
FE 01.0187/2015/CRB
**Entwicklung eines Qualitätssicherungskonzeptes für
die Bereitstellung von Straßendaten für Echtzeit-
Verkehrsinformationsdienste**

Schlussbericht

Auftraggeber: Bundesanstalt für Straßenwesen

Bearbeitung (in alphabetischer Reihenfolge der Nachnamen):

Sonja Hewel	(SSP Consult)
Dirk Linder	(SSP Consult)
Elisabeth Neumann	(SSP Consult)
Thomas Piribauer	(PRISMA solutions)
Gernot Pucher	(TraffiCon)

Oktober 2018

FE 01.0187/2015/CRB

**Entwicklung eines Qualitätssicherungskonzeptes für die
Bereitstellung von Straßendaten für Echtzeit-
Verkehrsinformationsdienste**

Auftragnehmer:

SSP Consult

Beratende Ingenieure GmbH

LESKANPARK, Haus 33

Waltherstraße 49-51

51069 Köln

Telefon: 0221 / 96 81 00 - 0

Telefax: 0221 / 96 81 00 - 69

E-Mail: mail@k.ssp-consult.de

PRISMA solutions Deutschland GmbH

European Telematics Factory - Haus A

Helmholtzstraße 2-9

10587 Berlin

Unterauftragnehmer:

TraffiCon – Traffic Consultants GmbH

Strubergasse 26

A-5020 Salzburg

Köln/Berlin, Oktober 2018

Inhalt	Seite
1 Einleitung	1
2 Methodik des Vorgehens	2
3 Stand der Wissenschaft und Technik	4
3.1 Qualitätsbegriffe	4
3.1.1 Qualitätsbegriff nach DIN EN ISO 9000	5
3.1.2 Qualitätsbegriff nach ISO TR 21707	5
3.1.3 Qualitätsbegriffe nach Neumann, Dalaff und Niebel	5
3.1.4 Qualitätsbegriffe nach Kaufmann und Wiltshcko in dem EU-Projekt EuroRoadS	6
3.2 EU-Rahmenvorgaben	6
3.2.1 Richtlinie 2010/40/EU	6
3.2.2 Delegierte Verordnung (EU) 2015/962	7
3.3 Standards und Normen	7
3.3.1 ISO 9000 (Qualitätsmanagementsysteme: Grundlagen und Begriffe) und ISO 9001 (Qualitätsmanagementsysteme: Anforderungen)	7
3.3.2 ISO 19101: Geoinformation- Referenzmodell	8
3.3.3 ISO 19157: Geoinformation- Datenqualität	8
3.3.4 ISO 19115: Geoinformation - Metadaten	8
3.3.5 ISO 19115: Geoinformation - Metadaten - Teil 1: Grundsätze	8
3.3.6 ISO 19115: Geoinformation - Metadaten- Teil 2: Erweiterungen für Bild- und Rasterdaten	9
3.3.7 ISO 19119: Geoinformation - Dienste	9
3.3.8 ISO 19136: Geoinformation - Geography Markup Language (GML)	9
3.3.9 ISO/TR 21707: Intelligente Verkehrssysteme	9
3.3.10 DIN CEN/TS 16157: Intelligente Transportsysteme	10
3.3.11 ISO 17025	10
3.3.12 ENV 12656	10
3.3.13 FIPS 173	10
3.4 Datenmodelle und -standards	11
3.4.1 INSPIRE	11
3.4.2 OKSTRA	11
3.4.3 GDF	12
3.4.4 DATEX-II	12
3.5 Statische Straßendaten	12
3.5.1 BISStra – Bundesinformationssystem Straße	13
3.5.2 SIB - Straßeninformationsbanken der Länder	14
3.5.3 NEMOBFStr	15
3.5.4 Integrationsnetz Straße	15
3.5.5 GIP	16
3.5.6 ATKIS	16
3.6 Dynamische Straßendaten	16
3.7 Verortungs- und Referenzierungsmethoden für Echtzeit-Verkehrsinformationssysteme	17

3.7.1	Koordinaten	17
3.7.2	Lineare Referenzierung	17
3.7.3	ALERT-C – ISO 14819-3:2014	18
3.7.4	Kartenunabhängige Referenzierungsmethoden	18
3.8	Qualitätsmanagement	19
3.9	Qualitätsbewertung bei dynamischen Straßendaten und IVS-Diensten	21
3.9.1	FE 03.0505/2012/IRB	21
3.9.2	QUANTIS	21
3.10	Qualitätssicherung bei statischen Straßendaten	22
3.10.1	Qualitätssicherung der SIB nach ASB	25
4	Untersuchung der Prozesse bei Straßenbauverwaltungen	27
4.1	Experteninterviews	27
4.1.1	Technik (IT) – Haltung und Pflege der Straßendaten	28
4.1.2	Implementation und Pflege der Daten	28
4.1.3	Aufbereitung der Daten – Prozessschritte am Beispiel Hamburg	29
4.1.4	Dreischichtige Datenhaltung am Beispiel NRW	29
4.1.5	Dokumentation	30
4.1.6	Qualitätsprüfung	31
4.1.7	Metadaten	31
4.1.8	Rückmeldungen/Umgang mit Fehlern	31
4.2	Charakterisierung der Daten	32
4.2.1	Statische Straßendaten von Straßeninformationsbanken	32
4.2.2	Objektklassen in der SIB	33
4.2.3	Metadaten der SIB	34
5	Qualitätssicherungskonzept	36
5.1	Anforderungen an statische Straßendaten für Echtzeit-Verkehrsinformationsdienste	36
5.2	Datenqualitätsassessment und Erstkonzept für ein Qualitätssicherungskonzept	47
5.2.1	Qualitätskriterien	49
5.2.2	Vorüberlegungen zu den Qualitätsindikatoren	51
5.2.3	Qualitätsindikatoren	53
5.2.4	Qualitätskenngrößen	54
5.2.5	Bewertungsschema	55
5.3	Qualitätssicherungskonzept: Praxistest des Erstkonzeptes	63
5.3.1	Praxistest I: Straßen.NRW	63
5.3.2	Grundsätzliche Ergebnisse des Praxistest I durch die Erläuterungen der Interviewpartnerin:	63
5.3.3	Ergebnisse des Praxistests I	65
5.3.4	Fazit des Praxistests I	66
5.4	Modifikation und Finalisierung des Qualitätssicherungskonzeptes	67
5.4.1	Übergeordnete Qualitätskennzeichnung	67
5.4.2	Qualitätskennzeichnung auf Objektklassenebene	70
5.5	Qualitätssicherungskonzept: Praxistest des modifizierten Qualitätssicherungskonzeptes	75

5.5.1	Praxistest II: Stabsstelle Straßendaten, Landesstraßenbaubehörde Sachsen-Anhalt	75
5.5.2	Grundsätzliche Ergebnisse des Praxistest II durch die Erläuterungen des Interviewpartners:	76
5.5.3	Ergebnisse des Praxistests II	77
5.5.4	Fazit des Praxistests II	80
5.6	Konzept der Integration der Prozesse	80
5.6.1	Art der Qualitätsermittlung	80
5.6.2	Integration der Anforderungen für die Prozesse in die bestehenden Systeme	81
5.7	Vorschlag für die Integration der Qualitätsinformation in das Metadaten-Modell (MDM) des nationalen Zugangspunktes	82
5.7.1	Forschungsvorhaben FE 03.0500/2012/IRB „Entwicklung eines Verfahrens zur optimierten Zugänglichkeit von kartenrelevanten Straßendaten für IVS“	83
5.7.2	Metadaten-Modell des nationalen Zugangspunktes	84
5.7.3	Abbildung von Qualitätsinformationen in den Metadaten	86
5.7.4	Integrationsvarianten der Qualitätsangaben in das Metadaten-Modell des nationalen Zugangspunktes	90
5.7.5	Empfehlung	99
5.8	Entwicklung eines technischen Konzeptes für die Ausgestaltung eines Rückmeldekanals	101
5.8.1	Analyse bestehender Rückmeldesysteme	102
5.8.2	Technisches Konzept	118
5.8.3	Empfehlung	127
6	Workshops	129
7	Zusammenfassung	134
8	Fazit	135
	Literaturverzeichnis	137
	Tabellenverzeichnis	142
	Abbildungsverzeichnis	142
	Anhang	145

1 Einleitung

Verkehrsdaten jeder Art müssen zur Weiterverarbeitung eine gewisse Qualität erfüllen. Beispielsweise sind diese zuverlässig räumlich zu referenzieren. Zur Qualitätssicherung dynamischer Daten für IVS-Dienste wurde bereits ein Forschungsvorhaben (z.B. FE 03.0505/2012/IRB „Aufbau eines Qualitätssicherungskonzeptes für die Erfassung und Weiterverarbeitung von Daten für IVS-Dienste“) durchgeführt. Ziel ist es nunmehr, die Basis, also die statischen Daten, zu betrachten und hier die Grundlagen für eine einheitliche qualitätsgesicherte Zurverfügungstellung dieser Daten zu schaffen. In der Bundesrepublik Deutschland liegen diese Daten derzeit meist noch in sehr heterogener Form vor. Die Daten unterscheiden sich in Menge, Vollständigkeit, Aktualität und anderen Qualitätskriterien nicht nur im Vergleich zwischen den Bundesländern, sondern auch innerhalb eines Datums an sich. Die Vereinheitlichung sowie die Wahrung und Erreichbarkeit von Integrität und Qualität sind hier die großen Herausforderungen für diese Art der Daten.

Der Qualitätsbegriff wird dabei verschieden beschrieben und meint doch das Gleiche. Je nach Themengebiet müssen verschiedene Anforderungen erfüllt werden, um die angestrebte hohe Qualität zu erreichen. Die Qualitätsbegriffe werden nach ISO 9000 oder ISO TR 21707 beschrieben. Letztere Norm ist insofern interessant, dass sie zusätzlich ein zu spezifizierendes Rahmenwerk vorlegt, das über Metadaten eine Beschreibung der Daten liefert, über die es eine Einschätzung der Brauchbarkeit und dementsprechend der Qualität eines Datensatzes gibt. Eine derartige Einordnung ist gerade für das vorliegende Forschungsprojekt wichtig.

Des Weiteren sind im Rahmen der Qualitätssicherung vor allem die Begriffe

- Qualitätskriterium
- Qualitätsindikator und
- Qualitätskenngröße

gebräuchlich, welche die Eingangsgrößen zur Bestimmung der Qualität beschreiben.

In verschiedenen Themenkreisen werden derzeit Standards und Kenngrößen zur Qualitätsprüfung, -sicherung und -beschreibung von Verkehrs- und Mobilitätsdaten entwickelt. Die speziellen Themenkreise adressieren dabei jeweils ihre eigenen Anforderungen, so dass bis heute keine einheitlichen Kriterien und Indikatoren zur Qualitätsbeschreibung jeglicher Verkehrs- und Mobilitätsdaten entwickelt werden konnten.

Bei der Bearbeitung des vorliegenden Forschungsvorhabens werden insbesondere die Ergebnisse der Forschungsvorhaben FE 03.0500/2012/IRB „Entwicklung eines Verfahrens zur optimierten Zugänglichkeit von kartenrelevanten Straßendaten für IVS“ und FE 03.0505/2012/IRB „Aufbau eines Qualitätssicherungskonzeptes für die Erfassung und Weiterverarbeitung von Daten für IVS-Dienste“ berücksichtigt.

In Kapitel 3 werden zunächst die entsprechenden Kapitel der genannten FE-Berichte noch einmal vor allem für statische Straßendaten hinsichtlich Anwendbarkeit analysiert und gezielt erweitert. Darüber hinaus sollen die Kenntnisse der Auftragnehmer aus der langjährigen Arbeit mit Straßendaten vertieft, sowie neue Lösungswege auf Basis der bisherigen Erkenntnisse entwickelt werden, welche dann in Kombination mit den Qualitätssicherungskonzepten anderer Themenkreise einer Praxistauglichkeitsprüfung unterzogen werden. Dabei steht immer die Entwicklung von Arbeitsroutinen und Algorithmen zur weitgehenden Automatisierung des Prüfprozesses ebenso wie der Rückmeldung im Vordergrund.

Für die eindeutige Zuordnung von Straßendaten für Echtzeitinformationen sind sowohl Straßendaten als auch Verkehrsdaten unterschiedlicher Anbieter bestmöglich aufeinander zu referenzieren. Hier haben sich in den vergangenen Jahren kartenunabhängige Referenzierungsverfahren etabliert. Hierzu gehören u.a. AGORA-C - ISO 17572-3:2008, TPEG-Loc - ISO/TS 24530-2:2006, TPEG2-GLR – ISO/AWI TS 21219-21, und OpenLR. Diese Verfahren vergleichen unterschiedliche Attribute, Netzgeometrien und Topologien der jeweiligen Referenzierungsdaten untereinander. Aus den zur Anwendung kommenden Methoden können auch Anforderungen an das gegenständliche Projekt zur Entwicklung eines Qualitätssicherungskonzeptes statischer Straßendaten abgeleitet werden.

Ziele des Projektes sind die Entwicklung und Realisierung eines Qualitätssicherungskonzeptes, welches die Bewertung und Kontrolle und damit die Sicherstellung der Qualität von (kartenrelevanten) Straßendaten ermöglicht, sowie die Implementierung von Prozessen zur Verbesserung der Datenqualität, hier insbesondere durch Rückmeldungen durch die Datenabnehmer.

2 Methodik des Vorgehens

Die Bearbeitung des Forschungsvorhabens gliederte sich in drei wesentliche Arbeitspunkte:

- AP 1: Vorbereitende Arbeiten (Kapitel 3)
- AP 2: Untersuchung der Prozesse bei Straßenbauverwaltungen (Kapitel 4 & 5)
- AP 3: Qualitätssicherungskonzept (Kapitel 5)

Hinzu kamen das Berichtswesen (AP 4) und die Termine (AP 5; Kapitel 6).

Der AP 1 umfasste sämtliche vorbereitenden Arbeiten, die der Erfassung des Ist-Stands von Wissenschaft und Technik sowie der Evaluierung des Status Quo bei den Straßenbauverwaltungen dienen. Dies beinhaltete Literaturrecherchen und die Vorbereitung für die Ausarbeitung eines Interviewleitfadens für den AP 2. Fachlich begleitet wurde dies durch den forschungsbegleitenden Ausschuss des AG in Meilenstein-Terminen.

In AP 2 wurden die Arbeiten zur Ermittlung des Status Quo bei den Straßenbauverwaltungen durchgeführt. Dabei wurden Defizite oder positive Anwendungsbeispiele für die Datenhaltung und Qualitätssicherung ermittelt, auf deren Basis die weiteren Arbeiten zur Entwicklung eines Qualitätskonzeptes durchgeführt wurden.

Die Arbeiten in AP 2 wurden in drei Hauptaspekte aufgeteilt:

- Experteninterviews mit den verantwortlichen Fachgebietsleitern, Sachbearbeitern und Anwendern
- Workshops mit dem forschungsbegleitenden Ausschuss
- Analyse und Diskussion von Beispieldatensätzen

Dabei wurden die derzeitigen Routinen, die eingesetzte Technik sowie Änderungsvorschläge abgefragt.

AP 2 beinhaltete darüber hinaus einen weiteren wesentlichen Meilenstein zur Vorstellung von Zwischenergebnissen mit dem AG und dem forschungsbegleitenden Ausschuss.

In AP 3 wurde der Hauptteil des Projektes umgesetzt. Basierend auf den ermittelten Erkenntnissen aus der Literaturanalyse zum Stand der Technik und dem über die Interviews ermittelten Alltag der Datenhaltung in den Straßenbauverwaltungen wurde ein Qualitätssicherungskonzept entwickelt. Dafür wurden zusätzlich die Daten der Straßeninformationsbanken gesichtet und charakterisiert, um einen Überblick über die zur Bewertung notwendigen Kriterien, Indikatoren und Kennwerte zu erhalten. Im Rahmen des Datenqualitätsassessment wurden die vorhandenen Daten einer Bewertung auf Prüfbarkeit unterzogen und ein erstes Konzept als Entwurf entwickelt. Im weiteren Verlauf der Arbeiten wurde dieser Entwurf einem Praxistest unterzogen und anschließend modifiziert, so dass ein neues Konzept entwickelt werden konnte, das den Praxistest bestehen konnte. Im Rahmen der Praxistests und der weiteren Bearbeitung des Qualitätssicherungskonzeptes wurden auch die Prozesse deutlich, die notwendig sein werden, um das Konzept umzusetzen. Dies wird in Kapitel 5.5 erläutert. Weiterhin wurden Vorschläge für die Integration der Qualitätsinformationen in das Metadaten-Modell des nationalen Zugangspunktes gemacht und Ideen für einen Rückmeldekanal entwickelt, die auf dem vorab fertiggestellten Entwurf bzw. Ergebnis für das Qualitätssicherungskonzept basieren. Dieses Konzept beschreibt technische und organisatorische Rahmenbedingungen zur Einführung einer einheitlichen Qualitätssicherung bei den einzelnen Datenlieferanten.

Die Ergebnisse des AP 3 wurden in einem weiteren Meilenstein am Ende des AP 3 vorgestellt und zur Diskussion gestellt.

Der AP 4 hat die Funktion des projektbegleitenden Berichtswesens zu den AP 1 bis 3. Die Forschungsergebnisse wurden laufend dokumentiert und im Vorfeld von Meilensteinen zu Zwischenergebnissen in Form von Zwischenberichten vorgelegt.

3 Stand der Wissenschaft und Technik

3.1 Qualitätsbegriffe

Der Begriff „Qualität“ wird im allgemeinen Sprachgebrauch oft wertend benutzt. Bei dieser Art der Verwendung gilt der Begriff „Qualität“ per se schon als etwas Positives und bedeutet in der Regel, dass ein Objekt die gesetzten Erwartungen hinsichtlich Beschaffenheit und Funktion erfüllt. Oft wird der Begriff aber auch mit einer Wertung ergänzt. So kann etwas guter oder schlechter Qualität sein. Eine weitere Abstufung innerhalb dieser Bandbreite wird normalerweise nicht vorgenommen. Die Interpretation des allgemeinen Sprachgebrauchs würde bedeuten:

- a) Der Begriff „Qualität“ als positive Wertung: die Erwartungen an das Objekt werden zur Gänze erfüllt
- b) Der Begriff „Qualität“ mit zusätzlicher Wertung (gut/schlecht):
 - a. „gute Qualität“: die Erwartungen an das Objekt werden zur Gänze erfüllt
 - b. „schlechte Qualität“: die Erwartungen an das Objekt werden nicht erfüllt.

Es gibt im allgemeinen Sprachgebrauch also keine einheitliche Lesart für den Begriff „Qualität“. Gemeinsam ist beiden Interpretationen, dass Qualität in Abhängigkeit von Erwartungen, d.h. Anforderungen ermittelt wird. So beschreibt es auch bereits Philip B. Crosby (1979): "Quality is conformance to requirements".

Diese Anforderungen können im Alltag, z.B. bei der Bewertung eines Produktes, relativ einheitlich sein. So stehen für unterschiedliche Verbraucher beim Kauf einer Waschmaschine in der Regel die gleichen Anforderungen an das Produkt zur Diskussion (Waschleistung, Stromverbrauch, Haltbarkeit, etc.). Bei komplexen Daten ist das Anforderungsprofil jedoch auch abhängig vom Nutzer¹. Die Qualität eines Datums wird somit variabel. Auf dieses Thema wird im weiteren Verlauf eingegangen. Ziel der vorliegenden Arbeit ist daher, einen Katalog mit Qualitätsanforderungen zu erstellen, der transparent definiert, welche Standards gesetzt werden.

Auch der Vorläufer der DIN EN ISO 9000, die DIN EN ISO 8402, beschreibt Qualität sinngemäß wie Crosby als „die Gesamtheit von Merkmalen einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen“². Die DIN EN ISO 9000 verkürzt den gleichen Inhalt auf folgenden Satz: „Qualität ist der Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale Anforderungen erfüllt.“³ Auch andere Normen wie die DIN 55350-11 und die IEC 2371 postulieren ähnliche Definitionen, deren Kern in der Erfüllung von Anforderungen (Erfordernissen, Forderungen) besteht. Neumann, Dalaff und Niebel definieren Qualität dementsprechend als Funktion ihrer Anforderungen, ohne welche dieselbe streng genommen gar nicht möglich sei.⁴

¹ Neumann (2014)

² ISO 8402

³ ISO 9000

⁴ Neumann, Dalaff & Niebel (2014).

3.1.1 Qualitätsbegriff nach DIN EN ISO 9000

Die Norm definiert Grundlagen und Begriffe zu Qualitätsmanagementsystemen und beschreibt einen Standard bei der Umsetzung der Qualitätsmanagementsysteme (siehe Kapitel „Standards“).

Die Norm beschreibt wie oben genannt folgende Begriffe:

Qualität:

„Qualität ist der Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale Anforderungen erfüllt.“

Anforderung:

„ein Erfordernis oder eine Erwartung, das oder die festgelegt, üblicherweise vorausgesetzt oder verpflichtend ist.“

3.1.2 Qualitätsbegriff nach ISO TR 21707

“Intelligent transport systems - Integrated transport information, management and control - Data quality in ITS systems” lautet der Titel der ISO TR 21707. Der Qualitätsbegriff dieser Norm bezieht sich spezifisch auf Verkehrsdaten und deren Bewertung zum Austausch zwischen Lieferant und Nutzer. Die Norm benennt Anforderungsparameter bzw. Qualitätskriterien (z.B. Genauigkeit, Aktualität, Richtigkeit), die als Messgröße für die Qualität herangezogen werden können. Dabei können sowohl über den Austauschservice an sich oder auch über einzelne Daten bis hin zu Attributen Qualitätsaussagen getroffen werden. Die Norm eignet sich für Echtzeitdaten ebenso wie für statische Straßendaten.

Der Begriff der Qualität entspricht in dieser Norm einem Katalog von Qualitätsanforderungen, deren Erfüllung überprüft wird. Am Ende des Prozesses steht ein Satz von Metadaten, die den Nutzer in die Lage versetzen zu beurteilen, ob die Daten für seine Zwecke zu gebrauchen sind.

3.1.3 Qualitätsbegriffe nach Neumann, Dalaff und Niebel

Neumann, Dalaff und Niebel (2014) plädieren für eine einheitliche und wissenschaftlich präzise Terminologie: Die zu bewertende Einheit, das Objekt, das ggf. per Objektspezifikationen näher beschrieben wird, wird hinsichtlich bestimmter Eigenschaften, der Qualitätskriterien, bewertet. Diese lassen sich in verschiedene Qualitätsindikatoren aufschlüsseln, welche wiederum mittels einer prinzipiell messbaren Größe, dem Qualitätsmaß bzw. der Qualitätskenngröße, operationalisiert werden. Sowohl Qualitätskriterien als auch Objekte können übergeordnet in geeignete Kategorien gruppiert werden. Die Qualitätsbewertung eines Objektes erfolgt schließlich über ein Verfahren, das die jeweils relevanten Qualitätskenngrößen sowie deren Messung definiert.

Abhängig von der Verfügbarkeit von Informationen über das Objekt ist auch eine indirekte Qualitätsmessung möglich durch die Messung leicht zugänglicher, korrelierter Indikatoren und eine anschließende Abschätzung durch ein statistisches Modell.

Gängige, oben erläuterte Qualitätsbegriffe werden um eine probabilistische Perspektive erweitert: In der Praxis ist es der Regelfall, dass Qualität unter Unsicherheit abgeschätzt werden muss, da sie häufig nicht oder nicht bei vertretbarem Aufwand explizit messbar ist. Unter diesen Umständen kann Qualität „[...] somit als Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung mit vorgegebenen Anforderungen definiert werden“⁵. Die Abschätzung dieser Wahrscheinlichkeit erfolgt mithilfe statistischer Methoden. Hervorzuheben ist, dass sich unter dem probabilistischen Qualitätsbegriff Qualitätskriterien, -indikatoren etc. rechnerisch zueinander in Beziehung setzen lassen.

3.1.4 Qualitätsbegriffe nach Kaufmann und Wiltchko in dem EU-Projekt EuroRoadS

In dem von der EU geförderten Projekt „EuroRoadS“ wurden im Rahmen der Schaffung einer Plattform zur Bereitstellung von Straßendaten die Qualitätsbegriffe definiert beziehungsweise in Anlehnung an verfügbare Standards wie folgt verwendet.

- Qualität („quality“): Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale Anforderungen erfüllt
- Qualitätsphänomen („quality phenomenon“): Teil der Datenqualität, mit dem sich das Qualitätskriterium befasst
- Qualitätskriterium („quality characteristic“): Beschreibung eines Qualitätsphänomens
- Qualitätsindikator („quality parameter“): Konkretisierung einer Qualitätscharakteristik
- Qualitätskenngröße („quality parameter value“): Numerischer Wert, welcher mittels Anwendung einer Qualitätsevaluierungsmethode einen Qualitätsindikator quantifiziert
- Qualitätsevaluierungsmethode: Verfahren zur Bestimmung einer Qualitätskenngröße

3.2 EU-Rahmenvorgaben

3.2.1 Richtlinie 2010/40/EU

Die Richtlinie 2010/40/EU „Zum Rahmen für die Einführung intelligenter Verkehrssysteme im Straßenverkehr und für deren Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern“ des Europäischen Parlaments und des Rats der Europäischen Union vom 7. Juli 2010 schafft eine Grundlage zur EU-weiten Einführung und Nutzung Intelligenter Verkehrssysteme (IVS) mit besonderem Fokus auf deren Kompatibilität, Interoperabilität und Kontinuität. Als IVS gelten „hochentwickelte Anwendungen, [...] die darauf abzielen, innovative Dienste im Bereich verschiedener Verkehrsträger und des Verkehrsmanagements anzubieten, und die verschiedenen Nutzer mit umfassenderen Informationen zu versorgen und sie in die Lage zu versetzen, die Verkehrsnetze auf

⁵ Neumann, 2014

sicherere, koordiniertere und ‚klügere‘ Weise zu nutzen“⁶. Ihre Nutzung soll zur Verbesserung der Effizienz, Umweltleistung und Sicherheit des Straßenverkehrs sowie der Mobilität von Gütern und Personen beitragen. Die Richtlinie benennt als eine von sechs vorrangigen Maßnahmen unter Artikel 3 „die Bereitstellung EU-weiter Echtzeit-Verkehrsinformationsdienste“.

3.2.2 Delegierte Verordnung (EU) 2015/962

Diese vorrangige Maßnahme wird durch die Delegierte Verordnung (EU) 2015/962 vom 18. Dezember 2014 konkretisiert. Sie dient der „Verbesserung der Zugänglichkeit, des Austauschs, der Weiterverwendung und der Aktualisierung von Straßen- und Verkehrsdaten für die Verwendung in hochwertigen, kontinuierlichen Echtzeit-Verkehrsinformationsdiensten in der gesamten Union“⁷. Ihr Geltungsbereich erstreckt sich über das transeuropäische Gesamtstraßennetz, nicht zu diesem Netz gehörende Autobahnen sowie vom jeweiligen Mitgliedsstaat festgelegte Prioritätszonen. Über einen digitalen nationalen Zugangspunkt sollen aktuelle statische und dynamische Straßen- und Verkehrsdaten sowie dazugehörige Metadaten und Informationen über die Datenqualität bereitgestellt werden zum Zweck des erleichterten Austauschs und Weiternutzung dieser Daten für alle Akteure. Darüber hinaus werden Mitgliedstaaten und IVS-Akteure zu einer gemeinsamen Definition von Datenqualität ermutigt mit dem Ziel der einheitlichen Anwendung von Datenqualitätskriterien auf allen Stufen der Verkehrsdatenwertschöpfungskette. Artikel 4 schreibt die Bereitstellung statischer Straßendaten durch die Straßenverkehrsbehörden und Straßenbetreiber vor; dies soll in einem genormten oder anderem maschinenlesbaren Format, diskriminierungsfrei und zeitnah über den nationalen Zugangspunkt erfolgen. Ebenso wird die Aktualisierung statischer Straßendaten geregelt.

Die Funktion des nationalen Zugangspunkts wird in Deutschland vom Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM) übernommen, der bereits seit 2012 in Betrieb ist. Der MDM bringt öffentliche und privatwirtschaftliche Anbieter und Nutzer von Verkehrsdaten zusammen und bietet ihnen eine neutrale Plattform zum Anbieten, Recherchieren und zum Austausch von Daten. Als Datenformat wird derzeit zumeist DATEX II genutzt.

3.3 Standards und Normen

3.3.1 ISO 9000 (Qualitätsmanagementsysteme: Grundlagen und Begriffe) und ISO 9001 (Qualitätsmanagementsysteme: Anforderungen)

In der ISO 9000:2015 (Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe) sind Begrifflichkeiten zum Thema Qualität und Qualitätsmanagement sowie die sieben Grundsätze (Kundenorientierung, Führung, Engagement von Personen, prozessorientierter Ansatz, Verbesse-

⁶ Europäisches Parlament und Rat (2010).

⁷ Europäische Kommission (2014).

rung, faktengestützte Entscheidungsfindung, Beziehungsmanagement) des Qualitätsmanagements festgelegt.

Die ISO 9001:2015 (Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen) definiert Anforderungen an Qualitätsmanagementsysteme, anhand derer geprüft und zertifiziert werden kann. Aufbauend auf der ISO 9001:2015 gibt es eine Vielzahl weiterer branchenspezifischer Normen und Leitfäden.

3.3.2 ISO 19101: Geoinformation- Referenzmodell

Die DIN EN ISO 19101-1:2015-03 bildet die Basis für die Normung im Bereich der Geoinformation und beinhaltet das Konzept der Interoperabilität im Bezug zu Geographischen Informationen inklusive der Rolle der Semantik und neuer Technologien (Internet).

3.3.3 ISO 19157: Geoinformation- Datenqualität

Die ISO 19157:2013 definiert ein Konzept zur Beschreibung der Qualität sowie einen Rahmen zur Qualitätssicherung geographischer Informationen. Die Norm beschreibt Qualitätskriterien, legt Verfahren der Qualitätsbewertung sowie Prinzipien der Dokumentation der Datenqualität fest. Ziel ist die standardisierte Beschreibung der Qualität zur verbesserten Einschätzung der Anwendbarkeit von Daten durch die Nutzer. Die Norm erfährt aktuell eine Ergänzung durch die in Arbeit befindliche ISO 19157 DAM 1:2017-03 „Amendment 1: Describing data quality using coverages“.

3.3.4 ISO 19115: Geoinformation - Metadaten

Dieser Standard eignet sich zur Beschreibung aller Typen räumlicher Ressourcen einschließlich Textdokumente und nichtgeographischer Informationen.

3.3.5 ISO 19115: Geoinformation - Metadaten - Teil 1: Grundsätze

Die Neuauflage der ISO 19115:2003 enthält ein Schema zur Beschreibung und Ermittlung geographischer Informationen und Dienste mittels Metadaten. Dieses Schema beinhaltet unter anderem die Elemente Datum und Speicherort, Inhaltsübersicht, Reichweite, Qualität, räumlichen Bezug, ordnungsgemäße Nutzung, Verteilungsmechanismus und Ansprechpartner von digitalen Geoinformationen und Diensten. Die Norm definiert obligatorische Metadaten, ein Mindestset von Metadaten, sowie optionale Metadaten. Eine Methode zur Erweiterung und Anpassung von Metadaten für spezifische Anwendungen wird vorgestellt. Die ISO gilt für digitale geo-

graphische Informationen, kann aber auch für analoge sowie nichtgeographische Daten verwendet werden.

3.3.6 ISO 19115: Geoinformation - Metadaten- Teil 2: Erweiterungen für Bild- und Rasterdaten

ISO 19115-2:2009 erweitert die Norm um Schemata zur Beschreibung von Bild- und Rasterdaten. Sie bietet Informationen zur Beschreibung der Eigenschaften der verwendeten Messgeräte und der Messung, sowie zur Methodik zur Umwandlung der Rohdaten.

3.3.7 ISO 19119: Geoinformation - Dienste

ISO 19119:2016 definiert, wie plattformunabhängige und plattformabhängige Service-spezifikationen erstellt werden sollen, um Dienste unabhängig von der Plattform verändern zu können. Die Norm legt Anforderungen an die spätere Übertragung von plattformunabhängigen zu plattformabhängigen Servicespezifikationen fest, um konforme und interoperable Servicespezifikationen zu ermöglichen. Darüber hinaus werden Anforderungen für die Kategorisierung von Diensten nach einem Klassifizierungsschema bestimmt.

3.3.8 ISO 19136: Geoinformation - Geography Markup Language (GML)

Laut ISO 19136:2007 ist GML eine XML-Kodierung für die Übertragung und Speicherung von Geoinformationen einschließlich der räumlichen und nicht-räumlichen Eigenschaften von Geo-Features, modelliert in Übereinstimmung mit dem konzeptuellen Modellierungssystem der Normenreihe ISO 19100. Die Norm bestimmt die Syntax, Mechanismen und Regeln des XML-Schemas.

3.3.9 ISO/TR 21707: Intelligente Verkehrssysteme

Die ISO/TR 21707:2008 (Intelligente Verkehrssysteme - Integrierte Verkehrsinformationen, Verwaltung und Steuerung - Datenqualität in ITS Systemen) beinhaltet Begrifflichkeiten, um die Qualität von Daten, welche zwischen Daten Providern und Datennutzern im ITS-Bereich ausgetauscht werden, zu definieren. Dieser Fachbericht ist für die Anwendung für offene ITS-Schnittstellen gedacht. In ISO/TR 21707 wird insbesondere auf die Notwendigkeit von Datenqualitätsbeschreibungen im Zuge der Veröffentlichung von Verkehrsinformationen hingewiesen. Datennutzer sollten die Qualitätsparameter kennen und verstehen, um aus den Daten oder in Kombination mit zusätzlichen Daten korrekte Informationen abzuleiten. Es werden Metadaten zur Datenqualität definiert wie Genauigkeit, Aktualität und Richtigkeit, aber auch Eigenschaften wie Dateneigentümer.

3.3.10 DIN CEN/TS 16157: Intelligente Transportsysteme

In der DIN CEN/TS 16157-Reihe sind DATEX II-Datenaustausch-Spezifikationen für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformation im Rahmen von Intelligenten Transportsystemen enthalten. Sie soll den nahtlosen interoperablen Austausch von Verkehrs- und Reiseinformationen über Grenzen hinweg unterstützen und untergliedert sich in die folgenden sechs Teile:

Teil 1: Kontext und Rahmenstruktur

Teil 2: Positionsreferenz

Teil 3: Situationsveröffentlichungen

Teil 4: Variable Verkehrszeichen (VMS) und Veröffentlichungen

Teil 5: Gemessene und ausgearbeitete Datenveröffentlichungen

Teil 6: Publikation von Parkinformationen

3.3.11 ISO 17025⁸

Die ISO 17025:2017 ist der Qualitätsstandard für Prüf- und Kalibrierungslabors. Sie definiert technische Anforderungen sowie Anforderungen an das Management. Letztgenannte beziehen sich auf den Betrieb und die Effektivität des Qualitätsmanagementsystems innerhalb des Labors und unterscheiden sich nur geringfügig von der Norm ISO 9001. Im Abschnitt der technischen Anforderungen werden die erforderlichen Kompetenzen des Personals, die Prüfmethode, die Geräte und die Sicherstellung der Qualität von Prüf- und Kalibrierergebnissen beschrieben.

3.3.12 ENV 12656

Der European Prestandard ENV 12656 legt allgemeine Prinzipien und Strukturen zur Beschreibung der Qualität von Geoinformationen fest und ist sowohl für Anbieter als auch Nutzer bestimmt. Er enthält ein Qualitätsschema, mithilfe dessen die Qualität geographischer Daten anhand von Qualitätselementen gemessen wird. Zu diesen Elementen zählt die Datenherkunft (lineage), die bisherige Nutzung (usage), Homogenität und Qualitätsparameter.

3.3.13 FIPS 173

Der Federal Information Processing Standard (FIPS) 173 aus dem Jahr 1992 behandelt den Spatial Data Transfer Standard (SDTS). Dieser Standard regelt Vorgaben für die Organisation und Struktur des Datenaustauschs, die Definition von räumlichen Attributen, Datenverschlüsselung und topologische Vektorenprofile. Ziel ist die Förderung des digitalen Datentransfers räumlicher Daten. Der Standard schreibt fünf Komponenten von Qualität vor: Lineage (Daten-

⁸ Huber, L. (2009).

herkunft), Positionsgenauigkeit, Attributgenauigkeit, logische Konsistenz und Vollständigkeit. Zeitliche Informationen sind auf jeder Ebene relevant. Die genannten Vorgaben sind flexibel und erweiterbar. Dieser Standard des Qualitätsmanagements für Daten ist auf jeden Schritt eines Datentransfers anwendbar.

3.4 Datenmodelle und -standards

3.4.1 INSPIRE

In den Richtlinien INSPIRE und der entsprechenden deutschen Umsetzung in die Geodateninfrastruktur für Deutschland werden im Annex I Netzdaten der Infrastruktur als INSPIRE-pflichtige Geodaten angeführt. In der Verordnung (EG) Nr. 1089/2010 der Kommission vom 23. November 2010 zur Durchführung der Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Interoperabilität von Geodatenbanken und -diensten sind die entsprechenden Datenstrukturen per Erlass definiert worden. Die benötigte Datenstruktur wird auf zwei Ebenen erstellt. Die erste Ebene bilden die Metadaten. Diese dienen der semantischen Beschreibung des Netzdatensatzes. In der zweiten Ebene sind die benötigten Geodaten im entsprechenden Format hinterlegt. Die Geodaten der zweiten Ebene haben teilweise eine feste Attributstruktur. Die Daten folgen der Knoten-Kanten-Topologie und haben abstrakte Datentypen, welche einen intermodalen Übergang erlauben.

3.4.2 OKSTRA

Der „Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen“ ist ein standardisiertes konzeptionelles Datenmodell zur Harmonisierung bestehender Definitionen der Objekte des Straßen- und Verkehrswesens in ihrer Bedeutung, Struktur und Beziehung untereinander. Er gilt heute als bundesweiter Standard für den Bereich der Bundesfernstraßen, und als Empfehlung für die Straßenbauverwaltungen der Länder. Ziel ist der standardisierte, universelle Datenaustausch innerhalb von Verwaltungen oder mit externen Institutionen mittels standardisierter, für Dateischnittstellen und Web-Services geeignete Datenformate. Diese bieten folgende Vorteile: Verlustfreie digitale Datenübergabe, Mehrfachnutzung einmal erfasster Daten, wahlweise Verwendung verschiedener Softwarekomponenten für eine Aufgabe sowie den Einsatz in serviceorientierten Architekturen (SOA). Zentrales Element der DV-technischen Umsetzung ist die OKSTRA-Klassenbibliothek OKLABI und das darauf basierende OKSTRA-Werkzeug zum Prüfen, Visualisieren, Editieren und Migrieren von OKSTRA-Daten durch die Nutzer.

3.4.3 GDF

GDF ist ebenfalls ein standardisiertes Austauschformat und umfasst Daten und Metadaten mit dem Fokus auf ITS-Anwendungen und -Dienste sowie Informationen mit Bezug zum Straßennetz. Viele Kartenhersteller unterstützen das GDF-Format, z.B. HERE, Tom-Tom, Mapscape BV, GeoSmart, Automotive Navigation Data, AutoNavi und NavInfo. Die aktuelle Version GDF 5.0 (ISO 14825:2011) enthält Erweiterungen im Bereich linearer Referenzierung und 3D-Inhalte sowie neue XML- und SQL-basierte Austauschformate. GDF beinhaltet drei Detaillierungsebenen:

- Geometrie – Level 0: Umfasst die Abschnitte der zweidimensionalen physischen Infrastruktur als planaren Graphen.
- Routing – Level 1: Hier können Straßenabschnitte zu Straßen zusammengefasst werden und mit Attributen wie Breite, Geschwindigkeitsbeschränkung etc. beschrieben werden.
- Routenführung – Level 2: Dieses Level baut auf den Elementen von Level 1 auf und ermöglicht die Abbildung von komplexeren Konstrukten.

3.4.4 DATEX-II^{9 10}

DATEX II ist ein EU-Standard in zweiter Generation, welcher für den Informationsaustausch zwischen Verkehrsmanagement, Verkehrsinformationszentralen und Serviceanbieter entwickelt wurde. Die Spezifikation wird im Rahmen des EasyWay-Programms durch eine Stakeholder-Organisation (CEN Technical Committee 278) gewartet. DATEX II erlaubt, durch den Einsatz von Profilen, die Reduktion auf die tatsächlich relevanten Elemente für den entsprechenden Anwendungsfall. Um die Flexibilität von DATEX II zu erhöhen, können Erweiterungen definiert werden, welche die Anforderungen des jeweiligen Anwendungsfalls bestmöglich abbilden. Die definierten Profile können als Quasi-Standard verwendet werden und von allen Geräten, die diese Profile implementiert haben, verstanden werden.

3.5 Statische Straßendaten¹¹

Die oben genannte Delegierte Verordnung (EU) 2015/962 definiert statische Straßendaten als Daten, die sich nicht häufig oder regelmäßig verändern, insbesondere:

- Straßennetzverbindungen und ihre physischen Merkmale, u.a.:
 - Geometrie
 - Straßenbreite
 - Anzahl der Fahrstreifen
 - Steigung/Gefälle
 - Kreuzungen

⁹ Datex II (2017)

¹⁰ Blaive (2010)

¹¹ Die erweiterte Charakterisierung der statischen Straßendaten befindet sich in Kapitel 4.2.

- Straßenklasse
- Verkehrszeichen, die die Straßenverkehrsvorschriften widerspiegeln und Gefahren ausweisen, u.a.:
 - Zufahrtsbedingungen für Tunnel
 - Zufahrtsbedingungen für Brücken
 - Dauerhafte Zufahrtsbeschränkungen
 - Sonstige Straßenverkehrsvorschriften
- Geschwindigkeitsbegrenzungen
- Verkehrspläne
- Lieferverkehrsbestimmungen
- Standort von Mautstationen
- Ausweisung von Mautstraßen, geltende feste Straßennutzungsgebühren und verfügbare Zahlungsmöglichkeiten
- Standort von Parkplätzen und Rastanlagen
- Standort von Ladestationen für Elektrofahrzeuge und ihre Nutzungsbedingungen
- Standort von Tankstellen für komprimiertes Erdgas, Flüssigerdgas und Autogas
- Standort von Haltestellen der öffentlichen Verkehrsmittel und Knotenpunkte
- Standort von Lieferzonen

3.5.1 BISStra – Bundesinformationssystem Straße

Im Bundesinformationssystem Straße (BISStra) werden die aktuell als Bundesfernstraßen klassifizierten Abschnitte des Straßennetzes vorgehalten. Die Datenhaltung des BISStra ist entsprechend der Anweisung ASB (siehe Kapitel 3.5.2) aufgebaut. Die Topologie des BISStra wird über:

- Netzknoten,
- Nullpunkte,
- Abschnitte und
- Äste

beschrieben.

Ein Abschnitt als zentraler Informationsträger des BISStra ist durch zwei Netzknoten am Anfang und am Ende begrenzt. In Einzelfällen kann eine Verbindung zwischen einem Abschnittsende oder Abschnittsanfang und einem Netzknoten durch Äste realisiert sein. Diese Abschnitte sind aber ebenfalls über den anschließenden Netzknoten eindeutig zu identifizieren. Sachinformationen sind den Abschnitten direkt oder über die Stationierung ihres geometrischen Verlaufs zugeordnet. Direkt zugehörig ist einem Abschnitt seine straßenrechtliche Widmung. Über die Stationierung sind einem Abschnitt alle weiteren Informationen wie z.B. Streifigkeiten usw. angegliedert.

BISStra erhält seine Informationen aus Straßeninformationsbanken der Länder.

3.5.2 SIB - Straßeninformationsbanken der Länder

Die SIB halten Informationen über die Infrastruktur „Straße“ vor und fungieren somit als Werkzeug der Straßenbauverwaltungen¹²:

Die SIB sind so aufgebaut, dass sie beliebige Informationen, die zu Datengruppen (sog. Objektklassen) aggregiert werden können, aufnehmen können. Dies geschieht in einer Datenbank mit geographischem Bezug.

Die Anweisung StraßeninformationsBank (ASB) beschreibt das grundlegende System der Objekte zur Verwaltung der Informationen.

Zur Verknüpfung der Informationen wurde ein sog. „Kernsystem“ entwickelt, das über Netzknoten und Nullpunkte definiert ist. Nullpunkte sind Unterknoten innerhalb eines Knotens, die zur Beschreibung von Teilelementen sogenannter Äste (z.B. Rampen, Kreisverkehrselemente) benötigt werden. Zwischen den Netzknoten und Nullpunkten befinden sich die Streckengeometrien, die das Straßennetz ebenfalls graphisch abbilden.

Jeder Ort in diesem System ist über diese Definition in Kombination mit der Stationierung, die einen Punkt abhängig von einem festgelegten Startpunkt 0 auf einem linearen Objekt zwischen zwei Netzknoten oder Nullpunkten definiert, bestimmbar.

Die Referenzobjekte sind demzufolge ebenso wie bei BISStra:

- Netzknoten,
- Nullpunkte,
- Abschnitte und
- Äste.

Jede Datengruppe, die zusätzlich in die Datenbank eingefügt wird, erhält eine Zuweisung, die den Ort des Datums über das Kernsystem definiert.

Die zusätzlichen Datengruppen werden ebenfalls graphisch als Linien- oder Punktgeometrien dargestellt.

Punktgeometrien werden als Station auf einem Abschnitt zwischen zwei Netzknoten definiert (z.B. Unfälle, SVZ-Zählstellen).

Liniengeometrien werden in direkten Bezug zu dem Abschnitt bzw. Ast gebracht und stellen diesen entweder komplett oder als Teilmenge nach. Ein Beispiel für eine Information, die als Teilmenge vorliegt, ist die Objektklasse „Fahrstreifen“. Da sich auf einem Abschnitt zwischen zwei Netzknoten verschiedene Streifigkeiten befinden können, werden die jeweiligen Unterabschnitte in der Objektklasse „Fahrstreifen“ als Einzelobjekte mit Bezug zum Basisabschnitt vorgehalten.

¹² Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur (BMVI), Abteilung Straßenbau (2014).

Der Anteil des Unterabschnitts am Basisobjekt wird von Startstation und Endstation definiert. Die Anzahl der Objekte in dieser Objektklasse wird also entsprechend größer als die der Basis-einheit.

Informationen, die eigentlich als Fläche vorliegen, so wie Gebietseinheiten bzw. Verwaltungseinheiten, werden mit den Basisabschnitten verschnitten und ebenso (wie oben erläutert) als Teilmengen des Basissystems vorgehalten.

3.5.3 NEMOBFStr

Das Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur (BMVI) hält für die Planung des Bundesfernstraßennetzes ein rechenfähiges digitales Straßenmodell vor (NeMoBFStr – Netzmodell der Bundesfernstraßen). Das NeMoBFStr bildet den jeweils aktuellen Stand des Autobahn-, Bundes- und Landesstraßennetzes vollständig ab und enthält darüber hinaus die wichtigsten Kreis- und Gemeindestraßen sowie in unterschiedlicher Tiefe das Umlandnetz. Es beinhaltet darüber hinaus alle – gemäß dem jeweils geltenden Bedarfsplan für die Bundesfernstraßen – geplanten Investitionsmaßnahmen. Das NEMOBFStr besteht aus ca. 780.000 Richtungsstrecken mit zahlreichen Vektoren zur Abbildung des realen Verlaufes der einzelnen Netzelemente. Dabei sind das Bundesfernstraßennetz und das nachgeordnete Netz funktional abgebildet.

