so bereinigt, dass sie ausschließlich eine Objektart (z.B. ein Verkehrszeichen) repräsentieren. Die allgemeinen Geometrieobjekte würden erweitert, um zusätzliche Sachattribute (z.B. StVO-Nr.) aufzunehmen, wobei für jede betroffene FB festzulegen wäre, welche benötigt werden. Diese Festlegungen sollten nach Möglichkeit bundesweit eindeutig sein, um auch bundesweit eine einheitliche Datenübernahme in die Bestandsdokumentation zu ermöglichen. Für die Pflege bundesweit einheitlicher Festlegungen müsste eine Pflegestelle eingerichtet werden, die zentral und unbürokratisch neue Anforderungen aus den Bundesländern umsetzen und dokumentieren würde.

Die Vorteile dieses Vorgehens wären:

- Ein Datenmodell, das näher an der aktuellen Praxis ist, aber dennoch die Forderung nach eindeutiger, einheitlicher und strukturierter Angabe fachlicher Sachverhalte erfüllen würde. Es würden Mängel der bisherigen Praxis entfallen, z.B. die Unmöglichkeit, beliebige Zahlenwerte für Dimensionen usw. verwenden zu können.
- Leichtere Implementierbarkeit in den CAD-Systemen. Teilweise existieren auch schon dafür nutzbare Mechanismen oder sind in Planung.
- Der Ansatz entspricht demjenigen, der in der UAG RAS-Verm derzeit für die Novellierung des Regelwerks diskutiert wird.

Da bei diesem Szenario keine vollständige Harmonisierung aller Objektbeschreibungen erreicht ist, ist damit zu rechnen, dass die Übernahme derartig strukturierter Daten in die Bestandsdokumentation den Einsatz von Konvertern erfordern wird. Eine tabellarische Übersicht der Begriffsentsprechungen zwischen aktueller ASB [ASB14] und Fachbedeutungslisten als Grundlage für eine Harmonisierung ist als separates Dokument (Anlage zum Schlussbericht) ausgeführt. Das UML-Modell für die erweiterten allgemeinen Geometrieobjekte findet sich weiter unten in Abbildung 4: Generisches Attributmodell.

7 Konversionsmöglichkeiten

Die konstruktiven Kernobjekte des Entwurfs (siehe 4.3.1) sind hinreichend detailliert und aufeinander bezogen, sodass sich hierbei eventuell die Möglichkeit einer Konversion in Bestandsobjekte, eventuell über die Bildung von Zwischenstufen (Proto-Bestandsobjekte, siehe 5.2) ergibt. Zunächst werden in diesem Kapitel

mögliche Konversionsszenarien untersucht und dann wird ein Prozessmodell hierfür vorgestellt.

7.1 Möglichkeiten zur Herstellung von Bestandsobjekten aus konstruktiven Entwurfsobjekten

Im Folgenden sind Objekte zur Bestandsdokumentation **blau**, solche zum Entwurf **rot** gekennzeichnet.

Grundrisselemente können den **Achselementen** der **Achse** des Entwurfs entnommen werden. Während der Typ des **Achselementes** im Diskriminator-Attribut **Elementtyp** abgelegt ist, existieren für die Typen der **Grundrisselemente** jeweils eigene Objektarten. Die **Achshauptpunkte** der **Achselemente** müssen in Stationen in Bezug auf die Bestandsachse umgerechnet werden.

Aufrisselemente können mit entsprechendem Aufwand aus den **Gradienten** gewonnen werden. Eine **Gradiente** besteht aus einer Folge von stationierten Höhenangaben, die optional mit einem Ausrundungsradius versehen sein können (Datentyp **Grad_Koor**, im Folgenden Gradientenkoordinate). Die Höhenangaben beziehen sich auf die Tangentenschnittpunkte. Die **Aufrisselemente** erstrecken sich dagegen von einem **Hoehenpunkt** am Anfang zu einem am Ende. Für eine erfolgreiche Umrechnung muss man zunächst die **Hoehenpunkte** aus einer ausgewählten **Gradiente** bilden. Hat eine Gradientenkoordinate aus der **Gradiente** keine **Ausrundung**, kann sie sofort in einen **Hoehenpunkt** umgewandelt werden. Zur Umwandlung muss die Station aus der Gradientenkoordinate noch in die Station auf der Bestandsachse umgerechnet werden. Im Falle einer Ausrundung müssen die Berührungspunkte des Ausrundungskreises mit den dort aneinanderstoßenden Tangenten in Station und Höhe berechnet werden, die dann in einen **Hoehenpunkt** gewandelt werden können. Um die Art eines **Aufrisselementes** zu bestimmen, muss der Schnittwinkel der Tangenten untersucht werden, die zur Bildung der beteiligten Höhenpunkte herangezogen wurden. Das Verfahren wurde in einer Forschungsarbeit der TU München im Auftrag der BAST beschrieben und erprobt [BIM15]. Einfacher wäre es, wenn die **Aufrisselemente** aus Datenstrukturen berechnet werden könnten, die analog den **Achselementen** aufgebaut sind, also zwischen einem Anfangs- und Endpunkt liegen, die durch Geokoordinaten gegeben sind, und einen **Elementtyp** haben. Diese Datenstrukturen müssten aus den internen Strukturen der Entwurfssysteme gewonnen werden.

Hat man einmal die **Hoehenpunkte**, können daraus die **Fahrbahnlaengsneigungen** berechnet werden.

Für die **Belastungsklasse_gemaess_RStO** der Objektart **Belastungsklasse** gilt folgendes:

- In der Bestandsdokumentation ist die **Belastungsklasse** ein Streckenobjekt, also stationiert längs der Bestandsachse, ein eventueller Raumbezug aus dem Entwurfssystem müsste entsprechend umgerechnet werden.
- In Plänen wird sie rein grafisch als Text ausgegeben.
- Beispielhaft wird sie im Entwurfssystem ProVI als Eingabe für einen Assistenten verwendet, der daraufhin einen Vorschlag für einen Schichtaufbau macht. Es wird vermutet, dass das in anderen CAD-Systemen ähnlich gehandhabt wird.

- Ob die eingegebene **Belastungsklasse** außerdem in den Entwurfssystemen räumlich verortet dauerhaft vorgehalten wird, ist unbekannt.

Der Aufbau, im Bestand als **Aufbauschichten** modelliert, wird entwurfsseitig durch **Profilinien** des **Querprofils** abgebildet. Eine Umrechnung ist möglich (man wandelt horizontal und vertikal benachbarte Profillinien in eine Volumenbeschreibung um und diese durch Berechnung dreidimensionaler Stationsangaben in eine Aufbauschicht), es erscheint aber zweckmäßiger, die möglicherweise vorhandene interne Volumenbeschreibung der Entwurfssysteme zu verwenden, um Volumenkörper zu beschreiben.

Im Entwurf wird die Straßenoberfläche durch das **Deckenbuch** beschrieben. Zur Straßenoberfläche gehören hierbei nicht nur die Fahrbahn(en), sondern auch Seitenstreifen, Entwässerungsgräben, Geh- und Radwege usw. Das Deckenbuch teilt die Straßenoberfläche hierzu in Flächen, die durch benachbarte Linien, die sog. **Spuren**, begrenzt werden. Eine **Spur** ist durch Punkte vom Datentyp **BR_Punkt** definiert. In der Bestandsdokumentation wird die Straßenoberfläche durch **Querschnittstreifen** beschrieben. Ein **Querschnittstreifen** ist durch vier Punkte gegeben. Je zwei davon liegen am Anfang und am Ende des **Querschnittstreifens** und sind durch Stationen mit lateralem Offset in Bezug auf die Bestandsachse gegeben. (In einer Streckenbanddarstellung würden die Querschnittstreifen als Trapeze erscheinen, obwohl sie in der Realität krummlinig begrenzt sein können.) Ein **Querschnittstreifen**objekt im OKSTRA kann zusätzlich die zugehörige Flächengeometrie in Koordinatendarstellung enthalten. Zur Umwandlung des **Deckenbuchs** in eine Menge von **Querschnittstreifen** müssten zunächst z.B. durch Sweep-Verfahren diejenigen Stellen ermittelt werden, an denen sich der Verlauf der **Spuren** ändert (Anfänge und Enden von **Spuren** bzw. Sprünge in oder Verziehungen von **Spuren**). Hierbei wird ein Strahl lateral links bzw. rechts an der Bestandsachse entlanggeführt und mit den Linien, die durch die **Spuren** gegeben sind, an den entsprechenden Stellen zum Schnitt gebracht. Die Transformation ist kompliziert, aber möglich, ein Nachweis hierzu findet sich in [AEB16], wo ebenfalls eine deckenbuchähnliche Struktur quellseitig vorliegt.

Für die Belegung der Instanzen der Objektart **Regelquerschnitt** bietet das Entwurfsmodell des OKSTRA keinen Ausgangspunkt an.

7.2 Möglichkeiten zur Herstellung von Bestandsobjekten aus Allgemeinen Geometrieobjekten

Exemplarisch wurden die [RPS09] für Fahrzeug-Rückhaltesysteme und die damit verbundenen Regelwerke [ZRS13] und [TSP99] ausgewertet. Was den Begriff „Schutzeinrichtung“ selbst angeht, verwenden die Fachbedeutungslisten teils unterschiedliche und abweichende Begriffe. Es konnte festgestellt werden, dass die ASB im Objekt „Schutzeinrichtungen aus Stahl“ die Begrifflichkeiten der [TSP99] im Attribut „Modulbezeichnung“ sehr gut abbildet. Die Fachbedeutungen geben (erwartungsgemäß) diese Attributierung nicht wieder. Um festzustellen, ob eine Belegung der Attribute „Standort“ und „Lage“ aus Entwurfsdaten möglich wäre, wurden die Fachbedeutungslisten aus Bayern, Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt hinzugezogen.

Die Begriffe, die in der ASB zur Definition des Standortes verwendet werden, liegen fast alle in den Fachbedeutungslisten vor, durch geometrische Operationen könnte also für eine Schutzeinrichtung das Standortattribut berechnet werden, z. B. ob eine Schutzeinrichtung auf einer Stützmauer angebracht ist.

Für das Attribut „Lage“ konnte dies nicht mehr beantwortet werden. Die Fachbedeutung „Fahrbahnrand“ gibt es zwar, ob dies jedoch für eine eindeutige Attributierung ausreichen würde, ist unklar. Hierfür ist nämlich zusätzlich die Zuordnung zu einer Fahrbahn erforderlich. Allerdings ist dieses Attribut dafür gedacht, die Position eines Objektes zu charakterisieren, wenn keine genauere Möglichkeit durch Koordinaten oder laterale Abstände zur Achse gegeben ist.

Das Beispiel zeigt, dass eine Ermittlung von Eigenschaften, die in der Bestandsdokumentation benötigt werden, aus den bisherigen Fachbedeutungen alleine zu unsicher für den praktischen Einsatz ist.

Aufgrund der in früheren Kapiteln erläuterten Einschränkungen der **Allgemeinen Geometrieobjekte** und der damit verbundenen **Fachbedeutungen** ist hier eine Konversion nur dann sinnvoll möglich, wenn diese Objekte durch zusätzliche bedeutungsspezifische Attribute ergänzt werden können.

7.3 Datenübernahmeprozess mit Konversion

Ein möglicher Datenübernahmeprozess mit Konversion könnte so aussehen:

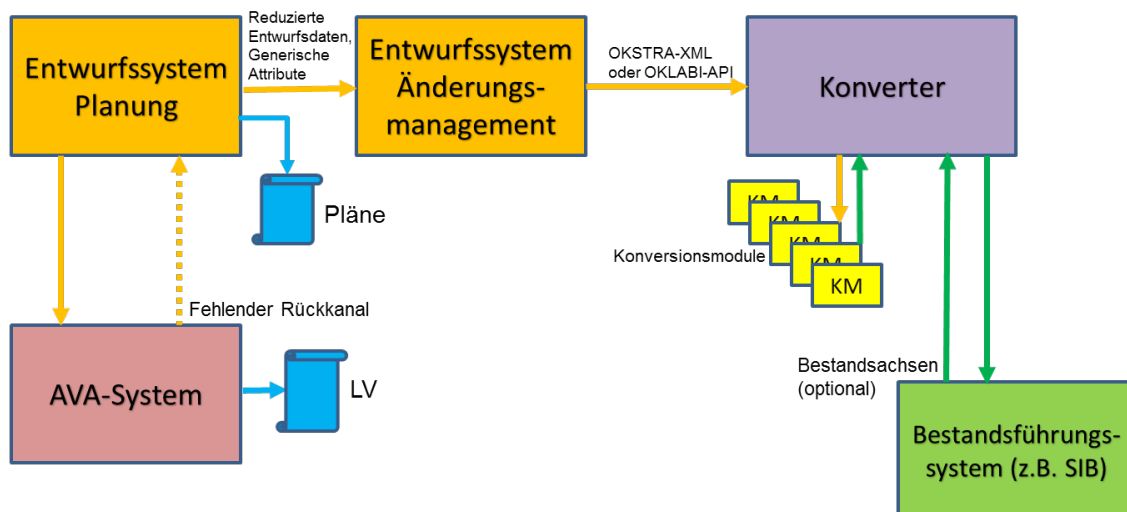


Abbildung 3: Konversionsprozess

Beim Design dieses Prozesses wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- Notwendigkeit für ein Änderungsmanagement während der Baudurchführung, dabei möglichst weit gehende Nutzung vorhandener Funktionen der CAD-Systeme.
- Möglichst geringe Änderungen in Entwurfssystemen, OKSTRA und der OKLABI (falls diese eingesetzt wird).
- Möglichst gute Anpassung an Input-Schnittstellen der Bestandsführung.

Der Prozess arbeitet wie folgt:

- Nach Beendigung der Ausführungsplanung wird neben den Plänen ein reduzierter Datensatz erzeugt, der nur die Objekte enthält, die später für eine Konversion benötigt werden (die Proto-Bestandsobjekte). Dies hängt maßgeblich davon ab, welchen Objektarten-Umfang die datenbankgestützte

Bestandsdokumentation hat. Da diese Dokumentation in sehr vielen Fällen in mehreren Fachinformationssystemen vorliegt, ist letztlich entscheidend, welche dieser Systeme in den Prozess eingebunden werden sollen.

- Der reduzierte Datensatz wird von einem Entwurfssystem übernommen, das während der Bauausführung zur Erfassung der Änderungen dient. Diese Erfassung erfolgt mit den im System vorhandenen und üblicherweise genutzten Funktionen. Die Eingabeschnittstelle kann proprietär sein, wenn die Systeme vom gleichen Fabrikat sind, andernfalls ist der OKSTRA zu verwenden. Die Schnittstelle muss verlustfrei bezüglich der übertragenen Information arbeiten, d.h. sie darf insbesondere die Anforderungen aus 5.2 nicht unterlaufen.
- Nach Beendigung der Maßnahme werden die Daten dem Konverter übergeben. Dieser kann Bestandteil des Entwurfssystems sein, als separate Anwendung ausgeführt sein oder Teil des Datenübernahme-Moduls des Bestandsführungssystems. Der Vorteil bei einer Einbindung in das Entwurfssystem liegt darin, dass die inneren Datenstrukturen der CAD-Systeme genutzt werden können, die leistungsfähiger als die realisierten Exportschnittstellen sind¹; diese bilden immer nur mehr oder weniger große Teilbereiche der im System bestehenden Datenbasis ab.
- Für jede gewünschte Konversionsoperation wird ein Konversionsmodul benötigt. Es ist zu berücksichtigen, dass die Konversion u.U. Instanzen zu mehreren Objektarten der Zielseite aus mehreren der Quellseite erzeugen muss (m:n-Konversion).
- Der Konverter führt optional die Netzreferenzierung aus. Er muss hierzu Zugriff auf eine geeignete Menge von Bestandsachsen aus dem Bestandsführungssystem haben (OKSTRA-XML-Datei oder OKSTRA-konformer Webservice).
- Am Ende der Konversion steht ein OKSTRA-Datenbestand mit Bestandsobjekten zur Verfügung, der nach der für die Bestandsführung etablierten Ergänzung und Qualifizierung in das Bestandsführungssystem übernommen werden kann.

7.4 Modifikationen im OKSTRA

Für einen OKSTRA-basierten Austausch von Proto-Bestandsdaten sind folgende Maßnahmen im OKSTRA erforderlich:

- Zur effektiven Nutzung der in den Allgemeinen Geometrieobjekten dargestellten Sachverhalte müssten diese mit zusätzlichen Attributen versehen werden, um z.B. die StVO-Nr. oder die Höhe eines Verkehrszeichens oder Materialangaben aufzunehmen. Da diese Attributierung von der jeweiligen Fachbedeutung abhängt, empfiehlt sich ein generisches Modell, das die Attribute durch eine Liste von Name:Wert-Paaren darstellt. In UML könnte diese Modifikation so aussehen.

¹ Dies ist dem Umstand geschuldet, dass für die Verortung und Gestaltung der Entwurfsobjekte Abhängigkeiten zu berücksichtigen sind, die bei einer Änderung oder Fortführung eines Entwurfs erhalten bleiben müssen, und die deshalb in internen Datenstrukturen abgebildet werden.

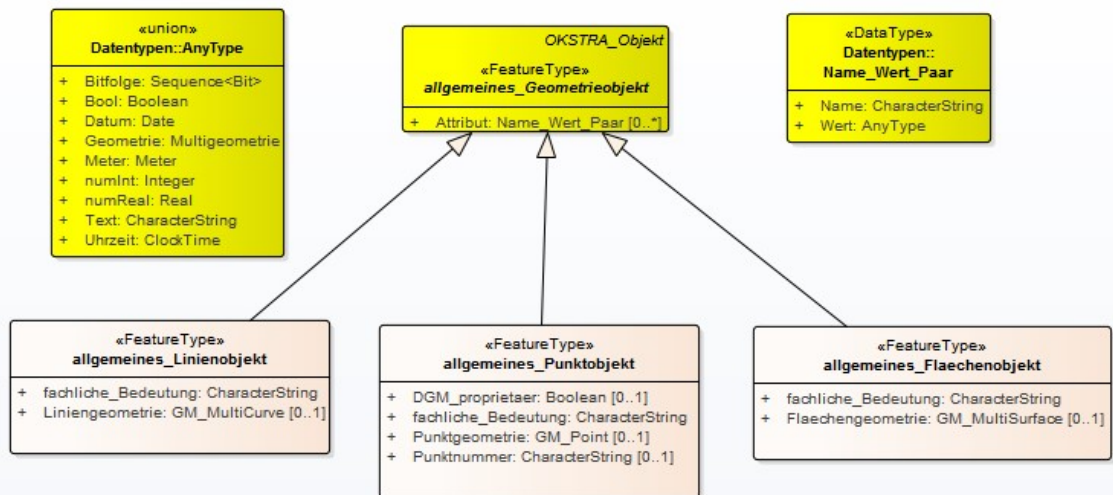


Abbildung 4: Generisches Attributmodell

- Alle bestandsrelevanten Objektarten, die als Resultat eines Konversionsprozesses entstehen sollen, müssen Koordinatengeometrie der passenden Dimension nachweisen können, wenn eine Referenzierung auf eine Bestandsachse während der Konversion möglich sein soll. (Andernfalls muss die Netzreferenzierung bereits im Entwurfssystem erfolgen.) Bei vielen Objektarten ist dies bereits der Fall, die Objektart Aufbauschicht z.B. muss aber zusätzlich eine Volumengeometrie transportieren können.

7.5 Modifikationen in den Entwurfssystemen

- Proto-Bestandsdaten müssen geschrieben und gelesen werden können. Die Übertragung muss verlustfrei sein. Zu den Proto-Bestandsdaten gehören nicht nur die in 7.1 angeführten Entwurfsobjekte (inklusive der erweiterten **Allgemeinen Geometrieobjekte**), sondern auch **Aufbauschicht**-Objekte.
- Die Attribute für die Allgemeinen Geometrieobjekte müssen erzeugt und verändert werden können.
- Die Konversion in Bestandsdaten soll im Entwurfssystem vorgenommen werden, falls sich hierzu bereits dort implementierte Algorithmen eignen. Beispiele könnten sein die **Aufbauschicht** und das **Aufrisselement**.

7.6 Notwendige Modifikationen in den AVA-Systemen

Eine wichtige Betrachtung betrifft die Rolle der Systeme, mit denen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung von Maßnahmen organisiert werden (AVA-Systeme). Der Datenaustausch erfolgt heutzutage generell unidirektional vom Entwurfssystem zum AVA-System. Da die AVA-Systeme aber wichtige Informationen zu Materialien, Dimensionen, Ausführungsarten usw. beisteuern können, ist ein Rückkanal wünschenswert, der es gestattet, diese Informationen den Entwurfsobjekten nachträglich zuzuordnen. Schnittstellenformate wie CP/xml [CP116] gestatten dies prinzipiell, weil sie neben Geometrie auch Sachattribute und – besonders wichtig – eindeutige Objektidentifikatoren transportieren können. Allerdings sind die AVA-Systeme derzeit nicht in der Lage, einen solchen Rückkanal zu bedienen.