Das NEMOBFStr wird kontinuierlich gepflegt, aktualisiert und weiterentwickelt, wobei insbesondere eine permanente Verfügbarkeit von aktuellen Versionen der Netzmodelldatei mit allen zugehörigen Attributen im Vordergrund steht. Das Netzmodell ist streckenorientiert aufgebaut. Jede Strecke ist über zwei Knoten eindeutig definiert.

Über Knotennummern (nach ASB) und Koordinaten sind die Knoten geografisch verortet. Der Verlauf der Strecke zwischen den beiden Knoten ist ebenfalls digitalisiert.

Das NEMOBFStr enthält eine Schnittstelle zu BISStra und kann somit jederzeit mit diesen Daten abgeglichen werden.

3.5.4 Integrationsnetz Straße

Ziel des Projekts Integrationsnetz Straße (INS) des BMVBI, der Bundesländer und der Bundeswehr ist die Schaffung eines bundeseinheitlichen, lückenlosen, routingfähigen und ASB-konformen Straßennetzes zur Prozessoptimierung der Verwaltungen. Die bestehenden ASB-Straßennetze der Bundesfernstraßen und Landesstraßen sollen dafür durch Geometrie- und Sachinformationen im GDF-Format aus kommerziellen, kommunalen Netzen erweitert werden. Durch "Mapping" werden die Fachdaten miteinander verbunden und es entsteht eine Art Übersetzungsdienst für Informationen über Straßen.

3.5.5 GIP

Die GIP – GraphenIntegrationsPlattform – ist eine Plattform, auf der unterschiedlichste vorhandene Verkehrsgraphen (und sonstige Verkehrsinformationen) einheitlich zusammengefasst und somit einen digitalen, multimodalen Graphen und ein gemeinsames Datenhaltungssystem bilden. Mit der GIP können die heterogenen Anforderungen von unterschiedlichen Anwendungen wie eGovernment, Verkehrsmanagement und Verkehrsmodellierung in einem gemeinsamen Datenhaltungssystem abgebildet werden.

Um die Konsistenz, Interoperabilität und Kontinuität der Teilgraphen sicherzustellen, wurde die Standardbeschreibung GIP 2.0¹³ veröffentlicht.

3.5.6 ATKIS

Das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem ATKIS ist ein Basisinformationssystem für topographische Geodaten der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder. Mit diesem System werden topographische Daten und Karten der Landesvermessung digital geführt und den Nutzern angeboten. Dazu dienen Digitale Landschaftsmodelle (DLM) und Digitale Topographische Karten (DTK). Weitere Leistungen des ATKIS sind inzwischen Digitale Geländemodelle (DGM) und Digitale Orthophotos (DOP). Die Basis-DLM wird im Fünfjahresrhythmus aktualisiert, Verkehrsdaten hingegen alle drei, sechs, oder zwölf Monate. Der Objektartenkatalog dient der Kategorisierung von topographischen Objekten und ihrer Attribute.

3.6 Dynamische Straßendaten

Die Delegierte Verordnung (EU) 2015/962 definiert dynamische Straßenzustandsdaten als Straßendaten, die sich häufig oder regelmäßig verändern. Dies umfasst insbesondere die folgenden Datenarten:

- Straßensperrungen
- Fahrstreifensperrungen
- Brückensperrungen
- Überholverbote für schwere Nutzfahrzeuge
- Baustellen
- Unfälle und Störungen
- dynamische Geschwindigkeitsbegrenzungen
- Fahrtrichtung auf Fahrbahnen für beide Richtungen
- Schlechter Straßenzustand

¹³ data.gv.at (2015).

- Befristete Verkehrsmanagementmaßnahmen
- variable Straßennutzungsgebühren und verfügbare Zahlungsmöglichkeiten
- Verfügbarkeit von Parkplätzen
- Verfügbarkeit von Lieferzonen
- Parkgebühren
- Verfügbarkeit von Ladestationen für Elektrofahrzeuge
- Wetterbedingungen mit Auswirkungen auf Straßenbelag und Sichtbarkeit

Eine Vielzahl der genannten Datenarten kann anhand einer Verkehrsmeldung für den Verkehrsteilnehmer bereitgestellt werden. Eine Verkehrsmeldung besteht aus Informationen bezüglich der Verkehrssituation oder verkehrlichen Sachverhalten, welche die Verkehrseigenschaften verändern können (z.B. Verkehrszustand, Kapazität der Verkehrsanlage, Zustand der Verkehrsanlage, etc.). Verkehrsmeldungen referenzieren mit unterschiedlichen Verortungs- und Referenzierungsmethoden auf die statischen Straßendaten. In Artikel 5 der Delegierten Verordnung (EU) 2105/962 ist die Zugänglichkeit, der Austausch und die Weiterverwendung dynamischer Straßenstatusdaten geregelt. Diese sind im DATEX-II-Format von den Straßenverkehrsbehörden und Straßenbetreibern zur Verfügung zu stellen. In Deutschland kann für diesen Zweck der Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM) als nationaler Zugangspunkt zu dynamischen Straßenstatusdaten dienen. Auf dem MDM sind unterschiedliche DATEX-II Datenprofile¹⁴ verfügbar, wie beispielsweise das Datenmodell zur Abbildung von Baustellen.

3.7 Verortungs- und Referenzierungsmethoden für Echtzeit-Verkehrsinformationssysteme

Für die korrekte Verarbeitung von Echtzeit-Verkehrsinformationen und deren Auswirkungen für die Verkehrsteilnehmer ist die räumliche Zuordnung der entsprechenden Informationen von entscheidender Bedeutung. Hierfür kommen unterschiedliche Verortungs- und Referenzierungsmethoden zum Einsatz, welche nachfolgend beschrieben werden.

3.7.1 Koordinaten

Die Zuordnung raumbezogener Information zu einem Datensatz kann über die Angabe von Koordinaten in einem definierten Koordinatensystem erfolgen.

3.7.2 Lineare Referenzierung

Mithilfe linearer Referenzierung erfolgt die Verortung einer Information auf ein Straßennetz beispielsweise über die Zuordnung zu einer Straße und Angabe des Kilometer- bzw. Stationie-

¹⁴ Bundesanstalt für Straßenwesen (2016).

rungs werts. Ebenso kann die Positionsangabe entlang einer Straße relativ zu einem definierten Stationszeichen oder durch Angabe des entsprechenden Prozentwertes realisiert werden.

3.7.3 ALERT-C – ISO 14819-3:2014

RDS-TMC (Radio Data System-Traffic Message Channel) ist eine Technologie zur Übertragung von Verkehrsinformationen über FM Radio Kanäle.¹⁵ Die Position und Straßenabschnitte der TMC Codes sind bei Sender und Empfänger bekannt, und können so eindeutig identifiziert werden. Die TMC Meldungen bestehen aus einem Location-Code (Position und Richtung) und einem Event-Code (Unfall, Bauarbeiten etc.). TMC Location-Codes sind fix definiert, weshalb nur vordefinierte Orte referenziert werden können und die Möglichkeiten sowie der Umfang der codierten Positionen einschränkt ist (pro Land auf 64.000 Positionen). Die Fortschreibung der Location Code List (LCL) und Event Code List (ECL) wird im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) koordiniert. Die aktuellen Listen sind bei der BASt erhältlich.¹⁶

Die TMC Meldungen werden nach dem ALERT-C (ISO 14819-3 Standard) Protokoll aufbereitet und übertragen. Kartenhersteller hinterlegen ihr digitales Straßennetz mit TMC Location-Codes, um eine Verortung auf diese Positionen zu ermöglichen.

3.7.4 Kartenunabhängige Referenzierungsmethoden

Kartenunabhängige Referenzierungsmethoden vergleichen unterschiedliche Attribute, Netzgeometrien und Topologien der jeweiligen Referenzierungsdaten untereinander.

AGORA-C - ISO 17572-3:2015¹⁷

AGORA-C (ISO: 17572) dynamische Referenzen ermöglichen räumliche Verweise auf Standorte, ohne die Kartengrundlage zu kennen und ohne die Orte vorab zu definieren. Es unterstützt die im Vorfeld codierten Positionen, wie sie beispielsweise von TMC und VICS (Vehicle Information and Communication System) genutzt werden, verfügt aber auch über die Möglichkeit, dynamische Referenzen zu setzen. Die Referenzen basieren auf vier Säulen:

- Attribute (Straßenname, FRC, FOW, Anzahl der Kreuzungen)
- Konnektivität (Zeigt Richtung für das Routing)
- Geometrie (Liste von Punktgeometrien (Start- und Endpunkt), Liste von Punkten mit einem eindeutigen Muster)
- LocationCode

¹⁵ BERG INSIGHT (2010)

¹⁶ Bundesanstalt für Straßenwesen (2015)

¹⁷ Pfeiffer (2010).

TPEG-Loc – ISO/TS 24530-2:2006

TPEG Binary und die tpegML sind ISO-standardisierte Spezifikationen für die Übertragung von sprachunabhängigen multimodalen Verkehrs- und Reiseinformationen. TPEG baut teilweise auf RDS-TMC auf, benötigt aber keine vordefinierte Positionsdatenbank. TPEG Binary wurde für digitales Radio entwickelt, während tpegML für die XML-basierte Übertragung über das Internet entwickelt wurde. Folgende Anwendungen sind für TPEG vorgesehen:

- RTM (Road Traffic Message): Unfälle, Behinderungen und Baustellen
- PTI (Public Transport Information): Serviceinformationen über öffentliche Verkehrsmittel wie Zug, Bus und Flugzeug
- TEC (Traffic Event Compact): Informationen für dynamische Routenplanung
- PKI (Parking Information): Informationen zu Parkplätzen und Parkhäusern
- CTT (Congestion and Travel Time): Informationen zu Reisezeit und Verkehrsaufkommen.

OpenLR^{18 19}

OpenLR wurde von TomTom entwickelt und als offener Industriestandard (Apache license v2.0) veröffentlicht. OpenLR ermöglicht die netzunabhängige Verortung von netzbezogenen Daten. Dabei ist es nicht nötig, dass Sender und Empfänger der Netzreferenz den gleichen Straßengraphen als Verortungsgrundlage heranziehen oder gar die möglichen Positionen, wie bei TMC, vorab ausgetauscht werden müssen. Aus diesem Grund bietet sich diese Methode für die Anwendung in ITS (Intelligent Transport Systems) und LBS (Location Based Services) Systemen an, da so die plattformübergreifende Integration von netzbezogenen Daten unterstützt wird.

In OpenLR besteht eine Lineare Referenz (Location Reference Paths) aus mehreren kürzesten Wegen zwischen einer sortierten Liste aus Start- und End-Referenzpunkten (Linear Reference Points –LRPs). Zusätzlich zu den Koordinaten werden auch FRC (Functional Road Class), FOW (Form Of Way), Länge und Ausrichtung der Netzreferenz angegeben, um die richtige Straßenkante eindeutig identifizieren zu können.

3.8 Qualitätsmanagement

Verkehrstelematik ist ein stark wachsender Zweig der Informationstechnologie. Viele neue Ideen werden entwickelt und in Pilotimplementierungen getestet. Die fehlende Qualität der Datengrundlagen und grundlegende Unwägbarkeiten in den Modellverfahren führen in vielen Fällen dazu, dass die neu entwickelten Anwendungen in der Praxis nicht zum Einsatz kommen oder nur teilweise Wirkung entfalten können.

¹⁸ TomTom International B.V. (2013)

¹⁹ Kamalski (2009).

Die Datenqualität ist somit ein kritischer Erfolgsfaktor für ITS services und Echtzeit-Verkehrsinformationsdienste:

- Verkehrsinformation steht in Konkurrenz mit den globalen Angeboten (wie z.B. Google Transit), die wegen ihrer breiten Abdeckung bereits sehr attraktiv sind. Nur wenn die Angebote der Regionen und Städte bessere Qualität liefern als die globalen Services, werden sie verwendet und können ihre Lenkungseffekte entfalten.
- Intelligente Verkehrssteuerungsverfahren dürfen nur eingesetzt werden, wenn sichergestellt ist, dass diese Verfahren einen positiven Effekt auf den Gesamtverkehr haben. Wenn die Grundlagen – wie z.B. die verwendete Verkehrslage – unzuverlässig ist, sollte man besser bei lokalen Steuerungsverfahren bleiben.
- Verkehrstelematik liefert Grundlagen für die E-Government-Initiativen in der Verwaltung: Verkehrsdaten werden in den Planungen verwendet, die Graphen sind Grundlagen für die Verortung im Rahmen des Verwaltungshandelns. Die Qualität der Datengrundlagen ist hier eine Voraussetzung dafür, dass diese von der Verwaltung verwendet werden dürfen.

Eingangsdatenprüfungen und Plausibilitätschecks sind bereits Stand der Technik. Alles darüber hinaus erfordert teurere Messfahrten, Kontrollmessungen oder Erhebungen vor Ort. Das vorliegende Projekt soll Wege finden, wie mit intelligenten Verfahren die Qualität in der ganzen Wertschöpfungskette von der Messung bis zum Routing-Service signifikant verbessert und die Qualität anhand von Kennwerten beurteilt werden kann. Dabei wird Wert darauf gelegt, dass die laufenden Kosten für das Qualitätsmanagement vertretbar bleiben.

Generelle Standards für Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement haben in weiten Bereichen der industriellen Fertigung und der Bereitstellung von Dienstleistungen dazu geführt, dass hohe Qualitäts-Anforderungen erreicht wurden und gehalten werden können. Hier haben vor allem die Norm ISO 9000 und die Self-Assessment Systeme von EFQM (und deren Abwandlungen) zu einem grundlegenden Umdenken und einer breiten Anwendung geführt.

In der ISO 9000:2015 (Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe) sind diesbezüglich die folgenden Definitionen enthalten:

- Qualitätsmanagement: Aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zur Leitung und Lenkung einer Organisation bezüglich Qualität
- Qualitätsmanagementsystem: Managementsystem zum Leiten und Lenken einer Organisation bezüglich der Qualität
- Qualitätssicherung: Teil des Qualitätsmanagements, der auf das Erzeugen von Vertrauen darauf gerichtet ist, dass Qualitätsanforderungen erfüllt werden.

Qualitätsmanagement umfasst dabei die Bereiche Qualitätsziele, Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung.

Zur systematischen Verbesserung von Geschäftsprozessen wurden im Laufe der Zeit eine Reihe von QM Prozessen entwickelt, so etwa Six Sigma, eine im angelsächsischen Raum weitverbreitete Methode, welche ein Vorgehensmodell für die Umsetzung eines fundierten, umfassenden und qualitätsorientierten Managementzugangs darstellt. Die Six Sigma Methode besteht aus dem strukturierten fünfphasigen Prozess DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control) und baut auf der Juran-Trilogie (Qualitätsplanung, Qualitätsregelung, Qualitätsverbesserung) auf. Im deutschen Sprachraum hat sich hingegen der Kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP) in weiten Bereichen durchgesetzt. Der KVP sieht dabei die vier Prozessphasen Planen, (Festlegen von Zielen und Maßnahmen), Durchführen (Ausführen der Maßnahmen), Prüfen (Überprüfen der Zielerreichung) und Verbessern (Anpassung der Maßnahmen) vor, welche PDCA (Plan, Do, Check, Act)-Zyklus bzw. Deming-Kreis genannt werden.

3.9 Qualitätsbewertung bei dynamischen Straßendaten und IVS-Diensten

Im Folgenden wird vorrangig auf das Forschungsprojekt der BAST zum „Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems für die Erfassung und Weiterverarbeitung von Daten für IVS-Dienste“ (FE 03.0505/2012/IRB) und QUANTIS eingegangen, da es die grundlegenden Begriffe der Qualität summiert und ein Schema entwickelt, das sich im weiteren Verlauf der Bearbeitung als Basis für eine Übertragung auf statische Straßendaten eignet.

3.9.1 FE 03.0505/2012/IRB²⁰

Im Rahmen des BAST-Projekts FE 03.0505/2012/IRB wurde ein Qualitätsmanagementsystem für die Erfassung und Weiterverarbeitung von Daten für IVS-Dienste entwickelt und für die Anwendungsfälle „Baustelle“ und „Reisezeitinformation“ konkretisiert. Dabei wurden Qualitätskriterien, -kenngrößen und entsprechende Prüfverfahren definiert und die Qualität von Baustelleninformationen anschließend exemplarisch geprüft.

3.9.2 QUANTIS²¹

In dem von der Europäischen Kommission geförderten Projekt QUANTIS wurde eine Methodik zur Qualitätsbewertung von Verkehrsinformationsdiensten entwickelt. Eine der Zielsetzungen war es, die Qualität für einzelne Stufen entlang der Datenprozesskette getrennt zu analysieren, da aus der Qualität der Rohdaten nicht automatisch auf die Qualität eines Dienstes geschlossen werden kann, sondern erhebliche Qualitätssprünge auftreten können. Die entwickelte QUANTIS-Bewertungsmethodik gliedert sich in Bewertungsgrundlagen, Dienst, Bewertung und Qualitätsverbesserung und umfasst 9 Schritte. In Schritt 1 werden die Qualitätsobjekte und –parameter definiert. Die Qualitätsparameter werden in quantifizierbare und nicht quantifizierbare

²⁰ Heinrich et al. (2016)

²¹ Kellermann, A., Pollesch, P., Haspel, U. (2011).

Parameter unterschieden. Bei quantifizierbaren Parametern existieren fünf Qualitätsstufen inklusive definierter Schwellenwerte, bei nicht quantifizierbaren Parametern wird in unterschiedliche Typen klassifiziert. In den Schritten 2 und 3 wird die Gewichtung von Qualitätsobjekten und Inhalten festgelegt. In Schritt 4 wird der zu bewertende Dienst durch seine Beschreibung entlang der Datenprozesskette analysiert. In Schritt 5 erfolgt die Erhebung empirischer Daten und in Schritt 6 das Benchmarking, welches als Ergebnis die erzielte Qualität eines Dienstes beschreibt. Die optionalen Schritte 7 bis 9 dienen der Erhöhung der Qualität eines Dienstes. Im QUANTIS-Projekt wurde die beschriebene Methodik mittels Excel-Tool umgesetzt und auf die Dienste „Verkehrslage“ der Verkehrsinformationsagentur Bayern, RDS-TMC Plus in Österreich und Straßenwetterinformation in Finnland angewandt.

3.10 Qualitätssicherung bei statischen Straßendaten

Die Qualitätssicherung bei statischen Straßendaten stellt die Einhaltung von definierten Qualitätskriterien sicher. Dabei werden die Qualitätskriterien Verfügbarkeit, Aktualität, Genauigkeit, Vollständigkeit, Konsistenz und Korrektheit betrachtet.

Bei jeder Änderung des Datenbestandes, sei diese die Erzeugung oder Löschung eines Objektes sowie eine strukturelle oder inhaltliche Objekt-Veränderung, müssen der geänderte Inhalt und gegebenenfalls vom geänderten Inhalt abhängige Objekte hinsichtlich ihrer Konsistenz überprüft werden. Konsistenzprüfungen beziehen sich sowohl auf die Struktur (formaler Aspekt) als auch auf die Semantik (inhaltlicher Aspekt) des Datenbestandes. Darunter verstehen sich Überprüfungen auf Korrektheit und Vollständigkeit von Dateninhalten sowie die Überprüfung von Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Objektklassen.

In diesem Zusammenhang können implizite und explizite Qualitätsprüfungen unterschieden werden.

Implizite Qualitätsprüfung: Implizite Qualitätsprüfungen finden automatisch bei jeder Veränderung eines Objektes durch das System statt. Ergibt die Überprüfung ein negatives Ergebnis, ist die Objekt-Veränderung ungültig und somit wird das Auftreten einer Fehlersituation automatisch unterbunden. Durch Rückmeldung an den Anwender kann die Fehlersituation umgehend behoben werden.

Explizite Qualitätsprüfung: Explizite Qualitätsprüfungen erfolgen mittels der Durchführung bestimmter Prüfprozesse durch beispielsweise den Anwender. Der aktuelle Datenbestand kann dabei auf Vollständigkeit, Richtigkeit und Konsistenz überprüft werden. Die Ergebnisse expliziter Qualitätsprüfungen werden beispielsweise in Form von Prüfungsprotokollen ausgegeben. Die Art des Prüfungsergebnisses kann in Form eines Warnhinweises auf Fehler erfolgen oder die erfasste Fehlersituation muss durch den Benutzer behoben werden.

Im Idealfall sind Qualitätsprüfungen bereits in den datenhaltenden Systemen integriert und können daher vom Benutzer direkt aufgerufen werden. Darüber hinaus können zur Überprüfung und Sicherstellung der Qualitätsanforderungen mit Hilfe von softwareunterstützten Werkzeugen, wie z.B. FME-Feature Manipulation Engine oder ArcGIS, Prüfroutinen entwickelt werden.

Mithilfe der Qualitätsprüfungen werden für statische Straßendaten neben der Ermittlung von Qualitätskennwerten beispielsweise folgende Fragen beantwortet:

- Sind alle erforderlichen Attribute befüllt?
- Sind die Werte der Attribute im korrekten Bereich beziehungsweise plausibel?
- Ist die räumliche Verteilung von Attributwerten statistisch auffällig?
- Handelt es sich um ein topologisch korrektes Netz?
- Gibt es räumliche Inseln?
- Nachdem das Netz auf bestimmte Attributwerte gefiltert wurde, ist das verbleibende Netz plausibel?
- Gibt es Widersprüche zwischen bestimmten Attributwerten?
- Sind geometrische Überlagerungen plausibel/korrekt (Brücke/Tunnel)?

Im Forschungsprojekt EuroRoadS²² wurde eine Plattform zur Bereitstellung von Straßendaten geschaffen, mit dem Ziel, die Zugänglichkeiten zu vereinfachen und den Datenaustausch zu standardisieren. Dabei wurden ein Qualitätsmanagementkonzept zur Datenqualität und ein Analyseverfahren zur Beschreibung und Bewertung der Datenqualität innerhalb informationsverarbeitender Prozesse entwickelt.

²² Universität Stuttgart (2017).

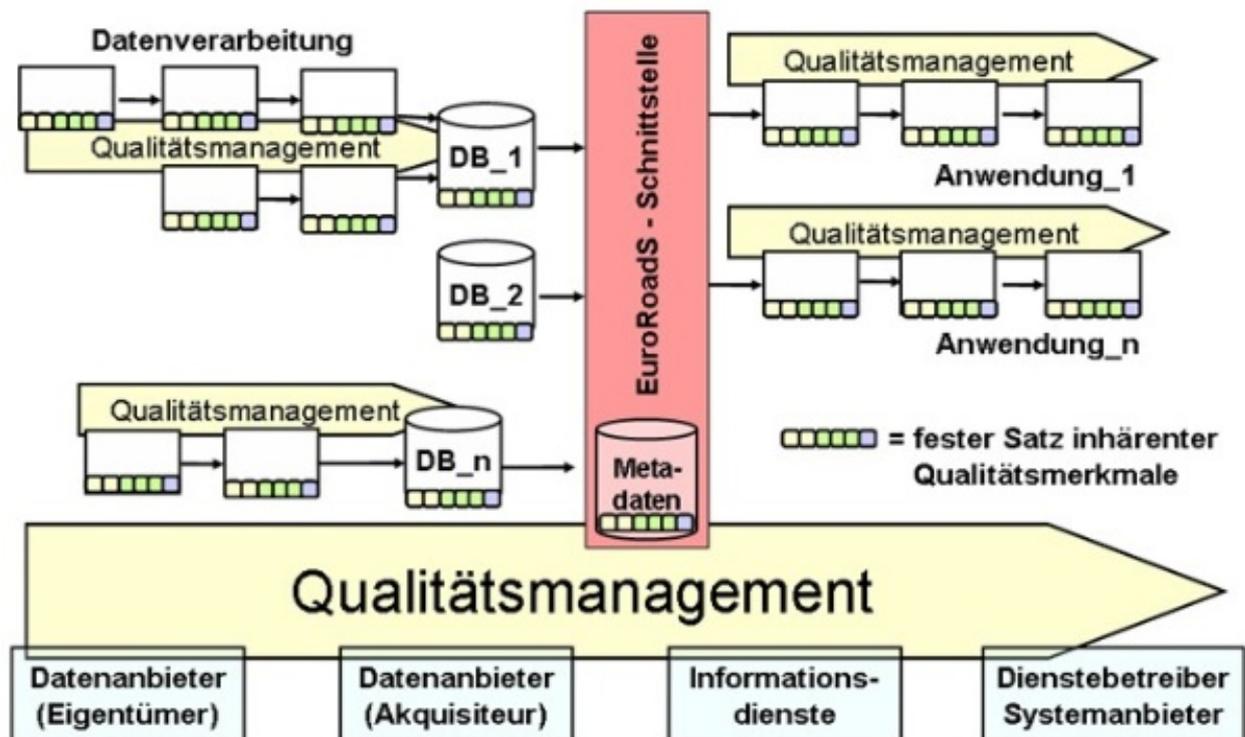


Abbildung 3-1: EuroRoadS - Qualitätsmanagement, Quelle: Universität Stuttgart (2017)

„Geoinformationen sind Informationen über Erscheinungen, die direkt oder indirekt mit einer auf die Erde bezogenen Position verbunden sind (ISO 19101). [...] Geodaten oder raumbezogene Daten verkörpern die computerverarbeitbare Form von Geoinformationen.“²³. Ihre Qualität wird u.a. von der Normenfamilie ISO191XX (Geoinformation) der International Organization for Standardization normiert.

Das „Qualitätsmodell für die Beschreibung von Geodaten“ des Deutschen Dachverbandes für Geoinformation (DDGI) in der öffentlich verfügbaren Spezifikation PAS 1071 befasst sich mit Geodaten als Produkte oder Produktgruppen und bietet eine Struktur zu ihrer Ordnung, Beschreibung und Qualitätsbewertung, das Nutzern ihre Eignung für bestimmte Anwendungen sowie ihre Qualität im Vergleich mit anderen Geodaten offenlegt. Die Qualitätsmerkmale des DDGI-Qualitätsmodells setzen sich aus beschreibenden und quantitativen Merkmalen zusammen.

²³ DIN (2007).

Beschreibende Merkmale

Produktklassen:

- Produktklasse A: Geobasisdaten (Geotopographische Basisdaten, Liegenschaftsbeschreibende Geobasisdaten)
- Produktklasse B: Geofachdaten mit direktem Raumbezug (Naturbeschreibende oder artefaktbeschreibende Geofachdaten)
- Produktklasse C: Geofachdaten mit indirektem Raumbezug

Produktbeschreibung (Metadaten):

- Kurzbeschreibung
- Hersteller des Produkts und ursprüngliche Verwendung
- Herkunft und Datenquellen
- Produktmerkmale (bspw. Maßstab, Höhenbezug, Gebiet, Aktualität, Datentyp)
- Ergänzende Produktmerkmale (Hauptverwendungszweck etc.)

Quantitative Merkmale

Quantitative Merkmale werden durch Angabe von Qualitätsmaßen bezeichnet, meistens Genauigkeitsmaße, die sich an den üblicherweise verwendeten Qualitätsmaßen und Testfolgen nach ISO 19113 orientieren.

- Positionsgenauigkeit (horizontal/vertikal; absolute/relative Positionsgenauigkeit, Rasterdatengenauigkeit)
- Thematische Genauigkeit (Richtigkeit der Klassifikation und nichtquantitativer Attribute, Genauigkeit quantitativer Attribute)
- Vollständigkeit (Datenüberschuss, Datenmangel)
- Logische Konsistenz (Konzeptuelle -, Topologische -, Geometrische -, Thematische -, Werte-, Formatkonsistenz)
- Zeitliche Genauigkeit (Genauigkeit der Zeitmessung, zeitliche Konsistenz und Gültigkeit)

3.10.1 Qualitätssicherung der SIB nach ASB

Die Qualitätssicherung nach der ASB wurde auf Basis der vorab erläuterten PAS 1071 (siehe Kapitel 3.10) entwickelt und zielt darauf ab, dem Nutzer der Daten Informationen über die Qualität der Daten für einen bestimmten Zweck zu liefern.

Hierzu wird erläutert, dass die Datenqualität auf verschiedenen Ebenen beschrieben werden kann. Für den Gesamtdatenbestand wird es als ausreichend erachtet, eine Produktbeschreibung zu erstellen, die die niedrigste im Datenbestand vorhandene Qualität beschreibt. Abweichungen davon können auf der detaillierteren Ebene (Attributebene) gespeichert werden.

Als Prüfkriterien werden die Merkmale der PAS 1071 herangezogen:

1. Positionsgenauigkeit,
2. Thematische Genauigkeit,
3. Vollständigkeit,
4. Konsistenz und
5. Zeitliche Genauigkeit.

Die Vorgaben der ASB klassifizieren als Genauigkeitsmerkmale (Punkt 1. und 2.) folgende Merkmale:

- Äußere Positionsgenauigkeit (direkter Raumbezug, Lagegenauigkeit der Koordinaten),
- Innere Positionsgenauigkeit (indirekter Raumbezug, z.B. Stationierung) sowie
- Thematische Genauigkeit (Maßgenauigkeit, z.B. Längenangaben).

Diese Merkmale sind in Einzelparameter aufgeteilt. So gilt z.B. die Punktgeometrie oder Liniengeometrie für äußere Positionsgenauigkeit, u.a. die Stationierung für innere Positionsgenauigkeit oder z.B. die Längenangaben für die thematische Genauigkeit. Schließlich werden Kennwerte bestimmt, denen Qualitätsstufen zugeordnet werden.

Die Vollständigkeit (Punkt 3) wird in der Produktbeschreibung textlich erläutert. Unterschiede bei Objektklassen werden beschrieben, wenn sich z.B. der Befüllungsgrad bei einer Straßenklasse von einer anderen unterscheidet.

Die logische Konsistenz (Punkt 4) beschreibt den Grad der Einhaltung der logischen Regeln eines Objektes oder zwischen Objekten. Die ASB gibt Minimalanforderungen z.B. durch Pflichtfelder, Wertebereiche, Schlüsseltabellen und Datenformatvorgaben vor.

Die zeitliche Genauigkeit (Punkt 5) wird abhängig vom Objekt erfasst. Es können tages-, monats- bzw. jahresscharfe Aussagen getroffen werden. Zusätzlich wird durch eine von-bis-Datierung der Gültigkeit eine Historisierung geschaffen, die keine Lücken oder Überschneidungen zulässt.

Die Qualitätsvorgaben der ASB regeln auch die Inhalte der Metadaten. Hier werden die üblichen Daten angefordert (z.B. Name, Inhalt, Hersteller, Gebiet, Raumbezug, ASB-Version, OKSTRA-Version). Außerdem besteht die Anforderung, die Objektklassen tabellarisch aufzulisten und zu erläutern (z.B. Name, Attribute, Plausibilitätsprüfungen).

Die Vorgaben der ASB zur Qualitätshaltung geben außerdem vor, wie bei Änderungen der bisherigen Qualitätsinformationen und -merkmale zu verfahren ist.

4 Untersuchung der Prozesse bei Straßenbauverwaltungen

Im Zuge von AP 2 wurden die Prozesse bei drei Straßenbauverwaltungen untersucht. Es handelte sich dabei um die Erfassung des Status Quo und die Eruiierung potenzieller oder aktueller Probleme sowie Ausblicke auf die Zukunft von statischen Straßendaten und deren Verarbeitung aus Sicht der verantwortlichen Sachbearbeiter. Die Interviewfragen sind dem vorliegenden Schlussbericht in Anlage 1 beigefügt.

4.1 Experteninterviews

Einleitung

Im Rahmen des Arbeitspakets 2 wurden beispielhaft die Prozesse bei unterschiedlichen Straßenbauverwaltungen untersucht. Hierbei handelte es sich um eine Aufnahme des Status Quo. Vorab wurde ein Interviewleitfaden erarbeitet, welcher dem forschungsbegleitenden Ausschuss vorgestellt und mit diesem abgestimmt wurde. Anhand dieses Interviewleitfadens wurden die Gespräche mit den folgenden Straßenbauverwaltungen geführt:

- Baden-Württemberg
 - Regierungspräsidium Tübingen, Abt. 9 Landesstelle für Straßentechnik, Referat 93 Fachzentrum Straßeninformation: Torsten Thiele
- Freie und Hansestadt Hamburg
 - Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation, Amt Verkehr und Straßenwesen, Sachgebiet Verkehrs- und Infrastrukturdaten: Ludger Kühnhenrich, Nina von der Heiden
 - Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen, Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung, Geschäftsbereich Geodatenservice, Fachbereich Verkehrsdaten und topographisches Informationsmanagement: Dorothee Weniger
- Straßen.NRW
 - Landesbetrieb Straßenbau, Referat Planung, Straßeninformation und Vermessung: Stefan Wick

Die Interviews wurden in – mit den Interviewteilnehmern abgestimmten – Protokollen festgehalten (siehe Anlage 2).

Die Ergebnisse wurden aggregiert und im Rahmen eines Workshops mit dem forschungsbegleitenden Ausschuss diskutiert.

Im Folgenden werden die aus den Interviews gewonnenen Erkenntnisse erläutert. Dabei wird sowohl auf den Ist-Zustand eingegangen, als auch auf etwaige Probleme und Anregungen zu Verbesserungen der Workflows und der Qualität der Datenerhebung und -bereitstellung.

4.1.1 Technik (IT) – Haltung und Pflege der Straßendaten

Als Datenbasis wird bei den drei Interviewteilnehmern die Anweisung – Straßeninformationsbank (ASB) herangezogen und als SIB in unterschiedlicher Ausführung implementiert. In Hamburg und Baden-Württemberg kommt die TT-SIB zum Einsatz, bei Straßen.NRW die NW-SIB.

Aus Sicht der Befragten wäre vor allem ein einheitlicher IT-technischer und datentechnischer Standard in Bezug auf die eingesetzten Systeme und Fachverfahren der Straßenbauverwaltungen erstrebenswert, da derzeit keine einheitliche Struktur und Harmonisierung der DV-Systeme existiert. Dies führt unter anderem zu komplexen Schnittstellen zwischen den Systemen. Auch kann die ASB für die Datenerfassung teilweise unterschiedlich interpretiert werden. Aufgrund der Beschreibung der ASB können nicht alle Informationen adäquat verortet werden. Selbst OKSTRA wird nicht als durchgehend einheitlicher Standard gesehen. OKSTRA-Bestand und OKSTRA-Planung unterscheiden sich aufgrund mehrerer Hersteller von Planungssoftware und unterschiedlicher Arbeitsabläufe.

Mit der Überarbeitung der Datenstandards sollte zudem eine sinnvolle Zusammenführung von statischen und dynamischen Daten einhergehen, außerdem sollten Straßendaten hinsichtlich ihres Inhalts auf das geänderte Mobilitätsverhalten eingehen (intermodale Nutzung, automatisiertes Fahren, e-Mobilität etc.).

4.1.2 Implementation und Pflege der Daten

Um die Straßendaten aktuell zu halten, werden derzeit mehrere Datenquellen herangezogen. Zum einen finden Befahrungen und Vermessungen im Zuständigkeitsbereich statt, zum anderen wird mit Luftbildern gearbeitet und diese mit dem Datenbestand abgeglichen. Allfällige Bautätigkeiten werden zudem laufend erfasst und die Straßendaten entsprechend aktualisiert. Diese Tätigkeiten werden mit dem eigenen Personal bzw. zum Teil durch beauftragte Ingenieurbüros durchgeführt, jedoch liegen stets unterschiedliche Aktualitätsstände vor. Der Sicherstellung einer beständigen Aktualität sollte daher eine hohe Priorität zukommen. Hier steht der Gedanke im Vordergrund, dass Daten aktuell zu halten deutlich weniger problematisch und arbeitsintensiv ist, als veraltete Daten auf einen aktuellen Stand zu bringen.

Allgemein kann zudem der Datenerfassung ein hoher Arbeitsaufwand attestiert werden. Eine verbesserte Durchgängigkeit der Daten von der Planung, zum Bau und zum Bestand wäre dabei erstrebenswert.

4.1.3 Aufbereitung der Daten – Prozessschritte am Beispiel Hamburg

Das Netz ist das Kernstück der SIB (Abbildung 4-1). Bei der Erfassung der zahlreichen Netzattribute sind viele manuelle Schritte notwendig. Informationen zur Änderung von Netzelementen werden graphisch und attributiv erfasst. Diese Art der Erfassung geschieht kontinuierlich und dient der Aktualisierung des Netzes.

Die Zustandserfassung von Straßen geschieht durch eine andere Behörde, die Befahrungen mit Hilfe externer Dienstleister durchführen lässt. Diese Daten werden für die SIB aufbereitet und in die SIB übertragen. Es gibt davon abweichend jedoch viele andere Datensätze, für die noch keine Prozesse definiert wurden. Der Aufbau von Workflows läuft derzeit.

Die Verkehrszählungen werden als manuelle Zählungen einmal im Jahr an den gleichen Stellen durchgeführt. Dabei werden die zu erhebenden Ströme pro Zählstandort bestimmt. Zusätzlich werden Bedarfszählungen festgelegt. Die Standorte werden in das AO-VZ übertragen und sind auch in der SIB darstellbar und in diese übertragbar.

Netzerfassung



Zustandserfassung von Straßen (mittels Befahrung)



Verkehrszählungen (manuell)



Abbildung 4-1: Datenaufbereitung, Fallbeispiel Hamburg; Quelle: Eigene Darstellung

4.1.4 Dreischichtige Datenhaltung am Beispiel NRW

Im Fortführungs-Datenbestand wird jede zukünftige Änderung eingearbeitet. Über Nacht läuft ein Aktualisierungsprozess, der die neu gültigen Änderungen automatisiert in den aktiven Bestand überführt und den aktiven Bestand in den historisierten Bestand überführt.



Der Befüllungsgrad der Daten ist von mehreren Faktoren abhängig. Zum einen gibt es eine Vielzahl an Objektklassen, von denen nicht alle geführt werden. Zum anderen ist die Attributpflege netzabhängig. Das bedeutet, dass Hauptverkehrsstraßen über viel Information verfügen, niederrangige Straßen zumeist nur die verpflichtende Minimalbefüllung erhalten. Als weiterer Faktor stellte sich eine Zuständigkeitsabhängigkeit heraus. Straßen, bei denen die Behörde Baulastträger ist, bieten in den meisten Fällen detaillierte Informationen. Dies trifft auf jene Straßen, bei denen die Behörde nicht Baulastträger ist, nicht zu.

Die Basis zur Behebung weiterer Qualitätsprobleme bildet der mögliche Austausch der einzelnen Landesbetriebe und Behörden untereinander. Dies sollte im Idealfall digital und einheitlich passieren. Das wäre ein weiterer Schritt, um die Schwierigkeiten hinsichtlich der Durchgängigkeit an Ländergrenzen aufgrund unterschiedlicher Ländersysteme zu vermindern. Essentiell dafür ist die Abbildung und Harmonisierung der Geschäftsprozesse zur Sicherstellung des Informationsflusses und der Qualität.

Ein weiterer wichtiger Punkt zur Verbesserung der Workflows und der Zusammenarbeit wäre, zukünftig Daten auf zentralen Servern verfügbar zu haben. Die weitere Vernetzung der Daten könnte zudem die Zugänglichkeit der Daten verbessern.

Derzeit werden bei manchen Behörden bereits Prozesse definiert, um die Abläufe zur Pflege der SIB an unterschiedlichen Stellen zu verbessern.

Auf politischer Ebene sei der Stellenwert der Aufgabenunterstützung der Straßenbauaufgaben durch IT-Fachverfahren und die Bedeutung qualitätsgesicherter Straßeninformation zu heben.

4.1.5 Dokumentation

Arbeitsprozesse sollten gezielt festgelegt werden, um eine Reproduzierbarkeit und Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten und die Qualität der Daten damit zu steigern. Derzeit sind die Arbeitsprozesse nur teilweise und nicht immer in der erforderlichen Granularität dokumentiert, wodurch es zu unterschiedlichen Herangehensweisen bei der Datenpflege kommen kann.

Eine Dokumentation der getätigten Arbeitsschritte wird derzeit beispielsweise mittels Log-Dateien im System oder anhand von Änderungsmeldungen durchgeführt, welche an den betroffenen Personenkreis versendet werden. Vorgaben zur manuellen Dokumentation existie-

ren jedoch nicht immer und werden daher teilweise vernachlässigt. Fehlende Dokumentation der getätigten Arbeitsschritte ist daher Resultat dieser Praxis.

4.1.6 Qualitätsprüfung

Bei der Aktualisierung des Straßenbestandes wird eine Kontrolle von extern gelieferten Daten durch interne Spezialisten durchgeführt. Darüber hinaus finden Plausibilitätsroutinen und stichprobenartige Überprüfungen im Zuge der Datenüberführung, durch SIB-interne Routinen bzw. durch definierte Prozesse statt. Auf systematische Gegenchecks mit Drittdaten wird jedoch zumeist verzichtet. Eine weitere Qualitätskontrolle erfolgt durch die Nutzung der Daten durch Dritte und entsprechende Rückmeldung an die datenpflegende Stelle. In unterschiedlichen Ausprägungen werden zudem lagebezogene Prüfungen durchgeführt.

Bei Verkehrszählungen finden Sichtprüfungen statt. Außerdem erfolgt eine Prüfung, ob die Daten mit Referenzmessungen übereinstimmen. Während der Zählung setzt man auf manuelle Dokumentation von Messfehlern. Im Anschluss erfolgt dann die Einordnung, ob die Messung beeinflusst bzw. verwendbar ist. Laut Aussage einiger Befragter wird zurzeit an Qualitätskriterien und der Dokumentation von Arbeitsabläufen gearbeitet.

4.1.7 Metadaten

Die Befragung zeigte, dass Metadaten meist selbst gepflegt werden. Bei den Befragten haben die Metadaten unterschiedliche Bedeutung, was unter anderem durch die Zuständigkeiten begründet ist. Besonderer Wert wird auf die Beschreibung der Datensätze und auf die Angabe der Aktualität gelegt.

Zudem erfolgt eine Überprüfung, ob die eingepflegten Daten „INSPIRE-relevant“ sind. Eine Unterscheidung ist unabdingbar, da auf der Basis gleicher Daten mehrere Dienste und entsprechend mehrere Metadatensätze existieren.

4.1.8 Rückmeldungen/Umgang mit Fehlern

Es existieren zurzeit mehrere Rückmeldekanäle in Form von E-Mails, Formularen oder Ticketing-Systemen. Jedoch handelt es sich dabei meist um keinen definierten Prozess. Daher ist oft unklar, wer für Rückmeldungen oder Fehlermeldungen zuständig ist. Dieser Missstand zeigt sich durch lange Durchlaufzeiten und unregelmäßige Abarbeitung.

Im Zuge der Straßenbefahrung wird mittels Gegenüberstellung der Daten von Aufnahmen und jenen der SIB die Korrektheit überprüft. Bei Widersprüchen von neu erfassten Daten werden

diese nicht übernommen, sondern der betroffene Bearbeiter, der die Änderungen gemacht hat, erhält eine Konfliktmeldung.

Zudem werden Rückmeldungen auch auf Vorgaben geprüft, z.B. bei Widmungsdaten, wo der rechtliche Status von der realen Situation abweichen kann.

4.2 Charakterisierung der Daten

Im Folgenden werden die Straßendaten der Straßeninformationsbanken beschrieben und charakterisiert. Als erster Schritt vor dem Datenqualitätsassessment dient dies der Eruierung von Möglichkeiten zur Bewertung im Sinne einer späteren Einstufung in ein Qualitätsschema.

4.2.1 Statische Straßendaten von Straßeninformationsbanken

Statische Straßendaten beinhalten Daten mit unterschiedlichen Charakteristika und Typologien. Dies muss vor Erstellung eines Qualitätssicherungskonzeptes berücksichtigt werden, um Parameter und Schwellenwerte zur Qualitätsermittlung so zu definieren, dass eine Aussage über das entsprechende Straßendatum getroffen werden kann. Statische Straßendaten, so wie sie heute bei den Straßenbauverwaltungen vorgehalten werden, werden vor allem durch drei Komponenten bestimmt:

- 1) Geometrie
- 2) Topologie
- 3) spezifizierte Erläuterungen.

Geometrie

Die Geometrie der Straßendaten steht als absolutes Datum fest. Sie wird in einem fest definierten Koordinatensystem vorgehalten. In der Regel handelt es sich um ein projiziertes Koordinatensystem (UTM), dem ein Referenzsystem (ETRS89) zu Grunde liegt. Umprojektionen in andere Koordinatensysteme sind möglich, ändern aber nichts an der absoluten und eindeutigen Aussage des Geodatums hinsichtlich der Lage.

Topologie

Die Topologie ist entweder bereits Teil der Datenbank oder kann durch die räumliche Analyse der absoluten Lage im Vergleich zu einem anderen Geodatum hergestellt werden. Hierzu ist allerdings eine dreidimensionale Datenhaltung notwendig. Im Idealfall ist die Topologie, sofern sie in der Datenbank bereits beschrieben wird, durch räumliche Analysen zu jeder Zeit reproduzierbar und somit überprüfbar. Ein Beispiel für Topologie ist die Stationierung. Die Stationierung ist als Element der Datenbank eine innerhalb des definierten Datentyps frei zu vergebende relative Positionsangabe und stellt somit einen indirekten Raumbezug her.

Spezifizierte Erläuterungen

Die spezifizierten Erläuterungen befinden sich in einer Sachinformationsdatenhaltung, die in Bezug zum Geodatum steht und in der Regel als Datenbanktabelle vorgehalten wird. Die Datenbanktabelle beinhaltet Daten unterschiedlicher Datentypologie.

4.2.2 Objektklassen in der SIB

Am Beispiel der frei verfügbaren Datensätze der Straßeninformationsbank des Landesbetriebs Straßenbau NRW²⁴ wird die Charakterisierung der Objektklassen durchgeführt.

Die Straßeninformationsbanken enthalten als Elemente der Gesamtdatenbank Objektklassen, die mit den o.g. Daten (Geometrie, Topologie, Datenbanktabelle) gefüllt sind. Auf der Internetseite des Landesbetriebs Straßenbau NRW ist ein Auszug aus den in der Datenbank der NWSIB enthaltenen Objektklassen veröffentlicht. Es handelt sich dabei um folgende Objektklassen der SIB, die unter dem Titel „Straßennetz Landesbetrieb Straßenbau NRW“ zur Verfügung stehen und nachfolgend betrachtet werden:

Objektart	Geometrieart
Abschnitte und Äste	Linie
Dienststelle	Linie
Fahrstreifen	Linie
Ortsdurchfahrten	Linie
Verkehrswerte	Linie
Verwaltungen	Linie
Bauwerke	Punkt
Betriebskilometer	Punkt
Netzknoten	Punkt
Nullpunkte	Punkt
Unfälle	Punkt
Zählstellen	Punkt

Tabelle 4-1: Objektklassen; Quelle: Landesbetrieb Straßenbau NRW (2017), eigene Darstellung

²⁴ Straßennetz Landesbetrieb Straßenbau NRW (2017)

Netzknoten und Nullpunkte bilden zusammen mit den Abschnitten und Ästen eine Topologie und können als Basisobjektklassen des Straßennetzes verstanden werden. Die beiden Punktgeometrien beschreiben Anfangs- und Endpunkt der Abschnitte und Äste in dem Attribut „ABS“, in dem aus Anfangs- und Endknoten bzw. –nullpunkt eine Kennung generiert wird. Diese Kennung verbindet alle Linienelemente miteinander, sodass diese in Relation miteinander gesetzt werden können. Bei linearen Informationen zu Straßennetz wird eine Verknüpfung zu Abschnitten und Ästen operationalisiert. Hierzu wird das über die ABS-Kennung sowie Anfangs- und Endstation die Referenzierung und die Topologische Lage definiert. Punktelemente werden über Ast-/Abschnittskennung und Station verortet und sind damit eindeutig. Eine Ausnahme bilden Bauwerke, diese sind über die Straßenbezeichnung, die Abschnittsnummer²⁵ sowie die Stationierung zu verorten. Bis auf die Zählstellen enthalten alle o.g. Objektklassen die Attribute „Straßenklasse“ und „Straßennummer“. Da die Zählstellen über die Kennung dem Basiselement „Abschnitte und Äste“ zuzuordnen sind, können auch hier die o.g. Attribute ermittelt werden.