7.7 Zusatzfunktionen in der OKLABI

Mögliche Erweiterungen (neben den durch die OKSTRA-Erweiterungen erzwungenen) bestehen in Schnittstellen und Konfigurationsmöglichkeiten für den Bau von Konvertern.

7.8 Rückführung von Daten der Bestandsdokumentation in den Entwurf

Der in 7.3 beschriebene Prozess ließe sich um einen Rückkanal von der SIB bzw. anderen FIS ausgehend zur Bereitstellung von Grundlagen für den Entwurf ausbauen.

Hierbei gilt es jedoch, verschiedene Faktoren zu bedenken:

1. Die Genauigkeit der Geometrien in den Bestandsführungssystemen reicht heutzutage nicht für eine Rückführung aus.
2. Bei der Datenübernahme aus dem Entwurf bzw. der Baudurchführung werden die für die Maßnahme verwendeten lokalen kartesischen Koordinaten in die Landeskoordinaten transformiert, die in den Bestandsführungssystemen verwendet werden. Diese Transformation ist nicht längentreu, die üblicherweise verwendeten transversalen Mercatorsysteme (früher Gauss-Krüger, jetzt UTM) weisen mit wachsendem Abstand vom Mittelmeridian steigende Verzerrungen auf. Bei Längenberechnungen müssen deshalb entsprechende Korrekturen vorgesehen werden.
3. Die Beschreibung von Flächen und Volumina nach der ASB über Referenzen auf eine Bestandsachse erlaubt keine exakte Rekonstruktion in Koordinaten, solche Geometrien müssen also explizit mit gespeichert werden. Dies ist in vielen Fällen im OKSTRA bereits vorgesehen. Zu beachten ist außerdem, dass in den Entwurfssystemen erzeugte Geometrien das Endprodukt parametrisch gesteuerter Berechnungsprozesse sind. Die in diese Prozesse einfließenden Daten und Parameter wären das für eine spätere Wiederwendung eigentlich Wichtige, denn im Entwurfsprozess werden nicht die Geometrien verändert, sondern die parametrischen Einstellungen, um Abhängigkeiten zwischen Entwurfselementen konsistent zu halten.
4. Schlüsseltabellenwerte, die Sachverhalte betreffen, die sowohl für den Entwurf als auch für die Bestandsdokumentation relevant sind, müssen harmonisiert werden.

8 Prototyping

8.1 Anwendungsfälle

Auf Wunsch des Betreuerkreises wurde als praktisch wichtiger Anwendungsfall die Erzeugung und der Transport von Aufbauschnitt-Daten realisiert. Der praktische Einsatz würde helfen, die z. z. notorisch schlechte Datenlage für den Straßenaufbau bedeutend zu verbessern.

Als zweiter Anwendungsfall wurde die Erzeugung und Weitergabe von allgemeinen Geometrieobjekten mit Sachattributen betrachtet.

8.2 Architektur

Als Quellsystem wurde ein VESTRA-System bei Straßen.NRW genutzt. Dieses erzeugte OKSTRA-Daten.

OKSTRA-Entwurfsdaten wurden in einem ProVI-System weiterverarbeitet. Dieses berechnete Aufbauschicht-Objekte mit Volumengeometrie, die aber nicht netzreferenziert waren. Außerdem konnten in diesem System angereicherte Geometrieobjekte erzeugt werden.

Die Verortung der Aufbauschicht-Objekte gegenüber der Bestandsachse erfolgte durch ein Plugin mit Hilfe des OKSTRA-Werkzeugs.

Schließlich wurden die Aufbauschichtobjekte mit FME in das Eingabeformat des Informationsmanagements bei Straßen.NRW gewandelt.

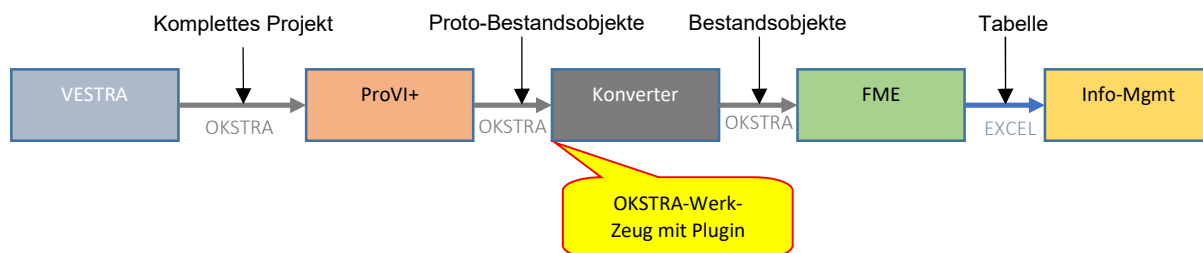


Abbildung 5: Architektur des Prototypen

8.3 Entwicklungsschritte

8.3.1 Datenmodell

Das OKSTRA-Datenmodell der Version 2.017 wurde um folgende Elemente ergänzt:

- Objektart *Aufbauschicht*
 - Zusätzliches Attribut *Volumengeometrie*
 - Alle Attribute sind optional
- Objektart *Allgemeines_Geometrieobjekt*
 - Die geforderten generischen Attribute werden als neue Eigenschaft *Attribut* dargestellt. Dies ist eine Liste von Elementen vom Typ *Name_Wert_Paar*. Dieser besteht aus einer Eigenschaft *Name* zur Aufnahme der Bezeichnung des generischen Attributes und aus einer Eigenschaft *Wert* zur Aufnahme des aktuellen Wertes. Für den Wert wird ein generischer Datentyp *AnyType* angelegt, der sowohl numerische als auch textartige Werte und verschiedene andere aufnehmen kann, siehe Abbildung 4: Generisches Attributmodell.

Das Testmodell erhielt die Entwicklungs-Versionsnummer 2.017.1.

8.3.2 Testdaten

Testdaten wurden dankenswerterweise vom Forschungspartner Straßen.NRW bereitgestellt. Der FN dankt außerdem der Fa. AKG für ihre Unterstützung.

8.3.2.1 Entwurfsdaten

Ein erster Datenabzug kam als Auszug aus einem VESTRA-Projekt für eine Maßnahme auf einem Teilstück der A57. Es enthielt Querprofile sowie eine Bestandsachse. Diese lag nur als Microsoft-Word-Datei vor und wurde manuell in gültiges OKSTRA-Encoding übersetzt. Die Querprofile wurden als OKSTRA-Daten vom FN in das System ProVI eingelesen. Es zeigte sich, dass für eine Weiterverarbeitung zusätzlich Deckenbuch und DGM erforderlich waren. Diese wurden von Straßen.NRW nachgeliefert. Es wurden 3 km Deckenbuch zur Weiterverarbeitung extrahiert.

8.3.2.2 Schnittstelle zum Informationsmanagement von Straßen.NRW

Die Infomanagement-Software verfügt zurzeit über keine OKSTRA-Eingabemöglichkeit. Das akzeptierte Eingabeformat ist ein Microsoft-Office-Tabellenformat (EXCEL bzw. ACCESS). Da das von FN eingesetzte System ProVI aber OKSTRA-Encoding liefert, musste sichergestellt werden, dass eine entsprechende Wandlung möglich ist. Hierzu lieferte Straßen.NRW einen Datensatz mit Aufbauschicht-Information im Tabellenformat. Dieser wurde mit Hilfe von FME und dem OKSTRA-FME-Plugin in OKSTRA-Encoding gewandelt und von dort wieder zurück (round-trip engineering). Da nicht alle im Tabellenformat kodierten Eigenschaften gemäß OKSTRA transportierbar sind, war nicht zu erwarten, dass das Ergebnis der Rückwandlung mit der Quelldatei übereinstimmte. Für die Eigenschaften, die transportierbar waren, konnte die Übereinstimmung sichergestellt werden.

8.3.2.3 Bestandsachse

Die mit den Testdaten von Straßen.NRW gelieferte „Bestandsachse“ erwies sich nicht als Bestandsachse nach den Regularien der ASB. Mit Hilfe von QGIS sowie NWSIB-Online wurde der Teil der A57 ausfindig gemacht, der dem Projekt zuzuordnen ist. Aus beim FN vorhandenen Testdaten wurden damit die Abschnitte ermittelt, die für die spätere Netzreferenzierung zu berücksichtigen sind.

8.3.2.4 Testdaten für generische Attribute

Um die Wandlung von *Allgemeinen Geometrieobjekten* in Strassenausstattungsobjekte testen zu können, wurden Testdaten, die auf den OKSTRA-Webseiten publiziert sind, in die OKSTRA-Version 2.017.1 migriert. Es wurden FB zum Fachthema Beschilderung als Testfall verwendet, als generische Attribute wurden *StVO_ZNr*, *Breite*, *Hoehe*, *Durchmesser* und *Art_der_Aufstellvorrichtung* definiert.

8.3.3 Software-Entwicklung

8.3.3.1 ProVI

Das Entwurfssystem ProVI wurde um folgende Funktionen ergänzt:

- Generierung von Aufbauschicht-Objekten gemäß dem OKSTRA-Modell 2.017.1 aus internen Datenstrukturen
- Erzeugung von *Allgemeinen Geometrieobjekten* mit generischen Attributen

8.3.3.2 OKSTRA-Werkzeug

- Erweiterung um ein OKSTRA-Werkzeug-Plugin zur Konversion von *Allgemeinen Geometrieobjekten* mit Sachattributen, um Testdaten gemäß 8.3.2.4 in Instanzen der Objektarten *Schild* und *Aufstellvorrichtung_Schild* samt Netzreferenzierung umzuwandeln.
- Erweiterung um ein OKSTRA-Werkzeug-Plugin, das die Netzreferenzierung für *Aufbauschichten Streckenobjekte* sind, müssen die einzelnen Punkte innerhalb der Volumengeometrie auf das Netz referenziert werden. Hierzu werden pro Punkt die Abschnittsnummer und die Station bestimmt, Maxima und Minima der Stationen auf den Abschnitten gebildet, wobei die Abschnittsgrenzen zu berücksichtigen sind. Das Plugin nutzt dafür Postgres/PostGIS-Funktionen.

8.3.3.3 FME-Workspaces

- Zur Wandlung von OKSTRA-Encoding in Infomanagement-kompatibles Tabellenformat
- Zur Wandlung von Infomanagement-kompatiblem Tabellenformat in OKSTRA-Encoding

8.3.3.4 OKLABI

- Spezifikation für eine Schnittstelle für Konvertermodule (*ObjektWandler*)
- Implementierung von Wandlern für die in den OKSTRA-Werkzeug-Plugins aus 8.3.3.2 implementierten Konversionsoperationen.