4.2.3 Metadaten der SIB

Bei der Beschreibung und Charakterisierung der Daten spielen Metadaten eine besondere Rolle. Metadaten enthalten die zum Verständnis der originären Daten notwendigen Informationen.

Die Metadaten liefern eine übergeordnete Beschreibung des Datums, so dass dem Nutzer der Inhalt und die Eignung des Datums für seine Zwecke deutlich werden.

Die Metadaten der NWSIB, die auf der Onlinepräsenz des Landesbetriebs Straßenbau NRW veröffentlicht sind, enthalten folgende Informationen für den Gesamtdatensatz und gelten für alle Objektklassen²⁶:

- Titel des Datensatzes
- Zusammenfassung des Inhalts
- Kontaktdaten des Herstellers und des Vertriebs
- Raumbezugssystem (EPSG: 25832)
- Aktualisierungsintervall (monatlich)
- Kategorie (Verkehrswesen)
- Schlüsselwörter
- Zugriffsinformationen (Lizenzbedingungen)
- Download-URL für die Daten
- Format (shapefile)
- Datenspezifikation (INSPIRE)
- Stand

²⁵ Nicht zu verwechseln mit der Abschnittskennung, siehe Kapitel 3.5.2.

²⁶ Siehe Kapitel 4.2.2

Die Objektklassen werden mit folgenden Informationen beschrieben:

- Name des Datensatzes
- Datenformat
- Kurzbezeichnung
- Textliche Inhaltsbeschreibung
- Nennung, Beschreibung und Typ der Attribute
- Definition der Attributstandards (ASB)

Für die Charakterisierung der Daten wurde die Beschreibung der Objektklassen betrachtet. Folgende Ausprägungen liegen für statische Straßendaten vor:

Geometrie:

- 1) Punkt
- 2) Linie
- 3) Fläche

Topologie:

- 1) in der Datenhaltung spezifiziert
- 2) ausschließlich durch die Lage produzierbar

Datentypologien in der Datenhaltung:

- 1) Text
- 2) Zahl
- 3) binär
- 4) Datum

Bei der Beschreibung der Inhalte der Datenhaltung durch die Metadaten werden die Ausprägungen der einzelnen Daten deutlich. So kann es für einzelne Attribute offene Angaben geben (z.B. Station), offene Angaben in einer Dimension (z.B. Länge in Metern) oder Wertebereiche (z.B. Straßenklasse).

Im Anhang 3 befindet sich die Datenbeschreibung zum Datenbestand, wie sie vom Landesbetrieb Straßenbau.NRW zur Verfügung gestellt wird.

5 Qualitätssicherungskonzept

Im Rahmen der Erstellung wurden die Anforderungen an statische Straßendaten, die aus der geplanten Nutzung für IVS²⁷-Dienste resultieren, analysiert. Sie werden im Folgenden (Kapitel 5.1) beschrieben. Außerdem wurde ein Erstkonzept entwickelt und mit Hilfe von Praxistests evaluiert. Gleichzeitig wurden die Möglichkeiten zur Integration des Konzeptes in die Arbeitsprozesse überprüft (Kapitel 5.5).

Kapitel 5.7 und 5.8 zielen auf die Integration der Qualitätsinformationen und der Rückmeldungen zur Datenqualität durch die Nutzer auf dem Mobilitätsdatenmarktplatz (MDM) ab und werden im Folgenden erläutert.

5.1 Anforderungen an statische Straßendaten für Echtzeit-Verkehrsinformationsdienste

Georeferenzierung dynamischer Verkehrsinformation auf statische Straßendaten

Unter dem Begriff „Georeferenzierung“ ist die Verknüpfung von räumlichen Daten mit einem bekannten Koordinatensystem oder einem Referenzdatensatz zu verstehen, sodass diese Daten im Kontext weiterer geographischer Information visualisiert, abgefragt und analysiert werden können. Georeferenzierung kann daher entweder direkt durch die Zuweisung von Koordinaten, oder indirekt über Zuweisung eines geeigneten Identifikators erfolgen.

Für IVS-Anwendungen werden dabei oftmals Segmente digitaler Wegenetze als räumliche Grundeinheiten herangezogen. Diesbezüglich besteht die Anforderung, unterschiedliche verkehrliche Daten auf die jeweiligen Straßennetzsegmente zu referenzieren.

Die zu verortenden verkehrlichen Basiseinheiten sind:

- Punktdaten: Sie stellen diskrete Objekte oder verkehrliche Ereignisse dar oder sind Verbindungspunkte linearer Objekte, z.B. Unfallereignis, Anfangs-/Endpunkt einer Baustelle oder Infrastrukturstandorte.
- Streckenbezogene Daten: Mehrere Punkte sind zu einem Linienzug verbunden, die i.d.R. streckenbezogene Information beinhalten, z.B. Verkehrsqualität, Umleitungsstrecken, oder Steuerungsstrategien.
- Flächendaten: Dies sind geschlossene Linienzüge, welche flächenhafte Informationen wiedergeben, z.B. Veranstaltungsgebiete, Verkehrsflächen, oder administrative Gebiete.
- Relationen: Mit einer Relation werden Beziehungen von Basiseinheiten zueinander beschrieben. So können etwa Abbiegevorschriften oder Vorfahrtsberechtigungen abgebildet werden.

²⁷ Intelligente Verkehrssysteme

Gängige Verfahren der Georeferenzierung

Für die Referenzierung verkehrlicher Daten sind unterschiedliche Methoden und Standards geläufig. Generell kann zwischen indirekten (kartenabhängigen) und direkten (kartenunabhängigen) Verfahren differenziert werden.

Bei kartenabhängigen Verfahren wird die Referenzierung von Verkehrsdaten etwa durch die Angabe des Straßenkilometers, von Straßennamen oder einer Location-Code-Tabelle durchgeführt. Der wesentliche Vorteil kartenabhängiger Verfahren besteht in der eindeutigen Zuordenbarkeit referenzierter Daten. Ein Nachteil dieser Methodik ist, dass sowohl beim Sender als auch beim Empfänger z.B. von Verkehrsnachrichten eine eindeutige Zuordnungstabelle bzw. identisches Kartenmaterial vorhanden sein muss, um eine entsprechende räumliche Referenzierung durchführen zu können. In der Praxis werden jedoch häufig unterschiedliche Netzdaten oder abweichende Versionierungen verwendet, was die gemeinsame Nutzung und Verortung räumlicher Daten erschwert. Zudem verursachen die Vorkodierung von Locations sowie die Erstellung und Wartung von Zuordnungstabellen zeit- und arbeitsintensive Prozesse. Ein Beispiel für die Referenzierung von Verkehrsnachrichten auf Basis von Location-Code-Tabellen ist der RDS-TMC Standard. Diese Location-Codes bezeichnen jeweils eine Folge von Straßenkanten, die über Zuordnungstabellen den Straßenkanten einer weiteren Datenquelle zugeordnet sind.

Um die beschriebenen Problemstellungen zu vermeiden, wurden kartenunabhängige Methoden zur Referenzierung von räumlichen Daten entwickelt. Ziel dieser Verfahren ist es, räumliche Entitäten so eindeutig zu beschreiben, dass deren Position in einem davon gänzlich unabhängigen Datensatz identifiziert und zugeordnet werden kann. Dafür werden beispielsweise Punktkoordinaten in WGS84 zur räumlichen Referenzierung verwendet. Für eine eindeutige Zuordnung verkehrlicher Daten reichen Koordinaten als einziges Kriterium jedoch häufig nicht aus. Das liegt daran, dass sich digitale Straßengraphen hinsichtlich ihrer positionsbezogenen und topologischen Genauigkeit sowie in ihrer geometrischen Generalisierung unterschiedlich stark voneinander unterscheiden. So kann beispielsweise ein gewisser, unregelmäßiger Offset in der Positionsgenauigkeit von Straßensegmenten auftreten. Zudem können Geometrien zum Zwecke einer kartographischen Generalisierung abstrahiert dargestellt werden, etwa bei komplexen Autobahnanschlussstellen. Eine weitere Fehlerquelle sind unterschiedliche Versionen von Straßengraphen, die etwa eine divergierende Aktualität hinsichtlich Änderungen der Straßeninfrastruktur aufweisen. In diesen Fällen würde die Zuordnung von Verkehrsdaten auf das Netz nur auf Grundlage von Geokoordinaten zu potenziellen Fehlern führen.

Die folgende Tabelle listet ohne Anspruch auf Vollständigkeit gängige Referenzierungsverfahren von Meldungsstandards auf.

	Meldungsstandard	Beschreibung	Georeferenzierung
Kartenabhängige Verfahren	RDS-TMC (1997)	Radio-Data-System / Traffic Message Chanel	Referenzierung über Point-Locations
Kartunenabhängige Verfahren	TPEG-Loc (1997)	Transport Protocol Experts Group Standard zum Aussenden von multimodalen Verkehrs- und Reiseinformationen	On-the-fly-Referenzierung mit Punkt-Koordinaten
	TPEG2-GLR (2005)	Geographic Location Referencing	On-the-fly-Referenzierungsmethode mit GeographicBoundingBox, GeographicBounding- CircleSector, GeographicPointReference, GeographicLineReference oder GeographicAreaReference auf Basis von Koordinaten
	AGORA-C (2008)	ISO Standard 1752-3 für die Referenzierung geographischer Datenbestände	On-the-fly-Referenzierungsmethode mit LinearLocation, ImplicitArea, ExplicitArea, PointLocation. Hat ein kompaktes Binärformat. Lizenzkosten.
	OpenLR (2009)	Offener Standard für Georeferenzierung	Folge kürzester Wege mit OpenLR Reference Points, FRC-Klassen und Längenangaben. Lizenzfrei.

Tabelle 5-1: Gängige Referenzierungsverfahren von Meldungsstandards

Anforderungen an statische Straßendaten für eine Georeferenzierung von dynamischen Verkehrsinformationen

Aufgrund der diversen Referenzierungsverfahren und ihren unterschiedlichen Funktionsweisen ergeben sich unterschiedliche Anforderungen bezüglich des statischen Straßendatums. Grundsätzlich lassen sich die Anforderungen für kartenabhängige und kartunenabhängige Referenzierungsverfahren unterteilen.

Kartenabhängige Verfahren

Diese Verfahren setzen voraus, dass aktuelle Zuordnungstabellen auf Encoder- als auch auf Decoder-Seite vorhanden sind, wobei die Tabellen stetige Pflege verlangen und einen abgestimmten Austausch und Updateprozess zwischen den Betreibern von dynamischen und statischen Straßendaten benötigen. Folgende Anforderungen ergeben sich daher bei kartenabhängigen Verfahren:

- ID-Zuordnungstabellen
- Die Tabellen sollten auf Encoder und Decoder-Seite korrekt und aktuell sein.

Da die notwendige Information für eine korrekte Referenzierung bei kartenabhängigen Verfahren in den Zuordnungstabellen zu finden ist, ergeben sich keine weiteren Anforderungen. Um jedoch künftig über Herstellergrenzen hinweg und unabhängig von Kartenversionen einen Informationsaustausch zu garantieren, ist die Verwendung eines kartenbasierten, allerdings kartenunabhängigen Location-Referencing-Verfahrens unumgänglich.

Kartenunabhängige Verfahren

Aufgrund der Kartenunabhängigkeit sind hier keine Zuordnungstabellen zu definieren. Derzeit gängige Verfahren wie AGORA-C oder OpenLR benötigen für eine korrekte Zuweisung im Vergleich zu kartenabhängigen Verfahren jedoch weitere oder ergänzende Informationen, die nachfolgend kurz erläutert werden.

- Koordinaten in WGS84
 - Alle Knoten sollten im WGS84 Format vorliegen.
 - Die gewünschte Genauigkeit ist im Deka-Mikro-Grad-Bereich.
- Streckenangaben in Metern
 - Alle Kanten sollten eine Längenangabe in Metern aufweisen, welche Auskunft über die realen Ausmaße der jeweiligen Geometrie geben.
- Geometrie
 - Jede Kante sollte die reale Form der Geometrie zum Ausdruck bringen.
 - Kanten sollten nicht durch Luftlinienverbindungen abstrahiert sein.
 - Die geometrische Genauigkeit sollte in Bereichen mit geringerer Maximalgeschwindigkeit höher sein, als in Bereichen, in denen eine höhere Maximalgeschwindigkeit erlaubt ist.
- Routingfähigkeit der digitalen Karte
 - Das digitale Kartenmaterial sollte als gerichteter Knoten-Kanten-Graph vorliegen und eine korrekte und durchgängige Konnektivität der Kanten aufweisen.
- Subjektive Attribute
 - Straßenklasse als „Functional Road Class“ (FRC): Jede Kante sollte Informationen besitzen, welche ihre verkehrliche Relevanz im Netzgraphen widerspiegelt.
 - Physische Straßentyp als „Form of Way“ (FOW): Jede Kante sollte ein Attribut aufweisen, welches den physikalischen Typus der Kante darstellt.
- Objektive Attribute
 - Straßename
 - Straßenbreite
 - Anzahl der Fahrspuren
 - Fahrtrichtung
 - Maximalgeschwindigkeit.

Das OpenLR-Verfahren benötigt Angaben zur Straßenklasse (FRC) und dem Typus (FOW) einer Straße. Falls diese Attribute vorhanden sind, allerdings in unterschiedlichen Klassifizierungen vorliegen, hat OpenLR eine eigene Klassifizierung vorgegeben, die sich an den GDF-Standard (ISO 14825 2011) anlehnt. Für Encoder und Decoder sind Schnittstellen oder Übersetzungstabellen zu definieren, um die vorhandenen Attribute in das OpenLR-Format zu über-

tragen. Da diese subjektiven Attribute in einigen Netzen in unzureichendem Maße enthalten sind oder vollständig fehlen, werden stattdessen objektive Attribute herangezogen, mit deren Hilfe die erforderlichen Attribute abgeleitet werden. Objektive Straßenattribute können demnach für die Referenzierung von Verkehrsinformationen relevant sein, indem sie als Stellvertreter der benötigten Attribute fungieren.

Zudem hat sich bisher noch kein kartenunabhängiges Verfahren als einheitlicher Standard erwiesen. Die Einbindung objektiver Attribute bei zukünftigen Versuchen gilt als wahrscheinlich und könnte zu einem höheren Grad der positiven Zuweisung führen. Die Verfügbarkeit dieser Attribute ist für derzeitige Referenzierungsverfahren zwar nicht erforderlich, bei einer Evaluierung der Qualität von statischen Straßendaten ist deren Berücksichtigung jedoch ratsam.

Neben dem verwendeten Referenzierungsverfahren unterscheiden sich die Anforderungen an statische Straßendaten auch in Abhängigkeit des Anwendungszwecks. Anforderungen, die sich bei der Referenzierung dynamischer Verkehrsinformationen ergeben, bilden die Grundvoraussetzungen an das statische Straßendatum. Bei Anwendungen der Verkehrssimulation, dem kooperativen Fahren und schließlich dem automatisierten Fahren ergeben sich steigende Anforderungen an die räumliche und zeitliche Auflösung und Genauigkeit des Straßendatums und deren Vollständigkeit.

Anforderungen an statische Straßendaten für Verkehrssimulationen

Für Anwendungen der Verkehrssimulation sind objektive Straßenattribute zusätzlich zu den oben genannten Attributen nützlich. Dabei ist die Anzahl der Fahrspuren eine der wichtigsten und grundlegendsten Informationen, die zur Verfügung stehen muss, um das Verhalten von Bewegungen auf einer Straße abbilden und die Verkehrskapazität bestimmen zu können. Für eine korrekte Darstellung und Simulation des Verkehrsflusses ergeben sich demnach weitere Anforderungen an das Straßendatum:

- Abbiegespuren und Abbiegebeziehungen
 - Die Verortung von Abbiegespuren, die Angabe der Anzahl der verfügbaren Fahrspuren und deren Relation zu anderen Kanten sind notwendig, um den Verkehrsfluss an Kreuzungen korrekt modellieren und simulieren zu können.
- Fahrspur-Einschränkungen
 - Restriktionen hinsichtlich Fahrspurwechsel (Überholverbot, Sperrlinien) sollten abgebildet sein.
 - Einschränkungen der Fahrspur für bestimmte Verkehrsteilnehmer (Bus, Taxi) sollten dargestellt sein.
- Verkehrsregeln und Verkehrszeichen
 - Verkehrsregeln und Verkehrszeichen sollten korrekt verortet und deren Implikationen für Netzkanten bekannt sein.

- Lichtsignalanlagen (LSA)
 - Lichtsignalanlagen sollten verortet sein und fahrstreifenfeine Informationen beinhalten.
 - Im Fall der Festzeitsteuerung können mit der Angabe der Signalphasen realitätsgetreue Simulationen an Kreuzungsknoten ermöglicht werden.

Die Korrektheit und Vollständigkeit dieser Attribute ist nicht zwingend erforderlich, um Verkehrssimulationen durchführen zu können, jedoch erhöht ihre Qualität die Realitätsstreue und Aussagekraft der simulierten Ergebnisse.

Anforderungen an statische Straßendaten für C-ITS-Anwendungen und hochautomatisiertes Fahren

Mit der zunehmenden Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Straßenverkehr sind neue Dienste und Anwendungen entstanden, die oftmals unter der Bezeichnung „Intelligente Verkehrssysteme“ (IVS, engl. ITS) zusammengefasst werden. Die Vernetzung intelligenter Verkehrssysteme ermöglicht die Etablierung kooperativer Verkehrssysteme (C-ITS). Durch die Kommunikation zwischen Verkehrsteilnehmern (Vehicle-to-Vehicle) sowie zwischen Verkehrsteilnehmern und Verkehrsinfrastruktur (Vehicle-to-Infrastructure) entstehen neue Potenziale, um den Verkehrsablauf effizienter, sicherer und nachhaltiger zu gestalten. Entsprechende Zielvorgaben und Handlungsfelder sind in nationalen wie internationalen C-ITS Strategiepapieren definiert. Die Vernetzung von Fahrzeugen untereinander sowie mit der Straßeninfrastruktur stellt auch einen wichtigen Funktionsbaustein des hochautomatisierten Fahrens dar.

Ein identifiziertes Handlungsfeld ist die möglichst genaue und detaillierte digitale Repräsentation der Straßeninfrastruktur. Für die Umsetzung von C-ITS-Diensten und -Anwendungsfällen bestehen unterschiedliche Anforderungen an statische und dynamische Informationen zur digitalen Infrastruktur. Im vorliegenden Abschnitt sollen vor allem Anforderungen statischer Straßendaten für C-ITS beschrieben werden.

Allgemein lassen sich folgende Anwendungsfälle statischer Straßendaten im Kontext von C-ITS identifizieren:

- Unterstützung der Fahrzeugpositionierung und Navigation durch Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) mittels hochgenauer Straßenkarten.
- Karteninformation als zusätzlicher „Sensor“ für vernetzte und hochautomatisierte Fahrzeuge. Dieser „elektronische Horizont“ lässt Fahrzeuge über die Reichweite ihrer unmittelbaren, mobilen Sensorik hinausblicken, und so Steuerungsmanöver vorausschauend planen. Dies kann auch als Georeferenzierungsgrundlage für dynamische Daten des Fahrzeugumfelds genutzt werden.
- „Flüchtige“ statische Infrastrukturdaten wie Verkehrszeichen, straßennahe Gebäude oder Vegetation werden mit hochgenauer Verortung als zusätzliche Informationsgrundlage für die Trajektorienplanung von ADAS genutzt.

- Hochgenaue Karten stellen die Grundlage dar, um bestimmte verkehrliche Handlungsanweisungen zu verorten und an vernetzte und automatisierte Fahrzeuge zu kommunizieren. Ein Beispiel hierfür sind etwa Abschnitte einzelner Fahrstreifen, für die die Nutzung bestimmter automatisierter Fahrfunktionen etwa explizit verboten oder erlaubt ist („managed lanes“).

Um die effiziente Integration und Nutzung statischer Straßendaten in C-ITS-Anwendungen zu ermöglichen, sind mehrere Gremien und Industriekonsortien mit der Definition entsprechender Datenstandards befasst. Als wichtige europäische Standardisierungsgremien im Bereich C-ITS und hochautomatisiertes Fahren sind das ‚European Committee for Standardization (CEN)‘ und das ‚European Telecommunications Standards Institute (ETSI)‘ zu nennen. Die ‚Navigation Data Standard Association (NDS)‘, ein Industriekonsortium aus Automobilindustrie, Navigationsherstellern und Geodatenanbietern, ist mit der Etablierung von Geodatenstandards für die kooperative und hochautomatisierte Fahrzeugnavigation befasst.

Durch die breite Unterstützung von Politik und Industrie sowie globale Kooperationen mit ISO, IEE und SAE können vor allem die von ETSI eingeführten Standards im Kontext von C-ITS als relevant hervorgehoben werden. Mit Blick auf statische Straßendaten wurden die folgenden Standards entwickelt:

- TOPO basic service: Dieser Nachrichtenstandard wird vor allem für die Kommunikation zwischen Straßeninfrastruktur und Fahrzeugen genutzt. Darin wird die lokale Straßentopologie übermittelt. Anwendungsfälle sind etwa die fahrstreifengenaue Verortung der Kommunikation von Lichtsignalanlagen mit Fahrzeugen oder georeferenzierte Warnungsbenachrichtigungen vor gefährlichen Kurven. TOPO-Nachrichten sollen im Sinne eines kartenunabhängigen Verfahrens, etwa durch Übertragung von Geokoordinaten zur Beschreibung der Straßentopologie, genutzt werden können.
- Local dynamic map: Beim Local Dynamic Map (LDM) Standard handelt es sich um eine Aggregation unterschiedlicher Daten, die in C-ITS Anwendungen genutzt werden können. Diese können dabei in vier Datenlayer unterteilt werden. Der erste bzw. unterste Layer sind statische Straßendaten, im zweiten Layer werden semi-statische Daten wie Verkehrsschilder vorgehalten, Layer drei enthält dynamische Straßendaten und Layer 4 hochdynamische Daten wie Fahrzeugsensordaten.
- Map service: Dieses Protokoll stellt Karteninformation für ITS-Applikationen oder -Services als Grundlage für Map-Matching bzw. Georeferenzierungsfunktionen bereit. Dabei sollen geographische Positionen auf die Straßentopologie referenziert und bereitgestellt werden. Dabei sollten unterschiedliche Kartenformate und Map Matching-Funktionen unterstützt werden.

Neben der Übertragung statischer Straßendaten in Standardformate ergeben sich aus den C-ITS-Anwendungsfällen auch weitere, spezifische Anforderungen an statische Straßendaten. Viele C-ITS-Dienste übertragen Informationen mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung, was wiederum Implikationen für die Anforderungen an dabei genutzte statische Straßendaten mit sich bringt. Im Folgenden sind die unterschiedlichen Anforderungen an statische Straßendaten im Kontext C-ITS anhand unterschiedlicher Qualitätskategorien beschrieben. Da derzeit nur in einem geringen Ausmaß Forschungsergebnisse in wissenschaftlichen Publikationen vorliegen, beziehen sich die dargestellten Anforderungen zu einem großen Teil auf die Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „LaneS“. Dabei wurden mehr als 20 Experten aus den Bereichen Automobilindustrie, Servicedienstleister, Infrastrukturbetreiber und Verkehrsmanagement zu ihren Einschätzungen bzgl. Anforderungen an digitale Straßenkarten für C-ITS und hochautomatisiertes Fahren in standardisierter Form befragt.

Aktualität:

Die Anforderungen an die Aktualität statischer Straßendaten richtet sich in hohem Maße nach dem konkreten C-ITS Anwendungsfall. Zu einem überwiegenden Teil werden C-ITS-Anwendungen jedoch für die dynamische Informationsbereitstellung für Verkehrsteilnehmer und Infrastrukturbereiter genutzt. Daraus ergibt sich das Erfordernis, dass Daten, die als Grundlage der Prozessierungslogik genutzt werden, zu jedem Prozessierungsschritt in möglichst aktueller Ausprägung vorliegen.

Damit beispielsweise die Anwendung einer kooperativen Lichtsignalanlage im Sinne von SPAT funktioniert, müssen die statischen Straßen zu jedem Zeitpunkt den tatsächlichen Gegebenheiten entsprechen. Ergeben sich temporäre Änderungen der Straßenführung, etwa durch Fahrstreifenblockierung auf Grund eines Unfalls, einer Panne oder eines Bauvorhabens, so muss der Straßengraph diese Änderungen entsprechend rasch inkorporieren und an die Prozessierungslogik der LSA übermitteln. Ansonsten würden die an die ADAS der kooperierenden Fahrzeuge weitergeleiteten Anweisungen zur Trajektorienplanung potentiell fehlerhaft sein.

Um den effizienten und korrekten Betrieb von C-ITS-Anwendungen, die auf digitale Infrastrukturdaten zugreifen, zu gewährleisten, müssen daher Änderungen der statischen Infrastruktur, insbesondere der Straßenführungen sowie der „flüchtigen“ statischen Infrastrukturinformationen, in möglichst kurzen Zyklen erkannt und verarbeitet werden. Daraus ergibt sich die Anforderung der Implementierung eines entsprechenden Prozesses, der aus dynamischen Daten Änderungen der statischen Straßeninfrastruktur ableitet. Dadurch sollen punktuelle Änderungen der statischen Straßeninfrastruktur innerhalb von Minuten erkannt und verarbeitet werden können.

Die Expertenbefragung hat ergeben, dass die Einschätzung der Anforderung an statische Straßendaten zur Nutzung in C-ITS Anwendungen im Hinblick auf die Aktualisierungszyklen ebenfalls mehrheitlich im Minutenbereich liegen (siehe Tabelle 5-2).

Anforderung an Aktualisierungsintervall statischer Straßendaten für C-ITS/HAF	Anzahl Nennungen
Minuten	12
Wenige Stunden	0
Innerhalb eines Tages	2
Mehrere Tage	2
Mehrere Antworten	3

Tabelle 5-2: Nennungen von notwendigen Aktualisierungsintervallen statischer Straßendaten für C-ITS/HAF, Expertenbefragung Projekt "LaneS"

Positionsgenauigkeit:

In zahlreichen C-ITS-Anwendungsfällen werden dynamische Informationen mit hoher Positionsgenauigkeit übertragen bzw. verarbeitet. Dazu zählen etwa kooperatives Fahren, erweiterte Lichtsignalinformation oder fahrstreifenspezifische Gefahreninformation (bspw. Unfälle, Sperren). Damit diese Informationen mit entsprechender Genauigkeit exakt und stabil auf einer Straßentopologie lokalisiert werden können, werden entsprechende, hochgenaue Straßendaten benötigt. Herkömmliche Straßengraphen, wie sie in Navigationssystemen und verkehrsplanerischen Anwendungen (z.B. Straßennetzbeurteilung) eingesetzt werden, bauen in der Regel auf einem Knoten-Kanten-Modell auf, bei dem eine Kante die Fahrbahn einer Straße zwischen zwei Kreuzungen (Knoten) repräsentiert. Dabei ist es bei der Geometriebildung unbedeutend, wie viele Fahrstreifen die Straße aufweist (bzw. die Richtungsfahrbahn bei baulich getrennten Fahrbahnen wie Autobahnen). Derartige Straßengraphen sind für die hochgenaue Referenzierung verkehrlicher Informationen oder zur Navigationsunterstützung und Trajektorienplanung hochautomatisierter Fahrzeuge bezüglich ihrer Positionsgenauigkeit und Topologie zu stark generalisiert. Vielmehr werden zumindest fahrstreifenfeine, digitale Straßentopologien benötigt, deren Fahrstreifenmittelachsen mit hoher Genauigkeit verortet sind. Aktuell laufen mehrere Messkampagnen internationaler Navigations- und Kartenhersteller (z.B. HERE maps, TomTom) zur Generierung entsprechender, hochgenauer Straßengraphen. Dafür werden Messfahrten unter Verwendung hochpräziser und hochwertiger Messtechnik eingesetzt. Diese Verfahren sind jedoch kostspielig und zeitaufwendig, weshalb der aktuelle Stand noch nicht durchgängig verfügbar ist.

Die Einschätzung der erforderlichen absoluten Positionsgenauigkeit von Fahrstreifenmittelachsen oder Fahrstreifenbegrenzungen in digitalen Straßengraphen für C-ITS oder hochautomatisiertes Fahren erscheint vor dem Hintergrund limitierter Anwendungserfahrungen aktuell schwierig. In der Literatur gibt es entsprechend keine eindeutigen Angaben, jedoch wird häufig eine erforderliche absolute Positionsgenauigkeit der Querführung von Fahrstreifen < 15 cm genannt, was in etwa mit der möglichen Genauigkeit der Positionsbestimmung von Fahrzeugen korrespondiert. Bei der Längsführung von Fahrstreifen werden Genauigkeiten < 50 cm ange-

führt. Weitere Elemente der Straßeninfrastruktur, wie Straßenschilder und Lichtsignalanlagen, sollten mit einer absoluten Positionsgenauigkeit von < 20 cm verortet sein.

Korrektheit und Konsistenz:

Bezüglich Korrektheit und Konsistenz gelten für statische Straßendaten im Kontext von C-ITS und hochautomatisiertem Fahren grundlegend ähnliche Anforderungen wie in anderen Anwendungsbereichen. Den Experteninterviews folgend, nimmt die durchgängige Korrektheit der genutzten statischen Straßendaten unter den dargestellten Qualitätskategorien jedoch einen besonders hohen Stellenwert ein. Dies wird damit begründet, dass speziell die korrekte Funktionsfähigkeit der automatisierten, oftmals hochdynamischen C-ITS-Dienste sowie die Trajektorienplanung im hochautomatisierten Fahren im hohen Ausmaß abhängig von zuverlässigen Datengrundlagen sind. Daher müssen entsprechende, automatisierte Qualitätssicherungsmechanismen eingeführt werden, um durchgängig die Plausibilität der Daten zu prüfen. Dabei sollten auch potenziell fehlerhafte Daten ausgeschlossen oder gekennzeichnet werden.

In diesem Zusammenhang wird besonders auch die Konsistenz statischer Straßendaten hervorgehoben. Auf Grund der vergleichsweise hohen Anforderungen an die Datenaktualität muss auch bei inkrementellen Updates statischer Straßendaten gewährleistet sein, dass die Beziehung aller logischen Attribute sowie die Straßentopologie zueinander widerspruchsfrei bleibt.

Verfügbarkeit:

Der flächendeckende Einsatz von C-ITS Diensten erfordert neben einheitlichen Datenstandards auch eine durchgängige Verfügbarkeit statischer Straßendaten, soweit diese für die Funktionsfähigkeit des Dienstes immanent notwendig sind. Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass unterschiedliche Anwendungsfälle auch verschiedene räumliche Auflösungen bedienen können. Eine erweiterte, C-ITS-gestützte Lichtsignalsteuerung kann sich lokal auf einen Knotenpunkt beschränken, kann sich aber ebenso als Netzwerk über eine größere räumliche Ausdehnung erstrecken, etwa auf ein städtisches Straßennetz. Nach Einschätzung aus Experteninterviews ist hinsichtlich der Verfügbarkeit statischer Straßendaten daher insbesondere eine vorgelagerte Information notwendig, wo statische Straßendaten mit den geforderten Qualitätsmerkmalen nicht oder unzureichend zur Verfügung stehen. Dadurch können Fehlfunktionen auf Grund eingeschränkter Verfügbarkeit vermieden werden.

Eine weitere Herausforderung bezüglich der Verfügbarkeit ist in der grundlegenden Architektur von C-ITS begründet. Daten werden üblicherweise über verteilte Strukturen in kurzen Zeitintervallen unter Verkehrsteilnehmern bzw. zwischen Verkehrsteilnehmern, Infrastruktureinheiten und einer zentralen Verarbeitungseinheit ausgetauscht. Dabei kommen entsprechende, hochperformante Kommunikationsnetzwerke zum Einsatz, die immer dort zuverlässig verfügbar sein müssen, wo ein Dienst genutzt wird. Relevante Technologien sind etwa ITS-G5, 3G/4G und 5G, WLAN oder IoT-Netzwerke wie Sigfox oder LoRaWAN.

Vollständigkeit:

Die Anforderungen bezüglich der Vollständigkeit statischer Straßendaten für C-ITS Anwendungen und hochautomatisiertes Fahren stimmen mit denen bezüglich der Verfügbarkeit überein. Sind Inhalte nur lückenhaft vorhanden, sollen diese Lücken entsprechend gekennzeichnet werden, um potenzielle Fehlfunktionen zu vermeiden. Welche Inhalte in statischen Straßendaten mit welcher Vollständigkeit vorliegen müssen, ist wiederum stark vom konkreten Anwendungsfall abhängig, und kann nicht pauschal beantwortet werden.

Zusammenfassend sei festgestellt, dass die Qualitätsanforderungen an statische Straßendaten für C-ITS und hochautomatisiertes Fahren auf Grund der noch eingeschränkten Anwendungserfahrung und der Heterogenität potenzieller Anwendungsfälle zum aktuellen Zeitpunkt nur eingeschränkt definiert werden können. Für konkrete Umsetzungen werden sich aus laufenden und zukünftigen Feldtests neue Erkenntnisse ergeben. Werden diese zusammengetragen und gegenübergestellt, können voraussichtlich allgemeingültige Qualitätsanforderungen abgeleitet werden. Dennoch lassen sich aus der heute vorliegenden wissenschaftlichen Literatur, aus Konferenzbeiträgen von Industrievertretern, aus bereits abgeschlossenen Feldtests sowie aus Expertenbefragungen bereits grundlegende Erkenntnisse zur den Anforderungen an statische Straßendaten im Kontext von C-ITS und hochautomatisiertem Fahren zusammentragen. Diese sind in folgender Tabelle nochmals zusammengefasst dargestellt.

Qualitätskategorie	Anforderung an statische Straßendaten für C-ITS/HAF
Aktualität	Inkrementelle Aktualisierung im Minutenbereich
Positionsgenauigkeit	Fahrstreifenfeine Straßentopologien; Absolute Genauigkeit Fahrstreifenquerführung: < 15 cm; Absolute Genauigkeit Fahrstreifenlängsführung: < 50 cm; Absolute Genauigkeit Straßeninfrastrukturelemente: < 20 cm;
Korrektheit und Konsistenz	Automatisierte Datenprüfung zum Ausschluss oder zur Kennzeichnung inkorrektur Daten; Automatisierte Konsistenzprüfung nach inkrementellen Änderungen logischer Attribute und der Straßentopologie
Verfügbarkeit	Verfügbarkeit von Kommunikationsnetzwerken; Kennzeichnung und Kommunikation räumlicher Ausschnitte mit eingeschränkter oder fehlender Verfügbarkeit
Vollständigkeit	Kennzeichnung und Kommunikation von unvollständigen oder fehlenden Dateninhalten

Tabelle 5-3: Zusammenfassung von Qualitätsanforderungen statischer Straßendaten im Kontext C-ITS/HAF

5.2 Datenqualitätsassessment und Erstkonzept für ein Qualitätssicherungskonzept

Das Datenqualitätsassessment wird in der vorliegenden Arbeit wie folgt definiert:

Die Bewertung von Informationen und deren Datenstruktur auf Art und Umfang ihrer Prüfbarkeit erfolgt anhand vorgegebener Kriterien. Wird die Prüfbarkeit festgestellt, werden die zu ermittelnden Kenngrößen auf ihre Aussagekraft für eine Qualitätsbestimmung beurteilt.

Anhand der vorab durchgeführten Charakterisierung der Daten werden diese nun unter dem Aspekt bewertet, inwiefern sie geeignet sind, eine Qualitätsaussage zu treffen.

Die weitere Erläuterung folgt den von Neumann, Dalaff und Niebel definierten Begrifflichkeiten, die sich in früheren Veröffentlichungen, wie z.B. von Kaufmann und Wiltchko (2004) ähnlich wiederfinden (siehe Tabelle 5-4; siehe auch Kapitel 3.1.3 und 3.1.4). So kann die Bewertung der Qualität mittels Kriterien erfolgen, die durch Qualitätsindikatoren konkretisiert werden, die wiederum durch Qualitätskenngrößen gemessen bzw. bewertet werden können (siehe Abbildung 5-1).

Neumann et al.	Wiltchko/Kaufmann
Qualitätskriterien	Quality characteristics
Qualitätsindikatoren	Quality parameters
Qualitätskenngrößen	Quality parameter values

Tabelle 5-4: Qualitätskriterien; Quelle: Neumann et al. (2014), Wiltchko/ Kaufmann (2004), eigene Darstellung

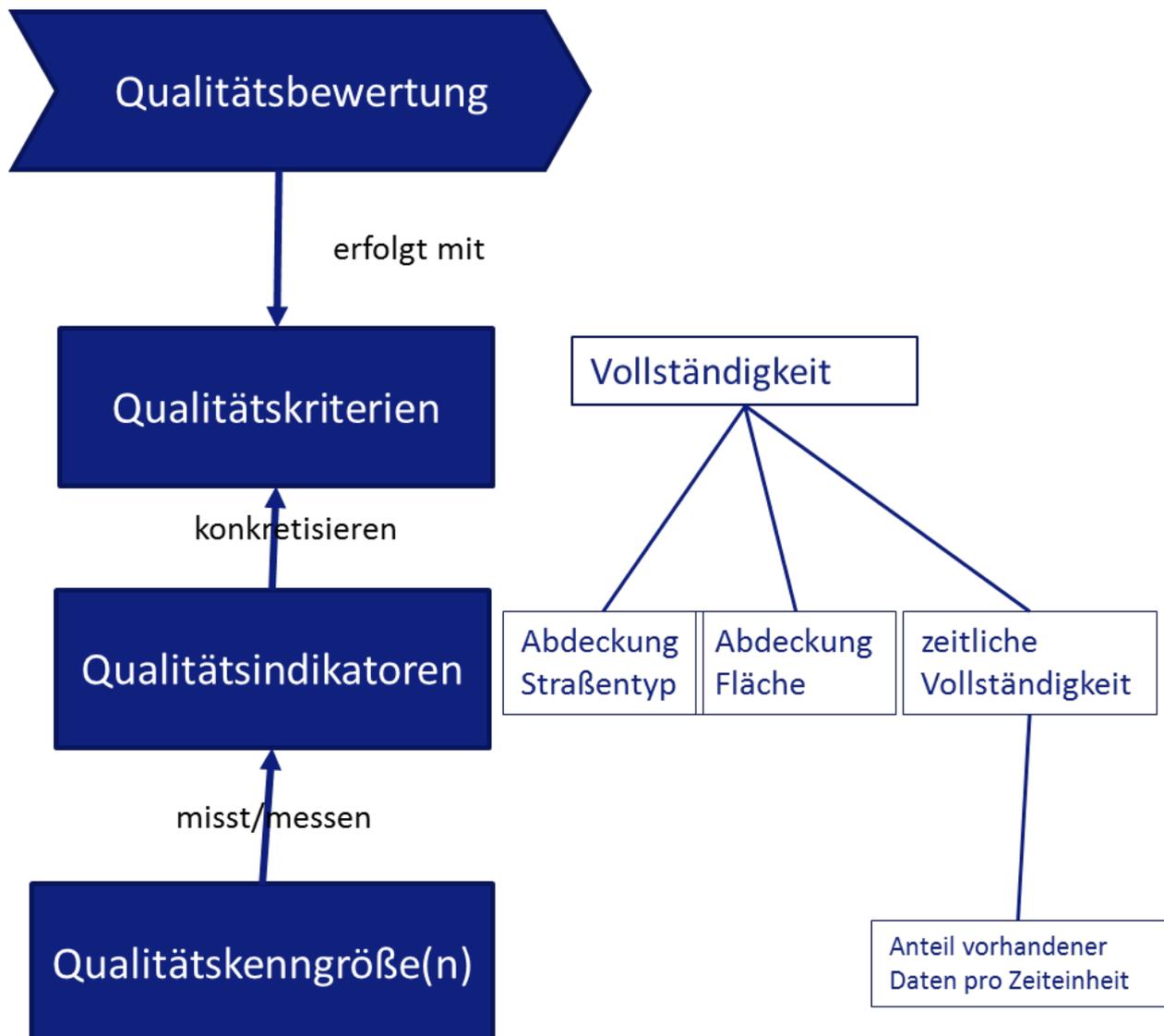


Abbildung 5-1: Beispiel Qualitätsbewertung; Quelle: Heinrich, T. et al. (2016)

5.2.1 Qualitätskriterien

Es werden nun aus den in Kapitel 3 gewonnenen Erkenntnissen die notwendigen Qualitätskriterien definiert, deren Erreichungsgrad bestimmt werden soll.

Die Qualitätskriterien bestimmen die Objekteigenschaften, deren Qualität zu prüfen ist. Beispiele sind die von Wiltshko und Kaufmann (2004) verwendeten „Quality characteristics“, die sich wiederum ähnlich in verschiedenen Veröffentlichungen²⁸ sowie in der ISO/TR 21707 wiederfinden. Wiltshko und Kaufmann extrahierten aus der damals bekannten Datenlage die relevanten Qualitätskriterien und erweitern diese um das Kriterium „Verfügbarkeit“, so dass sich folgende Qualitätskriterien ergeben:

- Verfügbarkeit
- Aktualität
- Vollständigkeit
- Konsistenz
- Richtigkeit
- Genauigkeit.

Die Qualitätsindikatoren verfeinern und konkretisieren die Qualitätskriterien. Die Qualitätskenngrößen stellen messbare Größen dar, die im Rahmen der Datenprüfung ermittelt werden müssen.

²⁸ z.B. Wiltshko, Kaufmann (2004), Turner (2002).

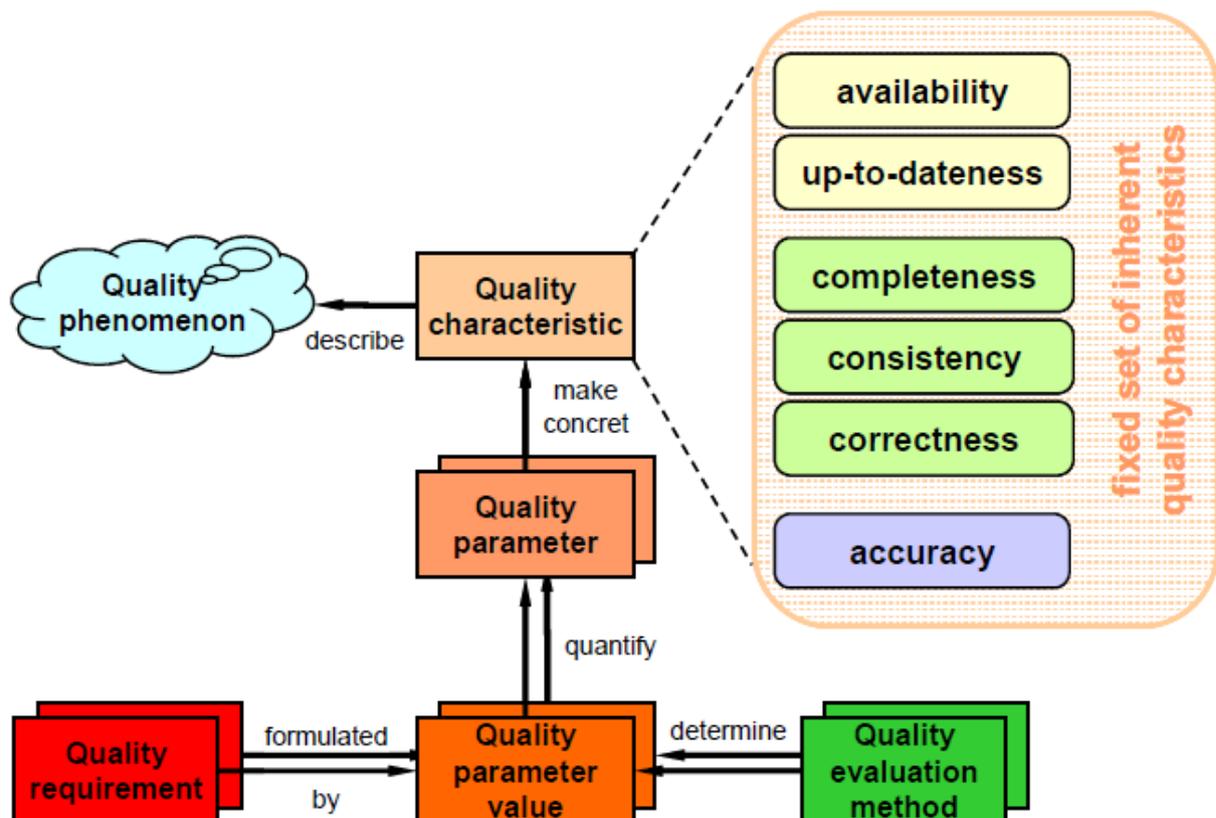


Abbildung 5-2: Struktur des EuroRoadS- Qualitätsmodells, Quelle: Wiltshko/ Kaufmann (2004)

Im weiteren Verlauf der Arbeiten werden also die o.g. Begrifflichkeiten verwendet und die beschriebenen Qualitätskriterien überprüft.

1) Verfügbarkeit (availability)

Das Kriterium „Verfügbarkeit“ gibt an, ob eine Information zu einem bestimmten Zeitpunkt und an einem bestimmten Ort vorhanden ist und abgerufen werden kann²⁹. Welcher Zeitpunkt das sein soll, bestimmt die Qualitätskenngröße für jeden Qualitätsindikator.

2) Aktualität (up-to-dateness)

Das Kriterium „Aktualität“ gibt an, wie aktuell eine Information im Vergleich zur Realität ist. Dabei wird in den Qualitätsindikatoren spezifiziert, welche Faktoren für die Aktualität eines Datums besonders relevant sind.

²⁹ Wiltshko, Kaufmann (2004)

3) Vollständigkeit (completeness)

Das Kriterium „Vollständigkeit“ gibt an, ob alle Attribute zur realitätskongruenten Beschreibung einer Information vorliegen. Die Bestimmung, welche Attribute relevant sind, wird mittels der Qualitätsindikatoren festgelegt.

4) Konsistenz (consistency)

Das Kriterium „Konsistenz“ gibt an, ob die Daten widerspruchsfrei sind. In der Regel bezieht sich die Konsistenz sowohl auf die Geometrie und die Topologie, als auch die Inhalte. Die Prüfung dieses Kriteriums kann in der Regel nur ein bestätigendes oder ablehnendes Ergebnis bringen und muss bei negativem Resultat sofort eine Korrektur zur Folge haben. Viele Aspekte der Konsistenz werden in entsprechenden Programmen automatisch überprüft.