8.4 Vorgehensweise und Resultate

8.4.1 Anwendungsfall Aufbauschichten

Mit dem erweiterten ProVI wurden einerseits aus Entwurfsdaten aus einem andersartigen Quellsystem (VESTRA, siehe 8.2) noch unvollständige *Aufbauschicht*-Objekte, andererseits *Allgemeine_Geometrie*-Objekte mit generischen Attributen erzeugt.

Hierbei wurden zwei Verfahrensweisen getestet. Zum einen wurden möglichst große, homogene Volumenkörper erzeugt, zum anderen wurden einheitliche lange zwischen je zwei 10 Meter auseinanderliegenden Querprofilen.

Für den Prototyp erwies es sich als günstiger, die Daten der zweiten Variante weiterzuverarbeiten, obwohl hierbei erheblich größere Datenmengen entstehen. Der Grund für das gewählte Vorgehen ist, dass die von ProVI gelieferten Volumenkörper nachträglich noch in z-Richtung angeordnet werden müssen, was sich in dieser Variante einfacher gestaltete.

Die *Aufbauschicht*-Objekte wurden mit Hilfe des zum Konverter erweiterten OKSTRA-Werkzeugs um Netzreferenzen längs der und quer zur Bestandsachse sowie um die vertikalen Anordnung vervollständigt und dann wieder als OKSTRA-Objekte ausgegeben. Diese mussten noch an die Schnittstelle des Bestandssystems angepasst werden.

8.4.2 Anwendungsfall Allgemeine Geometrieobjekte

In ProVI wurden Allgemeine Geometrieobjekte, die um einige Sachattribute angereichert wurden, erzeugt: Schild mit StVO-Nr. und Höhe, Schutzplanke mit Länge. Zusätzliche Sachattribute für die Schutzplanke (Modulbezeichnung, Systemname und Lage) wurden händisch angefügt. (Die Lage ist an sich nicht unbedingt erforderlich, da man über die Koordinatengeometrie verfügt.)

Die Schilder wurden in Instanzen von *Schild* und *Aufstellvorrichtung_Schild* gewandelt, die Schutzplanken in solche von *Schutzeinrichtung_aus_Stahl*. Die benötigten Referenzen als *Punktobjekt* bzw. *Streckenobjekt* wurden berechnet und hinzugefügt.

8.4.3 Ergebnis

Prinzipiell ist damit die Möglichkeit der Nutzung von Entwurfsdaten für den Bestand nachgewiesen. Es hat sich herausgestellt, dass für die Wandlung mehrere Arbeitsschritte in unterschiedlichen Systemen notwendig sein können. Dabei ist festzuhalten, dass die verschiedenen Konversionsschritte dort angesiedelt werden müssen, wo sie am zuverlässigsten durchgeführt werden können. Die aufgetretenen Probleme werden im folgenden Abschnitt diskutiert.

8.5 Erkannte Probleme

8.5.1 Schnittstelle des Bestandssystems

Es steht zz. nur eine MS EXCEL-basierte Schnittstelle für den Import von Daten zu *Aufbauschichten* zur Verfügung. Das Tabellenformat stimmt nur z.T. mit dem OKSTRA-Format überein:

- Im Tabellenformat gibt es zusätzliche Spalten, denen keine OKSTRA-Attribute entsprechen: *Detail_E/Detail_F/Detail_G*. das ist die NWSIB-spezifische Interpretation des ASB-Feldes „Zusatzschlüssel“ (optionales landesinternes Kennzeichen).
- Der umgekehrte Fall liegt auch vor: *unvollstaendiger_Aufbau* (existiert nicht in der ASB 2007, nach der die NWSIB aufgebaut ist), *Zusatzschluessel* (siehe oben zu *Detail_E* etc.), *Verknuepfungsnummer* (existiert nicht mehr in der aktuellen ASB).
- Die NWSIB arbeitet mit Stationsangaben in Metern.
- Das EXCEL-Format kann keine Koordinatengeometrie transportieren, d.h. die in den *Aufbauschicht*-Objekten gelieferte exakte Volumengeometrie geht verloren.

Empfehlung: Mittelfristig Implementierung einer OKSTRA-Schnittstelle.

8.5.2 Datenlage Entwurfsdaten

- Querprofil-Daten sind nicht geeignet für die Herstellung von Aufbauschichten. Die Querprofile werden im Entwurf aus den Schichten berechnet, sind eine abgeleitete Information, und nicht die Grundlage zur Definition der Schichten. Es gibt im OKSTRA-Entwurfsschema keine Objektart für den Transport von Schichten.

Empfehlung: Verwendung der *Aufbauschicht*-Objekte zum Transport der Information auch zwischen Entwurfssystemen.

- Die gelieferten OKSTRA-Daten waren fachlich z.T. unrichtig. Es ist unbekannt, welches die Ursache hierfür ist.
 - Fehlende Achsen bei *Abstand_Achse_Achse*
 - *Profillinien* ohne *QP-Punkte*
 - mehrdeutige Definition von Breiten: gleichzeitige Angabe z.B. von *Abstand_Achse_Achse* und *Abstand_Achse_Linie* bei einem Breitenobjekt
 - ProVI bemängelt Stationierungsrichtung in Spur 0, OKSTRA macht keine Angabe zur Belegung der Stationierungsrichtung

Empfehlung: Fehleranalyse durch den Systemhersteller.

- Bestandsachse: Unterschiedliche Bedeutung im Entwurfs- und ASB-Umfeld
 - Die im Entwurfsprojekt enthaltene und dort als Bestandsachse bezeichnete Achse entspricht nicht der Bestandsachse einer Straße im Sinne der ASB und kann nicht für die Netzreferenzierung verwendet werden. Sie liegt am linken Rand der nach Norden gerichteten Fahrbahn statt in der Mitte zwischen den Fahrbahnen.

Empfehlung: Die benötigten Bestandsachsen werden am besten aus dem Bestandsführungssystem genommen, wo sie einer für die Netzreferenzierung ausreichenden Genauigkeit vorliegen müssen.

- Die z-Werte für die Aufbauschichten konnten nicht aus den Höhenkoordinaten der Straßenoberfläche berechnet werden, weil die Bestandsachse nur zweidimensional vorliegt. Stattdessen wurden die z-Werte nachgelagert aus der relativen Anordnung der Volumenkörper gewonnen (siehe 8.4)

Empfehlung: Mittelfristig 3-D-Ertüchtigung der Bestandsführungssysteme.

8.5.3 Komplexität der Konversion der Aufbaudaten

Die Konversion der Aufbaudaten in das Bestandsformat basierte auf der Analyse der Volumengeometrie an den Aufbauschichten und umfasste drei Gruppen von Tätigkeiten:

- Referenzierung als Streckenobjekt auf die Bestandsachse des Straßennetzes.
- Ermittlung der minimalen und maximalen Abstände bezogen auf die Bestandsachse des Straßennetzes am Beginn und Ende der Aufbauschichten (Lateralverortung).
- Bestimmung des z-Wertes aus der relativen Lage der Aufbauschichten zueinander und mittels der vorhandenen Information über die Schichtdicke.

Insgesamt erwies sich dies als aufwändiger und komplexer Prozess. Die Referenzierung längs der Bestandsachse ergab in ca. zwei Prozent der Fälle eine größere Länge der Aufbauschichtobjekte, als sie gemäß der Ausgangslage nach der Erzeugung durch ProVI zu erwarten gewesen wäre. Dies führte in Folge zu Überlappungen in Längsrichtung, die aufgrund des Erzeugungsprozesses nicht auftauchen dürfen. Als wahrscheinliche Ursache wird mangelnde Genauigkeit der verwendeten Bestandsachse vermutet, dies müsste jedoch durch eine zusätzliche Analyse erhärtet werden.

Bei der Lateralverortung ergaben sich viele Fälle (fast 30%), bei denen die eine Begrenzung der Aufbauschicht in Längsrichtung auf eine andere Seite der Bestandsachse als die andere zu liegen kam, was bei einer Autobahn mit mittig liegender Bestandsachse nicht sein darf. Die Verschiebung beträgt jeweils einige Dezimeter. Auch hier scheint die mangelnde Genauigkeit der Bestandsachse die Ursache zu sein.

Der Algorithmus zur Anordnung der Aufbauschichten in vertikaler Richtung ergab teilweise unterschiedliche z-Werte für ein und dieselbe Schicht. Es ist unklar, ob es sich hierbei um ein Problem des Algorithmus oder eines der Daten handelt. Es ist dringend geboten, dass die vertikale Anordnung der Schichten bereits im erzeugenden Entwurfssystem ermittelt wird. Es würde ausreichen, diese ordinal auszudrücken (oberste, zweitoberste usw.). Die z-Werte können dann durch Summenbildung über die Schichtdicken errechnet werden.

8.5.4 Weitere Anmerkungen

- Der Inhalt des Mapping von Name-Wert-Paaren an den erweiterten *Allgemeinen Geometrieobjekten* hängt vom Entwurfsprogramm ab, zur korrekten Abbildung in Bestandsobjekte muss eine genaue Beschreibung vorliegen, wie die Sachattribute belegt werden, z.B. Maßeinheiten.
- In Entwurfsdatensätzen werden meist lokale Koordinaten verwendet. Zur Übernahme in den Bestand müssen diese in das Koordinatensystem des Bestandssystems umgerechnet werden. Zur hiermit verbundenen Problematik der fehlenden Längentreue siehe 7.8.

9 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Zur Durchsetzung einer durchgängigen Informationskette vom Entwurf zur Bestandsdokumentation sind folgende Kostenfaktoren zu betrachten:

- die Kosten für Anpassung bzw. Neuentwicklung von Software zur Implementierung der notwendigen Schnittstellen und Informationskanäle. Dies betrifft die CAD-Systeme für den Entwurf, die AVA-Systeme sowie die Straßeninformationsbanken der Länder bzw. dort eingesetzte Fachinformationssysteme (siehe 4.3.2).
- die Kosten für die Anpassung von Regelwerken
- die Kosten für die Bestandserfassung bzw. ein Änderungsmanagement

Die drei Faktoren werden im Folgenden im Detail betrachtet. Anschließend werden die Potentiale für Einsparungen diskutiert.

9.1 Kosten für Softwareanpassungen und Neuentwicklungen

Es sind an zahlreichen Softwaresystemen Anpassungen notwendig. Eine verlässliche Schätzung der entstehenden Kosten ist ausgesprochen schwierig. Die im Folgenden genannten Zahlen können nur ein sehr grober Anhaltspunkt sein.