5) Richtigkeit/Korrektheit (correctness)

Das Kriterium „Richtigkeit“ oder auch „Korrektheit“ gibt an, ob die Informationen der Realität entsprechen. Bei diesem Kriterium können Prüfungen mittels Referenzdaten sowie mittels intrinsischer Auswertungen durchgeführt werden. Hier überschneiden sich die Themenfelder mit der Konsistenz, da bei den intrinsischen Prüfungen ebenso die Widerspruchsfreiheit evaluiert wird.

6) Genauigkeit (accuracy)

Das Kriterium „Genauigkeit“ gibt an, wie groß die Abweichungen zur Referenzgröße sind. Hier ist in der Regel ein Referenz- bzw. ein Kontrolldatensatz notwendig, wenn es z.B. um die Bestimmung der Lagegenauigkeit geht, oder es ist eine Maximalanforderung an Befüllung für ein Datum bekannt, deren Erreichungsgrad mit Hilfe der Qualitätskenngrößen bestimmt wird.

Den Qualitätskriterien werden nun Qualitätsindikatoren und –kenngrößen zugewiesen, anhand derer die Qualität ermittelt werden kann. Dem Projekt QUANTIS folgend, werden die Qualitätskriterien bei der späteren Berechnung (siehe Kapitel 5.2.5) gewichtet.

5.2.2 Vorüberlegungen zu den Qualitätsindikatoren

Nach Bestimmung der sechs zu prüfenden Qualitätskriterien werden die vorliegenden Netzmodellsysteme (NEMOBFSr, SIB) anhand der Kriterien überprüft. Jedes Qualitätskriterium wirft andere Fragestellungen hinsichtlich einer Qualitätsprüfung auf, aus denen sich die Qualitätsindikatoren ergeben.

Im Rahmen des Forschungsprojekts zum „Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems für die Erfassung und Weiterverarbeitung von Daten für IVS-Dienste“³⁰ wird festgehalten, dass die genannten Qualitätskriterien jeweils Schnittmengen miteinander haben. So kann eine Informa-

³⁰ Heinrich et al. (2016)

tion „[...] nur dann genau sein, wenn sie auch korrekt, konsistent, vollständig und verfügbar ist“³¹. Bei den Arbeiten zum vorliegenden Arbeitspaket wurde dieser Aspekt berücksichtigt.

Der nächste Schritt beinhaltet die Identifizierung der Qualitätsindikatoren und deren Kenngrößen. Im Verlauf der Arbeiten dieses Projekts stellte sich heraus, dass es notwendig ist, die Bewertung der Qualität zu splitten, da die Daten einer Straßeninformationsbank heterogen sind (siehe Kapitel 4.2).

So stellt sich die Frage, welche Aussage hinsichtlich der Qualität am Ende stehen soll. An dieser Stelle muss wie bereits in Kapitel 3 erläutert immer auch die Sichtweise des potentiellen Nutzers einbezogen werden. Dieser möchte Qualitätsaussagen, die auf seine Bedürfnisse abzielen. Naheliegend ist, dass die Objektklassen jeweils eine eigene Qualitätseinstufung erhalten (z.B. Knoten und Abschnitte, SVZ-Zählung). Es mag aber Nutzergruppen geben, die sich nur für Teilmengen der Objektklassen interessieren (z.B. nur das Bundesfernstraßennetz). Da die Qualität in unterschiedlichen Teilmengen der Datensätze verschieden gelagert sein kann, ist es sinnvoll, entsprechende Klassen zu antizipieren und entsprechend einzeln anhand des Qualitätskonzepts zu überprüfen. Im weiteren Verlauf des Datenqualitätsassessments werden hinreichend homogene Teilmengen der Daten identifiziert, deren Qualität unter den gesetzten Kriterien zu bewerten ist und in die nächste relevante Teilmenge einfließt, bis eine Gesamtqualität ermittelt wird. Die Bestimmung einer Gesamtqualität ist hier nur als Option zum Vermerk innerhalb der Metadaten angedacht. Der Mehrwert einer Einschätzung der Gesamtqualität einer Datenhaltung, die eine Vielzahl an Objektklassen führt, dürfte für den Nutzer jedoch gering sein. Zur Verdeutlichung des Entwicklungsprozesses des Qualitätssicherungskonzeptes wird die Gesamtqualität jedoch vorerst mitberücksichtigt.

Die Bestimmung von Teilmengen setzt für die Ersteller des Qualitätssicherungskonzepts voraus, dass diese in Kenntnis der Bedürfnisse verschiedener Nutzergruppen handeln.

Diese Aspekte wurden mit dem Betreuerkreis diskutiert. Ein Anforderungskatalog aus Nutzersicht sollte diesbezüglich erarbeitet werden.

Als Diskussionsgrundlage wurde bereits ein Vorschlag zur Bewertung der Teilmengen erarbeitet. Das Schema wird in Kapitel 5.2.5 vorgestellt.

Die vorab in der Entwurfsfassung bestimmte Qualitätsermittlung für die Teilmengen gliedert sich wie folgt:

- a) Bestimmung der Qualität der Objektklassen anhand der Qualitätskriterien, -indikatoren und -kenngrößen. In die Qualitätsbestimmung fließt die Qualitätsbestimmung der einzelnen Attribute anhand des auf diese abgestimmten Schemas ein.
- b) Bestimmung der Teilmengen „Straßenklassen“. In die Qualitätsprüfung der einzelnen Straßenklassen fließt wiederum die Teilmenge der summierten, gewichteten Qualität aus den Objektklassen aus a) ein.
- c) Gewichtung und Summierung der Teilmengen zu einer Gesamtqualität.

³¹ Siehe 30, S. 66.

Die Teilmengen in b) und c) werden je nach Bedeutung gewichtet.

Im Rahmen der Teilmengenfestlegung und der Nutzeranforderungen kam außerdem die Frage nach einem interaktiven Qualitätsrückmeldekanal auf. Wünschenswert wäre beispielsweise, dass ein Nutzer vor Anforderung der Daten Variablen wie Teilmenge und Gewichtungsfaktoren festlegen kann, so dass er eine Aussage zu genau den Daten bekommt, die er für relevant erachtet. Die Entwicklung eines derartigen Tools ist derzeit nicht Bestandteil des gegenständlichen Projektes, sollte aber bei der Weiterführung und Umsetzung in Erwägung gezogen werden.

5.2.3 Qualitätsindikatoren

Auf Basis der bei der Datencharakterisierung erlangten Erkenntnisse zu den statischen Straßendaten wurden folgende Qualitätsindikatoren ermittelt, die in unterschiedlichem Maße für die Teilmengen angewendet werden:

Für 1) **Verfügbarkeit:**

- Verfügbarkeitszeitraum: in welchem Zeitraum werden die Daten zur Verfügung gestellt (sind sie z.B. sofort zum Download bereit oder müssen sie aufbereitet werden?)
- Verfügbarkeitshorizonte: für welche Zeithorizonte steht der Inhalt bereit (Gibt es historische Zustände? Werden Landesverkehrspläne abgebildet?)

Für 2) **Aktualität:**

- Aktualisierungsmodus: Ereignisorientiert oder periodisch?
- Aktualisierungsintervall (falls periodische Aktualisierung vorliegt)
- Letzte Aktualisierung
- Letzte Qualitätsprüfung

Für 3) **Vollständigkeit:**

- Räumliche Abdeckung: Welches Gebiet ist im Datensatz enthalten?
- Beinhaltete Attribute: Welche Attribute sind enthalten? Welche Attribute sind zwingend?
- Füllung der Attribute: Sind alle Attribute komplett gefüllt, wenn nicht, wie hoch ist der Anteil der Füllung?
- Beinhaltete Metadaten: Welche Metadaten sind enthalten? Welche Metadaten sind zwingend?

Für 4) **Konsistenz:**

Das Kriterium „Konsistenz“ besteht aus vier Komponenten³²:

- Geometrische Konsistenz: Entspricht die Geometrie den Anforderungen? Ist das Netz geschlossen innerhalb einer Klasse?

³² Erweitert nach Wiltshcko, Kaufmann (2004).

- Topologische Konsistenz: Sind die Knoten-Kanten-Topologien korrekt?
- Thematische Konsistenz: Können Attribute mit anderen verglichen werden, um Widerspruchsfreiheit zu testen?
- Formale Konsistenz: Entsprechen die Einträge der Attribute den vorgegebenen Datentypen?

Für 5) **Richtigkeit:**

- Prüfintervall: In welchem Turnus wird geprüft? Je öfter, desto größer die Korrektheit?
- Verifizierung: Abgleich mit welcher Art zusätzlicher Datenquelle?
- Quelle: Woher kommen die Ursprungsdaten eines Attributs?
- Informationsübernahme: Wie werden die Daten übernommen? Manuell oder automatisiert? Ableitung der Fehleranfälligkeit.
- Abweichung von Referenzdaten

Für 6) **Genauigkeit:**

- Lagegenauigkeit: Abgleich mit Referenzdaten
- Inhaltliche Genauigkeit: Wie genau ist ein Attribut gefüllt?

In Anlehnung an das Bewertungsverfahren QUANTIS³³ werden die Qualitätskriterien in quantifizierbare (QAV-„Quantified Assessment Values“) und nicht quantifizierbare Kriterien (NQAV-„Non Quantified Assessment Values“) eingeteilt.

5.2.4 Qualitätskenngrößen

Im Rahmen des Datenqualitätsassessments (Kapitel 5.2) wurden zur Analyse der Anwendbarkeit eines derartigen Schemas Qualitätskenngrößen gesetzt. Die Ermittlung dieser Kenngrößen wurde sodann in AP 3 (Kapitel 5) verfeinert und mit dem Betreuerkreis sowie den Anwendern in den Straßenbauverwaltungen abgestimmt.

Die Überlegungen zur Definition von Kenngrößen begannen bereits bei der Ermittlung der Qualitätsindikatoren. Schon hier wurden potenzielle Prüfroutinen oder –algorithmen in die Analyse einbezogen. Bei der Festlegung des Indikators „Lagegenauigkeit“ wurden bereits die Art der Prüfung und das potenzielle Ergebnis berücksichtigt. In diesem speziellen Fall sind beispielsweise Referenzdaten zur Bestimmung des Abweichungsfaktors notwendig.

Das Thema Bewertungsmethoden und –algorithmen wird in Kapitel 5 diskutiert.

Die Qualitätskenngrößen, die im Rahmen des Datenqualitätsassessments ermittelt wurden, sind in Tabelle 5-3 Schwellenwerten (Entwurf) angegeben.

³³ Kellermann et al. (2011).

5.2.5 Bewertungsschema

Das erarbeitete Schema wurde dem Betreuerkreis inklusive Dokumentation und Beispielen zur Verfügung gestellt, um eine fachkundige Beurteilung zu erzielen. Das erstellte Entwurfsschema bildet folgende Teilmengen ab:

- Objektklassen
- Straßenklassen

Das Bewertungsschema liegt derzeit im Excelformat vor und baut sich wie folgt auf:

- 1) Die ermittelten Qualitätsindikatoren werden auf alle Objektklassen und deren Attribute angewendet.
- 2) Die Ergebnisse aus 1) fließen in die Tabelle zur Qualitätsermittlung pro Straßenklasse ein.
- 3) Die Tabellen für jede Straßenklasse werden befüllt und der Anteil der Zielerreichung bestimmt.
- 4) Die Zielerreichungsgrade aus 3) werden anhand ihrer Zuordnung zu den Qualitätskriterien gewichtet.
- 5) Die Gesamtqualität wird durch das gewichtete Mittel bestimmt.
- 6) Für die Bestimmung einer Gesamtqualität können die Ergebnisse der Teilmenge „Straßenklasse“ gewichtet werden und auch hier das gewichtete Mittel bestimmt werden.
- 7) Die Überführung des Ergebnisses in eine Art Notensystem (Qualität: A-F) oder Benchmarking wird in Kapitel 5 diskutiert.

In den folgenden Abbildungen (Abbildung 5-3 und Abbildung 5-4) wird der Ablauf schematisch anhand eines Beispiels dargestellt.

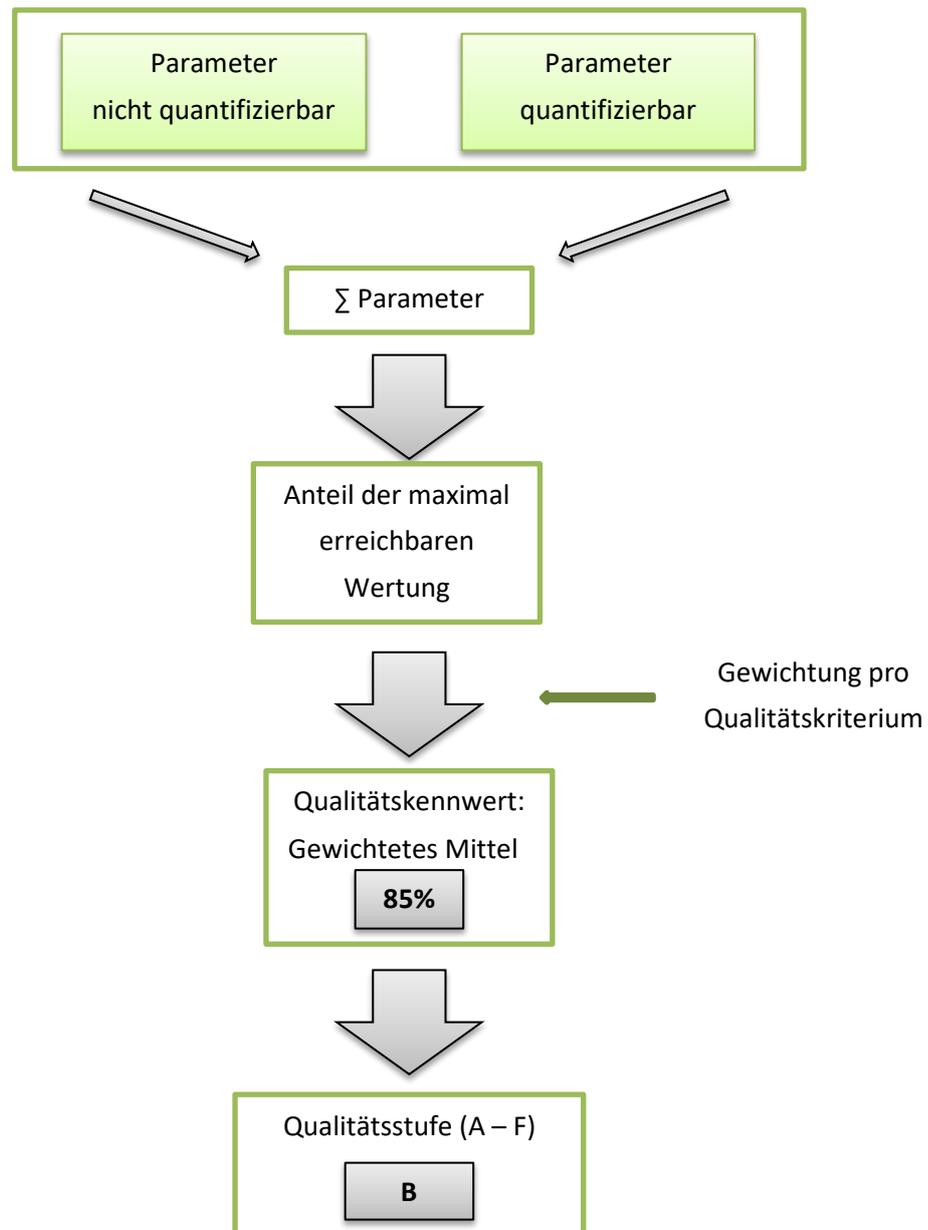


Abbildung 5-3: Ermittlung von Qualitätsindikatoren (Beispiel)
Quelle: eigene Darstellung

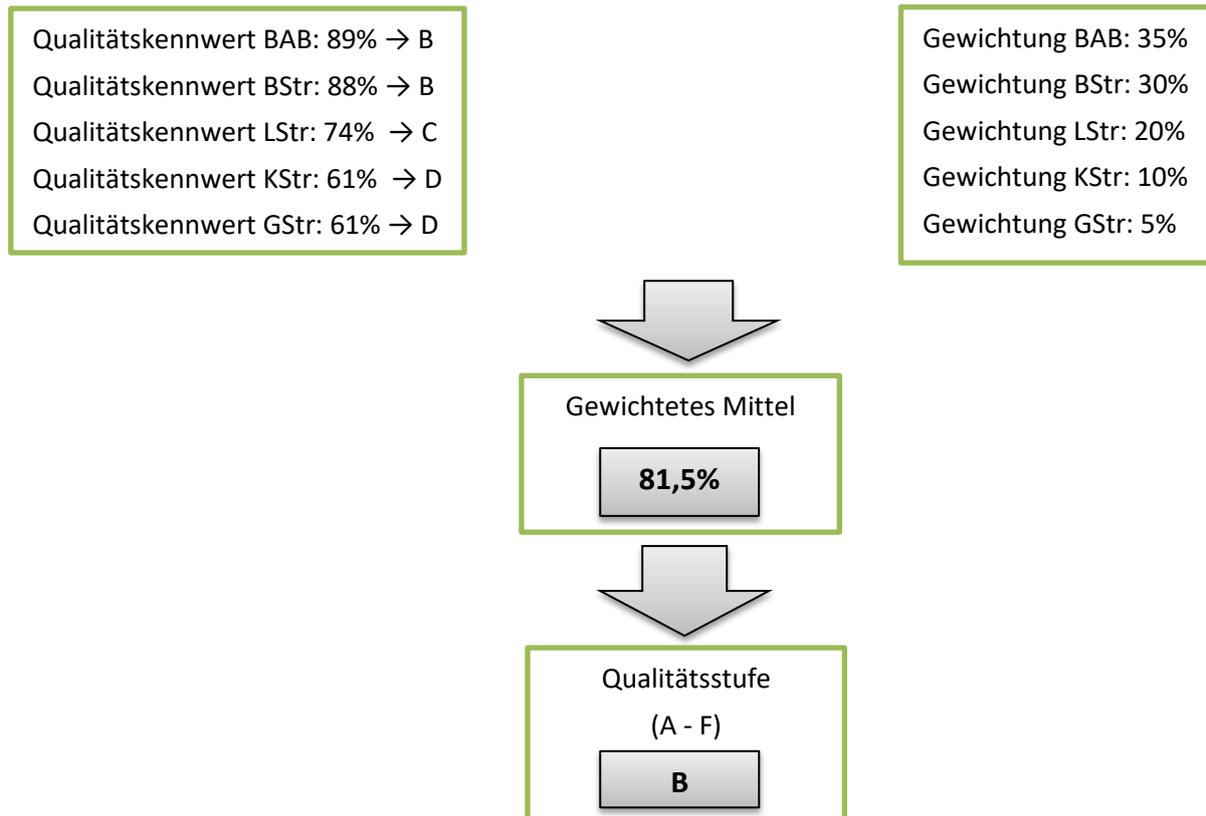


Abbildung 5-4: Zusammenführung der Qualitätsstufen der Teilmengen (Beispiel)
Quelle: eigene Darstellung

In den folgenden Tabellen (Tabelle 5-5 und Tabelle 5-6) sind die oben erläuterten Bewertungsmechanismen aufgeführt. Hier wird auch noch einmal deutlich, in welcher Art die Begriffe Qualitätskriterium, -indikator und -kenngröße einfließen. Die grün markierten Zeilen in Tabelle 5-6 sind die Größen, bei denen die Qualität der Teilmenge bzw. der Objektklasse aus Tabelle 5-5 in die Gesamtbewertung einfließt.

Qualitäts- objekt	NQAV/ QAV	Parameter	Definition	Typ Ergebnis	Typen/ Schwellenwerte	Qualitäts- erreichungs- grad
Vollständig- keit	QAV	Füllung	% der Füllung	4	Kritischer Wert: 80% Stufe 1: > 85% Stufe 2: > 90% Stufe 3: > 95% Stufe 4: > 99%	100
Aktualität	NQAV	Update- Modus	Ereignisorien- tiert oder periodisch	3	Typ 1: Ereignisorientiert Typ 2: Periodisch (zu spezifizieren) Typ 3: Periodisch und ereignisorientiert	36,36
	QAV	Letzte Prüfung	Datum des Abrufs abzüglich des Datums der letzten Prüfung	0	Kritischer Wert: > 360 Tage Stufe 1: < 360 Tage Stufe 2: < 180 Tage Stufe 3: < 90 Tage Stufe 4: < 30 Tage	
	QAV	Letzte Aktualisierung	(sofern perio- disch) z.B. Ausbaustrecken	1	Kritischer Wert: >360 Tage Stufe 1: < 360 Tage Stufe 2: < 180 Tage Stufe 3: < 90 Tage Stufe 4: < 30 Tage	
Verfügbar- keit	NQAV	Verfügbar- keits- horizonte	Zeitraum, für den das Datum zur Verfügung gestellt werden kann	3	Typ 1: Aktuell Typ 2: Typ 1 und zusätzlicher Zeithorizont Typ 3: Typ 2 und zusätzlicher Zeithorizont	100
Konsistenz	NQAV	Entsprechung datentechni- scher Vorgaben	Datentyp/ Einheit/ Format/ Wertebereich/ binär	2	Prüfung durchgeführt: Typ 1: Nein Typ 2: Ja	100
Korrektheit	NQAV	Verifizierung	Ableich mit zusätzlichen Datenquellen	2	Kritischer Wert: Nein Typ 1: Ja, inoffizielle Quelle mit hoher Relevanz Typ 2: Ja, offizielle Quelle mit hoher Relevanz	75
	QAV	Prüfintervall	Komplettprüfun- g nach vorliegendem QS-Schema	3	Kritischer Wert: Keine Komplettprüfung Stufe 1: Jährlich Stufe 2: Halbjährlich Stufe 3: Vierteljährlich Stufe 4: Monatlich	

Qualitäts- objekt	NQAV/ QAV	Parameter	Definition	Typ Ergebnis	Typen/ Schwellenwerte	Qualitäts- erreichungs- grad
	NQAV	Quelle	Datenquelle, die Zuordnung welche Quellen welchem Typ genügen, müssen noch festgelegt werden: Luftbild, Befahrung, amtliche Anzeiger, Tiefbauamt, etc.	F	Typ 1: Geringe Verlässlichkeit Typ 2: Mittlere Verlässlichkeit Typ 3: Hohe Verlässlichkeit	
	NQAV	Informations- übernahme		3	Typ 1: Manueller Eintrag Typ 2: Automatisierte Eintragungen Typ 3: Typ 1 und Typ 2	
	QAV	Abweichung	% der Abweichung	4	Kritischer Wert: 75% Stufe 1: 76 – 85% Stufe 2: 86 – 90% Stufe 3: 91 – 95% Stufe 4: 96 – 99%	
Genauigkeit	NQAV	Inhaltliche Genauigkeit	Genauigkeit der bereitgestellten Informationen	3	Typ 1: Geringe Genauigkeit Typ 2: Mittlere Genauigkeit Typ 3: Hohe Genauigkeit	100

**Tabelle 5-5: Bewertungsschema für eine Objektklasse (hier als Beispiel Fahrstreifen);
Quelle: eigene Darstellung**

Qualitätskriterium	NQAV/QAV	Qualitätsindikator	Definition	Ergebnis Qualitätskennwert (Beispiel)	Qualitätskenngröße/Schwellenwert	Qualitäts-Erreichungsgrad (Beispiel)	Gewichtung (Beispiel)
Korrektheit	QAV	Prüf-Intervall	Komplettprüfung nach vorliegendem QS-Schema	3	Kritischer Wert: Keine Komplettprüfung Stufe 1: Jährlich Stufe 2: Halbjährlich Stufe 3: Vierteljährlich Stufe 4: Monatlich	0,590909091	0,25
	NQAV	Topologie	Topologische Prüfung	2	Prüfung durchgeführt: Typ 1: Nein Typ 2: Ja		
	NQAV	Räumliche Zuordnung	Längenabgleich mit Geometrie, Länderkennung mit Lage	2	Prüfung durchgeführt: Typ 1: Nein Typ 2: Ja		
	NQAV	Netzkonsistenz	Geschlossenes Netz innerhalb einer Klasse für die abzudeckende Region	2	Prüfung durchgeführt: Typ 1: Nein Typ 2: Ja		
	QAV	Qualität des Datentyps Streifigkeit (oder andere Objektart)	Qualität im Bereich Korrektheit	4	Kritischer Wert: < 60% Stufe 1: > 60 – 70% Stufe 2: > 70 – 80% Stufe 3: > 80 – 90% Stufe 4: > 90 – 100%		
Vollständigkeit	NQAV	Geografische Abdeckung	Abzudeckende Region	4	Typ 1: Abzudeckende Region Typ 2: Typ 1 und 0-50% der angrenzenden Region Typ 3: Typ 1 und nahezu alle angrenzenden Regionen Typ 4: Typ 1 und alle angrenzenden Regionen	100	0,25
	QAV	Beinhaltete Datentypen	Beinhaltete relevante Datentypen	4	Kritischer Wert: Keine Information Stufe 1: noch zu definierende Minimalanforderung Stufe 2: Stufe 1 und weiteres Datum Stufe 3: Stufe 2 und weiteres Datum Stufe 4: Stufe 3 und weiteres Datum		

Qualitätskriterium	NQAV/ QAV	Qualitätsindikator	Definition	Ergebnis Qualitätskennwert (Beispiel)	Qualitätskenngröße/ Schwellenwert	Qualitäts- Erreichungs- grad (Beispiel)	Gewichtung (Beispiel)
	QAV	Qualität des Datentyps Streifigkeit (oder andere Objektart)	Qualität im Bereich Vollständigkeit	4	Kritischer Wert: < 60% Stufe 1: > 60 – 70% Stufe 2: > 70 – 80% Stufe 3: > 80 – 90% Stufe 4: > 90 – 100%		
	QAV	% der Füllung der Metadaten zu o.g. Daten	% der Füllung der Erläuterung zu beinhalteten relevanten Datentypen für eine bestimmte Kategorie	0	Kritischer Wert: 80% Stufe 1: > 85% Stufe 2: > 90% Stufe 3: > 95% Stufe 4: > 99%		
Verfügbarkeit	NQAV	Verfügbarkeitszeitraum	Zeitraum, in dem das Datum zur Verfügung gestellt werden kann	2	Kritischer Wert: > 30 Tage Typ 1: 7 Tage Typ 1: 1 Tag Typ 3: 1 Stunde	0,5	0,15
	NQAV	Verfügbarkeitshorizonte	Zeitraum, für den das Datum zur Verfügung gestellt werden kann	3	Typ 1: Aktuell Typ 2: Typ 1 und zusätzlicher Zeithorizont Typ 3: Typ 2 und zusätzlicher Zeithorizont	0,5	0,15
	QAV	Qualität des Datentyps Streifigkeit (oder andere Objektart)	Qualität im Bereich Verfügbarkeit	4	Kritischer Wert: < 60% Stufe 1: > 60 – 70% Stufe 2: > 70 – 80% Stufe 3: > 80 – 90% Stufe 4: > 90 – 100%		
Genauigkeit	QAV	Lagegenauigkeit	Genauigkeit bezüglich der Lage / Abgleich mit Kontrolldatensatz	4	Kritischer Wert: 80% < 100m Stufe 1: 85% < 100m Stufe 1: 90% < 100m Stufe 1: 95% < 100m Stufe 1: 99% < 100m	0,5	0,15
	QAV	Qualität des Datentyps Streifigkeit (oder andere Objektart)	Qualität im Bereich Genauigkeit	4	Kritischer Wert: < 60% Stufe 1: > 60 – 70% Stufe 2: > 70 – 80% Stufe 3: > 80 – 90% Stufe 4: > 90 – 100%		

Qualitätskriterium	NQAV/ QAV	Qualitätsindikator	Definition	Ergebnis Qualitätskennwert (Beispiel)	Qualitätskenngröße/ Schwellenwert	Qualitäts- Erreichungs- grad (Beispiel)	Gewichtung (Beispiel)
Aktualität	NQAV	Update- Modus	Ereignisorientiert oder periodisch	3	Typ 1: Ereignisorientiert Typ 2: Periodisch (zu spezifizieren) Typ 3: Periodisch und ereignisorientiert	0,454545455	0,05
	QAV	Letzte Prüfung	Datum des Abrufs abzüglich des Datums der letzten Prüfung	4	Kritischer Wert: > 360 Tage Stufe 1: < 360 Tage Stufe 2: < 180 Tage Stufe 3: < 90 Tage Stufe 4: < 30 Tage		
	QAV	Aktualisierungsintervall	sofern periodisch	3	Stufe 1: Jährlich Stufe 2: Halbjährlich Stufe 3: Vierteljährlich Stufe 4: Monatlich		
	QAV	Qualität des Datentyps Streifigkeit (oder andere Objektart)	Qualität im Bereich Aktualität	0	Kritischer Wert: < 60% Stufe 1: > 60 – 70% Stufe 2: > 70 – 80% Stufe 3: > 80 – 90% Stufe 4: > 90 – 100%		
Konsistenz	QAV	Qualität des Datentyps Streifigkeit (oder andere Objektart)	Qualität im Bereich Konsistenz	4	Kritischer Wert: < 60% Stufe 1: > 60 – 70% Stufe 2: > 70 – 80% Stufe 3: > 80 – 90% Stufe 4: > 90 – 100%		

Tabelle 5-6: Bewertungsschema für eine Straßenklasse (hier als Beispiel Autobahnnetz); Quelle: eigene Darstellung

5.3 Qualitätssicherungskonzept: Praxistest des Erstkonzeptes

Der Praxistest war zuerst in Folge der Entwicklung des Qualitätssicherungskonzeptes geplant. Da jedoch bereits im Rahmen des Datenqualitätsassessments (Kapitel 5.2) verschiedene Kriterien (siehe Tabelle 5-5 und Tabelle 5-6) für die Qualitätssicherung ermittelt wurden, konnten diese bereits in den Praxistest eingebracht werden. Um den Katalog der Qualitätsparameter direkt verbessern zu können, wurde der Praxistest innerhalb des Projektablaufs vorgezogen.

Zum Zweck der Evaluation wurden an drei Tagen Praxistests bei Straßenbauverwaltungen durchgeführt. Die Tests sollten Einblicke in die strukturellen und technischen Vorgänge bei der Pflege der Straßeninformationsbank liefern und die Umsetzbarkeit des bis dato entwickelten Konzeptes evaluieren. In Tabelle 5-7 werden die Eckdaten des ersten Praxistests kurz aufgeführt.

5.3.1 Praxistest I: Straßen.NRW

Getestete Institution	Landesbetrieb Straßenbau NRW (Straßen.NRW)
Ort	Krefeld
Teilnehmer	Annett Pätz (Straßen.NRW) / Sonja Hewel (SSP Consult)
Termine	13.03.2018 / 18.04.2018
Getesteter Datensatz	Straßeninformationsbank des Landes NRW (nach Anweisung Straßeninformationsbanken – ASB)
Getestetes System	NWSIB

Tabelle 5-7: Eckdaten zum Praxistest I

5.3.2 Grundsätzliche Ergebnisse des Praxistest I durch die Erläuterungen der Interviewpartnerin:

Durch die Vor-Ort-Befragung bei Straßen.NRW konnten verschiedene noch offene Fragestellungen bezüglich der Anwendung und Fortführung der Straßeninformationsbank, im Speziellen der NWSIB, geklärt werden.

In die Datenstruktur der NWSIB wurde Einblick gewährt und die Beispiele für Pflicht- und Kann-Attribute erläutert. In diesem Zusammenhang wurden auch die Prozesse der Kontrolle und Plausibilisierung durch das System vermittelt.

Der Bearbeiter muss demzufolge bestimmte Attribute – namentlich die Pflichtattribute – füllen, damit der neu angelegte bzw. veränderte Datensatz überhaupt in die Datenbank übernommen wird. Die Übertragung in den Datenbestand erfolgt über Nacht und durchläuft verschiedene Arten der Plausibilisierung. Wenn die eingegebenen Daten z.B. nicht den datentechnischen Vorgaben entsprechen, die Eingabe beispielsweise der Gemeindekennziffer nicht mit der räumlichen Lage übereinstimmt oder wenn die eingegebene Länge zu einem bestimmten Prozent-

satz von der geometrischen Länge des Objektes abweicht, wird der Datensatz nicht überführt und der Bearbeiter erhält, im Zuge der manuell angestoßenen Fortführungsplausibilisierung sofort, oder der im Zuge des nächtlichen Abgleichs laufenden Plausibilisierung am nächsten Tag eine Fehlermeldung mit der Benennung des Fehlers.

Des Weiteren wurden die Rückmeldeprozesse bei Straßen.NRW erläutert. Es handelt sich dabei in der Regel um direkte Meldungen der Datennutzer via E-Mail oder Telefon. Die Meldung wird anschließend vom Sachbearbeiter geprüft, und, falls tatsächlich ein Fehler innerhalb der Straßeninformationsbank vorliegt, korrigiert.

Im Rahmen der Fortentwicklung der ASB 2.04 wurde im vergangenen Jahr das Segment „Qualität“ erstellt. Dieses wird jedoch derzeit noch nicht angewendet. Der Antrag auf Übernahme der ASB-Version 2.04 und die entsprechende Implementierung des Qualitätssegments in alle anderen Segmente wurde am 24.04.2018 gestellt.

Zum Inhalt des o.g. Segments „Qualität“ der ASB im Bereich Genauigkeit wurde deutlich, dass Aussagen bezüglich der Lagegenauigkeit derzeit nicht möglich sind, da Referenzdatensätze fehlen, die hinreichenden Realitätsbezug haben und verlässlich sind. Die thematische Genauigkeit kann sich derzeit nur aus der Quelle ableiten, diese wird allerdings nicht innerhalb der SIB geführt. Diese Angabe ist daher nicht möglich. Ein Attribut für eine Quellenangabe müsste dementsprechend erst implementiert werden. Eine Aktualisierung der Quellenangabe wäre dementsprechend auch dann nur für Einzelobjekte und auch nur für neue oder geänderte Objekte möglich. Eine Aktualisierung und Ergänzung des Bestandes um die Quelle ist nicht mehr möglich, da diese nicht mehr bekannt ist. Eine Aussage bezüglich der Genauigkeit des Datums ist dann nur über die Ableitung der Genauigkeit anhand der Quelle möglich. So könnten in einem noch zu definierenden Katalog für das noch zu implementierende Attribut Angaben zu unterschiedlichen Quellen mit verschiedener Genauigkeitsgüte gemacht werden, so dass bei der Abfrage zur Datenqualität Angaben zum Anteil der verwendeten Quellen gemacht werden können.

Die grundsätzlich derzeit angenommene Genauigkeit der *NWSIB* entspricht derzeit der DGK 5-Genauigkeit (ca. +/- 1-3 m).

Hinsichtlich der Vollständigkeit kann bezüglich der Pflichtattribute immer sichergestellt werden, dass diese vollständig gefüllt sind, da die Prüfalgorithmen der *NWSIB* ein Offenlassen eines Pflichtfeldes nicht zulassen. Kann-Attribute müssen nicht zwangsläufig befüllt werden. Eine Abfrage aus der Datenbank ist daher nicht aussagekräftig. Eine Aussage über den geschätzten Befüllungsgrad kann unter Umständen vom Sachbearbeiter getroffen werden, wenn dieser Kenntnis darüber hat.

Attributscharfe Qualitätsaussagen sind derzeit nur für die ohnehin plausibilisierten Pflichtattribute möglich.

5.3.3 Ergebnisse des Praxistests I

Die in den Tabelle 5-5 und Tabelle 5-6 aufgeführten Prüfkriterien wurden auf Praxistauglichkeit überprüft. Die Ergebnisse werden im Folgenden dargelegt.

Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Vollständigkeit:

1. Geographische Abdeckung: Kann angegeben werden.
2. Beinhaltete Datentypen: Für IVS-Dienste relevante Attribute der Datenbank können angegeben werden.
3. Füllung der Metadaten: Kann angegeben werden.
4. Füllung des Attributs: Kann immer mit 100% angegeben werden, wenn es sich um ein Pflichtattribut mit automatischer Plausibilisierung handelt, die eine Überführung in die Datenhaltung nur bei Füllung akzeptiert. Wenn es keine automatische Prüfung gibt oder es sich nicht um ein Pflichtattribut handelt, müsste die Prüfung derzeit manuell erfolgen. Dafür muss immer die Möglichkeit bestehen, „keine Angabe“ oder „keine Information“ als Katalogoption bei der Feldaktualisierung angeben zu können, da sonst keine Aussagekraft hinsichtlich der Füllung gegeben ist. Derzeit ist die Füllung der sog. „Kann-Attribute“ nicht aus der Datenbank abfragbar.

Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Korrektheit:

1. Prüfindervall: Das Intervall der Anwendung des Qualitätssicherungskonzeptes kann angegeben werden.
2. Geometrische Korrektheit/ Abweichung: Die Lagekorrektheit kann derzeit nicht überprüft werden, da geeignete Referenzdatensätze fehlen.
3. Semantik/Verifizierung: Die thematische Ähnlichkeitsprüfung kann derzeit nicht überprüft werden, da geeignete Referenzdatensätze fehlen.
4. Topologie: Die Korrektheit der Topologie wird automatisch überprüft und kann somit als „korrekt“ angegeben werden.
5. Räumliche Zuordnung: Räumliche Zuordnung wird automatisch überprüft und kann somit als „korrekt“ angegeben werden.
6. Netzkonsistenz: Die Netzgeschlossenheit in bestimmten Kategorien und Klassen ist schwer überprüfbar, da es immer Ausnahmen gibt. Dies ist dann nur noch manuell prüfbar, um die Ausnahmefälle auf Plausibilität zu kontrollieren.
7. Quelle: Die Quelle ist nicht aus der Datenbank selbst abfragbar. Es werden parallel Listen geführt. Hier besteht aber kein Anspruch auf Vollständigkeit.
8. Informationsübernahme: Aussagen über die Informationsübernahme sind möglich.

Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Verfügbarkeit:

1. Verfügbarkeitshorizont: Die verfügbaren Zeithorizonte können angegeben werden.
2. Verfügbarkeitszeitraum: Die Zeit, die zur Verfügungstellung des Datensatzes gebraucht wird, kann grob angegeben werden.
3. Attribute: Es kann angegeben werden, ob bestimmte Attribute verfügbar sind.

Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Genauigkeit:

1. Lagegenauigkeit: Die Lagegenauigkeit kann derzeit nicht überprüft werden, da geeignete Referenzdatensätze fehlen.
2. Ausdehnung: Die Genauigkeit der Ausdehnung kann derzeit nicht überprüft werden, da geeignete Referenzdatensätze fehlen.
3. Form: Die Genauigkeit der Form kann derzeit nicht überprüft werden, da geeignete Referenzdatensätze fehlen.
3. Inhaltliche Genauigkeit: Müsste derzeit manuell pro Attribut abgefragt werden. Eine Automatisierung ist hier sinnvoll.

Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Aktualität:

1. Aktualisierungsmodus: Kann pro Objektklasse angegeben werden.
2. Alter: Die Aussage für die NWSIB lautet „tagesaktuell“³⁴.
3. Letzte Prüfung: Da es keine Komplettprüfung gibt, kann es nicht angegeben werden.
4. Aktualisierungsintervall: Sofern periodisch, könnte es angegeben werden. Dies ist jedoch in der Regel nicht der Fall. Die Aktualisierung geschieht ereignisorientiert und tagesaktuell.
5. Letzte Aktualisierung: Kann nicht beantwortet werden, die Aussage für die NWSIB lautet „tagesaktuell“.

Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Konsistenz:

1. Entsprechung datentechnischer Vorgaben: Die datentechnischen Vorgaben werden automatisiert plausibilisiert.

5.3.4 Fazit des Praxistests I

Teile des entwickelten Konzeptes sind derzeit in der Praxis noch nicht prüfbar, da die entsprechenden Informationen (z.B. Quelle) und entsprechende Referenzdatensätze zur Vergleichsprüfung fehlen. Aussagen über die inhaltliche Korrektheit oder die Lagegenauigkeit können somit nicht getroffen werden. Die Implementation eines Attributes „Quelle pro Objektklasse“ innerhalb der ASB und der SIB kann zur Bestimmung der Genauigkeit und Korrektheit genutzt werden. Dafür muss ein Quellenkatalog implementiert werden, der Auskunft über die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Quelle gibt. Daraus lässt sich dann je Objekt die Korrektheit und Genauigkeit herleiten. Diese Auswertungen können jedoch auch nach Einführung des Attributs nur für neu eingefügte oder aktualisierte Objekte durchgeführt werden. Für den Bestand ist das aus Sicht der Sachbearbeiterin derzeit nicht möglich. Eine grundsätzliche Neuüberprüfung des Gesamtdatensatzes kann nach Anweisung erfolgen, ist aber vor allem mit großen personellen und finanziellen Aufwänden verbunden.

³⁴ „tagesaktuell“ = Wenn die unterschiedlichen Baulasträger die Netzinformationen entsprechend für die Fortführung zur Überführung zum Gültigkeitsdatum zur Verfügung stellen. NWSIB-Daten können mit dem jeweiligen Tagesdatum ausgegeben werden

Es müssen Anpassungen in der ASB und/oder der SIB-Programmierung vorgenommen werden. Die Attributkataloge der ASB müssen überprüft werden (gibt es immer die Möglichkeit „keine Information“ bzw. „keine Angabe“?) und Prüfalgorithmen in die SIB implementiert werden, so dass Aussagen zu den Qualitätsparametern zu treffen sind. Dies ist relevant, um den Füllgrad des Attributs zu bestimmen. Gibt es beispielsweise nur die Auswahlmöglichkeit „Ja/Nein“, kann der tatsächliche Füllgrad nicht bestimmt werden, wenn der Defaultwert „Nein“ lautet und nur etwas geändert wird, wenn das „Ja“ bekannt ist. Der Füllgrad würde dann 100% lauten, wenn gleich er eigentlich nur für die mit „Ja“ bestückten Objekte bestimmt werden dürfte.

Die Parameter des entwickelten Konzeptes, die bereits bestehende Plausibilitätsprüfungen der SIB abfragen, können dennoch überprüft und beantwortet werden, sie sind also nicht redundant. Das Format des entwickelten Konzeptes muss vereinfacht werden. Eine Prüfung auf der Ebene der Objektklasse erscheint sinnvoll. Die Füllung eines grundsätzlichen Qualitätskatalogs mit Werten, die sich nur bei Systemänderung verändern, wirkt realistisch. Eine Prüfung nach Bedarfsanfrage des Kunden wird in die Überlegungen einbezogen.

5.4 Modifikation und Finalisierung des Qualitätssicherungskonzeptes

5.4.1 Übergeordnete Qualitätskennzeichnung³⁵

Im Verlauf der Arbeiten wurde immer deutlicher, dass eine übergeordnete Qualitätsaussage für Gesamtdatensätze oder Modelle nicht umfassend möglich ist. Sollte eine zusammenfassende Beschreibung der Qualität ausgegeben werden, ist diese für den individuellen Nutzer nicht aussagekräftig. Schlechte Qualitätsbewertungen in Teilbereichen oder besonders gute Bewertungen verzerren das Gesamtbild und verschleiern den wahren Nutzen, den der Datensatz für eine spezielle Nutzergruppe haben könnte. Da der Datenhoster bzw. -anbieter, der die Qualitätsinformation zur Verfügung stellen muss, die Bandbreite der Heterogenität der Datennutzungsmöglichkeiten und -bedarfe nicht im Vorfeld abschätzen kann, sollte die Qualitätsaussage für Teilmengen des Datenbestandes vorgehalten und ausgegeben werden können.

Bestimmte Aussagen können und müssen jedoch für den Gesamtdatenbestand getroffen werden. Diese sind als Teil des Metadatensatzes zu betrachten. Als Ergebnis wird hier keine Qualitätskennziffer stehen, vielmehr handelt es sich um zusätzliche funktionale und deskriptive Aussagen zum Gesamtdatensatz bzw. dessen Spezifikation (siehe Kapitel 5.2.5).

Der Datennutzer kann anhand der Informationen entscheiden, ob das Grundgerüst des Gesamtdatensatzes (z.B. Routingfähigkeit, Gebietsausdehnung, Koordinatensystem, etc.) für seine Zwecke brauchbar ist. Die Qualitätsinterpretation führt somit der Nutzer anhand der ihm zur Verfügung gestellten Informationen durch (brauchbar, unbrauchbar oder brauchbar nach Modifikation wie z.B. Transformation des Koordinatensystems oder eine nachträgliche Bearbeitung bzgl. der Routingfähigkeit).

³⁵ siehe auch Anlage 4

Es ist demnach eine Trennung der Qualitätsaussagen in zwei Ebenen notwendig:

- Metaaussage
- Detailaussage

In der Richtlinie INSPIRE werden Spezifikationen hinsichtlich der Metadaten definiert. Die im Folgenden benannten Metaaussagen sind als Erweiterung der INSPIRE-Spezifikationen zu verstehen. Außerdem werden diejenigen Metadaten, die bereits in den INSPIRE-Spezifikationen erläutert werden, nochmals explizit benannt, wenn sie als qualitäts- bzw. entscheidungsrelevant für den Nutzer eingestuft werden.

Folgende Angaben haben sich im Rahmen der vorliegenden Untersuchung diesbezüglich als relevante Metainformationen herausgestellt:

- Datenformat (z.B. Shapefile, MapInfo-Datei etc.)
- Geographische Ausdehnung (z.B. über die Angaben einer Bounding Box zur Abgrenzung der Ausdehnung über Koordinaten)
- Bezugsellipsoid bzw. Referenzsystem (z.B. ETRS 89, WGS84)
- Koordinatensystem (z.B. UTM zone 32N)
- EPSG-Code (Code zur Kennzeichnung des verwendeten Referenz- und Koordinatensystems z.B. EPSG 25832)
- Höhenbezug (z.B. NN)
- Datennutzung (Voraussetzungen für die Weiterverwendung der Daten, z.B. Copyright)
- Form der Datenübermittlung (z.B. Download, CD/DVD via Postversand)
- Kosten (Angaben über Kosten und/ oder deren Ausdifferenzierung z.B. in Form einer Preistabelle)
- Stand des Qualitätsberichts (Datum der letzten Ermittlung der Qualitätsangaben, z.B. 30.04.2018)
- Zuständigkeitsbereich (Angabe des Zuständigkeitsbereichs des Datenhosters, z.B. BAB, BStr, LStr, KStr)
- Geographischer bzw. administrativer Zuständigkeitsbereich (z.B. NRW)
- Relevante Attribute für IVS-Dienste (z.B. Functional Road Class (FRC), Form of Way (FOW))
- Füllgrad der Metadaten (z.B. 60%)
- Routingfähigkeit (ja/nein)
- Maschinelle Prüfung der Topologie (ja/nein)
- Maschinelle Prüfung der räumlichen Zuordnung/Umgebungsprüfung (ja/nein)
- Maschinelle Prüfung der Längenplausibilität (ja/nein)

In der folgenden Tabelle sind die o.g. Metaangaben noch einmal inklusive Erhebungsart und Qualitätsindikator angegeben.