Für die Programmierung einer OKSTRA-Importschnittstelle zu einer SIB oder einem FIS zur Aufnahme von Daten ohne Netzänderung wird nach Expertenschätzung mit 30-40 Personentagen gerechnet. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass OKSTRA-Schnittstellen für neue Anwendungen mittlerweile regulär in den Ausschreibungen verlangt werden, sobald die „Entwicklungsgrundsätze für IT-

Vorhaben im Straßenwesen“ [EGS12] einzuhalten sind. In diesen Fällen entstehen also keine zusätzlichen Kosten.

Für die Kosten für Anpassungen der verwendeten CAD- und AVA-Systeme liegen keine Schätzungen vor. Die Systeme verfügen bereits über OKSTRA-Export-Schnittstellen, es sind aber gegenüber der aktuellen Situation neue, strukturierte Objekte aus den internen Datenstrukturen zu bilden. Die Industrie bewegt sich jedoch bereits in diese Richtung, um in Zukunft die IFC-Schnittstelle bedienen zu können. Grundsätzlich werden die Entwicklungen über Lizenz- und Pflegekosten finanziert. Ein wichtiger Gesichtspunkt ist hierbei noch der Rückkanal von den AVA-Systemen in die CAD-Systeme, hier wären zusätzliche Investitionen notwendig. Ohne diesen Rückkanal gehen jedoch viele bestandsrelevante Informationen verloren.

Der zentrale Punkt ist, dass der weitaus größte Teil der Kosten in diesem Bereich nur einmal anfallen würde (Erstellung bzw. Zusatzlizenzierung). Der Pflegeaufwand für die zusätzlich benötigten Schnittstellen und Fähigkeiten nimmt vermutlich nur einen geringen Anteil der gesamten Pflegeaufwände für die Produkte ein.

9.2 Kosten für Regelwerksanpassungen

Dieser Faktor betrifft:

- Anpassungen der ASB, der STLK sowie der Fachbedeutungslisten
- die Modellerstellung und –pflege für die neuen, objektorientierten Datenstrukturen

Die wesentliche Aktivität beim zweiten Punkt ist die Einführung des generischen Attributmodells. Diese wird bereits jetzt von der Unterarbeitsgruppe „RAS-Verm“ (arbeitet im Auftrag des Arbeitsausschusses 2.11 der FGSV) vorangetrieben, die dies im Hinblick auf eine notwendige detailliertere Beschreibung der für die RAS-Verm relevanten Objektarten tut. Speziell aus den Vorschlägen der gegenständlichen Arbeit entstehende Kosten gibt es nicht.

Auch die Fachgruppen ASB, und OKSTRA (ITKO) und der Querschnittsausschuss 6 der FGSV(STLK) arbeiten unabhängig von diesen Vorschlägen.

In Bezug auf die Fachbedeutungslisten ist anzumerken, dass vom gegenständlichen Vorhaben nur gefordert wird, das generische Attributmodell auf Sachverhalte anzuwenden, die bestandsrelevant sind. Hierbei ist die bundesweite Einheitlichkeit notwendig, weil die ASB als Grundlage der Bestandsdokumentation bundesweit Gültigkeit hat. Die Pflege dieses generischen Attributmodells könnte kostenneutral im Rahmen der OKSTRA-Pflege erfolgen.

Unterschiedliche Prozesse in den SBV können es erforderlich machen, dass weiterhin länderspezifische Fachbedeutungen und Attribute innerhalb des generischen Attributmodells gepflegt werden.

Im Hinblick auf BIM und ein echtes Life Cycle Management müssen grundsätzlich Regelwerke für organisatorische und technische Strukturen geschaffen werden, bei denen Planung, Ausführung und Bestandsdokumentation viel besser koordiniert werden.

9.3 Kosten für Bestandserfassung und Änderungsmanagement

Mit Vertretern von Straßen.NRW wurden die verschiedenen Verfahren der Bestandserfassung erörtert. Es sei hier aus der entsprechenden Stellungnahme zitiert (kursiv: Ergänzungen des FN):

„Gegenüberstellung der Verfahren:

- 1.) Angaben aus der Ausführungsplanung (1:1) übernehmen

Vorteil: Fahrbahndeckenaufbau (Aufbaudaten - Planum, Frostschutz, Tragschicht, Binder, Deckschicht) können aus dem Deckenbuch übernommen werden. Messungen (Kontrollen) erfolgen unter den in der ZTV-Verm angegebenen Genauigkeitsangaben im örtlichen System (Achszug). Die Übergabe des Deckenbuchs an die im endgültigen System berechnete Achse ist nur noch eine rechnerische Transformation.

Nachteil: Es[...] obliegen sämtliche anderen Bauteile den Gegebenheiten der Örtlichkeit – Anpassen an Bestand – Machbarkeit – Summierung von Ungenauigkeiten - usw. Man befindet sich stets im örtlichen System.

- 2.) Fortlaufende Bestandsaufnahme während der Bauzeit

Vorteil: Ideal für unterirdische Versorgungsleitungen (auch Kanalisation), die offen sichtbar sind. Endgültig fertiggestellte Streckenabschnitte, BW-Überbauten, LS-Anlagen können automatisch im Zuge zum Beispiel von Kontrollmessungen mitgemessen werden. Gesicherter Arbeitsbereich.

Nachteil: Messungen immer nur abschnittsweise, je nach Fertigstellung. Häufige Messungen auf derselben Fläche, Fahrbahn kann noch nicht endgültig aufgenommen werden, weil z.B. Markierungsarbeiten erst zum Schluss erfolgen

- 3.) Komplette Messung der (oberirdischen) Topografie nach Bau – im gesicherten, nicht unter Verkehr befindlichen, Bereich

Vorteil: Im gesicherten, frei sichtbaren Arbeitsbereich ist die Vermessung (ob mit Tachymeter oder per Scanner Messung) maximal möglich: größter Ausdehnungsbereich, bei maximalen Zielweiten, einmaliger Standpunkt, es wird im endgültigen (gewünschten) Festpunktfeld nach Lage und Höhe ausgewertet.

Nachteil: unterirdische Versorgungseinrichtungen sind frei zu machen (Kanaldeckel oder Sichtgräben usw.), Deckenaufbau ist logischerweise nicht mehr nachvollziehbar – es sei denn, man zieht im gleichen Zuge Bohrkerne.

Zusammenfassung:

Um also einen Bestandsplan (all inclusive) zur Übergabe an die Informationssysteme (mit allen vorgesehenen Fachschalen) oder als neuen Lageplan für die Planung („nach dem Spiel ist vor dem Spiel“) zu bekommen bietet sich unter Wahrung des Wirtschaftlichkeitsprinzips eine Kombination aus allen drei Abläufen an:

Aufbaudaten (Fahrbahndeckenaufbau), (in den meisten Fällen) die Lage (nicht die Höhe) der Brückenbauwerke kann den Ausführungsunterlagen mit anschließender Transformation in das endgültige Netz (ETRS89?) entnommen werden.

Unterirdischer Bestand (Versorgung-Einrichtungen – Kanalisation, usw.) sollte im Zuge der fortlaufenden Bestandsaufnahme während der Bauzeit gemessen werden.

Die Messung des Oberirdischen Bestandes – der Geländemodelle – der Topografie – der sichtbaren Objekte ist am besten zum Bauende kurz vor Verkehrsfreigabe im Zuge einer Komplettaufnahme zu lösen.“

Hierbei ist zunächst anzumerken, dass die erfassten Daten nicht nur für die Bestandspläne Verwendung finden, sondern auch für die NWSIB. Dabei werden die meisten Objekte nach einem Objektartenkatalog mit Geometrie und Fachbedeutung aufgenommen. Für die Entwässerungseinrichtungen gibt es dagegen eine wesentlich detailliertere Erfassung, weil mit diesen Daten das FIS „FS Kanal“ bei Straßen.NRW versorgt wird.

In diesem Zusammenhang wurden auch Kostenermittlungen auf der Basis realer Projekte vorgelegt. Für eine Komplettaufnahme (siehe oben, Punkt 3.) von 7.5 km sechsstreifiger Autobahn mit 50 m Korridor unter Sperrung, also ohne Verkehr) ergaben sich hierbei 390 Arbeitsstunden, das sind 52 h/km. Für ein Bundesstraßenprojekt mit zwei Streifen von ca. 18 km Länge ergaben sich 38 h/km.

Für ein Projekt der grundhaften Sanierung eines 2.5 km langen Abschnitts einer 6-streifigen Autobahn mit fortlaufender Bestandserfassung unter Verkehr mit spurweiser Sicherung ergaben sich dagegen 450 h/km.

Für mögliche Kosten für ein Änderungsmanagement ergaben sich keine Anhaltspunkte.

9.4 Einsparungspotentiale

Die Zahlen aus dem vorigen Abschnitt sagen allerdings über erzielbare Einsparungen bei Nutzung von Informationen der Ausführungsplanung wenig aus, da in allen Fällen immer eine vollständige Aufnahme aller für die Straßenbestandspläne und die SIB benötigten Objekte durchgeführt wird.

Das Verfahren der vollständigen Aufnahme ist besonders für unterirdisches Inventar problematisch. Wenigstens dieses müsste während der Bauausführung kontinuierlich erfasst werden bzw. Änderungen gegenüber dem Ausführungsplan müssten dokumentiert werden, siehe die Zusammenfassung des vorigen Abschnitts 9.3. Gerade für das unterirdische Inventar sind baubegleitende Kontrollmessungen sowieso erforderlich, deren Ergebnisse könnten dann weiterverwendet werden. Das Fehlen der Informationen über das unterirdische Inventar führt letztlich dazu, dass die Informationen später, wenn sie gebraucht werden, auf sehr kostenintensive Weise neu gewonnen werden müssen.

Auch bei der üblichen auf geometrische Lage und Objektart ausgerichteten Kompletterfassung (Vermessung oder Videobefahrung) sind die Informationen zur genauen Ausführung (Materialien, Dimensionen, Ausführungsarten usw.) i.d.R. nicht verfügbar.

Die dauerhaften Einsparpotentiale liegen also in der Vermeidung von Aufwänden für nachträgliche, kostenintensive Informationsbeschaffung. Wenn z.B. ein Schild ersetzt werden muss, ist es hilfreich, von vornherein zu wissen, wie es aufgestellt ist und was darauf steht, anstatt zuerst an Ort und Stelle nachschauen zu müssen.

Das Ziel, solche Aufwände zu vermeiden, wird erreicht, in dem benötigte Information in dem Moment erfasst wird, in dem sie entsteht, und dann laufend aktuell gehalten wird. Erreichen kann man dies, indem man die Daten aus Ausführungsplanung und AVA während der Ausführungsprozesse (Bau des Straßenkörpers, Einbau von unterirdischen Einrichtungen (z.B. Entwässerung, Leitungen), Aufstellung von Ausstattung) aktuell hält. Bei unterirdischen Sachverhalten muss dies während der

Bauphase (s.o) gewährleistet sein. Ansonsten können mobile Verfahren zum Einsatz kommen, siehe 5.3.

Es ist natürlich erforderlich, dass die Datenbasis auch während des Betriebes aktuell gehalten wird. Regelmäßige Inventuren des oberirdischen Inventars, z.B. durch Laserscans und Videobefahrungen, werden sich nicht vermeiden lassen, weil selbst bei sorgfältigster Dokumentation im Lauf der Zeit Diskrepanzen zwischen Realität und Bestandsdatenhaltung entstehen werden (z.B. zerstörte oder illegal beseitigte Schilder).

Eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung könnte mit Werkzeugen des CIO Bund durchgeführt werden (liegt aber außerhalb des gegenständlichen Vorhabens):

http://www.cio.bund.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Architekturen-und-Standards/WiBe_50.pdf

http://www.cio.bund.de/Web/DE/Architekturen-und-Standards/Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen/Software/software_node.html

https://www.itzbund.de/DE/Produkte/WiBe/wibe_node.html

Das Konzept richtet sich zwar vornehmlich auf IT-Vorhaben, kann aber auf andere Bereiche übertragen werden (siehe Kapitel 7 in WiBe_50.pdf)

10 Handlungsempfehlungen

Aus den bisherigen Ausführungen dieses Berichts ergeben sich die im Folgenden ausgeführten Handlungsempfehlungen.

10.1 Life Cycle Management

Übergeordnete Empfehlung ist das Hinwirken auf ein in allen Schritten IT-unterstütztes Life Cycle Management für die Straße, inklusive aller dazugehörigen Konstruktionen und Einrichtungen.

10.2 Nutzung vorhandener durchgängiger Modelle

Hierunter fällt die Forderung nach der Implementierung von OKSTRA-Schnittstellen für Landschaftspflege und Grunderwerb/Liegenschaftsverwaltung, weil die zugrundeliegenden OKSTRA-Modelle sowohl für die Planung als auch für die Bestandsdokumentation geeignet sind.

10.3 Einführung eines generischen Attributmodells

Dies bedeutet die Abkehr von der bisherigen Praxis der Verwendung der allgemeinen Geometrieobjekte mit länderspezifischen Fachbedeutungen. Im Einzelnen ergeben sich daraus folgende Forderungen:

Überführung der Inhalte der Fachbedeutungslisten in „einfache Objektstrukturen“, d.h. etwas intelligenterer allgemeine Geometrieobjekte, die auch Sachattribute tragen können. Es müssen Sachattribute vorgesehen werden, die bestandsrelevante Information aufnehmen können, allerdings ist die Definition von Sachattributen nicht darauf beschränkt.

Es werden für bestandsrelevante Sachverhalte bundesweit einheitliche Definitionen für das generische Attributmodell (siehe auch die RAS-Verm-Überarbeitung) benötigt,

Für die bestandsrelevanten Definitionen müssen die verwendeten Begrifflichkeiten mit den Regelwerken der Bestandsführung (ASB, Maßnahmenkatalog M3) abgeglichen werden.

Die bestandsrelevanten Definitionen des generischen Attributmodells müssen zentral gepflegt werden, wobei wegen des stetigen Änderungsbedarfs ein schnelles und unbürokratisches Verfahren zu implementieren ist.

Das generische Attributmodell ist im OKSTRA® zu verankern.

Die im Einsatz befindlichen CAD-Systeme müssen das generische Attributmodell unterstützen. Sie müssen die Bildung, Änderung sowie den Import und Export der Objekte gestatten.

10.4 Weitere Datenstrukturen

Die im Einsatz befindlichen CAD-Systeme müssen komplexere Datenstrukturen, die für die Bestandsdokumentation relevant sind, im OKSTRA-Im- und Export unterstützen. Prominentes Beispiel ist die Aufbauschicht, deren Volumengeometrie und relative vertikale Lage ermittelt werden sollte. Siehe hierzu 7.1.

10.5 OKSTRA-Schnittstellen für die Bestandsdokumentation

Es sind OKSTRA-Importschnittstellen bei den Bestandssystemen für alle relevanten Objektarten vorzusehen.

10.6 Rückführung von AVA-Daten

Es ist ein Rückkanal in die Entwurfssysteme für Daten vorzusehen, die in AVA-Systemen erfasst werden, wie z.B. Materialangaben, genaue Typen von Ausstattungselementen. Hierzu ist eine Konkordanz zwischen den generischen Sachattributen nach 10.3 und den Standardleistungskatalogen herzustellen. Die Rückführung muss objektscharf erfolgen. Die für den Vorwärtskanal eingesetzte Schnittstelle CP/xml lässt dies zu, wie auch die Übermittlung von Sachattributen. Allerdings gehen heutzutage in den AVA-Systemen die Objektbezüge durch Aggregationsprozesse verloren.

10.7 Konversionssoftware

Für die Übernahme der Entwurfsdaten ist zuverlässig arbeitende Konversionssoftware für Daten zu entwickeln, die nach Umsetzung der Empfehlungen 10.3 und 10.4 strukturiert sind. Siehe hierzu Kapitel 7.

10.8 Regeln für Koordinatensysteme

Es sind klare Regeln über die im Entwurf bzw. im Bestand zu verwendenden Koordinatensysteme und die Transformationen dazwischen zu definieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in den Transversal-Mercator-Systemen wie UTM größere Längenverzerrungen auftreten. Es ist unbedingt zu überdenken, ob nicht bundesweit ein einheitliches System für alle Prozessschritte eingeführt werden sollte, analog zum dem bei der Deutschen Bahn eingesetzten DB-Ref.

10.9 Definierter Datenübernahmeprozess

Es ist ein Datenübernahmeprozess zu beschreiben, der von der Ausführungsplanung über Änderungen bei der Baudurchführung bis zur Bestandsdokumentation reicht. Insbesondere sind Prüf- und Korrekturschritte einzuplanen.

10.10 Änderungsmanagement

Es ist ein schlankes Änderungsmanagement für bestandsrelevante Entwurfsdaten der Ausführungsplanung zu entwickeln, das sich ohne erhebliche Mehraufwände in den Prozess der Baudurchführung eingliedern lässt. Dies ist insbesondere für unterirdische Sachverhalte zu fordern, die später nur schwer während der Betriebsphase zu rekonstruieren sind.

10.11 Mobile Verfahren

Es ist zu überprüfen, wie mobile Verfahren, die auch später in der Betriebsphase eingesetzt werden können, insbesondere für die Erfassung von Straßenausstattung genutzt werden können, siehe

10.12 Parametrische Modelle

Es ist zu prüfen, ob parametrische Modelle, die in CAD-Systemen zur Berechnung von Geometrien unter Berücksichtigung von Zwangsbedingungen, wie z.B. Kollisionsfreiheit, eingesetzt werden, standardisierbar sind. Diese Empfehlung bezieht sich auf eine mögliche Weiternutzung von Bestandsdaten in weiteren Entwurfsprozessen, siehe 7.8.

10.13 Synchronisierung der Änderungen der Regelwerke und Systeme

Eine engere Verzahnung des Versionsmanagements sowohl der IT-relevanten Regelwerke (siehe 4.1) sowie der danach aufgebauten IT-Systeme wäre erstrebenswert, um einheitliche und stabile Datenstrukturen für den Datenaustausch definieren zu können und damit die Durchgängigkeit der Austauschprozesse zu verbessern. Siehe auch 4.7.5

10.14 Berücksichtigung von BIM

Bei der Umsetzung der Handlungsempfehlungen sind die Ergebnisse der gegenwärtigen Vorhaben zur Umsetzung des Stufenplans Digitales Bauen 2.0 [STU15] zu berücksichtigen.

11 Fazit

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass die Etablierung eines durchgängigen Datenflusses von der Ausführungsplanung bis zur Bestandsdokumentation in allen fachlichen Themenbereichen eine realistische Perspektive hat. Dafür müssen jedoch Voraussetzungen geschaffen werden, die in vierzehn Handlungsempfehlungen niedergelegt wurden.

Zusammen mit den Ansätzen des Building Information Modelling/Management (BIM) ergibt sich hieraus die weitere Perspektive auf ein vollständiges Life Cycle Management für die Straße.

12 Verzeichnisse

12.1 Abkürzungsverzeichnis

Wort	Bedeutung
ASB	Anweisung Straßeninformationsbank
AVA	Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
BIM	Building Information Modeling
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
CAD	computer-aided design / rechnerunterstütztes Konstruieren
CPIxml	Construction Process Integration XML
CTE	Clear Text Encoding (ISO 10303-21), zu EXPRESS (ISO 10303-11) gehöriges Textformat zum Austausch von Daten
DIN	Deutsches Institut für Normung
FB	Fachbedeutung
FE	Forschung und Entwicklung
FGSV	Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen
FIS	Fachinformationssystem
FM	Facility Management
FS	Fachschale
GIS	Geographisches Informations-System
GPS	Global Positioning System
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in the European Community
IT	Informationstechnologie
ITKO	Dienstbesprechung IT-Koordination
LAP	Landschaftspflegerischer Ausführungsplan
LV	Leistungsverzeichnis
NWSIB	Straßeninformationsbank Nordrhein-Westfalen
OKSTRA®	Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen
OKLABI	OKSTRA®-Klassenbibliothek
QS	Qualitätssicherung
RAS	Richtlinie für die Anlage von Straßen
REB	Regelungen für die Elektronische Bauabrechnung

Wort	Bedeutung
SBV	Straßenbauverwaltung
SIB	Straßeninformationsbank
STLK	Standardleistungskatalog
UI	Unterhaltung und Instandsetzung
UML	Unified Modeling Language
VwV	Verwaltungsvorschrift
VzKat	Katalog der Verkehrszeichen
XML	Extensible Markup Language
XSLT	XML Stylesheet Language for Transformations

12.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ist-Geschäftsprozess, entnommen aus [VHO11].....	17
Abbildung 2: Soll-Geschäftsprozess, entnommen aus [VHO11].....	18
Abbildung 3: Konversionsprozess	55
Abbildung 4: Generisches Attributmodell.....	57
Abbildung 5: Architektur des Prototypen.....	59

12.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der fachlichen Bereiche für eine Neu- oder Ausbaumaßnahme, entnommen aus [PLA14]	25
Tabelle 2: Beziehungen Prozessschritte des Planungsprozesses zu Fachthemen ..	35