Qualität Metaebene für den Gesamtdatensatz			
Parameter	Wert	Art der Erhebung	Qualitätsobjekt
Datenformat	z.B. shapefile, MapInfo-Datei	Einmal und bei Änderungen des Systems	Verfügbarkeit
Geographische Ausdehnung	z.B. Bounding Box (Koordinatenabgrenzung)	Einmal und bei Änderungen des Systems	
Bezugsellipsoid bzw. Referenzsystem	Z.B. ETRS 89	Einmal und bei Änderungen des Systems	
Koordinatensystem	z.B. UTM Zone 32N	Einmal und bei Änderungen des Systems	
EPSG-Code	z.B. EPSG 25832	Einmal und bei Änderungen des Systems	
Höhenbezug	z.B. NN	Einmal und bei Änderungen des Systems	
Datennutzung	z.B. Copyright	Einmal und bei Änderungen des Systems	
Form der Datenübermittlung	z.B. CD, Download	Einmal und bei Änderungen des Systems	
Kosten	z.B. ja, siehe Kostentabelle	Einmal und bei Änderungen des Systems	
Stand des Qualitätsberichts	z.B. 24.04.2018		Aktualität
Zuständigkeitsbereich	z.B. BAB, BStr, Landesstraßen	Einmal und bei Änderungen des Systems	Vollständigkeit
Geographischer Zuständigkeitsbereich	z.B. NRW	Einmal und bei Änderungen des Systems	
Für dynamische Daten relevante Attribute	z.B. Functional Road Class	Einmal und bei Änderungen des Systems	
Füllgrad der Metadaten	z.B. 60%	Einmal und bei Änderungen des Systems	
Routingfähigkeit	Ja/nein	Einmal und bei Änderungen des Systems	Konsistenz
Maschinelle Prüfung der Eindeutigkeit der Topologie	Ja/nein	Einmal und bei Änderungen des Systems	Korrektheit
Maschinelle Prüfung der räumlichen Zuordnung/Umgebungsprüfungen	Ja/nein	Einmal und bei Änderungen des Systems	
Maschinelle Längenplausibilisierung	Ja/nein	Einmal und bei Änderungen des Systems	

**Tabelle 5-8: Qualitätsangaben zum Gesamtdatensatz (Metaebene);
Quelle: eigene Darstellung**

Im Anschluss an diese Angaben sollten die Objektklassen der Gesamtdatenbank aufgeführt werden (Beispiel Netz nach ASB):

- Netzknoten
- Nullpunkt
- Sektor
- Ast
- Zählstellen
- Streifigkeiten
- Etc.

5.4.2 Qualitätskennzeichnung auf Objektklassenebene

Allen Nutzergruppen ist es anhand der o.g. Metadaten möglich, eine Entscheidung darüber zu treffen, ob der Datensatz grundsätzlich mit den eigenen Anforderungen kompatibel ist. Im nächsten Schritt sind die enthaltenen Daten von Interesse. Dafür muss für jede Objektklasse bzw. jedes Themengebiet eine detaillierte Beschreibung abrufbar sein.

Notwendig ist dafür die Auflistung der enthaltenen Attribute, hier am Beispiel des ATKIS-Netzes für die Objektklasse bzw. Objektart 3101 (Straße):

- WDM = Widmung
- BEZ = Bezeichnung
- BRF = Breite Fahrbahn
- Etc.

Tabelle 5-9 zeigt die Auflistung der Attribute, wie sie derzeit online vom Landesbetrieb Straßenbau NRW abrufbar ist.

Attributname	Beschreibung	Datentyp
FID	Eindeutige Kennung innerhalb der Tabelle; beginnt bei 0	Objekt-ID
Shape	Geometrie	Geometrie (Linie)
ABS	16-stellige Kennung des Abschnittes oder Astes	Text
STRBEZ	Straßenbezeichnung	Text
STRKL	Straßenklasse	Text
STRNR	Straßennummer	Nummer
STRZUS	Buchstabenzusatz zur Straßennummer	Text
ABSNR	Abschnittsnummer	Text
ABSNRZ	Numerischer Anteil der Abschnittsnummer	Nummer
ABSNRB	Alphanumerischer Anteil der Abschnittsnummer	Text
STATANF	Station am Anfang des Abschnittes oder Astes	Nummer
LAENGE	Länge des Abschnittes oder Astes (m)	Nummer
ABSAST	Art des Abschnittes oder Astes	Text
VWBEZ	Verwaltungsbezirk des Straße	Text
VWBEZKNZ	Verwaltungsbezirk des Straße Kennziffer	Text
NETZSTAND	Datum des Netzstichtages	Text

Tabelle 5-9: Attribute der Objektklasse „Abschnitte und Äste“ der Straßeninformationsbank von Nordrhein-Westfalen³⁶; Eigene Darstellung

Doch alleine die Existenz eines Attributes gibt keine Aussage über dessen Nutzbarkeit im Sinne des Nutzers. Attribute können bei der Konzeption der Datenbank angelegt werden, müssen aber nicht zwangsläufig befüllt sein, wenn die Datenbankspezifikationen dies nicht vorgeben. Interessant für die Prüfung im Sinne des Qualitätsindikators „Vollständigkeit“ wäre z.B. die Aussage über die Füllung des Attributes. Hier wieder am Beispiel des ATKIS-Netzes für die Objektart 42003 (Straßenachse) und deren Attribut „WDM“ (s.o.):

Wertebereich bzw. –katalog für das Attribut:

- 1301 = BAB
 - 1302 = BStr
 - Etc.
- oder
- Nicht gefüllt

Füllung des Attributes WDM: 99%

Im Folgenden werden die Angaben pro Objektklasse aufgeführt³⁷:

Allgemeine Angaben:

- Name der Objektklasse
- Auflistung der Attribute (s.o.)

³⁶ Straßennetz Landesbetrieb Straßenbau NRW (2017)

³⁷ Siehe auch Anlage 5

Allgemeine Qualitätsangaben für die Objektklasse (sortiert nach Qualitätsindikator):

1. Verfügbarkeit:
 - a. Verfügbarkeitshorizonte: Angabe über die verfügbaren Zeithorizonte des Datensatzes (z.B. aktueller Stand mit einem bestimmten Datum oder tagesaktuell, zukünftiger oder Prognosestand, historischer Stand). Grundsätzlich ist es möglich, verschiedene Zustände in einer Datenbank vorzuhalten und auszugeben; Die Information darüber, ob dies für die jeweilige Objektklasse gilt, wird in diesem Parameter angegeben. Die Angabe erfolgt durch den Bearbeiter und wird einmalig für jede Objektklasse angegeben, sofern sich die Systemspezifikationen nicht ändern (siehe auch Kapitel 5.6.1).
 - b. Verfügbarkeitszeitraum: Angabe darüber, wie schnell das Datum zur Verfügung gestellt wird (z.B. am selben Tag, innerhalb einer Woche etc.). Die Angabe erfolgt durch den Bearbeiter und wird einmalig für jede Objektklasse angegeben, sofern sich die Systemspezifikationen nicht ändern (siehe auch Kapitel 5.6.1).
2. Aktualität:
 - a. Aktualisierungsmodus: Angabe des Aktualisierungsmodus (z.B. ereignisorientiert oder periodisch). Oft kann es für den Nutzer von Interesse sein, welcher Art die Aktualisierung ist. Falls die Aktualisierung periodisch durchgeführt wird, ist es dann von Interesse, in welchem Turnus dies geschieht. Dies wird in diesem Parameter angegeben. Die Angabe erfolgt durch den Bearbeiter und wird einmalig für jede Objektklasse angegeben, sofern sich die Systemspezifikationen nicht ändern (siehe auch Kapitel 5.6.1).
 - b. Stand: Angabe über den Stand der Objektklasse (z.B. tagesaktuell oder Stand mit einem bestimmten Datum). Die Angabe erfolgt durch den Bearbeiter und wird bei jeder Nutzeranfrage für diese Objektklasse angegeben, falls nicht die Tagesaktualität für die jeweilige Objektklasse zu Grunde gelegt wird (siehe auch Kapitel 5.6.1).
3. Vollständigkeit
 - a. Zuständigkeit: Angabe über die Zuständigkeit des Datenhalters. Für den Nutzer ist von Interesse, in welcher Tiefe er Informationen für eine bestimmte Objektklasse erhalten kann. Nicht jede Straßenbauverwaltung pflegt auch Kreis- und Gemeindestraßen. Eine zuverlässige Aussage hinsichtlich dieser Straßen kann dann nicht gewährleistet sein, dies muss jedoch vorher klar sein. Der Bearbeiter gibt also für die jeweilige Objektklasse an, welche Zuständigkeit die Daten abdecken (z.B. BAB, BStr, LStr, KStr). Die Angabe erfolgt durch den Bearbeiter und wird einmalig für jede Objektklasse angegeben, sofern sich die Systemspezifikationen nicht ändern (siehe auch Kapitel 5.6.1).
4. Genauigkeit:
 - a. Lagegenauigkeit für Punktgeometrien: Angabe über die Lage des Datums im Vergleich zur Realität. Die Prüfung und die Kenngrößen entsprechen hier zur einheitlichen Handhabung denen des Segments „Qualität“ der ASB. Zur Ermittlung der Abweichungen ist ein Referenz- bzw. Kontrolldatensatz nötig. Die Alternative ist eine Genauigkeitsangabe anhand der Genauigkeitsbewertung der

Quelle (z.B. SVZ-Zählstellen, Vermessungsdaten etc.). Die Quelle kennt in der Regel das Maß ihrer Abweichung und so kann diese als Genauigkeitskennwert herangezogen werden. Die Aussage kann dann wie folgt lauten: 1000 Objekte vorhanden, davon 400 mit Genauigkeit Typ 7 (bis 3 cm) und 600 Typ 1 (mehr als 5m). Die Quellen- und Genauigkeitsangabe wird pro Objekt angegeben. Solang es keine Referenzdatensätze gibt, vereinfacht die Quellenangabe die Einordnung bezüglich der Lagegenauigkeit. Die Angabe erfolgt durch den Bearbeiter und wird bei jeder Nutzeranfrage für diese Objektklasse angegeben (siehe auch Kapitel 5.6.1).

- b. Lagegenauigkeit für Liniengeometrien:
siehe a) Lagegenauigkeit für Punktgeometrien
- c. Lagegenauigkeit für Flächengeometrien:
siehe a) Lagegenauigkeit für Punktgeometrien
- d. Höhengenaugigkeit für Punktgeometrie:
siehe a) Lagegenauigkeit für Punktgeometrien
- e. thematische Genauigkeit: Angabe der Maßgenauigkeit (Dicken, lichte Weite und lichte Höhe, Breiten, etc.). Die Prüfung und die Kenngrößen entsprechen hier zur einheitlichen Handhabung denen des Segments „Qualität“ der ASB. Zur Ermittlung der Abweichungen ist ein Referenz- bzw. Kontrolldatensatz nötig. Die Alternative ist eine Genauigkeitsangabe anhand der Genauigkeitsbewertung der Quelle (z.B. SVZ-Zählstellen, Vermessungsdaten etc.). Die Quelle kennt in der Regel das Maß ihrer Abweichung und so kann diese als Genauigkeitskennwert herangezogen werden. Die Aussage kann dann wie folgt lauten: 1000 Objekte vorhanden, davon 400 mit Genauigkeit Typ 7 (bis 3 cm) und 600 Typ 1 (mehr als 5m). Die Quellen- und Genauigkeitsangabe wird pro Objekt angegeben. Solang es keine Referenzdatensätze gibt, vereinfacht die Quellenangabe die Einordnung bezüglich der Lagegenauigkeit. Die Angabe erfolgt durch den Bearbeiter und wird bei jeder Nutzeranfrage für diese Objektklasse angegeben (siehe auch Kapitel 5.6.1 und Punkt a. dieser Auflistung).

Qualitätsangaben pro Attribut (nach Qualitätsindikator)³⁸:

Innerhalb der o.g. Auflistung aller Attribute der Objektklasse sollten folgende Angaben gemacht werden:

- 1. Konsistenz:
 - a. Datentechnische Vorgaben: Das Feld muss bestimmten Vorgaben entsprechen, damit der Datensatz konsistent ist. Dies muss geprüft werden, damit der Nutzer eine Aussage darüber erhält, ob die Daten maschinell lesbar und weiterzuverarbeiten sind. Die Qualitätsaussage muss immer lauten „ja, entspricht den Vorgaben“, da der Prüfprozess an sich entweder maschinell durchgeführt wird und entsprechend bei Nichteinhaltung einen Fehler zur Korrektur an den Sachbearbeiter ausgibt, oder der Parameter muss bei einem Attribut manuell durch den Sach-

³⁸ Siehe auch Anlage 6

bearbeiter geprüft werden, der ebenfalls im Falle der Nichteinhaltung eine Korrektur durchführen sollte. Die Angabe erfolgt durch den Bearbeiter. Handelt es sich um ein Attribut mit maschineller Plausibilitätsprüfung, kann dies einmalig angegeben werden und gilt damit bis zur Änderung der Systemspezifikationen. Handelt es sich um ein Attribut ohne maschinelle Plausibilisierung, muss es bei jeder Anfrage erneut geprüft und gegebenenfalls korrigiert werden (siehe auch Kapitel 5.6.1). Dafür sollten automatische Abfragealgorithmen implementiert werden.

2. Vollständigkeit:

- a. Füllung: die Füllung des Feldes wird in diesem Parameter abgefragt. Es kann sich um ein Pflichtattribut handeln, bei dem das System eine Nichtfüllung ablehnt, dann muss die Aussage immer 100% lauten. Bei anderen Attributen (Kann-Attributen) wird der Anteil der Füllung angegeben. Das heißt für die ASB und die Programmierung der SIB, dass immer die Option "keine Angabe" bzw. "keine Information" als Auswahlmöglichkeit vorhanden sein muss, damit klar ist, dass alle anderen Informationen auf Grund von vorliegenden Informationen eingegeben wurden. Die Auswertung erfolgt durch den Bearbeiter. Automatische Abfragealgorithmen sollten implementiert werden. Handelt es sich um ein Attribut ohne maschinelle Plausibilisierung, muss es bei jeder Anfrage erneut geprüft werden (siehe auch Kapitel 5.6.1).

3. Genauigkeit:

- a. inhaltliche Genauigkeit: Angabe darüber, inwieweit die in der ASB vorgegebenen Katalogauswahlmöglichkeiten ausgeschöpft werden. Es sollte angegeben werden, welche Attribute gesetzt sind (z.B. Katalog gibt 8 zur Auswahl, es werden aber immer nur 4 gewählt). Die Auswertung erfolgt durch den Bearbeiter. Automatische Abfragealgorithmen sollten implementiert werden. Es muss bei jeder Anfrage erneut geprüft werden (siehe auch Kapitel 5.6.1).

Qualitätsangaben auf Objektebene/ Empfehlungen für zusätzliche Attribute (nach Qualitätsindikator)³⁹:

Auf der Ebene des Einzelements der Objektklasse (d.h. auf Objektebene) ist es sinnvoll, zusätzliche Attribute einzufügen, die bei konsequenter Füllung in der Zukunft Aussagen über die Qualität zulassen:

1. Korrektheit:

- a. Quelle: Quellen können bzgl. der Korrektheit unterschiedlich bewertet werden, daher ist es wichtig, die Quelle zu kennen. Das Attribut wird bei jeder Änderung und bei Neueinbau gepflegt, um sukzessive diese Information zu füllen. Die Ermittlung der Qualität der Korrektheit erfolgt über die Art der Quelle. In einem Katalog werden die möglichen Quellen mit ihren Korrektheitsansprüchen aufgelistet. Daraus können Rückschlüsse auf die Korrektheit gezogen werden.

³⁹ Siehe auch Anlage 7

2. Genauigkeit:

- a. Lagegenauigkeit: Ein Attribut, in das Daten zur Genauigkeit eingetragen werden können. Hier wird die Abweichung der Lage im Vergleich zur Realität eingetragen, wenn ein Referenz- bzw. Kontrolldatensatz vorhanden ist, oder die Genauigkeit wird aus der Quelle abgeleitet. Solange es keinen Referenz- bzw. Kontrolldatensatz gibt, vereinfacht die Angabe der Quelle die Ableitung von Genauigkeitswerten pro Objekt.
- b. Thematische Genauigkeit: Ein Attribut, in das Daten zur Genauigkeit eingetragen werden können. Hier werden die Abweichungen der Objektwerte im Vergleich zur Realität eingetragen, wenn ein Referenz- bzw. Kontrolldatensatz vorhanden ist oder die Genauigkeit wird aus der Quelle abgeleitet. Solange es keinen Referenz- bzw. Kontrolldatensatz gibt, vereinfacht die Angabe der Quelle die Ableitung von Genauigkeitswerten pro Objekt.

5.5 Qualitätssicherungskonzept: Praxistest des modifizierten Qualitätssicherungskonzeptes

5.5.1 Praxistest II: Stabsstelle Straßendaten, Landesstraßenbaubehörde Sachsen-Anhalt

Im Rahmen des letzten Workshops mit dem Betreuerkreis wurde das anhand des ersten Praxistests modifizierte Qualitätssicherungskonzept vorgestellt. Im Verlauf des Termins wurde der Wunsch nach einem weiteren Praxistest mit dem angepassten Konzept geäußert. Als Ansprechpartner wurde Herr Jäckel aus der Stabsstelle Straßendaten der Landesstraßenbaubehörde Sachsen-Anhalt genannt, der sich zu einem Interview bereit erklärte. Auf Grund des nur noch knappen Zeitbudgets innerhalb des vorliegenden Projektes wurde davon abgesehen, einen Praxistest vor Ort durchzuführen. Ein Interview, das die entscheidenden Fragen klären sollte, wurde daher eingeplant.

In Tabelle 5-10 werden die Eckdaten des zweiten Praxistests kurz aufgeführt.

Getestete Institution	Stabsstelle Straßendaten, Landesstraßenbaubehörde Sachsen-Anhalt
Ort	Telefoninterview (Halle / Köln)
Teilnehmer	Klaus Jäckel (Landesstraßenbaubehörde Sachsen-Anhalt) / Sonja Hewel (SSP Consult)
Termine	08.06.2018
Getesteter Datensatz	Straßeninformationsbank des Landes Sachsen-Anhalt (nach Anweisung Straßeninformationsbanken – ASB)
Getestetes System	TT-SIB

Tabelle 5-10: Eckdaten zum Praxistest II

5.5.2 Grundsätzliche Ergebnisse des Praxistest II durch die Erläuterungen des Interviewpartners:

Grundsätzliches:

Grundsätzliche Unterschiede zu der NW-SIB-Datenhaltung bei Straßen.NRW sind die Sichtweisen der Datenhaltung und des Netzes. Während bei der NW-SIB in NRW die viele Daten in Fachschalen gesondert vorgehalten werden, werden bei der TT-SIB fast alle Elemente der Straßeninfrastruktur im Netz vorgehalten und entsprechend zugeordnet.

Genauigkeit:

Die ASB macht einen Metersprung. Obwohl die TT-SIB genauere Angaben verarbeiten kann, werden die Stellen hinter dem Komma in Längsrichtung abgeschnitten. In der Breite wird jedes Objekt jedoch genau von der Bestandsachse aus aufgenommen. Wenn also bei der TT-SIB in Sachsen-Anhalt von Genauigkeit gesprochen wird, ist die ASB-Genauigkeit gemeint. Hier besteht Handlungsbedarf hinsichtlich der Festlegungen der ASB.

Bestandsaufnahmen werden im Rahmen der Aufnahme von Änderungen (z.B. Baumaßnahmen) mittels GPS-Befahrungen (1m Genauigkeit) durch externe Auftragnehmer durchgeführt. Auch Befahrungen mittels Laserscan werden durchgeführt. Dabei wird pro Objekt eine Lagegenauigkeit angegeben (z.B. Abstand zur Bestandsachse).

Punktgeometrien werden zentimetergenau aufgenommen. Einzig Leitpfosten werden nach Richtlinie implementiert und sind somit das einzige ungenaue Objekt.

Für Bauwerke wird die komplette Geometrie übernommen. Es existiert dafür ein eigenes System, das es erlaubt die Geometrien zu bestimmten Objekten hinzuzufügen.

Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen werden ebenso vorgehalten, liegen aber als externe Geometrien vor.

Da die SIB in den meisten Ländern für die Anwendung bei den Straßenbauverwaltungen gedacht ist, reicht meist eine Ortsangabe mit der ASB-Genauigkeit, die verhältnismäßig grob ist.

Probleme können dann auftreten, wenn z.B. Kontrollprüfungen bei Baumaßnahmen durchgeführt werden. Die Verortung kann dann richtig erscheinen. Wenn jedoch mehrere Bohrungen im Abstand von 10 cm Abstand durchgeführt werden müssen, kann die SIB diese nicht vorhalten. Die Bohrungspunkte wären dann in jeweils 1 m Abstand in der Datenbank enthalten. Das Problem ist jedoch bekannt und das BMVI baut derzeit ein System für Kontrollprüfungen auf.

Für die Aufnahme von Verkehrszeichen im nachgeordneten Netz, die direkt nebeneinander angebracht werden, werden diese in der SIB nebeneinander in die Breite angeordnet, da es sonst nicht möglich ist. Nur zusätzliche Vermerke im Freitext der Datenbank können genauere Aussagen treffen.

Eine Neuerung der ASB sieht vor, alle Objekte mit Koordinaten aufzunehmen. Dies ist jedoch nur optional.

Interne Qualitätssicherung:

Die finanziellen Mittel für die Straßenmeistereien werden auf Grund des Bestandes vergeben, daher ist der Anspruch, dass die Daten stimmen dort sehr hoch. Über interne Dienstanweisungen werden Termine zur Überprüfung der Daten hinsichtlich ihrer Realitätsnähe bestimmt. Einmal jährlich werden zwei Termine zur Übergabe der Bestandsdaten festgelegt. Dabei werden die Daten der SIB vorgelegt und von den Straßenmeistereien kontrolliert und angepasst.

Rückmeldungen:

Rückmeldungen zur Realitätstreue und Fehlern kommen von den beauftragten externen Dienstleistern, die für die Befahrungen und Datenaufnahme zuständig sind, für komplette Abschnitte oder Objektklassen. Außerdem kommen gelegentlich Rückmeldungen von Gemeinde, Polizei oder sonstigem Fachpersonal via Email oder Telefon. Ein Rückmeldekanal scheint aus Sicht des Interviewpartners nicht zwingend erforderlich, da Rückmeldungen nur sporadisch auftreten oder eben systematisch im Auftrag des Landes (s.o. Interne Qualitätssicherung, externe Dienstleister) erfolgen.

5.5.3 Ergebnisse des Praxistests II

Die in den Kapiteln 5.4.1 und 5.4.2 aufgeführten Prüfkriterien wurden auf Praxistauglichkeit überprüft. Die Ergebnisse werden im Folgenden dargelegt.

Qualität auf Metaebene:**Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Vollständigkeit:**

1. Zuständigkeitsbereich: kann angegeben werden (hier: Autobahnen, Bundesstraßen, Landesstraßen und drei Landkreise, die mit berücksichtigt werden)
2. Geographischer Zuständigkeitsbereich: kann angegeben werden (hier: Sachsen-Anhalt)
3. Für dynamische Daten relevante Attribute: kann angegeben werden
4. Füllgrad der Metadaten: kann angegeben werden (hier: entsprechen den Vorgaben des Systems)

Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Korrektheit:

1. Maschinelle Prüfung der Eindeutigkeit der Topologie: kann angegeben werden (hier: ja)
2. Maschinelle Prüfung der räumlichen Zuordnung/ Umgebungsprüfung: kann angegeben werden (hier: ja)
3. Maschinelle Längenplausibilisierung: kann angegeben werden (hier: ja)

Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Verfügbarkeit:

1. Datenformat: kann angegeben werden (hier: INSPIRE, MapInfo, Shapefiles, DATEX II (z.B. für Baustellen), OKSTRA (Netz))
2. Geographische Ausdehnung: kann angegeben werden
3. Bezugsellipsoid bzw. Referenzsystem: kann angegeben werden
4. Koordinatensystem: kann angegeben werden
5. EPSG-Code: kann angegeben werden
6. Höhenbezug: kann angegeben werden (hier jedoch nicht für alle Objekte (Objekt-ebene))
7. Datennutzung: Copyright kann angegeben werden: (hier: OpenData, WFS/WMS für Baustelleninformation bis Jahresende auch für Straßen)
8. Form der Datenübermittlung: kann angegeben werden (hier: minütliche Zurverfügungstellung immer über einen direkten Link, jede Änderung überträgt sich sofort)
9. Kosten: kann angegeben werden (hier: kostenfrei)

Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Aktualität:

1. Stand des Qualitätsberichts: kann angegeben werden, wird derzeit nicht abgebildet

Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Konsistenz:

1. Routingfähigkeit: kann angegeben werden (hier: ist vorhanden)

Qualität auf Objektklassenebene:**Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Vollständigkeit:**

1. Zuständigkeit: kann angegeben werden (s.o.)

Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Verfügbarkeit:

1. Verfügbarkeitshorizonte: kann angegeben werden, (hier: es können das Stadium (Verkehr, Bau, Planfeststellung), die Widmung und die Informationen zur Verkehrsfreigabe mitgeliefert werden. Informationen zum Planungsstand sind geplant, die ASB macht die Aufnahme von Planungen jedoch schwierig, es ist jedoch ein Radwegesystem nach dem System ASB als Bestands- und Planungsnetz geplant)
2. Verfügbarkeitszeitraum: kann angegeben werden (hier: minutenaktuell (wenn als WFS/WMS abgerufen))

Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Aktualität:

1. Aktualisierungsmodus: kann angegeben werden (hier: bei Änderung)
2. Stand: kann angegeben werden: (hier: tagesaktuell)

Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Genauigkeit:

1. Lagegenauigkeit für Punktgeometrien: kann angegeben werden (hier: seitlich an der Längsachse in 1m-Genauigkeit, wegen den Vorgaben der ASB)
2. Lagegenauigkeit für Liniengeometrien: kann angegeben werden (hier: seitlich an der Längsachse in 1m-Genauigkeit, wegen den Vorgaben der ASB)
3. Lagegenauigkeit für Flächengeometrien: kann angegeben werden (hier: seitlich an der Längsachse in 1m-Genauigkeit, wegen den Vorgaben der ASB)
4. Höhengenaugigkeit für Punktgeometrie: kann angegeben werden (jedoch nicht für alle Objektklassen)
5. Thematische Genauigkeit: kann angegeben werden (hier: wenn externer Dienstleister die Genauigkeit der Erhebung mitliefert)

Qualitätsangaben pro Attribut:**Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Konsistenz:**

1. Datentechnische Vorgaben: kann angegeben werden (hier: wird für Pflichtattribute innerhalb der SIB plausibilisiert, ebenso für Kannfelder)

Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Vollständigkeit:

1. Füllung: kann angegeben werden (hier: wenn ein Attribut aufgenommen wird, wird es auch für jedes Objekt gefüllt)

Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Genauigkeit:

2. Inhaltliche Genauigkeit: kann angegeben werden (hier: wird nicht als zielführend erachtet)

Empfehlung für zusätzliche Attribute auf Objektklassenebene:**Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Korrektheit:**

1. Quelle: wird in Sachsen-Anhalt automatisch mitgeschrieben, wenn die Daten von einem externen Dienstleister kommen

Prüfung für die Parameter des Qualitätsindikators Genauigkeit:

1. Lagegenauigkeit für Punktgeometrien: kein Handlungsbedarf - Information liegt in Sachsen-Anhalt bereits vor
2. Lagegenauigkeit für Liniengeometrien: kein Handlungsbedarf - Information liegt in Sachsen-Anhalt bereits vor
3. Lagegenauigkeit für Flächengeometrien: kein Handlungsbedarf - Information liegt in Sachsen-Anhalt bereits vor
4. Höhengenaugigkeit für Punktgeometrie: Information liegt in Sachsen-Anhalt für bestimmte Objektklassen vor

5. Thematische Genauigkeit: kein Handlungsbedarf - Information liegt in Sachsen-Anhalt bereits vor

5.5.4 Fazit des Praxistests II

Die meisten Parameter des entwickelten Konzeptes sind für die Straßeninformationsbank in Sachsen-Anhalt prüfbar. Aussagen über die inhaltliche Korrektheit oder die Lagegenauigkeit können getroffen werden, da es im Rahmen der Neuaufnahme bzw. Aktualisierung innerhalb der Straßendatenbank Befahrungen und Datenerhebungen mit Hilfe von externen Dienstleistern gibt, die ebenso den umgebenden Bestand aufnehmen. Für den Bestand ist somit auch eine regelmäßige Aktualisierung gegeben.

Problematisch sind die Aussagen bzgl. der Genauigkeit, da die Straßeninformationsbank sowie die Datenlage bei der Erhebung grundsätzlich eine sehr genaue Verortung zulässt, die ASB jedoch lediglich eine Aussage auf Meterebene erlaubt.

5.6 Konzept der Integration der Prozesse

5.6.1 Art der Qualitätsermittlung

Zur Integration der Prozesse für die Qualitätssicherung gibt der Katalog an, welcher Art die Ermittlung der Qualität ist. In der Regel können Aussagen zur allgemeinen Qualität des Datensatzes – vor allem auf der Metaebene – einmalig gemacht werden und müssen nur dann aktualisiert werden, wenn sich die Systematik der Datenbank ändert. Einige Kriterien müssen jedoch für jede Anfrage neu abgefragt werden. Der Füllgrad eines Attributs wird sich durch die laufende Bearbeitung permanent ändern, so dass die Anfrage eines potentiellen Datennutzers eine neue Ermittlung der Vollständigkeit des Attributes notwendig machen kann.

Qualitätsaussage ist einmalig zu treffen oder wenn sich die Systematik der Datenbank ändert:

1. Qualitätsaussagen auf Metaebene:
 - a. Datenformat
 - b. Geographische Ausdehnung
 - c. Bezugsellipsoid bzw. Referenzsystem
 - d. Koordinatensystem
 - e. EPSG-Code
 - f. Höhenbezug
 - g. Datennutzung
 - h. Form der Datenübermittlung
 - i. Kosten
 - j. Zuständigkeitsbereich
 - k. Geographischer bzw. administrativer Zuständigkeitsbereich
 - l. Relevante Attribute für IVS-Dienste

- m. Füllgrad der Metadaten
 - n. Routingfähigkeit
 - o. Maschinelle Prüfung der Topologie
 - p. Maschinelle Prüfung der räumlichen Zuordnung/ Umgebungsprüfung
 - q. Maschinelle Prüfung der Längenplausibilität
2. Qualitätsaussagen auf Objektklassenebene:
 - a. Verfügbarkeitshorizonte
 - b. Verfügbarkeitszeitraum
 - c. Aktualisierungsmodus
 - d. Zuständigkeit
 3. Qualitätsaussagen bei Attributen
 - a. datentechnische Vorgaben (nur bei maschineller Prüfung, sonst bei jeder Anfrage neue Prüfung)
 - b. Füllung (nur bei Pflichtattribut, sonst bei jeder Anfrage neue Prüfung)

Qualitätsaussage ist bei Anfrage zu treffen:

1. Qualitätsaussagen auf Metaebene:
 - a. Stand des Qualitätsberichts
2. Qualitätsaussagen auf Objektklassenebene:
 - a. Stand
 - b. Lagegenauigkeit für Punktgeometrien
 - c. Lagegenauigkeit für Liniengeometrien
 - d. Lagegenauigkeit für Flächengeometrien
 - e. Höhengenaugigkeit für Punktgeometrie
 - f. thematische Genauigkeit
3. Qualitätsaussagen auf Attributeben:
 - a. datentechnische Vorgaben (wenn keine maschinelle Prüfung durchgeführt wird)
 - b. Füllung (wenn kein Pflichtattribut)
 - a. inhaltliche Genauigkeit

5.6.2 Integration der Anforderungen für die Prozesse in die bestehenden Systeme

Anweisung Straßeninformationsbank - ASB:

Es wird empfohlen, folgende Elemente auf Attributebene pro Objektklasse zu übernehmen:

- Quelle
- Lagegenauigkeit für Punktgeometrien
- Lagegenauigkeit für Liniengeometrien
- Lagegenauigkeit für Flächengeometrien
- Höhengenaugigkeit für Punktgeometrien
- Thematische Genauigkeit

Des Weiteren wird empfohlen, jedes in der ASB genannte Attribut auf das Vorhandensein einer Auswahlmöglichkeit „keine Information“ oder „keine Angabe“ zu prüfen.

Straßeninformationsbank – SIB:

Es wird empfohlen, die o.g. Elemente auf Attributebene pro Objektklasse aus der ASB zu übernehmen.

Prüfalgorithmen sollten für die Ermittlung der Qualität für folgende Attribute implementiert werden:

- Prüfung der Füllung eines Kann-Feldes mit dem Ergebnis des Anteils
- Prüfung der datentechnischen Vorgaben eines Kann-Feldes
- Prüfung der inhaltlichen Genauigkeit aller Attribute mit Wertebereich
- Prüfung der Anteile der Lagegenauigkeit (Anteil Typ 1 bis Typ x; 900 Objekte mit Typ 5, 300 mit Typ 2)

Automatische Prüfungen zu folgenden Themen müssen Standard in allen SIB-Anwendungen sein:

- Topologie
- Umgebungsprüfungen
- Längen

Sachbearbeiter:

Der Sachbearbeiter ist angehalten, die Qualitätsangaben auf Metaebene zu füllen. Wie oben genannt müssen viele Angaben nur einmalig gemacht werden, es sei denn, die Systemspezifikationen ändern sich, dann muss die Qualitätsangabe erneut befüllt werden.

Einige Qualitätsangaben werden pro Anfrage neu beantwortet. Dies ist dann jedoch nur für die angefragten Objektklassen durchzuführen. Dafür müssen alle Attribute für den Sachbearbeiter nach dem Qualitätssicherungskonzept auswertbar sein.

Pflichtattribute und weiterführende Kenntnis zu den Plausibilitätsprüfungen der SIB müssen dem Sachbearbeiter bekannt sein, um darüber in dem Qualitätsbericht Auskunft zu geben.

5.7 Vorschlag für die Integration der Qualitätsinformation in das Metadaten-Modell (MDM) des nationalen Zugangspunktes

Die Delegierte Verordnung (EU) 2015/962 sieht vor, dass Informationen über die Datenqualität ebenso wie die Daten selbst und die dazugehörigen Metadaten über einen nationalen oder gemeinsamen Zugangspunkt zur Verfügung gestellt werden. In Deutschland fungiert der Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM) als nationaler Zugangspunkt für Verkehrsdaten. Zukünftig sollen über den Zugangspunkt auch statische Straßendaten zur Verfügung gestellt werden. Ein entsprechendes Konzept wurde im Forschungsvorhaben FE 03.0500/2012/IRB „Entwicklung

eines Verfahrens zur optimierten Zugänglichkeit von kartenrelevanten Straßendaten für IVS“ erarbeitet.

In diesem Arbeitspaket wird ein Vorschlag für die Integration der Qualitätsinformation in das Metadaten-Modell des nationalen Zugangspunktes (MDM) vorgestellt. Aufbauend auf einer Analyse bestehender Metadaten-Modelle wird der in den vorigen Arbeitspaketen erarbeitete Kriterienkatalog angewandt, um das Metadaten-Modell für die Qualitätsinformation zu spezifizieren. Der Vorschlag wurde dem Betreuerkreis vorgestellt und mit diesem im Rahmen eines Workshops diskutiert.

5.7.1 Forschungsvorhaben FE 03.0500/2012/IRB „Entwicklung eines Verfahrens zur optimierten Zugänglichkeit von kartenrelevanten Straßendaten für IVS“⁴⁰

Die folgenden Erkenntnisse wurden im Forschungsvorhaben FE 03.0500/2012/IRB gewonnen und stellen eine wichtige Basis für die Erarbeitung einer möglichen Abbildung von Metainformationen dar.

- Zur Eignung vorhandener Standards für die Bereitstellung von Straßendaten für IVS:
- „Die Standards / Datenmodelle von DATEX II, von INSPIRE und von TN-ITS/ROSATTE erscheinen - jeweils für sich alleine gesehen - nicht als Grundlage für einen Austausch kartenrelevanter Straßendaten für IVS geeignet, da große Bereiche der von IVS als wichtig eingestufte kartenrelevante Themen nicht abgebildet werden können.
- Grundsätzlich geeignet erscheinen dagegen der OKSTRA[®] sowie eine potenzielle Kombination von INSPIRE und TN-ITS/ROSATTE, wie dies auch von einer entsprechende TN-ITS / INSPIRE-Alignment-Initiative [EMAPS 2013, EMAPS 2013a] verfolgt wird.“ [S. 36]
- Zur technischen Datenlieferung über den MDM:
- „[...] 2. Nutzung der „Broker-Funktion“ des MDM, d.h. schnittstellenbasierter (HTTPS oder SOAP) physikalischer Datenaustausch über den MDM im MDM-Containerformat (OKSTRA-XML im MDM-Container)
- 3. Datenbereitstellung als „statischer Download“ über Referenzdateien (OKSTRA-XML) zur Publikationsbeschreibung im MDM“ [S. 75 f.]
- Zur Bereitstellung von Metadaten:
- „Die MDM-Funktion des Metadatenverzeichnisses unterstützt die Bereitstellung von gewissen Metainformationen zu den im MDM-Bestand recherchierbaren Datenbeständen, z. B. Datenkategorie, Datenbeschreibung, Gültigkeitsinformationen, Nutzungsbedingungen, Format, geographischer Raum. Zusätzlich können zu einer MDM-Publikation im Bereich Qualitätssicherung Referenzen angegeben werden, die sich auf das Qualitätsmanagement in der datengebenden Organisation beziehen. Dies kann beispielsweise eine URL zu einer Webseite oder ein Text sein, welcher Informationen zur Datenqualität enthält.

⁴⁰ Von der Ruhren, S., Weidner, B. (2016)

- Alternativ wäre die Einbettung von Metainformationen und insbesondere Qualitätsinformationen in die Datenlieferung selbst (als Ergänzung der Fachdaten) denkbar. Dieses Verfahren kann im vorliegenden Fall nicht genutzt werden, da hierzu die modelltechnischen Voraussetzungen im OKSTRA® nicht gegeben sind und die Einführung einer entsprechenden Erweiterung zu aufwändig wäre. [...] Da die in den Feldern des MDM-Portals hinterlegbaren Metadaten stark begrenzt sind, sollten die Metadaten unter einer ULR im Bereich „Angaben zur Qualitätssicherung“ zum Download bereitgestellt werden.“ [S. 59 f.]

Basierend auf den Erkenntnissen des Forschungsvorhabens FE 03.0500/2012/IRB wurde der OKSTRA-Änderungsantrag A0132 „Anpassung des OKSTRA an die Anforderungen von IVS“⁴¹ gestellt und mit 16.04.2018 abgeschlossen. Die entsprechenden Anpassungen sind mit OKSTRA Version 2.018 verfügbar. Dabei wurden diverse Abbildungsmöglichkeiten geschaffen und Modelle zur Abbildung überarbeitet, um eine optimierte Bereitstellung von Straßendaten für IVS zu ermöglichen.

Aus den Erkenntnissen des Forschungsvorhabens FE 03.0500/2012/IRB lassen sich unter anderem folgende Fragen ableiten, welche im Rahmen dieses Arbeitspakets bearbeitet werden.

- Wie können die Qualitätsinformationen der verschiedenen Ebenen des vorgestellten Qualitätssicherungskonzeptes (siehe Kapitel 5) technisch übermittelt werden?
- Welche Formate/Standards können für die Abbildung der Qualitätsinformation herangezogen werden?
- Welche Qualitätsinformationen können/sollen im Datenformat der Fachdaten übermittelt werden?

5.7.2 Metadaten-Modell des nationalen Zugangspunktes

Die Metadaten einer Publikation im Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM) werden derzeit bei Anlage einer Publikation vom Datengeber eingegeben und fortan im Metadatenverzeichnis des MDM vorgehalten. Folgende Informationen können zu einer Publikation angegeben werden (siehe MDM-Benutzerhandbuch v2.3⁴²):

- Datengeber
- Name der Publikation
- Beschreibung der Publikation
- Gültigkeitszeitraum der Publikation
- Gültigkeit des Datenpakets
- Datenart
- Publikation vertragsfrei abrufbar
- Vertragsentwurf
- Format
- Geographischer Raum

⁴¹ <http://www.okstra.de/docs/aenderungsantraege/a0132.pdf>

⁴² Bundesanstalt für Straßenwesen (2016a)

- Qualitätssicherung
- Referenzdateien

Nachfolgend ist ein Beispiel für die Metadaten einer Publikation angegeben.

Publikation – Details

Verkehrsmessquerschnitte (Q, V)

Verkehrsmessquerschnitte (Q, V) für PKW, LKW und Kfz sowie der LKW-Anteil von rd. 3300 Messquerschnitten (je Fahrtrichtung und Verkehrsbeziehung) im nordrhein-westfälischen BAB- und Bundesstraßennetz.

Verortung über Koordinaten (ETRS89) in separater Publikation ("Verortung der Verkehrsmessquerschnitte", Id: 2367002).

Format: DATEX II, Nutzung von PredefinedLocations und ElaboratedDataPublication
 Frequenz: 1 Minute
 Datengeber: Landesbetrieb Straßenbau NRW

Der Bezug der Daten unterliegt den Bedingungen der "Verordnung zur Festlegung der Nutzungsbestimmungen für die Bereitstellung von Geodaten des Bundes" (GeoNutzV, <http://www.gesetze-im-internet.de/geonutzv/>). Mit dem Bezug der Dateien erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Datengeber: [Landesbetrieb Straßenbau NRW, Verkehrszentrale](#)

Vertragsfrei: Nein

Datenart: Verkehrsdaten

Format: DATEXII

Frequenz: 1 min

Bezeichnung: Nordrhein-Westfalen [In Karte zeigen >](#)

Angaben zur Qualitätssicherung

URL: Nur für angemeldete Benutzer sichtbar

Text: Nur für angemeldete Benutzer sichtbar

Vertragsentwurf

Mustervertrag: Nur für angemeldete Benutzer sichtbar

Referenzdateien

Nur für angemeldete Benutzer sichtbar

E-Mail an Datengeber

Ansprechpartner: [E-Mail senden >](#)

Funktion/ Abt.:	Verkehrssteuerung und Operating	Telefon:	0217158086243
Adresse:	Bonner Str. 70 51379 Leverkusen Deutschland, NRW	Fax:	
E-Mail:	volker.gronau@strassen.nrw.de		
Homepage:			

Abbildung 5-5: Beispiel für die Metadaten einer Publikation im MDM, Quelle: www.mdm-portal.de (2018)

Die Qualitätsinformationen der Publikation werden in den Metadaten unter „Specifications of Quality Assurance“ angegeben. Hierfür kann ein Verweis zu Informationen der Qualitätssicherung der Publikation auf einer externen Webseite (URL) beziehungsweise eine textuelle Beschreibung (Text) ebendieser eingegeben werden.

Die Metadatenstruktur des Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM) ist zu einem Großteil an den in Kapitel 5.7.3 beschriebenen „SPA Coordinated Metadata Catalogue“ angelehnt.

5.7.3 Abbildung von Qualitätsinformationen in den Metadaten

Für die Definition der Inhalte der Metadaten und somit auch für die Abbildung von Qualitätsinformationen in den Metadaten gibt es unterschiedliche Normen, Richtlinien sowie Harmonisierungsbestrebungen. Nachfolgend werden einige davon mit Fokus auf die Abbildung der Qualitätsinformation beschrieben.

ISO 19115

Der Standard ISO 19115 beschreibt die Metadatenelemente, die unter anderem zur Beschreibung der Qualität von geographischen Daten notwendig sind. Die auf ISO 19115 aufbauende Implementierungsbeschreibung (ISO 19139) ist Grundlage für die INSPIRE Richtlinien⁴³.

Die Plattform Geodateninfrastruktur Deutschland bietet eine deutsche Übersetzung der Metadatenfelder an.⁴⁴

Die Datenqualität des Datensatzes wird dabei mit folgenden Elementen beschrieben:

- Geltungsbereich (scope)
- Qualitätsbericht (report)
- Herkunft (lineage)

Diese drei Elemente führen zu weiteren Metadatenelementen, z.B. wird die Herkunft weiter untergliedert in

- Erläuterung: allgemeine Aussage zur Herkunft des Datensatzes
- Bearbeitungsschritt: Informationen über den Herstellungsprozess des Datensatzes
- Datenquelle: Informationen über die Datenquellen, die zur Erzeugung des Datensatzes verwendet wurden

Nachfolgend befindet sich ein Auszug zur Beschreibung des Elementes „Datenqualitäts-element“, das eine Verfeinerung des bereits oben erwähnten Elementes Qualitätsbericht darstellt:

⁴³ INSPIRE Maintenance and Implementation Group (2017)

⁴⁴ Koordinierungsstelle GDI-DE (2008)

B.2.4.3 Datenqualitätselement

	Name / Rollenname EN	Definition EN	Name / Rollenname DE	Definition DE	n	Domäne
99	DQ_Element	aspect of quantitative quality information	Datenqualitätselement	Aspekt der quantitativen Qualitätsinformationen	vererbt vom übergeordneten Objekt	Zeile 100-107
100	nameOfMeasure	name of the test applied to the data	Testverfahren	Bezeichnung des auf die Daten angewendeten Testverfahrens	0..*	Freitext
101	measureIdentification	code identifying a registered standard procedure	Verfahrensidentifikator	Kennung einer registrierten Standardprozedur	0..1	MD_Identifier <<DataType>> (B.2.7.3)
102	measureDescription	description of the measure	Verfahrensbeschreibung	Beschreibung der Qualitätsprüfung	0..1	Freitext
103	evaluationMethodType	type of method used to evaluate quality of the dataset	Typ der Bewertungsmethode	Typ der Bewertungsmethode für die Qualitätsprüfung des Datenbestands	0..1	DQ_EvaluationMethodTypeCode <<CodeList>> (B.5.6)
104	evaluationMethodDescription	description of the evaluation method	Methodenbeschreibung	Beschreibung der Bewertungsmethode	0..1	Freitext
105	evaluationProcedure	reference to the procedure information	Bewertungsmethode	Bibliografische Angaben zur Bewertungsmethode	0..1	CI_Citation <<DataType>> (B.3.2)
106	dateTime	date or range of dates on which a data quality measure was applied	Bewertungszeitpunkt	Zeitpunkt(e) der Bewertung	0..*	DateTime (B.4.2)
107	result	value (or set of values) obtained from applying a data quality measure or the outcome of evaluating the obtained value (or set of values) against a specified acceptable conformance quality level	Ergebnis	Ergebnis (oder eine Menge von Ergebnissen) aus der angewandten Qualitätsprüfung und/oder das Ergebnis, das sich aus dem Vergleich der Ergebnisse mit einem Qualitätskriterium ergeben hat	1..2	DQ_Result <<Abstract>> (B.2.4.4)
108	DQ_Completeness	presence and absence of features, their attributes and their relationships	Vollständigkeit	vorhandene und fehlende Objekte, deren Attribute und Beziehungen	vererbt vom übergeordneten Objekt	Zeile 100-107

Tabelle 5-11: ISO 19115 – Datenqualitätselement, Quelle: Koordinierungsstelle GDI-DE (2008)

INSPIRE

Die INSPIRE Richtlinien⁴⁵ basieren auf der ISO 19115 und ISO 19119 auf und dienen der Beschreibung von geografischen Daten. Auch hierfür bietet der GDI-DE eine übersichtliche Zusammenstellung der enthaltenen Metadatenelemente in Form eines Excel Sheets⁴⁶ an.

INSPIRE sieht zur Beschreibung der Qualität und Gültigkeit folgende Elemente vor:

- Herkunft (lineage)
- Räumliche Auflösung (spatial resolution)

SPA Coordinated Metadata Catalogue

Der Single Point of Access Coordinated Metadata Catalogue⁴⁷ wurde in Kooperation von den Ländern Deutschland, Niederlande und Österreich erarbeitet. Er hat zum Ziel ein gemeinsames minimales Metadaten-set, der auf den nationalen Zugangspunkten veröffentlichten Daten, zu definieren. Dadurch erhofft man sich eine Verbesserung des Datenaustauschs, der Kompatibilität und Interoperabilität.

Qualitätsinformationen werden im SPA Coordinated Metadata Catalogue mit folgenden Elementen beschrieben:

- Update frequency – Update Rate
- Quality Indicator – Qualitätsindikator/Ergebnis einer Qualitätsbewertung
- National Body Assessment Date – Datum der Validierung

⁴⁵ INSPIRE Maintenance and Implementation Group (2017)

⁴⁶ GDI-DE Wiki (2011)

⁴⁷ SPA-Working Group (2015)

	Name of Metadata element	Mandatory for Nation	Field name (proposal)	Type of value	Field length (proposal)	Technical description	Example
Quality information	Update frequency	True	update_freq	Predefined Text	-	Predefined; Single choice; utf8; NOT NULL	yearly
	Quality Indicator	True	qm_indicator	Free text	1000	Text; UTF8;NOT NULL	According to the EIP+ quality measures
	National Body assessment date	False	assessment_date	DateTime	-	YYYY-MM-DDT'hh:mm:ssTZD; NULL	2015-10-23T09:00:00+01:00

Tabelle 5-12: Coordinated Metadata Catalogue – Qualitätsinformationen, Quelle: SPA Working Group (2015)

DCAT-AP.de

Der Standard DCAT-AP.de⁴⁸ entspringt aus dem Vorhaben ein einheitliches Metadatenschema für offene Verwaltungsdaten (Open Government Data) zu erarbeiten. DCAT-AP.de, als deutscher Metadatenstandard, ist eine DCAT-AP⁴⁹ konforme Ableitung von diesem, welche eine direkte Kompatibilität mit dem EU-Standard sicherstellt. DCAT-AP basiert wiederum auf der „Data Catalog Vocabulary (DCAT)“⁵⁰ Spezifikation, welche durch eine Arbeitsgruppe des „World Wide Web Consortium“ (W3C) erarbeitet wurde. Bis Ende 2018 soll der neue deutsche Standard neben GovData auch bei weiteren Portalen implementiert werden.

DCAT-AP wurde um das Feld „dcatde:qualityprocessURI“ auf Datenstrukturebene erweitert.⁵¹ Sind Informationen zum Qualitätssicherungsprozess vorhanden, können diese über das Feld transportiert werden. Die Beschreibung des Qualitätssicherungsprozesses erfolgt über die Webseite.

Eigenschaft	Klasse / Class	Änderungsart	Kommentar	URI	Range	Notiz zur Verwendung	Kard	Anforderung
Qualitätssicherungsprozess URI	Datenstruktur/Dataset	Hinzugefügt	Eine URI, die auf den Prozess zur Qualitätssicherung der Datensätze verweist. Es handelt sich idealerweise um die URL einer Webseite.	dcatde:qualityProcessURI	rdfs:Literal		0..1	Empfohlen

Tabelle 5-13 DCAT-AP.de: Feld Qualitätssicherungsprozess URI, Quelle: DCAT-AP.de Arbeitsgruppe (2017)

DATEX II

Der MDM (Mobilitäts-Daten-Marktplatz) nutzt als Grundlage DATEX II als Austauschformat für Verkehrsdaten. DATEX II ermöglicht es, unterschiedliche Dateiformate nutzbar zu machen.

In einer DATEX II-Meldung können die Qualitätsinformationen mit der Klasse DataValue übergeben werden. Ein Qualitätswert kann in dem Element supplierCalculatedDataQuality angegeben werden. Die supplierCalculatedDataQuality dient als Kennwert der Datenqualität und wird an die Verkehrsdaten des Anbieters angehängt. 100% entspricht einer idealen/ perfekten Qua-

⁴⁸ <http://www.dcat-ap.de>

⁴⁹ <https://joinup.ec.europa.eu/solution/dcat-application-profile-data-portals-europe>

⁵⁰ <https://www.w3.org/TR/vocab-dcat/>

⁵¹ DCAT-AP.de Arbeitsgruppe (2017)

lität. Die Kalkulation des Wertes bzw. die Methode zur Berechnung ist vom Anbieter abhängig und wird zwischen diesem und dem Auftraggeber vereinbart. Die nachstehende Tabelle enthält die Qualitätsaspekte der Klasse DataValue:

DataValue	Multiplizität	Kodierung in DATEX II
Wert fehlerhaft? (Wahrheitswert)	[0..1]	dataError
Fehlerursache (Text, mehrsprachig)	[0..1]	reasonForDataError
Genauigkeit des (Mess-)Wertes (Prozent)	[0..1]	accuracy
Berechnungsmethode	[0..1]	computationalMethod
Anzahl unvollständiger Werte (Berechnungsgrundlage)	[0..1]	numberOfIncompleteInputs
Anzahl bei der Berechnung berücksichtigter Werte (z.B. Anzahl von FCD Fahrzeugen)	[0..1]	numberOfInputsValuesUsed
Glättungsfaktor (Float)	[0..1]	smoothingFactor
Standardabweichung (Float)	[0..1]	standardDeviation
Qualitätswert, berechnet vom Datenlieferant (%)	[0..1]	supplierCalculatedDataQuality

Tabelle 5-14: Metadaten der Klasse DataValue für Qualitätsinformationen, Quelle: Mobilitäts Daten Marktplatz (2017)

In einem Draft „Data Quality Publication Extension“ wurde eine Level B Erweiterung für die Datenqualitäts-Veröffentlichung in Form eines Metadatenmodells vorgeschlagen.⁵² Die Publikation enthält Metadaten-Statements für verschiedene Services. Die Informationen können für die Bezugnahme in einem Service Level Agreement (SLA) zwischen einem Lieferanten und einem Verbraucher geeignet sein (Client). Die Erweiterung steht zudem im Einklang mit den in ISO / TR21707 festgelegten Richtlinien.

OKSTRA®

Im Objektkatalog für Straßenwesen⁵³ können ausgewählte Qualitätsinformationen auf Objektebene abgebildet werden. Qualitätsinformationen werden zumeist bei der Erfassung von Datensätzen angegeben. Beispielsweise verfügt der komplexe Datentyp „Erfassungsqualitaet“ über eine Angabe des Erfassungsverfahrens und der Standardabweichung für Objektarten, die über Geometrie verfügen.

Neben der Erfassungsqualität können zum Beispiel Metadaten zur Qualität von Höhenmessungen (siehe Abbildung 5-6) sowie zu einem Punktort (siehe Abbildung 5-7) angegeben werden.

⁵² Highways Agency (2010)

⁵³ OKSTRA-Pflegestelle (2017)

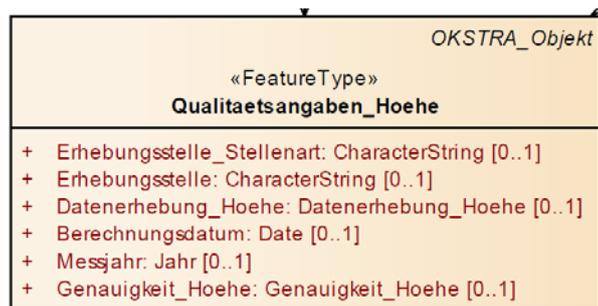


Abbildung 5-6: Qualitätsangaben zur Höhe, Quelle: OKSTRA®-Pflegestelle (2017)

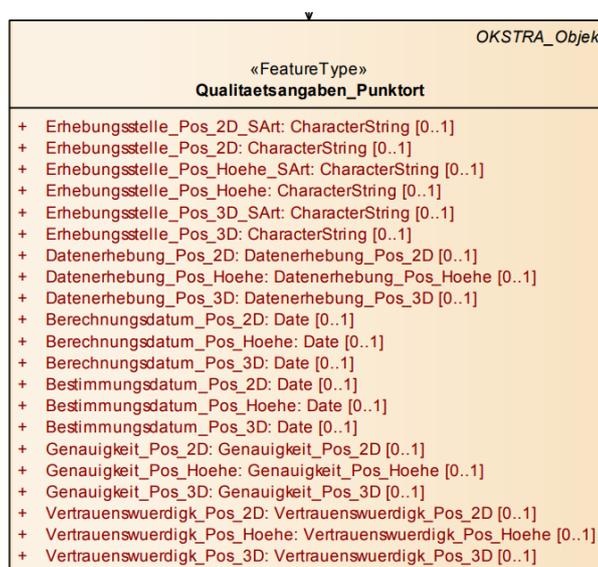


Abbildung 5-7: Qualitätsangaben zu Punktort, Quelle: OKSTRA®-Pflegestelle (2017)

Mit Version 2.04 der ASB (Anweisung StraßeninformationsBank) wurde das Segment Qualität erstellt. Der entsprechende OKSTRA®-Änderungsantrag A0144 „Anpassung des OKSTRA® an die ASB Version 2.04“⁵⁴ wurde am 24.04.2018 eingebracht und ist aktuell in Bearbeitung. Ob und wie das entsprechende Konzept in OKSTRA® implementiert werden kann, ist derzeit noch nicht publiziert.

5.7.4 Integrationsvarianten der Qualitätsangaben in das Metadaten-Modell des nationalen Zugangspunktes

Bei der Integration von Qualitätsinformationen in das Metadaten-Modell sind die Qualitätskriterien der relevanten Datenarten zu hinterlegen. Der in Kapitel 5.2 im Rahmen des Erstkonzept erstellte Kriterienkatalog für die Beurteilung der Qualität von statischen Straßendaten dient als Input für die Spezifikation des Metadaten-Modells. Dieser Kriterienkatalog enthält die Qualitätskriterien Vollständigkeit, Aktualität, Verfügbarkeit, Konsistenz, Korrektheit und Genauigkeit und deren beschreibende Elemente (Qualitätsindikatoren). Nachfolgend wird das Bewertungsschema am Beispiel Streifigkeit/Fahrstreifen (siehe Kapitel 5.2.5 bzw. Tabelle 5-5) dargestellt.

⁵⁴ <http://www.okstra.de/docs/aenderungsantraege/a0144.pdf>

Qualitäts- objekt	NQAV/ QAV	Parameter	Definition	Typ Ergebnis	Typen/ Schwellenwerte	Qualitäts- erreichungs- grad
Vollständig- keit	QAV	Füllung	% der Füllung	4	Kritischer Wert: 80% Stufe 1: > 85% Stufe 2: > 90% Stufe 3: > 95% Stufe 4: > 99%	100
Aktualität	NQAV	Update- Modus	Ereignisorien- tiert oder periodisch	3	Typ 1: Ereignisorientiert Typ 2: Periodisch (zu spezifizieren) Typ 3: Periodisch und ereignisorientiert	36,36
	QAV	Letzte Prüfung	Datum des Abrufs abzüglich des Datums der letzten Prüfung	0	Kritischer Wert: > 360 Tage Stufe 1: < 360 Tage Stufe 2: < 180 Tage Stufe 3: < 90 Tage Stufe 4: < 30 Tage	
	QAV	Letzte Aktualisie- rung	(sofern perio- disch) z.B. Ausbau- strecken	1	Kritischer Wert: >360 Tage Stufe 1: < 360 Tage Stufe 2: < 180 Tage Stufe 3: < 90 Tage Stufe 4: < 30 Tage	
Verfügbarkeit	NQAV	Verfügbar- keits- horizonte	Zeitraum, für den das Datum zur Verfügung gestellt werden kann	3	Typ 1: Aktuell Typ 2: Typ 1 und zusätzlicher Zeithorizont Typ 3: Typ 2 und zusätzlicher Zeithorizont	100
Konsistenz	NQAV	Entsprechung daten- technischer Vorgaben	Datentyp/ Einheit/ Format/ Wertebereich/ binär	2	Prüfung durchgeführt: Typ 1: Nein Typ 2: Ja	100
Korrektheit	NQAV	Verifizierung	Abgleich mit zusätzlichen Datenquellen	2	Kritischer Wert: Nein Typ 1: Ja, inoffizielle Quelle mit hoher Relevanz Typ 2: Ja, offizielle Quelle mit hoher Relevanz	75
	QAV	Prüfintervall	Komplettprü- fung nach vorliegendem QS-Schema	3	Kritischer Wert: Keine Komplettprüfung Stufe 1: Jährlich Stufe 2: Halbjährlich Stufe 3: Vierteljährlich Stufe 4: Monatlich	

Qualitätsobjekt	NQAV/ QAV	Parameter	Definition	Typ Ergebnis	Typen/ Schwellenwerte	Qualitäts- erreichungs- grad
	NQAV	Quelle	Datenquelle, die Zuordnung welche Quellen welchem Typ genügen, müssen noch festgelegt werden: Luftbild, Befahrung, amtliche Anzeiger, Tiefbauamt, etc.	F	Typ 1: Geringe Verlässlichkeit Typ 2: Mittlere Verlässlichkeit Typ 3: Hohe Verlässlichkeit	
	NQAV	Informationsübernahme		3	Typ 1: Manueller Eintrag Typ 2: Automatisierte Eintragungen Typ 3: Typ 1 und Typ 2	
	QAV	Abweichung	% der Abweichung	4	Kritischer Wert: 75% Stufe 1: 76 – 85% Stufe 2: 86 – 90% Stufe 3: 91 – 95% Stufe 4: 96 – 99%	
Genauigkeit	NQAV	Inhaltliche Genauigkeit	Genauigkeit der bereitgestellten Informationen	3	Typ 1: Geringe Genauigkeit Typ 2: Mittlere Genauigkeit Typ 3: Hohe Genauigkeit	100

**Tabelle 5-15: Kriterienkatalog am Beispiel Streifigkeit/Fahrstreifen,
Quelle: eigene Darstellung**

Dieser Kriterienkatalog wurde im Zuge der Bearbeitung des Forschungsvorhabens weiterentwickelt (siehe Kapitel 5.4). Es hat sich herausgestellt, dass eine Trennung der Qualitätsaussagen in eine Meta- und eine Detailaussage erforderlich ist. Auf der Metaebene werden die Qualitätsangaben zum Gesamtdatensatz dargestellt. In den Detailebenen werden Qualitätsangaben auf Objektklassen-, Attribut- und Objektebene beschrieben. Nachfolgend erfolgt eine Übersicht der in den einzelnen Ebenen enthaltenen Angaben (für Details siehe Kapitel 5.4.1 bzw. 5.4.2 bzw. die entsprechenden Anhänge):

Metaebene (Gesamtdatensatz)

- Qualitätsangaben (vgl. Tabelle 5-8)
- Auflistung der Objektklassen

Objektklassenebene

- Name der Objektklasse
- Qualitätsangaben
- Auflistung der Attribute (siehe auch Tabelle 5-9)

Attributebene

- Name der Objektklasse
- Name des Attributs
- Qualitätsangaben

Objektebene

- Qualitätsangaben

Für die Metaebene, d.h. die Angaben zu dem Gesamtdatensatz ist eine Übernahme einzelner Qualitätsangaben in die MDM-Metadaten der Publikation denkbar.

Bei einer etwaigen Anpassung des MDM-Metadaten-Modells sind europäische Harmonisierungsinitiativen im Bereich der Metadaten nationaler Zugangspunkte (wie der SPA Coordinated Metadata Catalogue) zu berücksichtigen, um Interoperabilität sowie möglichst einfache Verknüpfungen mit anderen Datenportalen zu ermöglichen. Ebenso ist hinsichtlich der Benennung der Parameter auf die bereits in INSPIRE definierten Begrifflichkeiten Rücksicht zu nehmen.

Die Informationen der Objektklassen- und Attributebene sollten einheitlich abgebildet werden, um die Eingabe und den Abruf ohne Systembrüche zu ermöglichen. Eine gemeinsame Betrachtung dieser beiden Ebenen ist für das Verständnis und die detaillierte Einschätzung des Datensatzes essentiell.

Qualitätsangaben auf der Objektebene sollten gemeinsam mit den Fachdaten gespeichert werden, da sie sich auf ein spezielles Objekt beziehen und die Qualitätsangaben der übergeordneten Ebenen ergänzen.

Für die Spezifikation von (Meta) Daten-Modellen wird gerne auf die „Unified Modeling Language“ (UML) zurückgegriffen. UML dient der Definition von Bezeichnern, Beziehungen, Notationen sowie von statischen und dynamischen Abläufen.

Mit einem UML-Modellierungswerkzeug wurden die Anforderungen der AP 2.2 bis AP 3.2 in einem Entwurf eines DATEX II-Profiles für Qualitätsinformationen statischer Verkehrsdaten umgesetzt. In diesem werden Klassen, Attribute, Datentypen, Verbindungen / Relationen etc. definiert. Dies erfolgte am Beispiel der Objektklasse Streifigkeit/Fahstreifen (siehe Tabelle 5-5 und Tabelle 5-6).

Die im Vorschlag definierten Elemente bauen auf dem in den oben genannten Tabellen dargestellten Kriterienkatalog auf. Bei der Umsetzung wurde darauf geachtet das Modell möglichst

schlank zu halten, um die Verfügbarkeit der Informationen sicherzustellen und gleichzeitig den Verwaltungsaufwand möglichst gering zu halten.

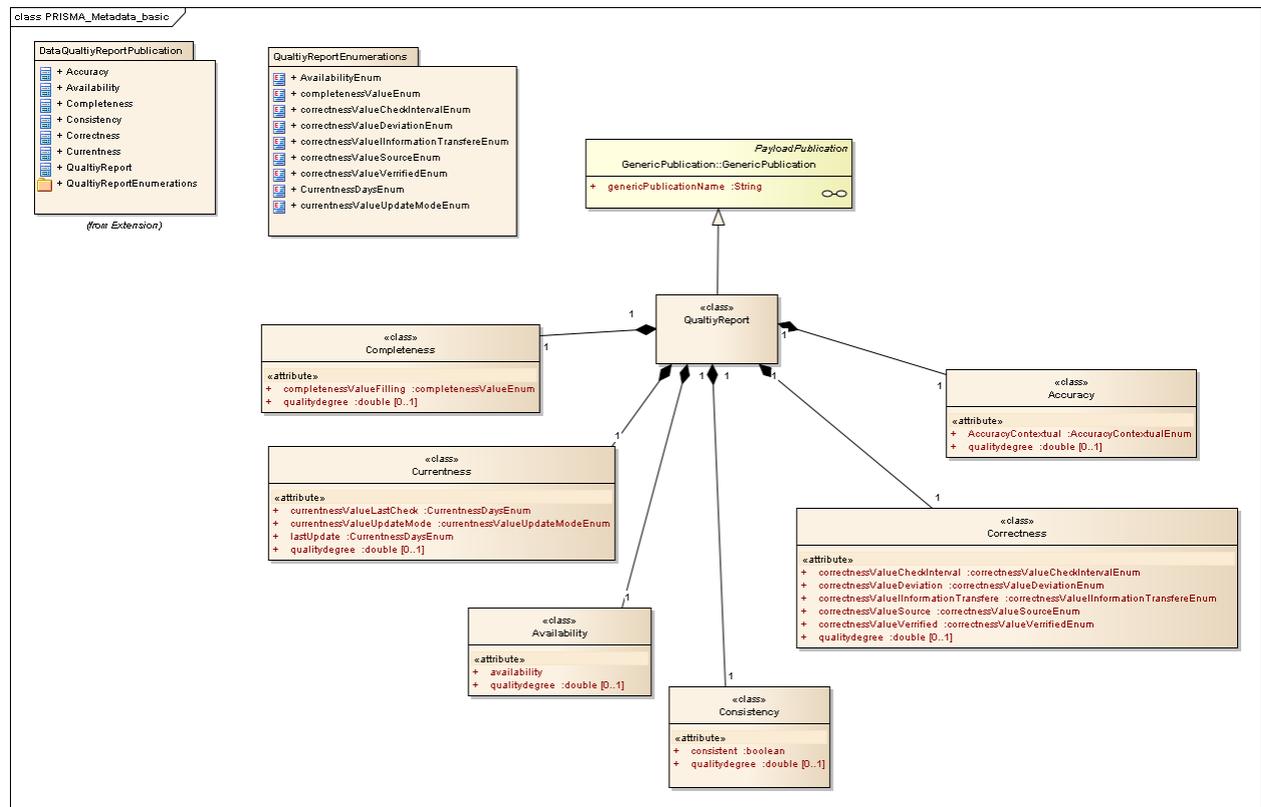


Abbildung 5-8: Beispielhafte UML-Abbildung des Qualitätsreports als Vorschlag für eine DATEX II Erweiterung; Quelle: eigene Darstellung

Das vorgeschlagene Datenmodell zeigt konzeptionell wie Metadaten in UML Klassen abgebildet werden können und liefert gleichzeitig die Grundlage für eine spätere Implementierung bzw. Integration in vorhandene Datenaustauschstandards z.B. OKSTRA®, Datex II oder das INSPIRE Metadatenmodell.

Bei Datex II gibt es beispielsweise die Möglichkeit eine Level B Extension für einen, auf die Bedürfnisse angepassten, Qualitätsreport zu erstellen (siehe Modellierungsvorschlag oben). Dieser Ansatz wurde diskutiert, aber im Zuge der Analyse nicht weiterverfolgt, da der Fokus von Datex II auf dynamischen Verkehrsdaten liegt und für die Bereitstellung von statischen Straßendaten andere Datenformate angestrebt werden (vgl. [Von der Ruhren, S., Weidner, B. (2016)]).

Nachfolgend werden drei Umsetzungsvarianten, auf Basis von OKSTRA®, INSPIRE und einer angepassten MDM Metadatenverwaltung diskutiert.

Jede Variante bietet Vor- und Nachteile. Die einzelnen Varianten unterscheiden sich in den verwendeten Austauschformaten, der Kompatibilität zu vorhandenen Systemen sowie dem notwendigen Implementierungsaufwand.

Variante 1: Integration der Metadaten in den OKSTRA® (Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen)

In dieser Variante sind die Qualitätsinformationen direkt in OKSTRA® abgebildet und können zusammen mit den Fachdaten als Qualitätsreport übermittelt werden. Da jedoch im Moment die entsprechenden Metadaten-Klassen und Attribute nicht zur Verfügung stehen und keine benutzerdefinierten Erweiterungen (ähnlich Datex II) vorgesehen sind, müsste eine Anpassung des OKSTRA® Datenmodells durchgeführt werden.

OKSTRA® wird kontinuierlich weiterentwickelt und über die OKSTRA®-Webseite⁵⁵ veröffentlicht. Der auf der Webseite definierte Ablauf um Anpassungen des Datenmodells vorzuschlagen ist wie folgt definiert:

“Da der OKSTRA® ein offener Standard ist, kann jeder einen solchen Änderungsantrag stellen (siehe Seite Änderungsanträge). Die Änderungsanträge werden von der Pflegestelle angenommen, von der zuständigen Fachgruppe (FG OKSTRA) beurteilt, bei Bedarf in Expertenrunden diskutiert und weiterentwickelt und anschließend zur öffentlichen Abstimmung gestellt (siehe Seite Abstimmung). Sofern innerhalb der Abstimmungsfrist keine Einwände bei der Pflegestelle eingehen, gilt der Antrag als angenommen und wird Bestandteil der nächsten OKSTRA®-Version.“

OKSTRA® enthält bereits ausgewählte Metadaten und Qualitätsinformationen auf Objektebene. Beispielsweise werden Basisqualitätsattribute von ASB übernommen (Art der Erfassung, Erfassungsdatum, Quelle der Information, ...). Wie bereits beschrieben, gibt es im Rahmen der ASB Weiterentwicklung (ASB 2.04) bereits Überlegungen das Segment „Qualität“ zu erstellen und in OKSTRA® zu übernehmen. Ein entsprechender Änderungsvorschlag (Änderungsantrag A0144)⁵⁶ liegt bereits vor.

Eine Möglichkeit wäre einen gemeinsamen Vorschlag für eine praktikable und für beide Anwendungsfälle verwendbare Qualitätserweiterung für statische Straßendaten zu erarbeiten und diese in das OKSTRA® Datenmodell zu integrieren. Ein Input aus dem gegenständlichen Projekt ist die Qualitätsinformationen auf unterschiedlichen Ebenen in Form von Qualitätsberichten abzubilden.

Eine Integration der Metadaten in den OKSTRA® ist daher grundsätzlich möglich, aber aufgrund der nötigen Allgemeingültigkeit, da die Änderung anschließend in das allgemeine OKSTRA® Objektmodell aufgenommen werden muss, nicht ohne größeren Aufwand umsetzbar.

⁵⁵ <http://www.okstra.de>

⁵⁶ <http://www.okstra.de/docs/aenderungsantraege/a0144.pdf>

Das Forschungsvorhaben FE 03.0500/2012/IRB⁵⁷ kam bezüglich der Einbettung von Meta-informationen in die Datenlieferung als Ergänzung der Fachdaten zu einem ähnlichen Ergebnis: *„Dieses Verfahren kann im vorliegenden Fall nicht genutzt werden, da hierzu die modelltechnischen Voraussetzungen im OKSTRA® nicht gegeben sind und die Einführung einer entsprechenden Erweiterung zu aufwändig wäre.“* [S. 59]

Für einen späteren standardkonformen Austausch nach ISO 19115 könnte, nach Einführung der Qualitätsattribute in OKSTRA®, ähnlich wie in Variante 3 beschrieben, auf das standardisierte INSPIRE Metadatenprofil referenziert werden und über eine separate Schnittstelle im MDM angeboten werden.

Variante 2: Verwenden des bereits definierten und in Europa genutzten INSPIRE Metadatenprofils sowie die dafür vorgesehenen Werkzeuge

Das INSPIRE Metadaten-Schema⁵⁸ baut auf internationalen Standards (ISO 19115 und ISO 19119) auf und ist somit eine gute Basis für die Dokumentation und den Austausch von abgestimmten und standardkonformen Metadaten.

In dieser Variante werden die Qualitätsinformationen direkt im INSPIRE Metadaten-Schema abgebildet und übermittelt.

Ein Vorteil dieser Variante ist, dass es bereits Werkzeuge gibt, die speziell für den Austausch von Metadaten ausgelegt sind. Werkzeuge wie beispielsweise GeoNetwork⁵⁹ dienen der Pflege, Suche und Verteilung von Metadaten. Das INSPIRE Metadaten-Schema unterstützt einerseits die Metaebene (Gesamtdatensatz), um den Datensatz zu finden und eine erste Evaluierung der Brauchbarkeit durchführen zu können (Datenformat, Koordinatensystem, Einschränkungen, ...), sowie andererseits können auf der Objektklassenebene Qualitätsberichte (Quality reports) für einzelne Qualitätskriterien (z.B. Topologische Konsistenz, Vollständigkeit, ...) definiert werden. Darüber hinaus kann auch jedes einzelne Attribut abgebildet und mit Definitionen und/oder Qualitätsberichten verlinkt werden.

Somit ist eine Abbildung der Meta- und Detailebene gegeben. Die Metadaten würden den Kriterien der INSPIRE Initiative entsprechen und eine Doppelführung der Metadaten für eine konforme Abbildung wäre nicht nötig. Nachteil dieser Lösung ist, dass Metadaten in diesem Fall nicht mit den Fachdaten übertragen, sondern in gesonderten XML Dateien abgelegt und ausgetauscht werden.

Ein valider INSPIRE Metadatenatz ist nur dann möglich, wenn alle Pflichtattribute des Metadatenprofils befüllt sind. Um die Validität des Datensatzes sicherzustellen, müssen die im Kriterienkatalog definierten Attribute, auf jene des Profils gemappt werden und gegebenenfalls erweitert oder angepasst werden.

⁵⁷ Von der Ruhren, S., Weidner, B. (2016)

⁵⁸ INSPIRE Maintenance and Implementation Group (2017)

⁵⁹ <https://geonetwork-opensource.org/>

Ein weiterer Nachteil ist, dass durch die allgemeine Beschreibung der Qualität im INSPIRE Metadaten-Schema Informationen, welche im Kriterienkatalog definiert sind verloren gehen können beziehungsweise in externen Reports abgebildet werden müssten.

Variante 3: Individuelle Lösung für MDM mit möglichen Exportmöglichkeiten zu diversen Standards

In der dritten Variante könnte eine eigene Lösung entwickelt werden um maßgeschneidert auf das in diesem Projekt erstellte Qualitätssicherungskonzept eingehen zu können.

Das vorhandene Metadaten-Modell der MDM Plattform könnte so erweitert werden, dass die in diesem Konzept definierten Metadaten zusätzlich zu den bereits vorhandenen MDM-Metadaten abgebildet und vom Benutzer bei der Erstellung einer Publikation eingegeben werden können. Spezielle Anforderungen wie eingeschränkte bzw. vordefinierte Wertelisten, automatisch berechnete Attribute oder organisations-/benutzerdefinierte Standard-Werte wären diesbezüglich denkbar. Die erfassten Metadaten umfassen, in dieser Variante, nicht nur die Metaebene, sondern ebenfalls die Detailebene bis zur Attributebene.

Diese Lösung wäre unabhängig von den Fachdaten und die Metadaten müssten getrennt eingegeben bzw. übertragen werden.

Die in dem Kriterienkatalog definierten Qualitätsmerkmale passen thematisch zu den Elementen der in der INSPIRE Richtlinie beschriebenen Qualitätsberichten (Quality Reports), daher könnte auch eine optionale (Import - /) Exportmöglichkeit zu vordefinierten Standards wie INSPIRE vorgesehen werden. Dies würde den Austausch mit kompatiblen Systemen ermöglichen.

Für diese Variante wird nachfolgend ein grobes Datenmodell vorgestellt, welches die Grundlage für weitere Überlegungen beziehungsweise eine anschließende Umsetzung sein kann.

Das Prinzip des Datenmodells ist, dass jede Metadatenebene (Metaebene, Objektklassenebene, Attributebene) separat als Klasse abgebildet wird und somit klassenspezifische Beschreibungen, beispielsweise den Klassen oder Attributnamen oder die Beschreibung des Elements, direkt enthalten kann. Für die Objektklassenebene und Attribute gibt es speziell modellierte Qualitätsreporte, die jeweils die Qualität der Ebenen eindeutig beschreiben. Die unten dargestellten Klassendiagramme (Abbildung 5-9 und Abbildung 5-10) können als Basis für eine Datenbank oder XML Schema und somit für eine erste Schnittstellendefinition dienen.

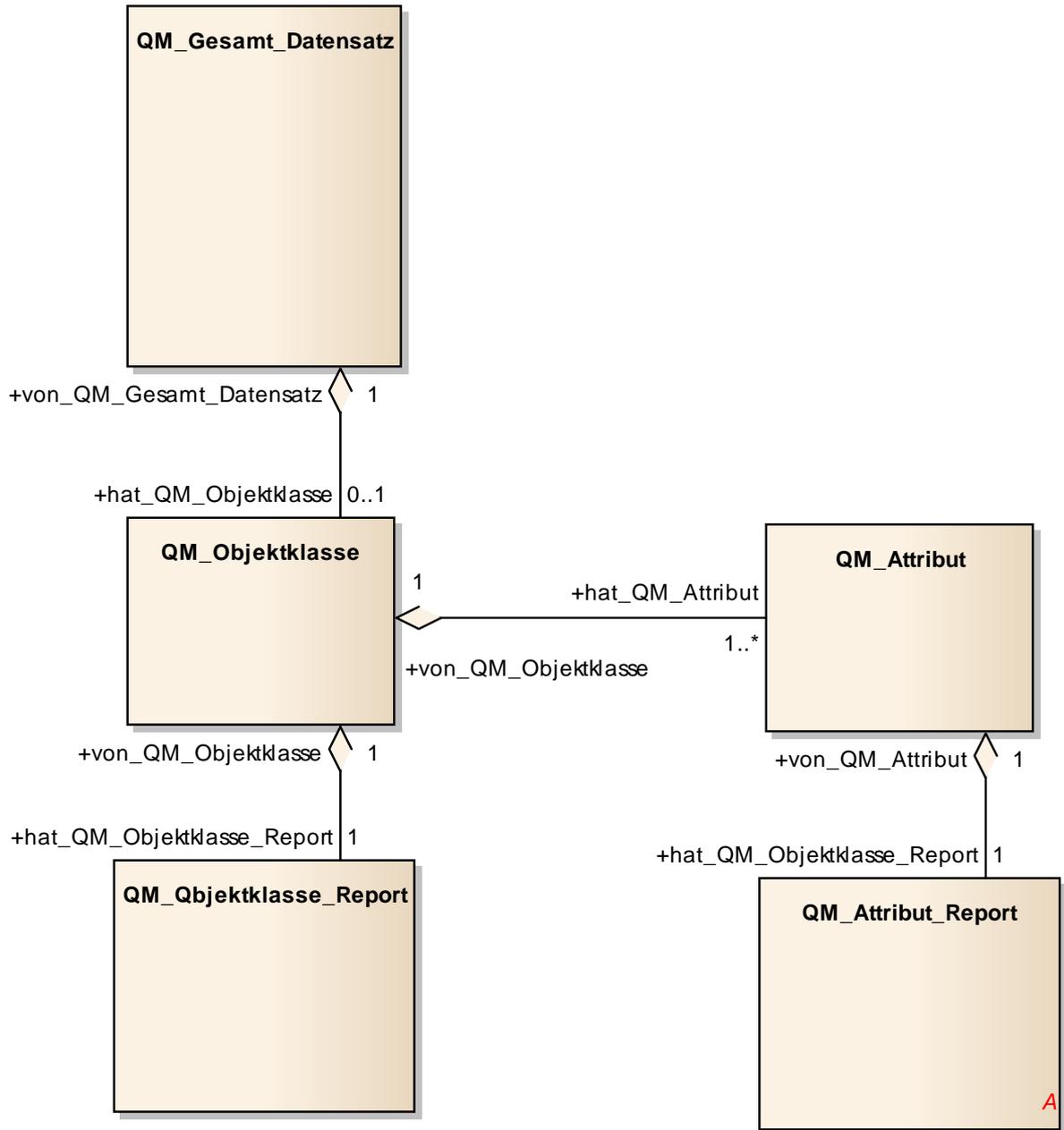


Abbildung 5-9: Übersicht über Qualitätsebenen der Metadaten;
Quelle: eigene Darstellung

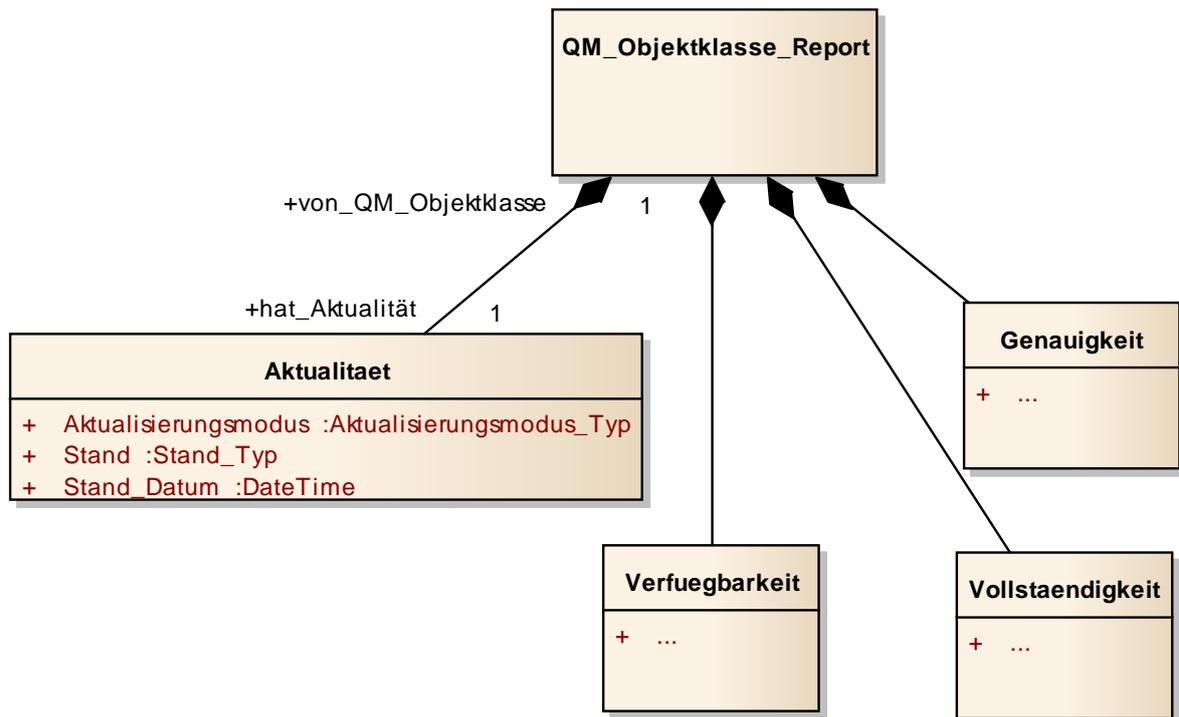


Abbildung 5-10: Detaildarstellung eines ausgewählten Qualitätsmerkmals des Qualitätsreports der Objektklasse; Quelle: eigene Darstellung

5.7.5 Empfehlung

Die Diskussionen über die vorgestellte Erweiterung im Rahmen eines Workshops mit dem Betreuerkreis haben gezeigt, dass aus Nutzersicht hinterfragt werden muss, wer die mitgegebenen Informationen lesen und verarbeiten kann. Es muss beschrieben sein, wie die Bewertung zustande kommt. Dieser Aspekt ist unabhängig von der technischen Übermittlung der Bewertungsergebnisse zu betrachten. Diesbezüglich ist der Verweis zu einer Seite, die die Qualitätsinformationen und deren Berechnungsgrundlagen aufzeigt ein guter Lösungsansatz. Ebenso ist es wünschenswert, dass die Qualitätsinformationen nicht an zu vielen Stellen gleichzeitig vorgehalten werden müssen, damit Doppelarbeit und Inkonsistenzen vermieden werden. Den Datengebern müssen einfache Möglichkeiten zur Verfügung stehen, um die in den vorigen Kapiteln beschriebenen Ergebnisse einer Qualitätsbewertung in der diskutierten Metadaten-Struktur ablegen und publizieren zu können.

Die oben vorgestellten Varianten müssen je nach den langfristig angestrebten strategischen Zielen separat bewertet werden. Beispielsweise kann ein ASB konformes, komplett in OKSTRA® abgebildetes Metadatenmodell aus strategischer Sicht zu bevorzugen sein. Im Idealfall sind die Metadaten so abgebildet, dass eine Übersetzung bzw. Export der Metadaten nach INSPIRE möglich ist.

Eine laut OGC/INSPIRE-Metadaten standardkonforme Abbildung sowie Verwaltung der Metadaten bietet ebenfalls Vorteile. Das Format sowie das vorgesehene Catalogue Service können direkt verwendet werden und unterstützen die Interoperabilität und die Veröffentlichung der Informationen. Die Bereitstellung der Metadaten der Straßen, wie sie in „Anhang I der INSPIRE-Richtlinie Thema Verkehr“ vorgesehen ist, kann in diesem Fall sichergestellt und ohne weitere Aufbereitung umgesetzt werden.

Bei allen Varianten ist der Aufwand für die entsprechende Eingabe und Wartung der Metadaten von der Implementierung beziehungsweise den verwendeten Werkzeugen abhängig. Die Anwendbarkeit der Integrationsvarianten für den Datenbereitsteller ist daher bei allen Varianten zu prüfen.

Evaluierung der Integrationsvarianten und Umsetzungsvorschlag:

In Variante 1, bei der eine Integration der Metadaten in OKSTRA® angestrebt wird, muss eine allgemeingültige Lösung zur Abbildung der Metadaten, vorgeschlagen und abgestimmt werden. Da hierfür der offizielle Prozess zur Änderung des OKSTRA® Datenmodells durchlaufen werden muss, ist diese Variante mit einem erhöhten Abstimmungsaufwand verbunden (siehe Kapitel 5.7.4). Die Qualitätsangaben werden zusammen mit den Fachdaten übermittelt. Falls das MDM - Portal als Quelle für Qualitätsmerkmale der Metaebene dienen soll, könnte es, je nach final abgestimmtem Datenmodell zu einer Parallelführung dieser Ebene kommen.

Bei der Beibehaltung der Metadatenverwaltung des MDM-Portals würde es bei Variante 2 ebenfalls zu einer Parallelführung der Metaebene kommen. Diese Doppelführung führt zu einem erhöhten Aufwand und kann zu Inkonsistenzen zwischen den Datensätzen führen, wenn Änderungen nur an einer Stelle umgesetzt werden. Eine Möglichkeit diese Inkonsistenzen zu vermeiden ist ein automatisierter Abgleich der zwei Metadatenbestände.

Aus technischer Sicht ist die Umsetzung der Variante 3 zu bevorzugen, da es sich um eine eigenständige Umsetzung ohne Abhängigkeiten handelt und eine Doppelführung von Metadaten verhindert wird. Durch die auf die Bedürfnisse abgestimmte Softwarelösung kann auf die Anforderungen der Datenlieferanten und anderer Stakeholder eingegangen werden. Diese Lösung ist aber, aufgrund der benötigten Anpassungen, kostenintensiv. Um den Aufwand gering zu halten, kann hierfür ein iteratives Vorgehen bzw. die Umsetzung von Abwandlungen dieser Variante sinnvoll sein.

Eine Möglichkeit ist die Erweiterung der bereits vorhandenen MDM Metadatenverwaltung um die fehlenden Elemente der Metaebene. Bei einer etwaigen Anpassung des MDM-Metadaten-Modells sind europäische Harmonisierungsinitiativen im Bereich der Metadaten nationaler Zugangspunkte (wie der SPA Coordinated Metadata Catalogue) zu berücksichtigen, um Interoperabilität sowie möglichst einfache Verknüpfungen mit anderen Datenportalen zu ermöglichen.

Die Metadaten der Objektklassenebene und der Attributebene werden parallel über eine separate XML Schnittstelle ausgetauscht. Da XML für die manuelle Eingabe nicht optimal geeignet ist, sondern für eine automatisierte Verarbeitung ausgelegt ist, kann für die manuelle Verwaltung beispielsweise eine vordefinierte CSV Schnittstelle vorgesehen werden.

Je nach Priorität kann diese Variante nach und nach mit Funktionalität um einen INSPIRE-Metadaten-Export oder weitere Detailebenen erweitert werden.

Qualitätsinformationen auf Objektebene sollten mit den Fachdaten gemeinsam gespeichert und übertragen werden. Dadurch wird die Zuordnung zum Objekt und die Verwaltung der Information erheblich erleichtert und verhindert Inkonsistenzen zwischen Daten und Metadaten. Ist diese Vorgangsweise nicht möglich, da die gewünschten Attribute nicht verfügbar sind und eine Anpassung des Datenmodells nicht möglich ist, muss die Information äquivalent zu der Objektklassen- bzw. der Attributebene übertragen werden. Der Bezug zum beschriebenen Objekt muss in diesem Fall über eine eindeutige ID hergestellt werden.

5.8 Entwicklung eines technischen Konzeptes für die Ausgestaltung eines Rückmeldekanals

Die Delegierte Verordnung (EU) 2015/962 sieht vor, dass „Straßenverkehrsbehörden, Straßenbetreiber, Hersteller digitaler Karten und Dienstanbieter, die die in Absatz 1 genannten statische Verkehrsdaten nutzen, zusammenarbeiten, um sicherzustellen, dass Ungenauigkeiten der statischen Straßendaten unverzüglich an die Straßenverkehrsbehörden und Straßenbetreiber, von denen die Daten stammen, gemeldet werden.“⁶⁰ Derzeit können festgestellte Fehler an den über den nationalen Zugangspunkt (MDM) bereitgestellten Daten per E-Mail an die in den Publikationsdetails (Metadaten) angegebene Person übermittelt werden. Ein Rückmeldekanal über den MDM existiert derzeit nur hinsichtlich der Markttransparenzstelle für Kraftfahrstoffe⁶¹ (siehe Kapitel 5.8.1). Im Forschungsvorhaben FE 03.0500/2012/IRB „Entwicklung eines Verfahrens zur optimierten Zugänglichkeit von kartenrelevanten Straßendaten für IVS“⁶² wurden bereits Überlegungen hinsichtlich eines Rückmeldekanals für statische Straßendaten angestellt, auf welche im gegenständlichen Projekt aufgebaut wird.

In diesem Arbeitspaket wird ein technisches Konzept für die Ausgestaltung eines Rückmeldekanals erstellt. Es gliedert sich in die nachfolgend beschriebenen Bereiche. Zunächst erfolgt ein Überblick über bestehende Rückmeldesysteme aus dem öffentlichen, kommerziellen als auch Open Source-Bereich. Anschließend wird auf die Anforderungen an ein Rückmeldesystem für statische Straßendaten eingegangen. Danach folgen konzeptionelle, technische und organisatorische Überlegungen zu dem Rückmeldesystem. Das technische Konzept und die entsprechenden Überlegungen wurden dem Betreuerkreis vorgestellt und mit diesem im Rahmen von Workshops diskutiert.

⁶⁰ Europäische Kommission (2014)

⁶¹ https://www.bundeskartellamt.de/DE/Wirtschaftsbereiche/Mineralöl/MTS-Kraftstoffe/mtskraftstoffe_node.html

⁶² Von der Ruhren, S., Weidner, B. (2016)

5.8.1 Analyse bestehender Rückmeldesysteme

Im folgenden Abschnitt wird eine Auswahl von bestehenden Rückmeldesystemen betrachtet. Dabei werden Rückmeldesysteme der öffentlichen Verwaltung in Deutschland und Österreich sowie Rückmeldesysteme kommerzieller Anbieter sowie OpenStreetMap analysiert.