12.4 Literaturverzeichnis

Kürzel	Dokument
[AAB14]	Arbeitshilfen Abwasser, 2. Auflage, Oktober 2014 (http://www.arbeitshilfen-abwasser.de/Materialien/Texte/141031arbeitshilfen_abwasser.zip)
[AEB16]	Dr. Dietmar Berthold, ASB-/OKSTRA-konforme Erfassung und Bewertung kommunaler Straßennetze, Vortrag im Kolloquium „Kommunale Daten: Grab oder Schatz“, Köln 2016 http://www.kim-strasse.de/uploads/media/Dietmar_Berthold_-_OKSTRA-konforme_Strassennetze.pdf
[APA12]	OBERMEYER Planen + Beraten GmbH für die Stadt Aschaffenburg, Ausführungspläne/Planungsdaten für die Bahnparallele 1. Bauabschnitt (unveröffentlicht), 2011-2012
[ASB07a]	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, ASB – Anweisung Straßeninformationsbank, Teilsystem: Netzdaten, 2007
[ASB07b]	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, ASB – Anweisung Straßeninformationsbank, Teilsystem: Bestandsdaten, 2007
[ASB09a]	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, ASB – Anweisung Straßeninformationsbank, Teilsystem: Netzdaten, Version 2.01, 2009
[ASB09b]	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, ASB – Anweisung Straßeninformationsbank, Teilsystem: Bestandsdaten, Version 2.01, 2009
[ASB13]	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung

Kürzel	Dokument
	Straßenbau, ASB-ING – Anweisung Straßeninformationsbank, Segment Bauwerksdaten, 2013
[ASB14]	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Abteilung Straßenbau, ASB – Anweisung Straßeninformationsbank, Version 2.03, 2014
[ASB14a]	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Abteilung Straßenbau, ASB – Anweisung Straßeninformationsbank, Version 2.04, Segment Entwässerung 2014
[BIM15]	Amann, J., Borrmann A., Analyse zur Erstellung eines 3D-BIM-konformen Straßenentwurfs auf Basis von IFC-Alignment aus einem OKSTRA konformen 2D-Straßenentwurf unter Einsatz der TUM Open Infra Platform in Verbindung mit der OKSTRA-Klassenbibliothek, Lehrstuhl für Computergestützte Modellierung und Simulation, Leonhard Obermeyer Center, Technische Universität München, 2015
[BJH15]	Hettwer, J., BIM – eine Vision für das Straßeninformationssystem der Zukunft?, Beitrag zu den NWSIB-Tagen 2015, interactive instruments GmbH 2015
[CPI16]	RIB Software AG, Specification CPI – Geometry Data Format, Stuttgart 2016
[EAR12]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, EAR – Empfehlungen für die Anlagen des ruhenden Verkehrs, Ausgabe 2005 mit Korrekturen 2012, FGSV-Verlag, Köln 2012
[EES14]	Straßen.NRW, Grundsatzabteilung Straßenentwurf, Planungsleitfaden Erhaltungsentwurf Strecke für vorlagepflichtige Entwürfe (Teile Unterlagen, Schnittstellen) (Dokument im Status Entwurf), Stand 16.12.2014
[EGI12]	Entwicklungsgrundsätze für IT-Vorhaben im Straßenwesen, Version 2.0, Dienstbesprechung IT-Koordinierung im Straßenwesen, 21.03.2012
[ELA13]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Empfehlungen für die landschaftspflegerische Ausführung im Straßenbau (ELA), Ausgabe 2013, FGSV-Verlag, Köln 2013
[ENS07]	Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, Dr. Volkmar Tönnies, Einsatz der NWSIB in der Niedersächsischen Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr (NLStBV), November 2007. Im Internet verfügbar unter http://www.nwsib.nrw.de/downloads/nwsib_tage_2007/NLStBV.pdf , Dokument angefordert am 13.11.2015
[ERS11]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, ERS – Empfehlungen für Rastanlagen an Straßen, Ausgabe 2011, FGSV-Verlag, Köln 2011
[FBL15]	OKSTRA-Fachbedeutungslisten, Menüpunkt Fachbedeutungslisten auf http://www.okstra.de/ , Seite angefordert am 19.11.2015
[FEN10]	Straßen.NRW, Pläne Feststellungsentwurf BN56n (unveröffentlicht),

Kürzel	Dokument
	2007-2010
[FSV15]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) Verlag, Veröffentlichungen 2015
[GBS10]	Forschungsprogramm Straßenwesen, FE 04.222/2008/ARB, Positionspapier: Gemeinsames Bezugssystem Entwurf – Bestand, ARGE LEHMANN + PARTNER – INVER – Heller Ingenieurgesellschaft, 2010 (unveröffentlicht)
[GEO11]	MARSCHAL C., KOCH R., HOLZEMER, Moderation GE/Office, Situationsanalyse und Konzept, 2011 (für NLStBV)
[GIDXX]	GeoInfoDok V6.0 (2008) und V7.0 (2015)
[HAV14]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Hinweise für das Anbringen von Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen (HAV), 2014
[HOA13]	Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure – HOAI), 2013. Im Internet verfügbar unter http://www.gesetze-im-internet.de/hoai_2013/index.html , Seite angefordert am 13.05.2015
[HVB14]	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Abteilung Straßenbau, Handbuch für die Vergabe und Ausführung von Bauleistungen im Straßen- und Brückenbau – HVA B-StB, 2014
[HVF14]	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Abteilung Straßenbau, Handbuch für die Vergabe und Ausführung von freiberuflichen Leistungen im Straßen- und Brückenbau – HVA F-StB, 2014
[IMG07]	KOCH R., MARSCHAL C.: Informationsmanagement mit der NWSIB, Fachprozesse, Feinkonzept. Rosenthaler + Partner AG, Muttenz (CH), 2007
[ISZ]	Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr (NLStBV), Ausschreibung GIS-Leitungskataster, Ist-Soll-Zustand, (unveröffentlicht)
[KIP08]	KRÄMER, B.: Die Kommunikation in gemeinsamen Planungsprozessen der Straßen- und Landschaftsplanung aus Sicht eines Landschaftsplaners, In: Buhmann, E., Pietsch, M., Heins, M. (Hrsg.): Digital design in landscape architecture, Proceedings at Anhalt University of Applied Sciences, Heidelberg 2008
[LBD13]	Straßen.NRW, Fachcenter Vermessung/Straßeninformationssysteme (FCVS), Leitfaden Bestandsdatenerfassung, 2013
[LEW14]	Straßen.NRW, Fachcenter Vermessung/Straßeninformationssysteme (FCVS), Leitfaden zur Entwässerungsdokumentation V2.6, Datenaufnahme und Datenbereitstellung für die Fachschale Kanal V4.0, 2014
[MAK11]	Länderfachgruppe Straßenbetrieb unter Mitwirkung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung

Kürzel	Dokument
	Straßenbau, Straßenverkehr, Maßnahmenkatalog M3, Richtlinie zur Erhebung des Anlagebestandes der Bundesfernstraßen, 2011
[MUI09]	Landesbetrieb Straßenbau NRW, Monika Ferreira und Jürgen Porwollik, Management betrieblicher Bestandsdaten mit der Fachschale UI, Oktober 2009. Im Internet verfügbar unter http://www.nwsib.nrw.de/downloads/nwsib_tage_2009/Betriebl%20Bestandsdaten%20FSUI_3.0.pdf , Dokument angefordert am 13.11.2015
[NUS06]	Landesstelle für Straßentechnik Stuttgart, Nutzungsanforderungen an die SIB, Stand: 26.01.2006 (unveröffentlicht)
[OKS09]	OKSTRA [®] , Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen, Version 1.014, 2009, (http://www.okstra.de)
[OKS11]	OKSTRA [®] , Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen, Version 1.015, 2011, (http://www.okstra.de)
[OKS14]	OKSTRA [®] , Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen, Version 2.016, 2014, (http://www.okstra.de)
[OKS16]	OKSTRA [®] , Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen, Version 2.017, 2016, (http://www.okstra.de)
[O2I13]	Feinkonzept für ein Werkzeug zur Transformation von OKSTRA [®] -Daten in das INSPIRE-Modell, 2013 (http://www.okstra.de/docs/n-dokumente/n0137.pdf)
[PLA14]	MATTNER, W. et al.: Planungsleitfaden Ausführungsplanung. Teil: Planung und Ausstattung. Arbeitskreis Planungsleitfaden Ausführungsplanung, Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen, Stand 26.03.2014
[PUI15]	LISt GmbH im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Zentrale Fachverfahren der Straßenbauverwaltung - Das Informationssystem für den Straßen- unterhaltungs- und Betriebsdienst - PRO-UI, November 2015, Im Internet verfügbar unter http://www.list.smwa.sachsen.de/229.htm , Seite angefordert am 13.11.2015
[QOL08]	PIETSCH, M., HEINS, M.: Qualifizierung und Optimierung der Landschaftsplanung durch Standardisierung und Informationsmanagement am Beispiel des OKSTRA, In: Buhmann, E., Pietsch, M., Heins, M. (Hrsg.): Digital design in landscape architecture, Proceedings at Anhalt University of Applied Sciences, Heidelberg 2008
[RAA08]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, RAA – Richtlinien für die Anlage von Autobahnen, FGSV-Verlag, Köln 2008
[RAL12]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, RAL – Richtlinien für die Anlage von Landstraßen, FGSV-Verlag, Köln 2012
[RAQ96]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Richtlinien für die Anlage von Straßen (RAS), Teil: Querschnitte (RAS-Q), FGSV-Verlag, Köln 1996
[RAS06]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, RASt –