Rückmeldesysteme der öffentlichen Verwaltung – Deutschland

Geoportal Baden-Württemberg⁶³

Die amtliche Informations- und Kommunikationsplattform Geoportal dient als zentraler Zugangsknoten zur Geodateninfrastruktur Baden-Württemberg (GDI-BW). Für allfällige Rückmeldungen kann entsprechender Meldebedarf als Geometrie definiert werden. Die Identifikation des Meldebedarfs auf der Karte erfolgt manuell. Danach bedarf es einer Festlegung der Geometrie zum Meldebedarf und zudem einer genauen Bezeichnung. Um die Meldung der korrekten verantwortlichen Stelle zukommen zu lassen, müssen jedoch noch weitere Schritte durchgeführt werden. Abbildung 5-11 zeigt hierzu die grafische Oberfläche des Geoportals und die Meldung der erfassten Objekte an die geeignete Stelle:

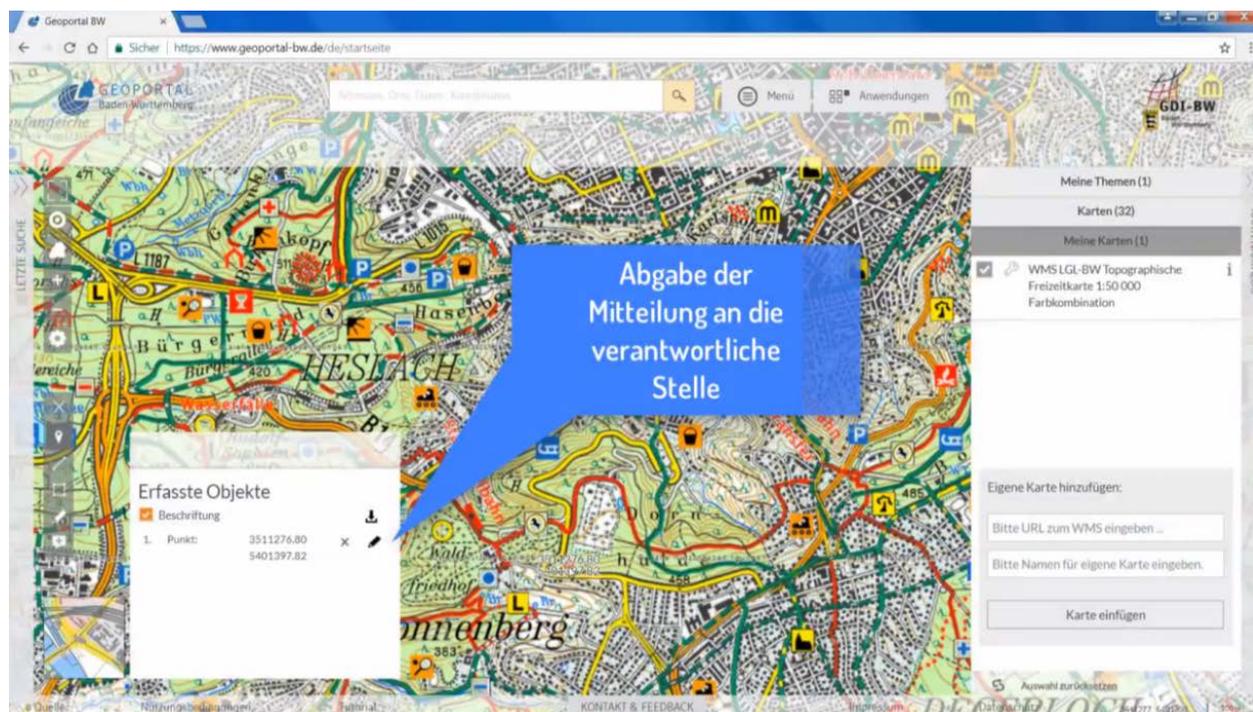


Abbildung 5-11: Erfassung der Objekte - Geoportal BW – Screenshot aus Informationsvideo, Quelle: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (2018)

Das Geoportal trifft keine automatisierte Auswahl der Stelle, sodass die Ermittlung der Kontaktadresse über die Metadaten manuell durchgeführt werden muss. Die Suche der korrespondierenden Metadaten zum Geodatendienst stellt hier einen für Anwender mit Basiswissen komplexen Vorgang dar. So besteht lediglich eine Verknüpfung im Geoportal zur entsprechenden Seite.

⁶³ <https://www.geoportal-bw.de>

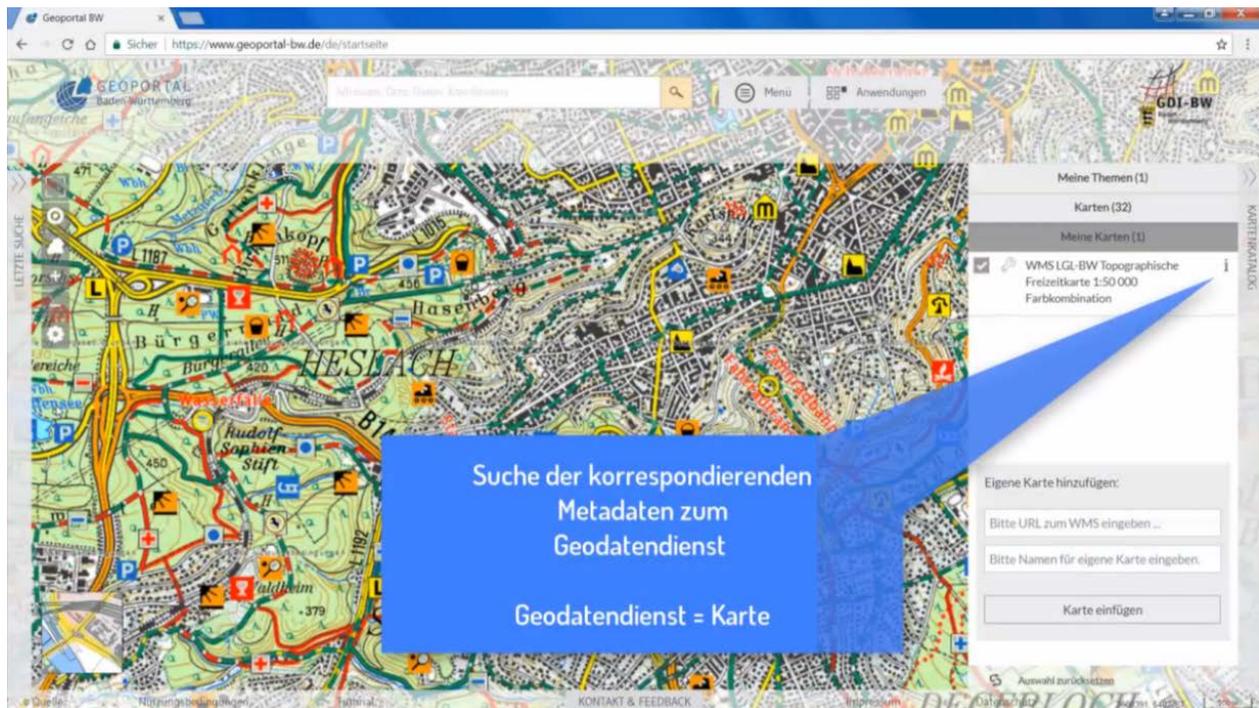


Abbildung 5-12: Metadatensuche – Geoportal BW – Screenshot aus Informationsvideo 2, Quelle: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (2018)

Die Suche des entsprechenden Metadatensatzes zu den Geodaten erfolgt nun über die Daten-Dienste Kopplung. Da die Meldung per E-Mail an die verantwortliche Stelle gesendet wird, erfolgt im Anschluss die Ermittlung der Kontaktdaten mithilfe der Metadaten (siehe Abbildung 5-13) zu den Geodaten:

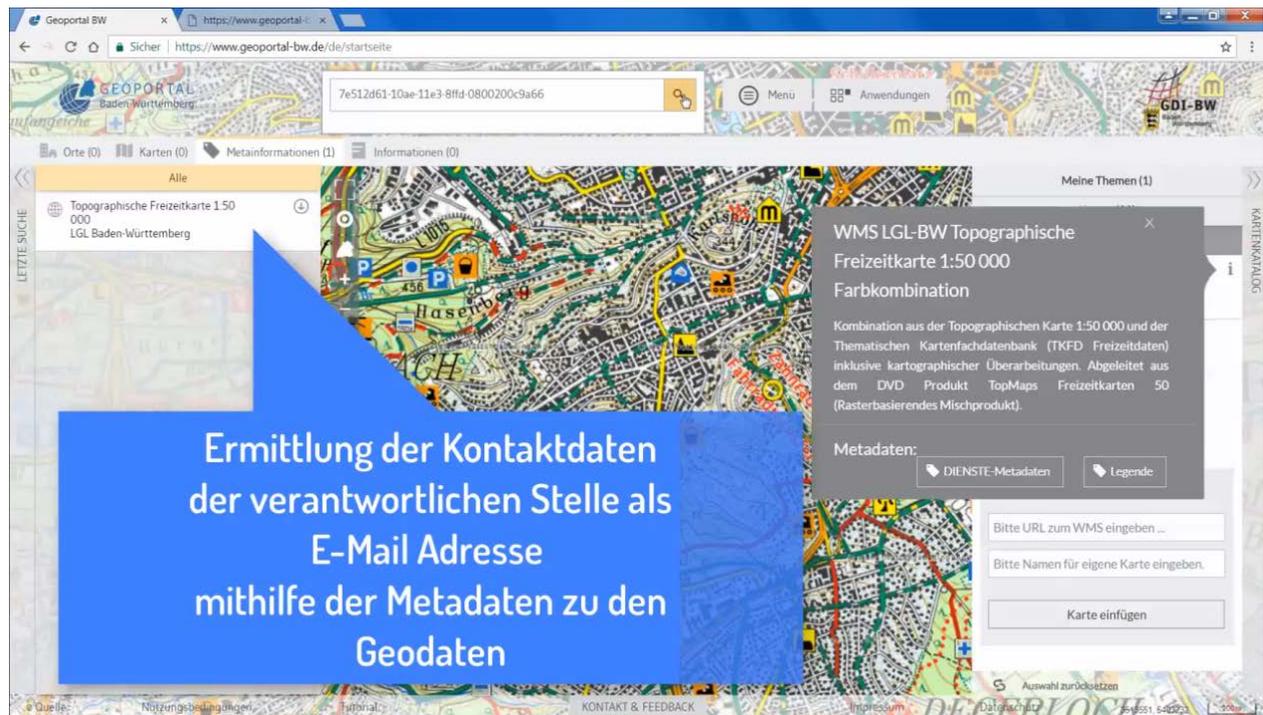


Abbildung 5-13: Meldung an verantwortliche Stelle - Geoportal BW – Screenshot aus Informationsvideo 3, Quelle: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (2018)

Die Meldung wird manuell per E-Mail mit Karten-Link an die E-Mail-Adresse der entsprechenden verantwortlichen Stelle gesendet und anschließend von dieser bearbeitet.

BayernAtlas⁶⁴

Das Geoportal Bayern ist der zentrale Zugang zu Daten, Diensten und Anwendungen der Geodateninfrastruktur Bayern und wird vom Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung herausgegeben und betrieben. Der BayernAtlas ist der Geodaten-Viewer des Geoportals Bayern und ermöglicht die Visualisierung von Karten, Luftbildern und weiteren Geodaten. Über eine Feedback-Funktion können Änderungsmeldungen zu den Hintergrundkarten abgesetzt werden. Eine Registrierung ist nicht erforderlich und die Angabe einer Email-Adresse ist freiwillig, um dem Melder eine Antwort auf die Meldung senden zu können. Für die Markierung der Änderungsmeldungen stehen unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung (siehe Abbildung 5-14). Es kann aus unterschiedlichen Kategorien ausgewählt werden (z.B.: Verkehr, Siedlung, Gewässer) und die Änderung in einem Kommentarfeld beschrieben werden. Änderungsmeldungen werden in der Karte angezeigt. Deren Status ist an der Farbe des Icons in der Karte erkennbar. Weitere Informationen zu den Meldungen sind in der Objekt-Information einsehbar (siehe Abbildung 5-14).

⁶⁴ <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas>

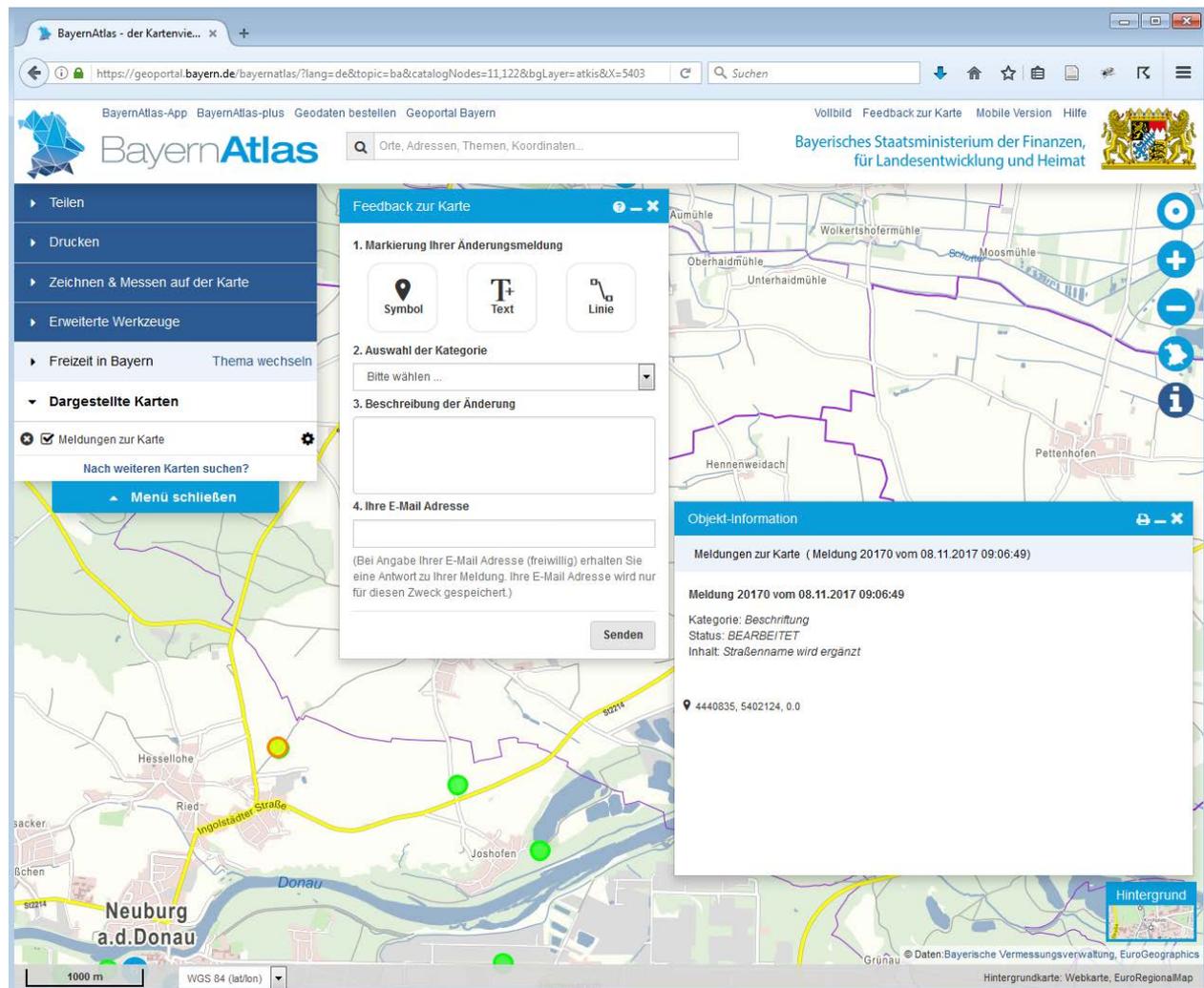


Abbildung 5-14: BayernAtlas: Absetzen einer Änderungsmeldung, Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung (www.bayernatlas.de) (2018)

Energie-Atlas-Bayern⁶⁵

Der Energie-Atlas-Bayern wird vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie ebenfalls über das Geoportal Bayern zur Verfügung gestellt und bietet unter anderem die Anzeige von Anlagen zur Erzeugung von Energie sowie der dazugehörigen Daten. Über die Korrekturfunktion können Angaben zu Objekten, die im Energie-Atlas Bayern dargestellt werden (z. B. Energieerzeugungsanlagen, Dach-/Freiflächen für PV-Nutzung, Abwärmquellen/-senken, Ansprechpartner), korrigiert werden. Zusätzlich kann die Verortung von Objekten verändert werden, falls diese in der Karte nicht an der richtigen Stelle dargestellt werden.

⁶⁵ Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Energie und Technologie (2018)

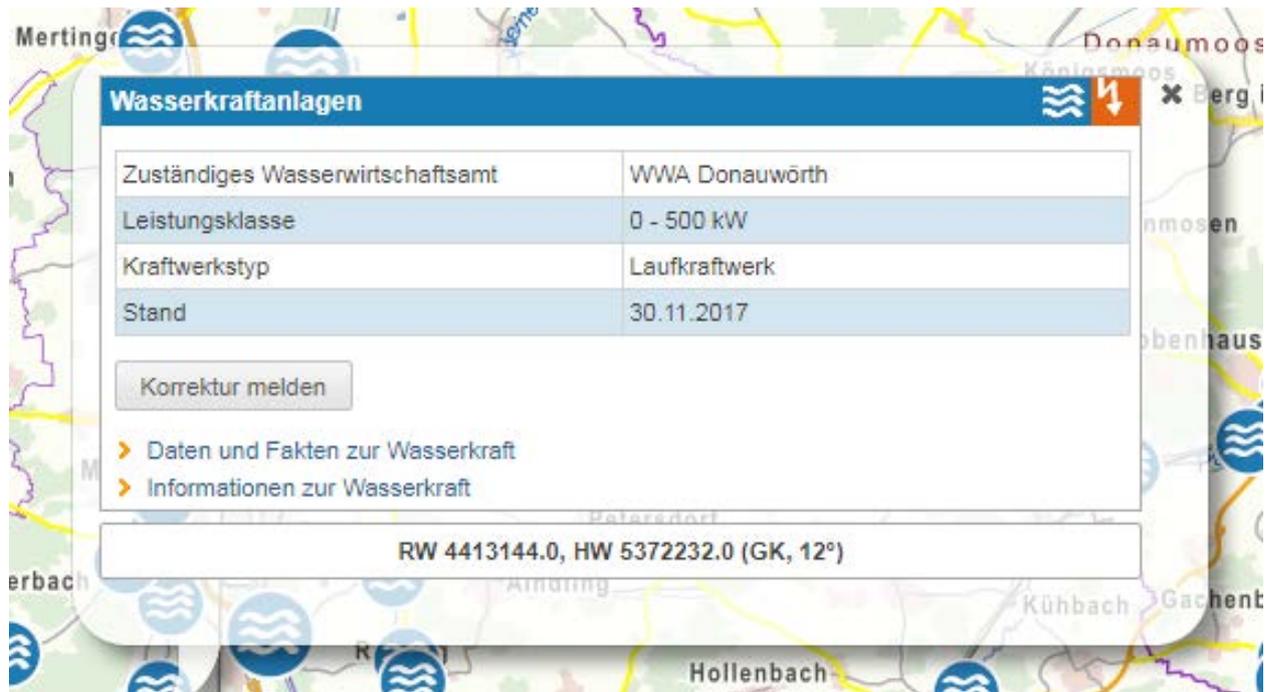


Abbildung 5-15: Korrektur melden im Energie-Atlas-Bayern, Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung (www.bayernatlas.de) (2018)

Wenn der Bedarf einer Korrektur auftritt, so kann dies mit einem Klick in der Karte auf das Piktogramm des Objekts erfolgen. Es öffnet sich ein Pop-up-Fenster mit den sogenannten Sachdateninformation. Mit Drücken des Buttons "Korrektur melden" öffnet sich im Fenster am rechten Bildschirmrand das Formular Mitmachen, wo Änderungen eingetragen werden. Das Formular dient der Erfassung der Kontaktdaten, aber auch um die bisherigen Daten des Objekts zu korrigieren.

Kontaktdaten	Sachdaten	Koordinaten	Ihre Angaben	Bestätigung
Schritt 1: Kontaktdaten				
Wir freuen uns über einen Hinweis von Ihnen! Die folgenden Angaben benötigen wir nur für die Bearbeitung Ihrer Mitteilung und für eventuelle Rückfragen. Ihre Kontaktdaten werden grundsätzlich weder veröffentlicht noch an Dritte weitergegeben! An Ihre E-Mail-Adresse senden wir nach Eingabe aller Informationen eine Nachricht, deren Erhalt Sie uns bitte bestätigen. Erst dann können wir Ihre Angaben berücksichtigen.				
Hinweise: Felder, die mit einem (*) markiert sind, müssen ausgefüllt werden.				
Name: *	<input type="text"/>			
Vorname: *	<input type="text"/>			
Institution:	<input type="text"/>			
PLZ: *	<input type="text"/>			
Ort: *	<input type="text"/>			
Straße: *	<input type="text"/>			
Hausnummer: *	<input type="text"/>			
Tel (für Rückfragen): *	<input type="text"/>			
E-Mail-Adresse: *	<input type="text"/>			

Abbildung 5-16: Formular zur Korrektur - Energie-Atlas-Bayern, Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung (www.bayernatlas.de) (2018)

Das Abschicken erfolgt wieder per Button-Klick, die weiteren Vorgänge laufen automatisiert ab. So wird die Meldung, wenn berechtigt, in den Energie-Atlas Bayern aufgenommen. Falls zwei Piktogramme in der Karte übereinander liegen, ist die Korrektur beider auch synchron möglich.

Markttransparenzstelle für Kraftstoffe

Die vom Bundeskartellamt eingerichtete Markttransparenzstelle für Kraftstoffe (MTS-K)⁶⁶ ermöglicht die Publikation der aktuellen Kraftstoffpreise und somit Verbrauchern sich diesbezüglich zu informieren. Die Preise werden von Mineralölunternehmen und Tankstellenbetreibern an die Markttransparenzstelle für Kraftstoffe geliefert. Die Publikation der Kraftstoffpreise erfolgt über Verbraucher-Informationendienste. Der Datentransfer wird durch den Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM) abgewickelt.⁶⁷ Verbraucher können fehlerhafte Daten an die Verbraucher-Informationendienste und diese an die MTS-K melden. Dies erfolgt über eine entsprechende Beschwerdepublikation im DATEXII-Format, welche einer Tankstelle zugeordnet ist und unter anderem die korrigierten Preise, sowie einen eindeutigen Referenzzeitpunkt enthalten muss (siehe Abbildung 5-17).⁶⁸

Modell für Beschwerden	Multiplizität	Kodierung in DATEX II
Name der Meldung	1	<code>genericPublicationName = „ComplaintPublication“</code>
Gruppierung von Beschwerden	0..*	<code>Complaint</code>
Referenz auf die Tankstelle	1	<code>petrolStationReference</code> [mittels id, version]
Zeitpunkt, auf den sich die Beschwerde bezieht	1	<code>complaintIssueTime</code> [Datum und Zeitangabe]
Kategorie der Beschwerde	1	<code>typeOfComplaint</code> [Aufzählungswerte siehe Grafik oben]
Inhalt der Beschwerde bzw. in der Beschwerde als korrekt berichteter Wert Siehe Anmerkung.	je 0..1	<code>contentOfComplaint</code> [Zeichenfolge] <code>contentOfPriceComplaint</code> [Preisangabe] <code>contentOfLocationComplaint</code> – Longitude / Latitude

Abbildung 5-17: Inhalt der Beschwerdepublikation, Quelle: Freudenstein, J. (2013)

Rückmeldesysteme der öffentlichen Verwaltung – Österreich

GIP Communicator

Die Graphen Integrations Plattform (GIP)⁶⁹ ist ein österreichweiter multimodaler Verkehrsgraph der öffentlichen Verwaltung, welcher von ITS Vienna Region (ITS-VR)⁷⁰ verwaltet wird und Daten von unterschiedlichen GIP-Partnern beinhaltet. Da die Daten bereits in diversen Drittsystemen - wie Pendlerrechner, Routenplaner AnachB, Basemap.at - verwendet werden, hat ITS-VR durch die Bereitstellung des GIP Communicators (GC)⁷¹ eine Möglichkeit zum Fehlermanagement geschaffen (siehe Abbildung 5-18). Der GC steht allerdings nur GIP-Partnern und

⁶⁶ https://www.bundeskartellamt.de/DE/Wirtschaftsbereiche/Mineralöl/MTS-Kraftstoffe/mtskraftstoffe_node.html

⁶⁷ <http://www.mdm-portal.de/der-mdm.html>

⁶⁸ Freudenstein, J. (2013)

⁶⁹ <http://www.gip.gv.at/>

⁷⁰ <https://www.its-viennaregion.at/>

⁷¹ GIP-Communicator (2018)

dem GIP-Betreiber zur Verfügung und kann nur nach erfolgter Registrierung in vollem Umfang bedient werden.

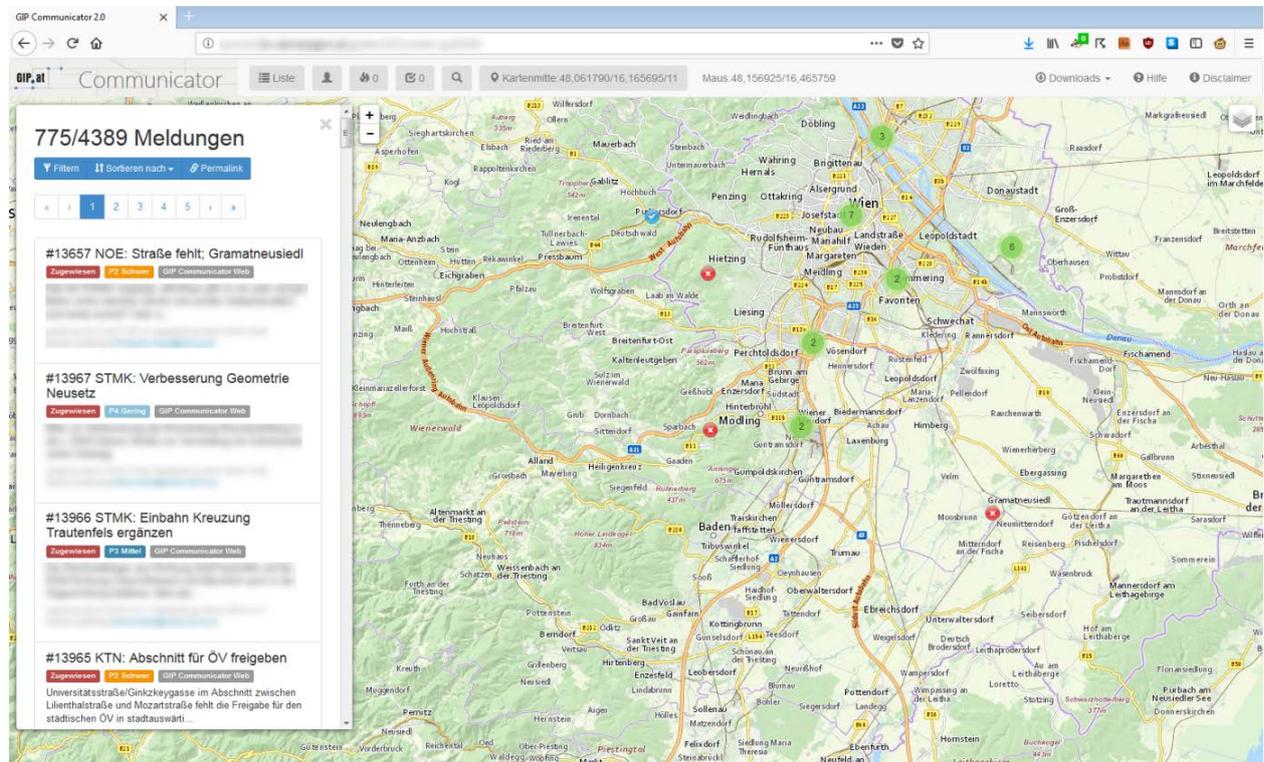


Abbildung 5-18: Oberfläche des GIP Communicators, Quelle: GIP-Communicator, ÖV DAT – Österreichisches Institut für Verkehrsdateninfrastruktur (2018)

Meldungen werden durch Klick in die Karte und Ausfüllen des Dialogfensters erfasst. Aufgrund der Klickposition und den vorhandenen Straßenobjekten (Gemeindestraße, Landesstraße, ...) wird automatisch die zuständige Person für die betroffenen Objekte vom System gefunden und im Meldungsfenster ausgefüllt (siehe Abbildung 5-19). Pflichtfelder sind farblich hervorgehoben und es können zusätzliche Dateien angehängt oder über ein Online-Werkzeug eine Skizze der Situation (siehe Abbildung 5-20) erstellt werden. Somit können dem zuständigen Bearbeiter ausreichend Informationen zur Fehlerbehebung bereitgestellt werden. Die Priorität der Fehlermeldung wird vom Melder definiert, hierfür haben die GIP Betreiber ein internes Prioritäten-Regelschema festgelegt.

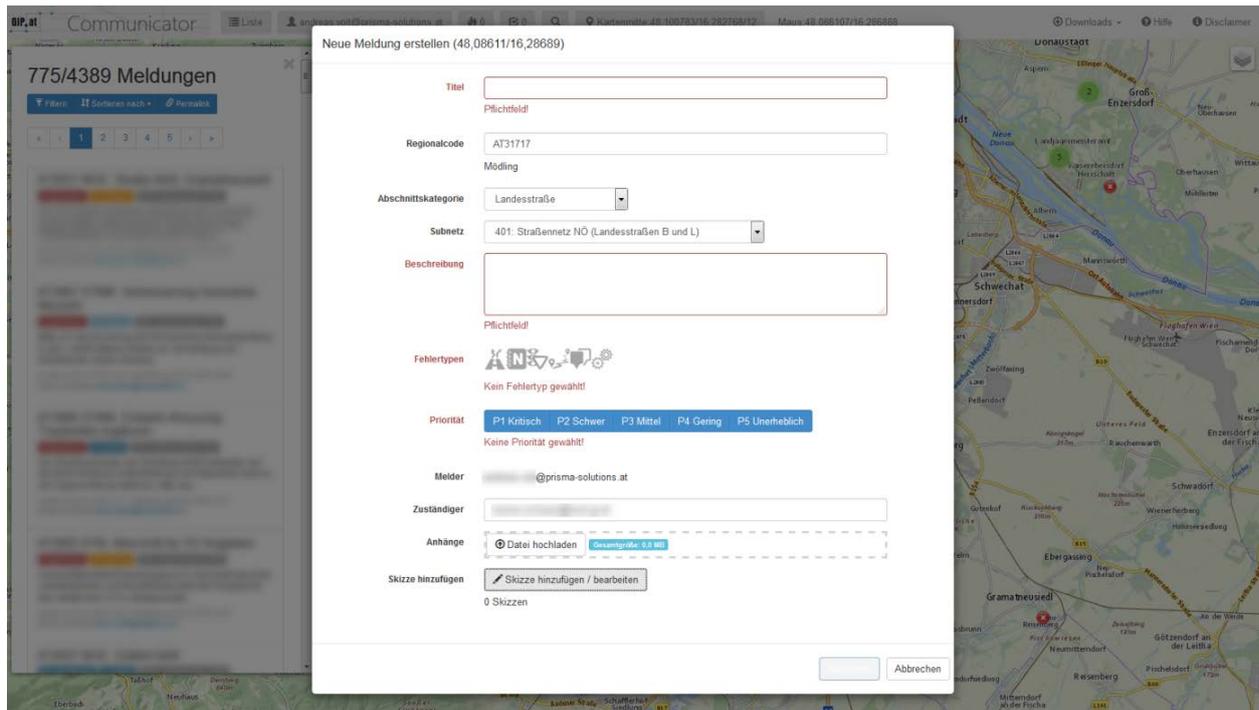


Abbildung 5-19: Erfassung einer neuen Meldung im GC, Quelle: GIP-Communicator, ÖVDAT – Österreichisches Institut für Verkehrsdateninfrastruktur (2018)

Skizze erstellen

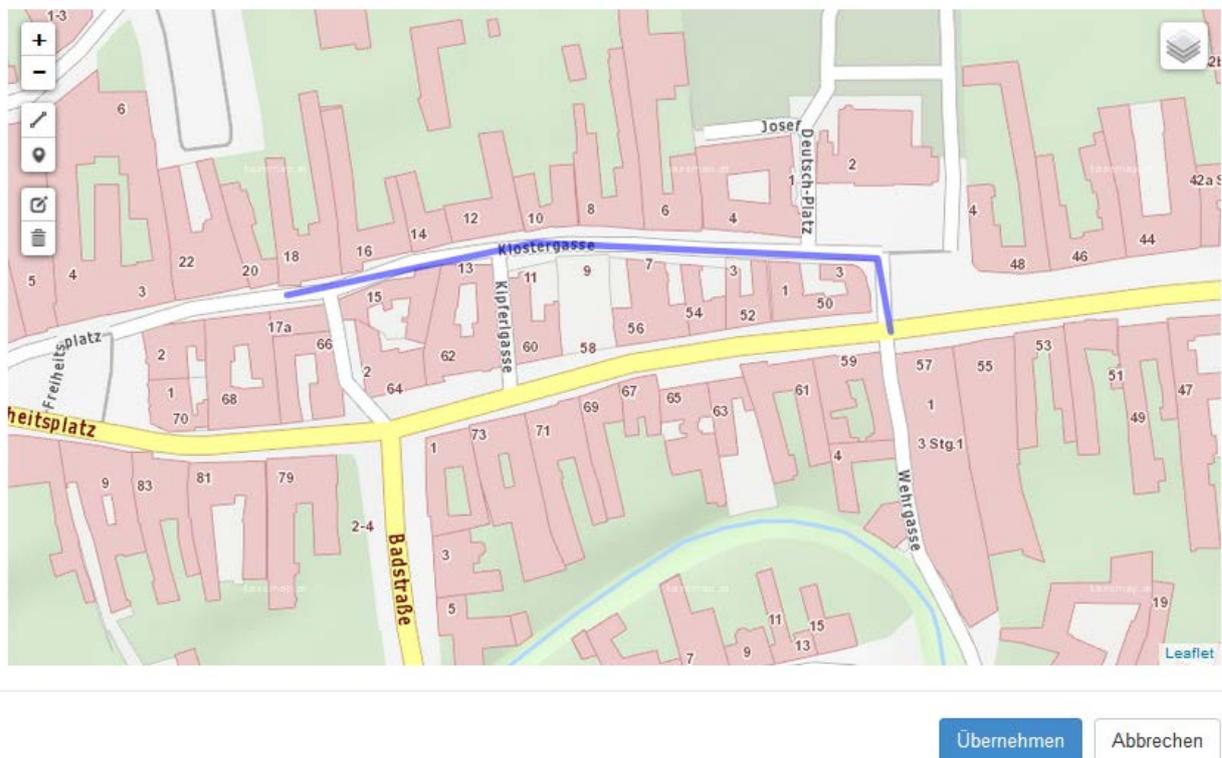


Abbildung 5-20: Erstellung einer Skizze mit dem GC Online Editor, Quelle: GIP-Communicator, ÖVDAT – Österreichisches Institut für Verkehrsdateninfrastruktur (2018)

Das System unterstützt ein Statusmanagement für die Meldungen. Die möglichen Statuswechsel im Laufe des Lebenszyklus einer Meldung sind definiert und unterstützen somit die festgelegten Arbeitsabläufe. Mögliche Statuswerte sind beispielsweise „Eröffnet“, „Zugewiesen“, „In Bearbeitung“, „Abnahmebereit“ oder „Geschlossen“.

Die Benachrichtigung für den Zuständigen erfolgt in erster Linie über die Weboberfläche, über die auch benutzerdefinierte Filter angelegt werden können, sodass beispielsweise nur die Meldungen für welche man zuständig ist bzw. welche man selbst angelegt hat, angezeigt werden. Zusätzlich werden weitere Kommunikationskanäle angeboten:

- GeoRSS Feed: Die zuvor definierten Filter können als RSS Feed abgefragt werden.
- Per E-Mail: Hierfür kann ein externes Service "If-This-Than-That" (ifttt.com) verwendet werden, dass alle 15 Minuten den RSS Feed auf neue Meldungen scannt.
- OGC-Services: Die GIP Communicator Meldungen können über WMS oder WFS Schnittstellen abgerufen werden.
- ArcGIS Layerfile auf WMS: Für die spezielle Einbindung in ArcMap wird ein eigenes Layerfile bereitgestellt.
- REST API: Es wird eine REST API zur Verfügung gestellt, um die Integration in eigene Anwendungen bewerkstelligen zu können.

Des Weiteren wird eine Erweiterung für das Desktop-GIS ArcMap von der Firma ESRI bereitgestellt, um die Meldung direkt in ArcMap erfassen zu können.

Geoland Meldeplattform⁷²

Die Daten der Graphen Integrations Plattform (GIP)⁷³ sind eine wesentliche Datengrundlage für die Generierung der basemap.at – der Verwaltungsgrundkarte von Österreich. Durch die Bereitstellung der Webseite geoland.at wird der Öffentlichkeit eine Möglichkeit geboten, Fehler der basemap.at zu melden. Eine Meldung wird durch Klicken in die Karte erstellt, wobei dem Anwender eine Wahl von 6 Fehlerkategorien zur Verfügung steht (siehe Abbildung 5-21). Die Meldung wird an die zuständige Stelle weitergeleitet. Die von den Nutzern angelegten Meldungen und deren Informationen wie Beschreibung, aktueller Status etc. sind in der Web-Oberfläche sichtbar. Die Statuswerte und die möglichen Statuswechsel der Meldungen entsprechen denen von dem zuvor vorgestellten GIP Communicator.



Abbildung 5-21: Feedback Möglichkeit auf geoland.at, Quelle: Geoland.at (2018) & basemap.at (2018)

OpenStreetMap⁷⁴

Bei OpenStreetMap (OSM) handelt sich um ein gemeinnütziges Projekt um eine Digitale Weltkarte zu erschaffen. Für die Fehlerstellenerfassung werden unterschiedliche Möglichkeiten bereitgestellt.⁷⁵ Eine Möglichkeit ist bei Verwendung eines OSM-Editors den tag „fixme=*“ zu verwenden, um den Fehler direkt einem Objekt zuzuordnen. Es erfolgt dabei jedoch keine automatisierte Benachrichtigung an den Ersteller des Objekts. Eine weitere Möglichkeit ist durch die Definition eines eigenen Objektes (notes) bereitgestellt worden. Dieses kann entweder über die üblichen OSM-Editoren, wobei hierfür ein OSM-Benutzerkonto erforderlich ist, oder anonym über die Kartenseite (siehe Abbildung 5-22) selbst erfasst werden. Bei letzterer Methode ist keine Registrierung notwendig, es muss lediglich ein Punkt in der Karte und ein entsprechender Meldungstext gesetzt werden.

Die gesetzten Meldungspunkte (notes) können drei Statuswerte annehmen:

- Neue Meldung
- Nicht gelöste Meldung
- Gelöste Meldung

⁷² Geoland.at (2018)

⁷³ <http://www.gip.gv.at/>

⁷⁴ Open Street Map (2018)

⁷⁵ https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Fehler_melden

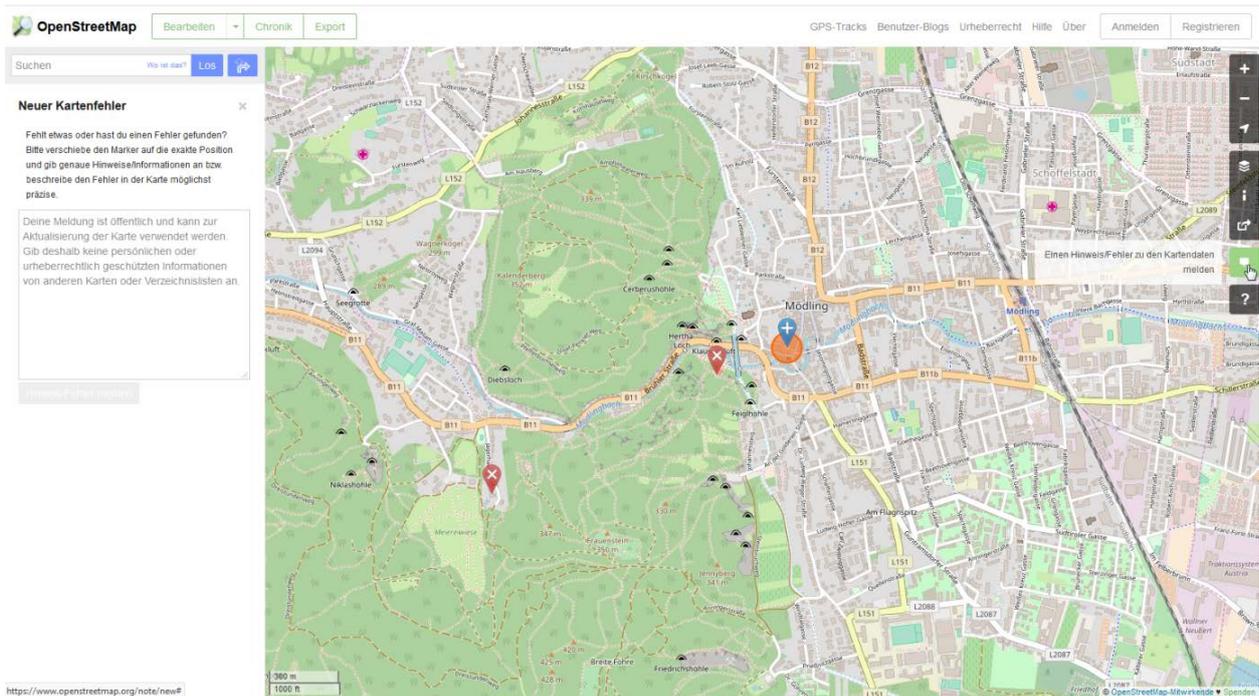


Abbildung 5-22: Meldung eines Fehlers direkt über die OSM Webseite, Quelle: © Open Street Map-Mitwirkende, CC BY-SA (2018)

Da es sich bei OSM um ein Community-Projekt handelt, sind von Freiwilligen oder auch Firmen eigene Evaluationstools entworfen worden, die in der Regel das bereits erwähnte Objekt „notes“ setzt. Im Folgenden wird beispielhaft die Anwendung MapDust von Skobbler GmbH näher erläutert.

MapDust⁷⁶

Mit der Webanwendung MapDust hat die Firma Skobbler GmbH als Ziel gesetzt, Personen unabhängig ihrer technischen Fähigkeiten, die Verbesserung der OSM-Karte zu ermöglichen.

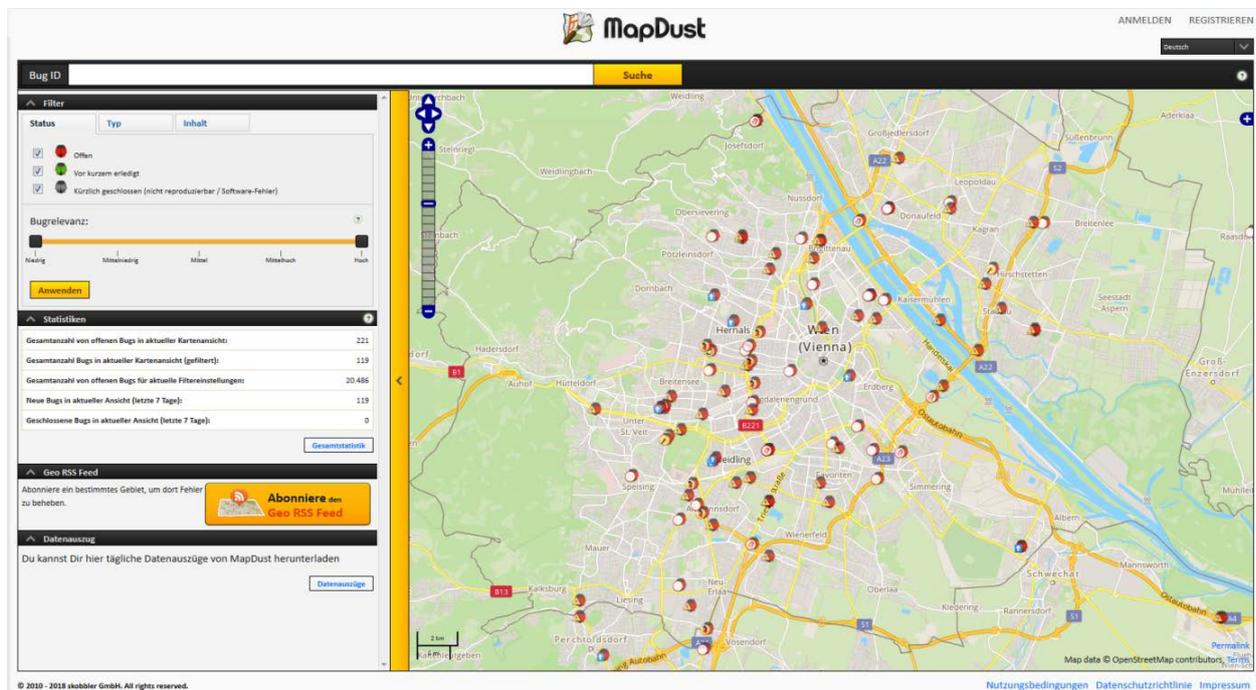


Abbildung 5-23: Oberfläche von MapDust, Quelle: Skobbler GmbH (2018) & © Open Street Map-Mitwirkende, CC BY-SA (2018)

Die Oberfläche (siehe Abbildung 5-23) steht in 8 verschiedenen Sprachen zur Verfügung und kann per Auswahlménü ausgewählt werden. Eine vorherige Registrierung ist nicht notwendig, kann aber durchgeführt werden. Eine Meldung wird erfasst indem an der entsprechenden Stelle in die Karte geklickt, im PopUp-Fenster der Typ ausgewählt, optional ein Nickname vergeben, eine Beschreibung verfasst und zur Bestätigung ein Validierungscode eingetragen wird.

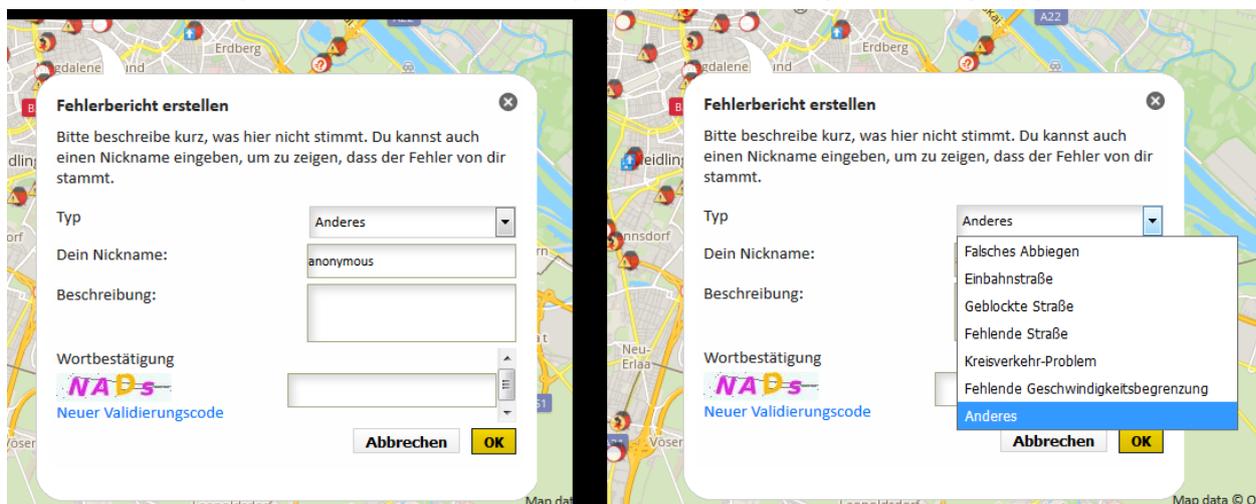


Abbildung 5-24: Erstellung einer Fehlermeldung in MapDust, Quelle: Skobbler GmbH (2018) & © Open Street Map-Mitwirkende, CC BY-SA (2018)

⁷⁶ Skobbler GmbH (2018)

Des Weiteren können über eine von Skobbler entwickelte Navigationslösung für Smartphones Fehlermeldungen bereitgestellt werden. Die erfassten Fehlermeldungen werden automatisiert je nach Detaillierungsgrad der Beschreibung in 5 Prioritäten (Niedrig, Mittelniedrig, Mittel, Mittelhoch und Hoch) gruppiert. Die Behebung der Fehler steht der OSM-Community frei, womit nicht gewährleistet ist, dass gemeldete Fehler auch tatsächlich korrigiert werden. Da Skobbler eine eigene OSM Datenbank führt, kann es zu Diskrepanzen in der Aktualität der Daten im Vergleich zu dem aktuellsten OSM-Datensatz kommen. Die über MapDust erstellten Meldungen (siehe Abbildung 5-25) sind in der Skobbler OSM Datenbank gespeichert, die Korrekturen werden allerdings über die gängigen OSM Editoren durch den OSM Benutzer in der originalen OSM Datenbank durchgeführt.