Kürzel	Dokument
	Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen, FGSV-Verlag, Köln 2006
[RAV01]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Vermessung (RAS-Verm), FGSV-Verlag, Köln 2001
[REB13]	REB-Verfahrensbeschreibungen, Sammlung der Regelungen für die elektronische Bauabrechnung (Sammlung REB), Stand: September 2013. Im Internet verfügbar unter http://www.bast.de , Seite angefordert am 13.05.2015
[REE14]	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Referat StB 28, RE Erhaltung (Dokument im Status Entwurf), Stand Dezember 2014
[REG12]	Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung, RE 2012 – Richtlinien zum Planungsprozess und für die einheitliche Gestaltung von Entwurfsunterlagen im Straßen, FGSV-Verlag, Köln 2012
[REW05]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Richtlinien für die Anlage von Straßen (RAS), Teil: Entwässerung (RAS-Ew), Ausgabe 2005, FGSV-Verlag, Köln 2005
[RIA08]	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, Richtlinie zur Erhebung des Anlagebestandes der Bundesfernstraßen, Stand: Juli 2008
[RIL15]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Richtlinien für Lichtsignalanlagen RiLSA – Lichtzeichenanlagen für den Straßenverkehr, Ausgabe 2010, FGSV-Verlag, Köln 2010
[RLI99]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Richtlinien für die Anlage von Straßen (RAS), Teil: Linienführung (RAS-L), FGSV-Verlag, Köln 1999
[RLP11]	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Abteilung Straßenbau – Bund/Länder-Arbeitskreis, Richtlinien für die landschaftspflegerische Begleitplanung im Straßenbau (RLBP), Ausgabe 2011, BMVBS (CD) 2011
[RLS90]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, RLS – Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, Ausgabe 1990, FGSV-Verlag, Köln 1990
[RM193]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, RMS – Richtlinien für die Markierung von Straßen, Teil 1: Abmessungen und geometrische Anordnung von Markierungszeichen, Ausgabe 1993, FGSV-Verlag, Köln 1993
[RM280]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, RMS – Richtlinien für die Markierung von Straßen, Teil 2: Anwendung von Fahrbahnmarkierungen, Ausgabe 1980, FGSV-Verlag, Köln 1980
[RPS09]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, RPS – Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme, Ausgabe 2009, FGSV-Verlag, Köln 2009
[RSO01]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Richtlinien für

Kürzel	Dokument
	die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 01), FGSV-Verlag, Köln 2001
[RSO12]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12), FGSV-Verlag, Köln 2012
[RSW02]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Richtlinien für bautechnische Maßnahmen in Wasserschutzgebieten (RiStWag 02)
[RTB08]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, RtB – Richtlinien für die touristische Beschilderung, Ausgabe 2008, FGSV-Verlag, Köln 2008
[RUB92]	Bundesanstalt für Straßenwesen/Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Richtlinien für Umleitungsbeschilderungen – RUB 1992, Ausgabe 1992, Verkehrsblatt-Verlag, Dortmund, 1992
[RVA97]	Bundesanstalt für Straßenwesen/Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, RWVA – Richtlinien für Wechselverkehrszeichenanlagen an Bundesfernstraßen, Ausgabe 1997, enthalten in: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Straßenbau A-Z, Sammlung Technischer Regelwerke und Amtlicher Bestimmungen für das Straßenwesen, Erich Schmidt Verlag, Berlin
[RVZ97]	Bundesanstalt für Straßenwesen/Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, RWVZ – Richtlinien für Wechselverkehrszeichen an Bundesfernstraßen, Ausgabe 1997, enthalten in: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Straßenbau A-Z, Sammlung Technischer Regelwerke und Amtlicher Bestimmungen für das Straßenwesen, Erich Schmidt Verlag, Berlin
[RWA00]	Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen/Bundesanstalt für Straßenwesen, RWBA – Richtlinien für die wegweisende Beschilderung auf Autobahnen, Ausgabe 2000, FGSV-Verlag, Köln 2000
[RWB00]	Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen/Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, RWB – Richtlinien für die wegweisende Beschilderung außerhalb von Autobahnen, Ausgabe 2000, FGSV-Verlag, Köln 2000
[SAE10]	Freistaat Sachsen, Sächsische Aufnahmegrundsätze für die Erfassung von Daten am überörtlichen Straßennetz (Bundesfern- und Staatsstraßen), Ergänzende Hinweise zum Regelwerk des Bundes, 2010
[SIV16]	VON DER RUHREN, WEIDNER, Entwicklung eines Verfahrens zur optimierten Zugänglichkeit von kartenrelevanten Straßendaten für IVS, Schlussbericht zu Forschungsprojekt FE 03.0500/2012/IRB, 2016
[SLF11]	SCHAUERTE-LÜKE, DIMONT, Standardisierung der Daten bei der Erstellung Landschaftspflegerischer Fachbeiträge, Arbeitshilfen (Dokument im Status Entwurf), Juni 2011
[STU15]	Stufenplan Digitales Planen und Bauen, BMVI, Dezember 2015, http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-

Kürzel	Dokument
	digitales-bauen.html
[TSP99]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, TL-SP – Technische Lieferbedingungen für Stahlschutzplanken, Ausgabe 1999, FGSV-Verlag, Köln 1999
[VEI08]	Vorschlag Erweiterung der Informationen zu Straßenachsen, OKSTRA-Abstimmungsvorschlag N0109, http://www.okstra.de/docs/n-dokumente/n0109.pdf , Stand 15.04.2009
[VHO11]	Forschungsprogramm Straßenwesen, FE 04.222/2008/ARB, Verfahren zur Harmonisierung gleichartiger Objekte in den Bereichen Planung/Entwurf und Bestandsdokumentation, Untersuchung der Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit des Informationsflusses in der Prozesskette Entwurfsplanung bis zur Bestandsdokumentation nach ASB-Netz und –Bestand, Schlussbericht, ARGE LEHMANN + PARTNER – INVER – Heller Ingenieurgesellschaft, Version 2.2, 2011 (unveröffentlicht)
[VOB12]	Deutscher Vergabe- und Vertragsausschuss für Bauleistungen, Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Fassung 2012
[VZK13]	Verkehrszeichen-Katalog (VzKat) Entwurfsfassung Mai 2013, http://vzkat.de/ (nicht amtliche Seite), Seite angefordert am 19.11.2015
[ZBR15]	Zusammenstellung betriebsdienstrelevanter Regelwerke und ihrer Bedeutung für die Praxis, FGSV AA 4.7, 31.12.2015
[ZES14]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, ZTV Ew-StB – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau, Ausgabe 2014, FGSV-Verlag, Köln 2014
[ZLW06]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, ZTV-Lsw – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen, Ausgabe 2006, FGSV-Verlag, Köln 2006
[ZRS13]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, ZTV FRS – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fahrzeug-Rückhaltesysteme, Ausgabe 2013, FGSV-Verlag, Köln 2013
[ZSU04]	RESSEL, W. et al.: ZSU - Entwicklung eines objektorientierten Modellkatalogs für die Zusammenführung von Straßendaten und Umweltinformationen. In R. Mayer-Föll, A. Keitel, W. Geiger (Hrsg.): UIS Baden-Württemberg, Projekt AJA - Anwendung JAVA-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung - Phase V 2004, Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte, FZKA 7077, S. 79 – 90, 2004
[ZSU06a]	RESSEL, W. et al.: ZSU II – Zusammenführung von Straßen- und Umweltinformationen. In Mayer-Föll, R., Keitel, A., Geiger, W. (Hrsg.): UIS Baden-Württemberg, F+E-Vorhaben KEWA, Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt und Verkehr in neuen Verwaltungsstrukturen - Phase I 2005/2006, Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte, FZKA 7250, S. 95 – 104, 2006

Kürzel	Dokument
[ZSU06b]	RESSEL, W., LÄMMLE, A.: Projekt Zusammenführung von Straßen- und Umweltinformationen – Phase II, ZSU II, Wissenschaftliche Berichte des Instituts für Straßen- und Verkehrswesen, Universität Stuttgart, 2006
[ZSU07]	RESSEL, W. et al.: ZSU III – Anwendung des objektorientierten Modellkatalogs und Verfahren zur Zusammenführung von Straßen- und Umweltinformationen in der Praxis. In Mayer-Föll, R., Keitel, A., Geiger, W. (Hrsg.): UIS Baden-Württemberg, F+E-Vorhaben KEWA, Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen - Phase II 2006/2007, Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte, FZKA 7350, S. 157 - 164, 2007
[ZSU08a]	RESSEL, W. et al.: ZSU III/IV - Anwendung des objektorientierten Modellkatalogs und Verfahren für die Zusammenführung von Straßen- und Umweltinformationen. In Mayer-Föll, R., Keitel, A., Geiger, W. (Hrsg.): UIS BW Umweltinformationssystem Baden-Württemberg, F+E-Vorhaben KEWA, Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen - Phase III 2007/2008, Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte, FZKA 7420, S. 161 – 172, 2008
[ZSU08b]	RESSEL, W., WEISE, M.: Anwendung des objektorientierten Modellkatalogs und Verfahren für die Zusammenführung von Straßen- und Umweltinformationen in der Praxis – Phase III, ZSU III, Wissenschaftliche Berichte des Instituts für Straßen- und Verkehrswesen, Universität Stuttgart, 2008
[ZSU09a]	WEISE, M. et al.: ZSU IV - Anwendung des objektorientierten Modellkatalogs und Verfahren für die Zusammenführung von Straßen- und Umweltinformationen. In Mayer-Föll, R., Keitel, A., Geiger, W. (Hrsg.): UIS BW Umweltinformationssystem Baden-Württemberg, F+E-Vorhaben KEWA, Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen - Phase IV 2008/2009, Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte, FZKA 7500, S. 95 – 104, 2009
[ZSU09b]	RESSEL, W., WEISE, M.: Anwendung des objektorientierten Modellkatalogs und Verfahren für die Zusammenführung von Straßen- und Umweltinformationen in der Praxis – Phase IV, ZSU IV, Wissenschaftliche Berichte des Instituts für Straßen- und Verkehrswesen, Universität Stuttgart, 2009
[ZSU10]	WEISE, M. et al.: ZSU V - Anwendung des objektorientierten Modellkatalogs und Verfahren für die Zusammenführung von Straßen- und Umweltinformationen. In Mayer-Föll, R., Ebel, R., Geiger, W. (Hrsg.): UIS BW Umweltinformationssystem Baden-Württemberg, F+E-Vorhaben KEWA, Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen - Phase V 2009/2010, Karlsruhe Institute for Technology, KIT Scientific Reports 7544, S. 93 – 100, 2010
[ZSU14]	RESSEL, W. et al.: ZSU VI – Objektorientierte Erfassung und

Kürzel	Dokument
	Zusammenführung von Straßen- und Umweltinformationen. In Weissenbach, K., Schillinger, W., Weidemann, R. (Hrsg.): UIS BW Umweltinformationssystem Baden-Württemberg, F+E-Vorhaben MAF-UIS – Moderne anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung für Umweltinformationssysteme, Phase II 2012/2014, Karlsruhe Institute for Technology, KIT Scientific Reports 7665, S. 173 – 184, 2014
[ZTV01]	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsausschuss Vermessung, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauvermessung im Straßen- und Brückenbau – ZTV Verm-StB 01, FGSV-Verlag, Köln 2001
[ZVB06]	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, Zusätzliche Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen im Straßen- und Brückenbau – ZVB/E-StB 2006
[ZVB12]	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau, Zusätzliche Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen im Straßen- und Brückenbau – ZVB/E-StB 2012