Zurück zur Karte **Anderes [3147745] - Ungelöster Fehler**

Hinzugefügt durch skobbler, 13.05.2015 10:34

Fehlerdetails | Kommentare / weitere Infos

Info

Bug ID:	3147745
Typ:	Anderes
Status:	Offen
Bugrelevanz:	Mittelhoch
Datum:	13.05.2015 10:34
Adresse:	Dresdner Straße, Wien, Wien, Austria
Breitengrad:	48.238001
Längengrad:	16.378519
GPS Quelle:	internal
Client-Version:	7
Telefonmodell:	iPhone 8.3
Routenprofil:	carFastest

Beschreibung

abbiegev

Routenanzeige | Interaktives Routing

Map data © OpenStreetMap contributors, Imagery © Mapbox

Legende

In Potlatch bearbeiten | In JOSM bearbeiten

Als erledigt markieren | Nicht reproduzierbar / Software-Fehler!

Abbildung 5-25: Anzeige einer Meldung mit Möglichkeiten zur Weiterleitung an Potlatch oder JOSM, Quelle: Skobbler GmbH (2018) & © Open Street Map-Mitwirkende, CC BY-SA (2018)

Für die Anzeige und Weiterverarbeitung der Fehlermeldungen stehen dem OSM Benutzer verschiedene Kanäle zur Verfügung. Einerseits besteht die Möglichkeit direkt von der MapDust Webseite den OSM Editor JOSM⁷⁷ zu öffnen, eine weitere Möglichkeit bietet ein eigenes JOSM Plugin das die Meldungen an Hand eines eigenen Layers zur Verfügung stellt. Als dritte Möglichkeit wird auf Anfrage die Verwendung einer API angeboten.

⁷⁷ <https://josm.openstreetmap.de/>

Rückmeldesysteme kommerzieller Kartenanbieter

TomTom

Der MapShare Reporter⁷⁸ ist eine Online-Anwendung, mit der Änderungen in TomTom-Karten von einem Desktop-Computer oder Laptop aus gemeldet werden können. Dazu muss lediglich ein Benutzerkonto bei TomTom angelegt werden. Änderungen können vom Nutzer mit Kommentaren und weiteren Informationen konkretisiert werden. Die Beiträge werden von TomTom geprüft und gegebenenfalls bei zukünftigen Kartenaktualisierungen berücksichtigt. Je nach Art der Änderung kann es einige Tage oder mehrere Wochen dauern bis die Änderung geprüft und bewertet wurde. Wird eine Änderung akzeptiert, ist diese für den Nutzer mit dem nächsten Karten-Update verfügbar.

Die Meldung kann nur mit vordefinierten Objekten (z.B.: Adresse, Straße, Abbiegeverbot) erfolgen. Hierzu wird der gewählte Marker an die vorgesehene Stelle gezogen und verortet. In einem Pop-up erfolgt im Anschluss die Eingabe relevanter Ergänzungen und Daten zu der neu positionierten Information. Wenn die Daten vervollständigt sind, können diese an TomTom gesendet werden. Der Nutzer hat die Möglichkeit den Beitragsstatus der getätigten Meldungen einzusehen. Es kommen die Status-Werte Ausstehend, Angenommen, Behoben und Nicht angenommen zur Anwendung.

Als alternative Form für die Einmeldung von Änderungen kann MapShare auf TomTom Navigationsgeräten verwendet werden. Es unterscheidet sich vom MapShare Reporter unter anderem dadurch, dass bestimmte Kartenaktualisierungen sofort vorgenommen werden können und damit für die Navigation unmittelbar zur Verfügung stehen.

HERE⁷⁹

HERE bietet über eine Kartenwebanwendung die Möglichkeit über eine Feedback-Funktion, um Fehler an der Karte zu melden. Dazu ist keine Anmeldung erforderlich. Die Meldungen werden von HERE geprüft und entsprechend weiterverarbeitet.

Zusätzlich bietet HERE mit dem HERE Map Creator⁸⁰ die Möglichkeit die HERE Kartendaten direkt anzupassen.

⁷⁸ TomTom International BV. (2018)

⁷⁹ <https://wego.here.com/>

⁸⁰ <https://mapcreator.here.com/mapcreator>

Google Maps⁸¹

Google bietet ebenfalls eine Möglichkeit zur Meldung von Fehlern in den Google-Karten. Im Gegensatz zu HERE ist eine Anmeldung über ein Google-Konto erforderlich, um Meldungen erfassen zu können.

Nach Eingabe der entsprechenden Informationen und Abgabe der Meldung wird der Melder per Email über den Status der Meldung informiert.

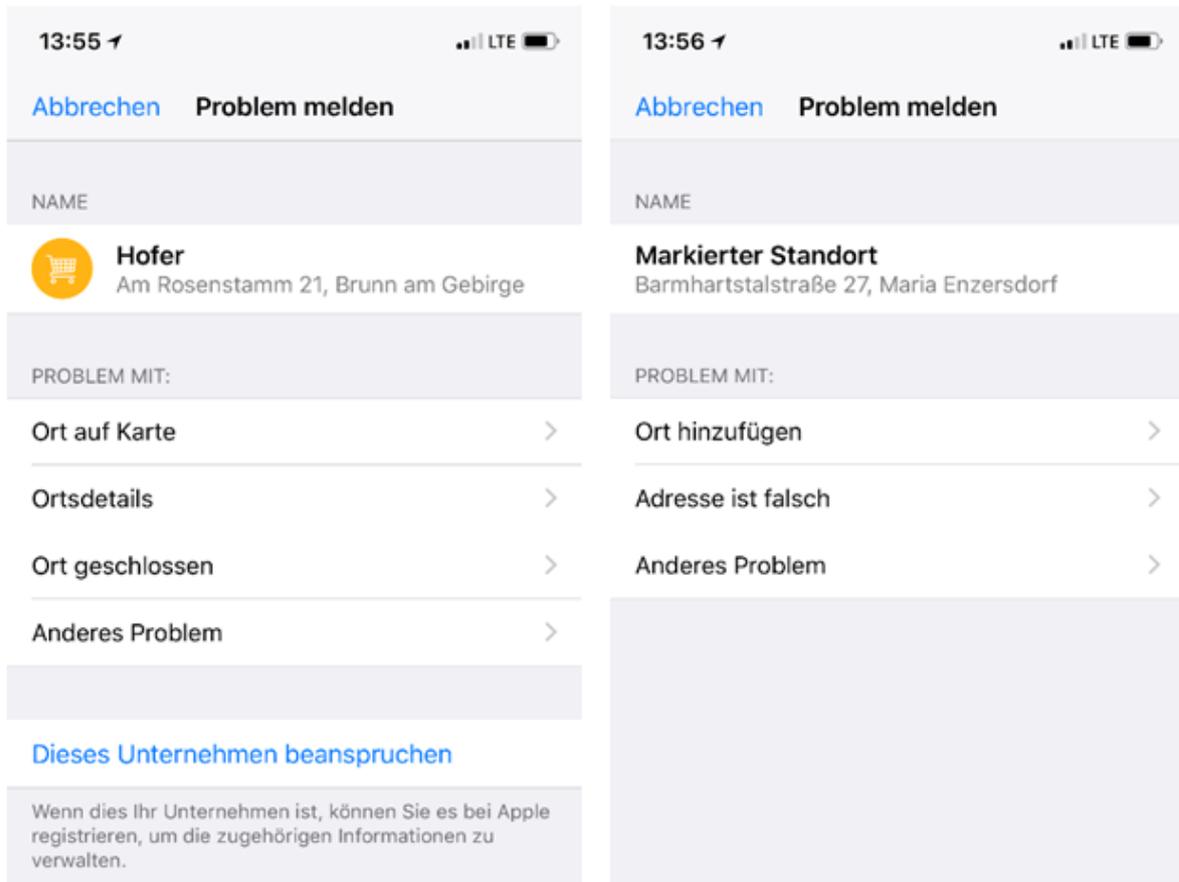
Des Weiteren besteht die Möglichkeit, dass Kartenfehler über die mobilen Apps auf den Plattformen Android und iOS an Google Maps gemeldet werden.

⁸¹ Google Inc. (2018)

Apple Maps⁸²

Mit der Einführung der konzerninternen Kartenfunktion im Jahr 2012 erntete Apple Kritik aufgrund äußerst fehlerhaften Kartenmaterials. So wurde rasch eine Feedback-Funktion implementiert, um mit Hilfe der NutzerInnen die Qualität des Datenbestandes zu verbessern.

Innerhalb der Applikation kann mittels Markieren von Standorten direkt auf die Funktion „Problem melden“ zugegriffen werden. In Abhängigkeit von der Art des markierten Standorts, können



folgende Probleme deklariert werden.

Abbildung 5-26: Melden eines Problems in Apple Maps (Ort auf der Karte bzw. die Karte betreffende Information)

Nach der ersten Problemeinschränkung können NutzerInnen direkt Informationen ändern, das Problem beschreiben sowie Fotos und Screenshots hinzufügen.

⁸² Apple iOS 11.3



Abbildung 5-27: Detailinformationen zum Problem

Die Informationen werden von Apple MitarbeiterInnen verarbeitet und geprüft. Bei der Nutzung eines mobilen Endgerätes ist eine Besonderheit, dass NutzerInnen die Bestätigung der Änderung nach kurzer Zeit per Push-Mitteilung („Standort aktualisiert“) erhalten. Desktop-AnwenderInnen erhalten eine zeitnahe Bestätigung per Email.

Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die rasche und einfache Möglichkeit zur Beseitigung und zur Korrektur fehlerhafter Informationen. Durch die gut durchdachte Vordefinition von Problemkategorien wird das Beheben von Fehlern in der Karte auf effiziente Art und Weise unterstützt, wovon sowohl der Anbieter als auch AnwenderInnen profitieren.

5.8.2 Technisches Konzept

Das technische Konzept stellt die Basis für die Entscheidung für eine mögliche zukünftige Umsetzungsvariante eines Rückmeldekanals dar. Basierend auf den Diskussionen im Zuge der Experteninterviews (AP2) sowie der Betreuerkreis-Workshops mit Datengebern und Datennut-

zern wurden Anforderungen identifiziert, welche in den nachfolgenden Kapiteln diskutiert werden und Entwicklungspfade eines potentiellen Rückmeldekanals aufzeigen.

Konzeptionelle Überlegungen

Unterschiedliche Detaillierungsgrade für Rückmeldungen

Die Rückmeldung zu einem Datensatz beziehungsweise Objekt wird auf unterschiedlichen Detaillierungsebenen vorgestellt, um eine effiziente Entwicklung und Implementierung je nach verfügbarem Budget zu ermöglichen. Die Ebenen sind entsprechend ihres Detaillierungsgrades aufsteigend sortiert und sind ergänzend zu verstehen. Beispielsweise kann es Sinn machen Ebene 1 und 2 oder alle drei Ebenen umzusetzen.

Ebene 1 (grob) wird durch ein einfaches Feedback(-Formular) zu dem gesamten Datensatz beschrieben. Dieses hat wenige Eingabemöglichkeiten, wie beispielsweise eine Bewertungsmöglichkeit der Qualität auf einer definierten Skala und eine Freitext-Eingabe. Diese Ebene wurde im Forschungsvorhaben FE 03.0500/2012/IRB „Entwicklung eines Verfahrens zur optimierten Zugänglichkeit von kartenrelevanten Straßendaten für IVS“⁸³ beschrieben. Diese Ebene könnte im MDM integriert und vom Datennutzer über einen Aufruf bzw. eine Bewertung im Metadatenverzeichnis des MDM durchgeführt werden.

Ebene 2 (mittel) wird durch ein Feedback-Formular zu einem gesamten Datensatz beziehungsweise zu Teilbereichen mit bereits vorstrukturierten Informationen verwirklicht. Ebene 2 kann wie Ebene 1 als detaillierteres Feedback-Formular mit bereits vorstrukturierten Informationen im MDM integriert werden und über das Metadatenverzeichnis aufgerufen werden. Beispiele für vorstrukturierte Informationen wären beispielsweise: alle Abschnitte haben einen einheitlichen Versatz; die Topologie in der Region A ist fehlerhaft, Verkehrszeichen in der Region B sind unvollständig.

Ebene 3 (fein) ermöglicht Rückmeldungen auf Objektebene. Es wird im Gegensatz zu den Ebenen 1 und 2 nicht der gesamte Datensatz bewertet, sondern Feedback zu konkreten Objekten beziehungsweise Bereichen gegeben. Ebene 3 kann beispielweise als eigene Web-Applikation über eine URL in den Metadaten im MDM aufgerufen werden. Ebenso ist ein Betrieb einer solchen Applikation außerhalb des MDMs möglich. Ebene 3 könnte darüber hinaus über Plugins für gängige Desktop-GIS bedient werden. Ein solches Plugin kann Informationen wie die Verortung der Rückmeldung, sowie die Identifizierung des nächstgelegenen Objekts/Abschnitts durchführen und die Eingabe von kategorisiertem Feedback zu dem jeweiligen Objekt ermöglichen.

⁸³ Von der Ruhren, S., Weidner, B. (2016)

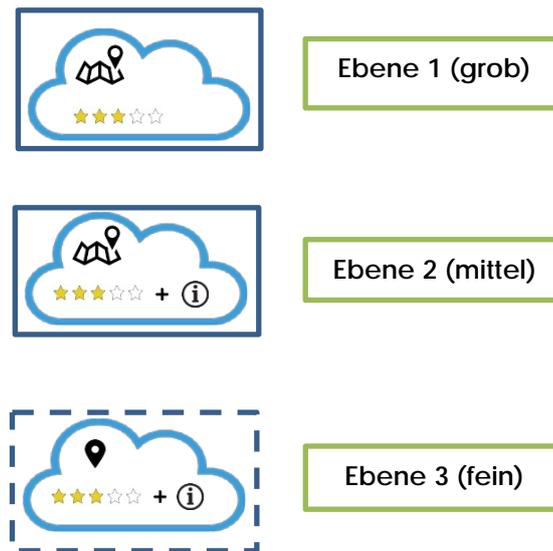


Abbildung 5-28: Detaillierungsgrade für Rückmeldungen, Quelle: Eigene Darstellung.

Kommunikation an den Datengeber

Die Kommunikation an den Datengeber ist je nach umgesetztem Detaillierungsgrad (siehe vorheriger Abschnitt) unterschiedlich und wird nachfolgend beschrieben.

Für **Ebene 1 (grob)** „einfaches Feedback(-Formular) zu gesamtem Datensatz (Bewertung)“ kann die Bewertungsinformation im Metadatenverzeichnis abgelegt und in aggregierter Form abgerufen werden. Darüber hinaus kann die Übermittlung zusätzlich eingegebener Informationen an den Datengeber erfolgen.

Für **Ebene 2 (mittel)** „Feedback-Formular zu gesamtem Datensatz (bzw. Teilbereiche) mit bereits vorstrukturierten Informationen“ wird analog zu Ebene 1 die Bewertungsinformation im Metadatenverzeichnis abgelegt. Zusätzlich liegt dem Datengeber das bereits strukturierte Feedback des Datennutzers vor.

In **Ebene 3 (fein)** „Feedback auf Objektebene, mit vordefinierten Kategorien“ kann eine Rückmeldung über die Bewertung auf Objektebene in aggregierter Form in die Metadaten einfließen. Zusätzlich liegt dem Datengeber das bereits strukturierte Feedback des Datennutzers auf Objektebene vor.

Grad der Kopplung zwischen Datengeber und Datennutzer (Kommunikation)

Die Interaktionsmöglichkeiten zwischen Datengeber und Datennutzer werden ebenfalls auf mehreren Ebenen beschrieben. Dies kann beispielsweise über den Grad der Kopplung realisiert werden. Je höher der Grad ist, desto enger wird die Kopplung zwischen Datengeber und Datennutzer angesehen.

Bei **Grad 1** erfolgt keine Rückmeldung durch den Datengeber an den Datennutzer. Das gegebene Feedback wird vom System bzw. dem Datengeber verarbeitet, der Datennutzer erhält aber keine inhaltliche Rückmeldung, sondern maximal eine Benachrichtigung vom System, dass die Rückmeldung erfolgreich abgegeben wurde.

Bei **Grad 2** wird die Rückmeldung in Form einer Abbildung als Status der Rückmeldung abgebildet. Dies erfordert ein entsprechendes Statusmanagement inklusive Abbildung der Zuständigkeiten. Die Informationen sind im System verfügbar und können vom Datennutzer abgefragt werden.

Bei **Grad 3** wird der Datennutzer über Statuswechsel der Rückmeldung automatisiert durch das System benachrichtigt.

Bei **Grad 4** wird der Datennutzer durch den Datengeber über die Verfügbarkeit des angepassten Datensatzes informiert. Diese Information kann zusätzlich mit der Information zu dem korrigierten Objekt/Datensatz (z.B.: Link zu WFS des korrigierten Objekts) ergänzt werden.

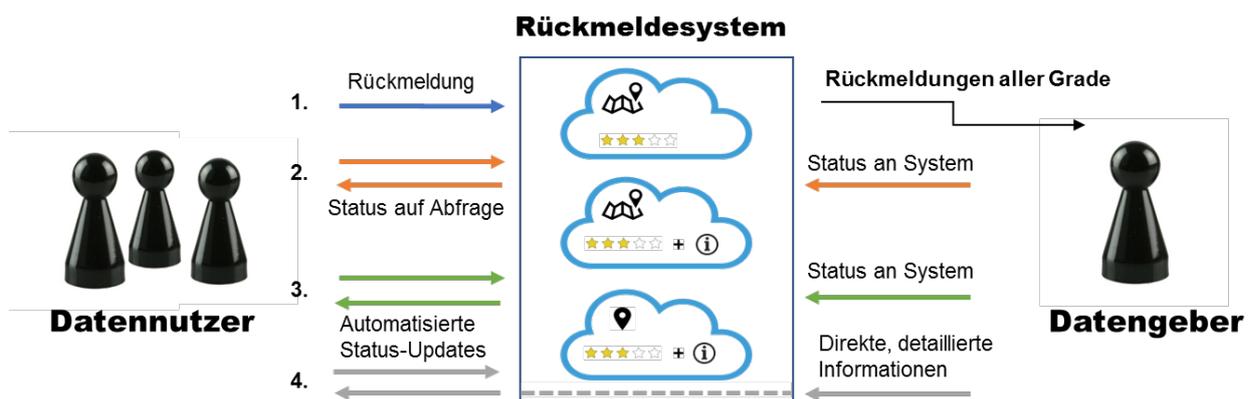


Abbildung 5-29: Grad der Koppelung, Quelle: eigene Darstellung

Nutzergruppe

Bei einer Einbindung in den MDM entspricht die Nutzergruppe des Rückmeldekanals der Nutzergruppe des MDM beziehungsweise den Datennutzern von statischen Straßendaten. Zielgruppe des MDM sind Organisationen mit Fachkenntnissen der angeforderten Daten. Die Nutzer können daher aus der öffentlichen Verwaltung stammen oder kommerzielle Interessen verfolgen. Das gemeinsame Ziel, eine möglichst hohe Datenqualität der statischen Straßendaten zu erhalten, erfordert einen einheitlichen, lösungsorientierten Rückmeldekanal für alle Nutzergruppen. Wird eine Zugänglichkeit und Nutzung des Rückmeldekanals auch für Bürger beziehungsweise Privatpersonen angestrebt, so ist dies hinsichtlich der potentiell fehlenden Fachkenntnis in der Konzeption des Systems zu berücksichtigen.

Authentifizierung

Die Angabe einer E-Mailadresse sollte die Minimalanforderung hinsichtlich der Identifizierung der rückmeldenden Institution beziehungsweise Person sein. Dies ermöglicht die Kontaktaufnahme und Antwort auf die jeweilige Rückmeldung. Alternativ kann die Anforderung restriktiver

angesetzt werden und eine Registrierung und Authentifizierung im MDM beziehungsweise in der „Rückmelde“-Applikation erforderlich machen. Um eine vollständige Nachvollziehbarkeit hinsichtlich der Bearbeitungen der Meldungen herzustellen, sind Authentifizierungen auf Datengeber- und Datennutzer-Seite anzustreben.

Kategorisierung der Rückmeldungen

Die Meldungen können je nach Objektart bzw. Datensatz in unterschiedliche Kategorien eingeteilt werden. Beispielsweise können für einen Verkehrszeichen-Datensatz die folgenden Kategorien relevant sein: Objekt existiert in der Natur nicht, Verortung fehlerhaft, Typisierung falsch. Bei einem generischen Ansatz kann die Kategorisierung z.B. wie folgt lauten: Verortung fehlerhaft, Attribute fehlerhaft.

Die Definition der erlaubten Kategorien ist essentieller Bestandteil eines nutzerfreundlichen Rückmeldekanals, um eine möglichst effiziente Problemmeldung zu gewährleisten. Ebenso wird durch die Kategorisierung eine zielgerichtete Zuteilung der Meldung an die richtige Stelle unterstützt.

Auswertungen, Statistiken

Mit Auswertungen und Statistiken über die Rückmeldungen können quantitative Informationen übersichtlich dargestellt werden. Diese können für unterschiedliche Zwecke genutzt werden. Beispielsweise können auf diese Weise z.B. regional eingeschränkte Qualitätsprobleme beziehungsweise systematische Fehler auch aufgrund der im letzten Abschnitt beschriebenen Kategorisierung identifiziert werden.

Wie in Projekt FE 03.0500/2012/IRB „Entwicklung eines Verfahrens zur optimierten Zugänglichkeit von kartenrelevanten Straßendaten für IVS“⁸⁴ angemerkt, könnte die Log-Daten-Funktion des MDM genutzt werden, um Auswertungen zur Nutzung eines Rückmeldeformulars zu geben.

Statusmanagement

Mithilfe eines Statusmanagements soll zu jedem Zeitpunkt definiert sein, in welchem Zustand eine Rückmeldung ist. Dies dient dazu den Status transparent darstellen und abfragen zu können und Datennutzer sowie Datengeber über die weiteren geplanten Verarbeitungsschritte zu informieren. Mögliche Statuswerte für eine Rückmeldung sind: Neu, Zugewiesen, In Bearbeitung, Abnahmebereit, Wiedergeöffnet, Geschlossen.

Die Anzahl unterschiedlicher Statusmeldungen kann dabei auch vom Grad der Koppelung zwischen Melder und Datengeber abhängen. So ist bei einer automatisierten Rückmeldung möglicherweise nur der Status „In Bearbeitung“ und der Status „Korrigiert / nicht korrigiert“ von unmittelbarer Bedeutung für den Melder, für den Bearbeiter zwecks interner Koordination jedoch eine höhere Granularität erforderlich. Da Meldungsbearbeiter potentiell nicht regelmäßig mit dem System agieren, kann eine Erinnerungsfunktion sinnvoll sein, um über den Status von

⁸⁴ Von der Ruhren, S., Weidner, B. (2016)

Meldungen zu informieren. Es sollte Ziel eines Rückmeldesystems sein keine über einen längeren Zeitraum unbearbeiteten Meldungen zu haben.

Zuständigkeiten bei der Bearbeitung von Rückmeldungen

Meldungen müssen für die Bearbeitung einer zuständigen Stelle beziehungsweise einem fachkenntlichen Mitarbeiter zugewiesen werden. Erfolgt die Zuweisung automatisiert durch das System auf Basis von Attributen der Rückmeldung, so muss vorab eine Zuweisungsdefinition vorgenommen werden. Es kommen dabei beispielsweise Institutionen oder eine direkte Zuteilung zu einem definierten Sachbearbeiter in Frage. Diese kann alternativ bzw. ergänzend aufgrund der räumlichen Verortung der Meldung (z.B.: auf Kommunenebene) vorgenommen werden. Eine möglichst exakte Zuordnung der Verantwortung und Zuständigkeit für die Pflege einzelner Meldungen im Rückmeldungssystem ist unerlässlich.

Technische Überlegungen

Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche eines Rückmeldesystems kann in einer einfachen Ausprägung aus einem Rückmeldeformular mit wenigen Eingabemöglichkeiten bestehen. Ein Rückmeldesystem auf Objektebene kann beispielsweise über eine Web-Applikation bzw. eine App umgesetzt werden. Die Benutzeroberfläche kann die folgenden Komponenten beinhalten:

- Liste: Auflistung der Objekte mit einzelnen Attributen
- Formular: Eingabemöglichkeit für Rückmeldungen mit beschreibenden Attributen
- Karte: Lagerichtige Darstellung von Objekten auf einer Hintergrundkarte
- Info-Tool: Darstellung von Eigenschaften, Attributen und Informationen bei Selektion eines Objekts
- Suche: Suchmöglichkeiten nach Orten, Adressen beziehungsweise Attributen von Objekten
- Filter: Möglichkeit der Einschränkung für die Darstellung der Objekte in Karte und Liste

Abbildung 5-30 zeigt beispielhaft wie die Benutzeroberfläche eines Rückmeldesystem gestaltet werden könnte.

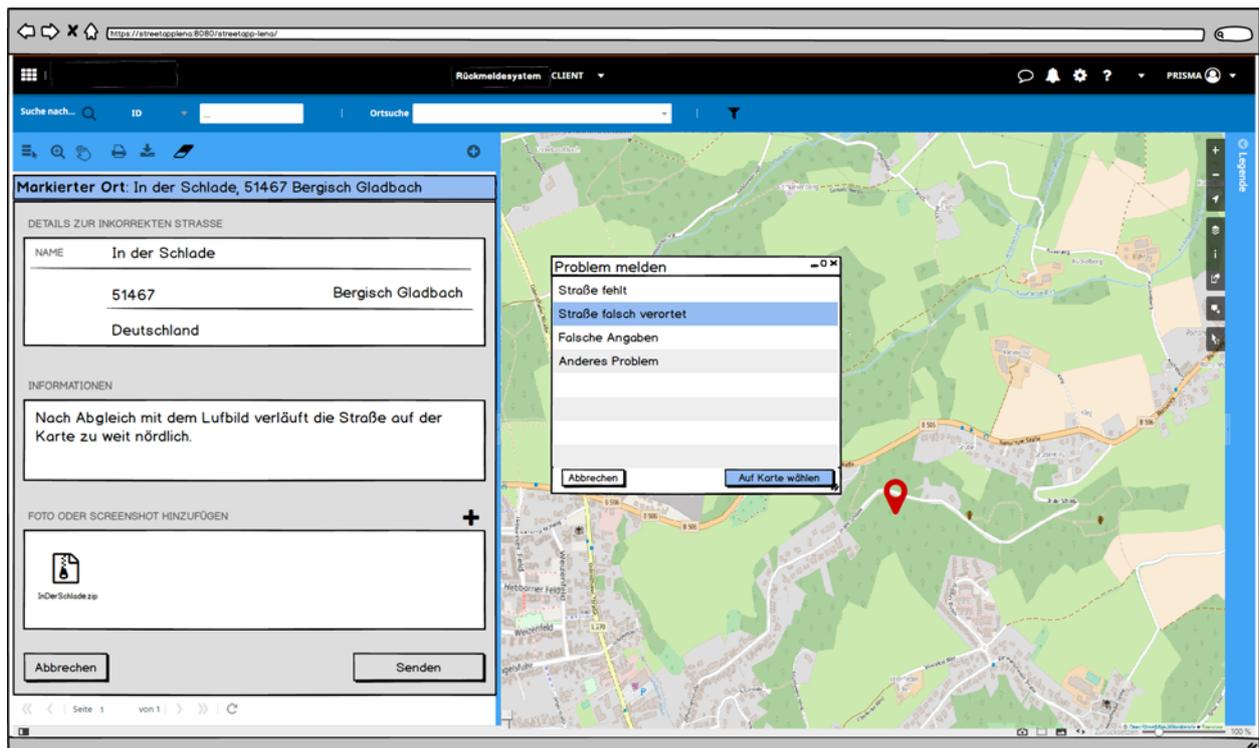


Abbildung 5-30: Mockup der Benutzeroberfläche eines Rückmeldesystems, Quelle: eigene Darstellung & © Open Street Map-Mitwirkende, CC BY-SA (2018)

Wird die Anwendung des Rückmeldesystems auch auf mobilen Endgeräten angestrebt, so sind die Vorgaben des Responsive Designs zu berücksichtigen.

Visualisierung des Datensatzes bzw. der Objekte

Die Visualisierung der Daten kann auf Datensatz-Ebene über die räumliche Ausdehnung oder ein umschließendes Polygon erfolgen. Auf der Objektebene werden die Einzelobjekte in der Karte visualisiert und korrespondieren mit den in der Liste gelisteten Objekten. Für die Visualisierung in der Karte werden die Objekte beispielsweise von einem WMS (Web Map Service) oder WFS (Web Feature Service) zur Verfügung gestellt. Die Visualisierung der Objekte kann zusätzlich über Suche und Filter eingeschränkt werden.

Zuordnung der Rückmeldung zu Objekten

Die Auswahl der Objekte, zu denen eine Rückmeldung gegeben wird, kann sowohl in einem Kartenfenster als auch in einer Objektetabelle beziehungsweise Liste vom Nutzer direkt erfolgen. Wird ein Objekt nicht direkt ausgewählt, beispielsweise weil keine Visualisierung der Objekte vorliegt, kann die Zuordnung der Rückmeldung zu dem Objekt durch Matching-Algorithmen bewerkstelligt werden. Hierfür können neben den Koordinaten auch die von dem Datennutzer eingegebenen attributiven Informationen verwendet werden, um das nächst gelegene Objekt zu identifizieren und diesem die Rückmeldung zuzuordnen. Es ist festzulegen, ob eine punktuelle Verortung ausreichend ist oder dem Nutzer die Möglichkeit der Ablage von Linien- beziehungsweise Flächen-Referenzen gegeben werden soll, sowie eine Einfach- beziehungsweise Mehrfachselektion möglich sein soll. Ist die Zuordnung der Rückmeldung zu einem

Objekt nicht möglich, wird die Rückmeldung mit der angegebenen Verortung/Koordinate dem ausgewählten Datensatz zugeordnet.

Datei-Anhänge

Den Rückmeldungen sollen Dateien angehängt werden können, die dem Sachbearbeiter die Beurteilung der Situation erlauben. Hierbei kann es sich um Fotos, Pläne, Handskizzen, Dokumenten oder auch um Links zu externen Ressourcen handeln. Es sollten klare Vorgaben hinsichtlich erlaubter Dateianhänge und dem Umgang mit diesen gegeben werden. Dies betrifft beispielsweise die erlaubten Dateiformate oder die maximale Dateigröße.

Authentifizierung

Wird das Rückmeldesystem innerhalb des MDM realisiert, sind die technischen Vorgaben hinsichtlich Authentifizierung und die entsprechenden Sicherheitsstandards einzuhalten. Siehe dazu die technische Schnittstellenbeschreibung des MDM⁸⁵ bzw. das MDM-Handbuch⁸⁶. Wird das Rückmeldesystem außerhalb des MDM umgesetzt sind die nach dem aktuellen Stand der Technik etablierten Sicherheitsvorkehrungen zu treffen und eine Authentifizierung zumindest mittels Email-Adresse und sicherem Passwort umzusetzen. Die Applikation ist vor unberechtigten Zugriffen zu schützen und es ist zu gewährleisten, dass Anwender nur jene Daten einsehen können, zu denen sie berechtigt sind. Weiter ist zu definieren, ob die Applikation den Betrieb in Anwendungs-Portalen oder mit Single-Sign-On unterstützen soll.

Auswertungen, Statistiken

Für die im vorigen Kapitel beschriebenen Auswertungen und Statistiken sind gängige Dateiformate für die Vermittlung der entsprechenden Informationen beziehungsweise für die Weiterverarbeitung zu unterstützen (z.B.: .csv, .xls, .pdf).

Mit Hilfe eines Berichtswerkzeugs sollen Auswertungs-Templates erstellt und administriert werden können. Auswertungen können unter anderem Berechnungen, Texte und Diagramme unterstützen. Es sollte ermöglicht werden zu definierten Zeitpunkten beziehungsweise in definierten Intervallen automatisiert Auswertungen erstellen zu lassen. Diese könnten automatisiert an definierte Interessenten verteilt, beziehungsweise an einem definierten Ort abgelegt werden.

Kommunikationskanäle

Wie beschrieben, können für die Interaktion des Datennutzers und Datengebers mit dem Rückmeldesystem sowie untereinander unterschiedliche Kopplungs-Grade realisiert werden. Eine Möglichkeit ist dem Anwender des Rückmeldesystems nach erfolgter Anmeldung einen Überblick über die Meldungen seines Zuständigkeitsbereichs zu geben. Ebenso denkbar ist die Darstellung einer Übersicht, über alles was sich seit dem letzten Einstieg an den für den Anwender relevanten Meldungen geändert hat. Eine Möglichkeit, welche keinen Einstieg in das Rückmeldesystems erfordert, ist der Einsatz eines GeoRSS Feeds. Dieser informiert über alle

⁸⁵ MDM (2017)

⁸⁶ MDM (2016)

Änderungen der für den Anwender relevanten Meldungen. Ebenso denkbar ist der Versand von Benachrichtigungen (z.B.: per E-Mail oder per App), wenn Anpassungen stattgefunden haben.

Service-Schnittstellen

Damit der Rückmeldekanal nicht nur über eine Web-Applikation (siehe Benutzeroberfläche) bedient werden kann, ist die Einrichtung von Service-Schnittstellen erforderlich. Diese sollen die Anlage, Abfrage und Bearbeitung von Meldungen ermöglichen. Somit können beispielsweise Rückmeldungen aus einem automatisierten (Qualitätsprüf-)Prozess verarbeitet werden und an die datenabgebende Stelle gemeldet werden. Dabei sind ebenso die Vorgaben der Authentifizierung umzusetzen. Nützlich kann der Abruf von Rückmeldungen über Geodienste wie WMS oder WFS, um die Rückmeldungen in anderen Applikationen visualisieren zu können. Auf der Basis von Service-Schnittstellen können Erweiterungen für gängige Desktop-GIS oder Web-GIS umgesetzt werden und somit die Nutzung der Rückmeldemöglichkeit über für den Anwender gewohnte Applikationen durchgeführt werden. Ein solches Plugin kann Informationen wie die Verortung der Rückmeldung, sowie die Identifizierung des nächstgelegenen Objekts/Abschnitts durchführen und die Eingabe von kategorisiertem Feedback zu dem jeweiligen Objekt ermöglichen.

Organisatorische Überlegungen

Zuständigkeit für Betrieb, Zugriff und Pflege des Meldesystems

Neben den konzeptionellen und technischen Überlegungen ist festzulegen wer als Betreiber eines Rückmeldesystems fungieren kann. Hier sind unterschiedliche Varianten denkbar. Einerseits könnte das Rückmeldesystem als Teilapplikation innerhalb des MDM laufen und somit vom MDM beziehungsweise dem MDM-Betreiber betrieben werden, andererseits könnte ein Datengeber beziehungsweise ein Zusammenschluss mehrerer Datengeber als Betreiber auftreten. Eine weitere Möglichkeit ist der Betrieb durch ein Dienstleistungsunternehmen. Neben dem Betrieb ist auch die technische Administration und Pflege des Meldesystems festzulegen. Dies schließt auch die Verwaltung eines mandantenfähigen Benutzer- und Berechtigungssystems, sowie die Sicherstellung der Qualität mit ein.

Publikation neuer Datensätze

Werden neue Datensätze publiziert, muss der Rückmeldekanal für ebendiese möglichst automatisiert zur Verfügung stehen. Gegebenenfalls müssen für die Verfügbarkeit der gesamten Funktionalität des Rückmeldekanals ergänzende Angaben in den Publikationsdetails (Metadaten der Publikation) gemacht werden oder zusätzliche Visualisierungsdienste zur Verfügung gestellt werden.

Qualitätssicherung des Meldeprozesses

Der Meldeprozess sollte gewissen Qualitätskriterien genügen. Diese sind vom Betreiber des Rückmeldekanals festzulegen und können beispielsweise die Einhaltung von definierten Rückmeldezeiten enthalten. Für die Sicherstellung der Qualität sind geeignete Mechanismen umzusetzen. Hier sind beispielsweise automatisierte Benachrichtigungen beziehungsweise automatisierte Statusänderungen bei zu langer Liegedauer einer Meldung zu nennen.

5.8.3 Empfehlung

Die Diskussionen beim Praxistest und in den Workshops über das vorgestellte Konzept haben gezeigt, dass hinsichtlich des Detaillierungsgrads für Rückmeldungen für die Sachbearbeiter hauptsächlich die vorgestellte Ebene 3 (fein), das heißt Rückmeldungen auf Objektebene, sinnvoll erscheint. Mit detaillierten Informationen zu einzelnen Objekten kann ein Sachbearbeiter zielgerichtet etwaige Problemstellen kontrollieren und korrigieren. Es können jedoch auch Ebene 1 und 2, insbesondere hinsichtlich der Bewertung einer Teilmenge eines Datensatzes (z.B. alle Strecken im Raum X haben einen Versatz) nützlich sein. Bezüglich notwendiger Funktionalität wurde die Möglichkeit Datei-Anhänge zu erstellen, ein Statusmanagement sowie eine Zuständigkeitslogik als besonders relevant angesehen. Eine Zuständigkeitslogik für die Bearbeitung von einzelnen Rückmeldungen wird auch vor dem Hintergrund als sinnvoll erachtet, dass Rückmeldungen so auf direktem Weg an den richtigen Ansprechpartner überstellt werden, was derzeit in der Praxis nur selten der Fall ist. Dies würde allerdings erfordern, dass pro Publikation mehrere zuständige Personen angegeben werden können, was derzeit im MDM nicht möglich ist.

In den Diskussionen mit dem Betreuerkreis hat sich allerdings auch herausgestellt, dass der MDM auf Grund der dort vorherrschenden Heterogenität der Daten eher nicht als optimale Plattform für die Implementierung eines breit gefächerten Rückmeldekanals auf Objektebene gesehen wird. Zu bedenken ist dabei, dass der MDM nicht von einer großen Masse privater Nutzer, wie z.B. Google oder Open Street Map genutzt wird und daher umfangreiche Rückmeldesysteme mit Kartenfunktion und Visualisierung potentiell überdimensioniert sind. Zielgruppe des MDM sind Organisationen mit Fachkenntnis bezüglich der angeforderten Daten. Die Zahl der Rückmeldungen wird daher nicht so hoch eingeschätzt, als dass sich aus jetziger Sicht hinsichtlich eines Kosten-Nutzen-Verhältnisses die Implementation eines solchen Systems lohnen würde. Ein derartiges Rückmeldesystem wäre eher vorstellbar, wenn externe Dienstleister darin ein geeignetes Businessmodell sehen würden. Dies ist jedoch derzeit aus den genannten Gründen (geringe Nutzermasse) fraglich.

In den Experteninterviews sowie im Zuge des Praxistests hat sich gezeigt, dass Rückmeldungen derzeit meist in Form von E-Mails, Formularen oder auch vereinzelt mit Ticketing-Systemen erfolgen. Allerdings gibt es für die Abarbeitung der Rückmeldungen nicht immer definierte Prozesse. Solange statische Straßendaten noch nicht über den MDM zur Verfügung gestellt werden und sofern eine Umsetzung von entsprechenden Rückmeldefunktionen im MDM nicht absehbar ist, kann daher die Integration derartiger Funktionen (sofern nicht bereits vorhanden) in die derzeitigen Publikationskanäle der Datenbereitsteller Sinn machen. Allerdings wird sich auch hier die Umsetzung an der Nutzung der entsprechenden Datenportale und der Anzahl und Art der publizierten Datensätze orientieren müssen. Denn je breiter die jeweiligen Portale und deren Daten genutzt werden, umso höher ist der Bedarf Rückmeldungen in einheitlicher Form kanalisieren zu können und entsprechende Prozesse für deren Bearbeitung einzusetzen.

Zusammenfassend wird festgehalten, dass eine Ausgestaltung des Rückmeldekanals auf Objektebene für Datengeber und Datennutzer Sinn macht und aus inhaltlichen Gesichtspunkten empfohlen werden kann. Somit wird die gezielte Rückmeldung zu Datenungenauigkeiten ermöglicht und die Vorgabe der Delegierten Verordnung (EU) 2015/962 erfüllt. Den inhaltlichen Aspekten müssen allerdings wirtschaftliche Überlegungen gegenübergestellt werden, die die Umsetzung eines solchen Rückmeldekanals im Rahmen des MDM aus derzeitiger Sicht unrealistisch erscheinen lassen.

6 Workshops

Im Rahmen des Projektes wurden Workshops mit den Mitgliedern des Betreuerkreises durchgeführt, um Projektergebnisse zu präsentieren und zu diskutieren sowie um das weitere Vorgehen abzustimmen.

1. Workshop: 09.11.2017

Die Ergebnisse der Interviews mit den Straßenbauverwaltungen wurden aggregiert und im Rahmen eines Workshops am 09.11.2017 in der BAST den Fachbetreuern und dem Betreuerkreis vorgestellt und diskutiert. Als Ergebnis aus Datencharakterisierung und Datenqualitätsassessment wurde ein Schema zur Bewertung der Qualität von statischen Straßendaten erstellt. Dies wurde im Workshop erläutert und ebenfalls diskutiert.

Der Workshop wurde dokumentiert und als Ergebnisprotokoll an die Mitglieder des Betreuerkreises und der BAST versendet. Als Anlage wurden die Präsentation sowie der Entwurf des Bewertungsschemas beigefügt. Im Sinne der Weiterführung des Projektes und des nächsten Arbeitspaketes, in dem ein konkretes Konzept zur Qualitätssicherung erarbeitet wird, wurde der Betreuerkreis gebeten, das Bewertungsschema zu überprüfen und konstruktive Kritik zu üben.

2. Workshop: 23.02.2018

Im Rahmen des Projektes wurde ein Qualitätssicherungskonzept entwickelt und im Workshop vorgestellt. Im Rahmen dieses Arbeitsschritts wurden die Anforderungen an statische Straßendaten zum Zweck der Synthese von dynamischen Straßendaten mit statischen Straßendaten ermittelt und vorgestellt. Des Weiteren wurden Konzepte zur Entwicklung eines Rückmeldekanals vorgestellt und diskutiert.

In der Diskussion um die Anforderungen an statische Straßendaten für die Nutzung mit dynamischen Straßendaten wurde die Nutzung der geodätischen Referenzsysteme zur Lokalisierung thematisiert. Auch wenn die Abweichungen nur sehr gering sind, können Daten die einem WGS84 entstammen zu Lageungenauigkeiten führen, wenn sie auf ETRS89-Systemen verortet werden. Die dynamischen Daten werden im weltweit gängigen WGS84 System erhoben. Die Geodaten der Administrationen der Europäischen Union werden richtlinienkonform inzwischen im ETRS89-System geführt.

Die Anforderungen an statische Straßendaten durch das automatisierte Fahren sind sehr spezifisch und erfordern eine hochgenaue Ausdigitalisierung und Lagegenauigkeit der Geometrie der statischen Straßendaten. Bekannte Abbildungen aus Navigationssystemen, die z.B. Abbiegebeziehungen fahstreifengenau abbilden, sind lediglich logische Abbildungen, die nicht auf einer exakt ausdigitalisierten Geometrie basieren.

Die Anforderungen des automatisierten Fahrens werden als Zukunftsvision in die Betrachtung aufgenommen, aber im gegenständlichen Projekt nicht weiter behandelt.

Wie realistisch die Umsetzung der Anforderungen in den Straßenbauverwaltungen ist, wird im Praxistest evaluiert.

Da eine wichtige Anforderung für dynamische Daten bzw. deren Referenzierung die Routingfähigkeit ist, ist ein bundesweites routingfähiges Netz besonders wichtig. Das Integrationsnetz Straße würde einen wesentlichen Vorteil bringen, um einen bundesweiten Graphen zu haben.

Während der Vorstellung des Qualitätssicherungskonzeptes wurde über Art und Umfang der Ergebnisse gesprochen. Das Prüfkonzept ist sehr umfangreich und bedient verschiedene Schnittmengen der statischen Straßendaten; so werden einzelne Attribute anhand der zuvor definierten Qualitätsindikatoren, -kriterien und -parameter analysiert sowie Teilmengen der Daten wie z.B. einzelne Straßenklassen (BAB, Bstr, etc). Dadurch soll eine größtmögliche Genauigkeit bei der Prüfung erzielt werden. Außerdem können spezifische Bedürfnisse der potenziellen Nutzer gezielter bedient werden. Grundsätzlich ist eine dynamische Qualitätsbewertung auf Basis spezifizierbarer Anforderungen wünschenswert. Die Umsetzbarkeit ist jedoch noch fraglich. Dafür wird innerhalb des Projekts keine Anwendung entwickelt, die Idee wird jedoch als Konzept aufgenommen. Als realistischer wird stattdessen die Ausgabe von Qualitätsprüfungsergebnissen für definierte Anwendungsfälle bewertet.

Es stellt sich die Frage, in welchem Format die Ergebnisse der Qualitätssicherung zur Verfügung gestellt werden. Diesbezüglich wurde erwähnt, dass der OKSTRA-to-INSPIRE-Konverter, der bald zur Verfügung stehen soll. Diese Frage ist natürlich unweigerlich mit der Frage verknüpft in welchem Format die statischen Straßendaten zur Verfügung gestellt werden.

Im Anschluss an den Vortrag zu verschiedenen Konzepten von Rückmeldekanälen ergaben sich Diskussionen über verschiedenen Themen. So stellt sich in der Diskussion über die Rückmeldung auf der übergeordneten Ebene (d.h. nicht Objekt-Ebene) heraus, dass diese Art des Feedbacks für den Datenabgeber nicht von Relevanz ist und daher nur eine Rückmeldung auf Objektebene Sinn macht.

In der Diskussion über eine Anbindung bzw. Einbindung in den MDM war zumindest eine MDM-Variante im Konzept gewünscht.

Des Weiteren sollte überprüft werden ob die del. EU-Verordnung vorschreibt, dass der Rückmeldekanal über den nationalen Zugangspunkt laufen muss.

Bezüglich der Anforderungen an den Rückmeldekanal wurde empfohlen, den aktuellen Status des MDM zu nehmen und das technische Konzept als Art MDM-Change Requests zu definieren. Eine Einschränkung beziehungsweise Prioritätensetzung bei den genannten Anforderungen wurde nicht vorgenommen. Es sollte nicht zu kompliziert sein (vgl. Empfehlung aus dem Vorprojekt: Rückmeldeformular) und auf jeden Fall darstellen wie die Kommunikations-/ Prozessabläufe ablaufen könnten. Von der BAST wird befürwortet, wenn unterschiedliche Beispiele integriert und die genannten Anforderungen dokumentiert werden. Als Beispiel für einen

Rückmeldekanal kann die Beschwerdepublikation im Rahmen der Markttransparenzstelle für Kraftstoffe des Bundeskartellamtes gesehen werden, welche die Möglichkeit bietet falsche Tankstellenpreise per „Gegenpublikation“ zu melden. Bei TN-ITS ist ein automatisierter Rückmeldekanal in Vorbereitung. Dieser ist darauf ausgelegt, Rückmeldungen aus einem automatisierten Übernahmeprozess (z.B.: Verortung auf das eigene Netz) automatisiert zu generieren und an die datenabgebende Stelle zurückzumelden. Dieser Anwendungsfall könnte bei den Anforderungen für/an eine Service-Schnittstelle beschrieben werden.

Bezüglich des Feedbacks auf Objektebene wurde festgestellt, dass dies (zumindest auf Kartenebene) bedingen würde, dass die Daten visualisiert und ausgewählt werden können.

Derzeit sind keine statischen Straßendaten über den Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM) verfügbar. Dies ist jedoch in Planung. Herr Lubrich prüft, ob die im Vorgängerprojekt getätigten Empfehlungen zur Verfügungstellung der statischen Straßendaten im Format OKSTRA bzw. TN-ITS/INSPIRE und weitere Empfehlungen in Umsetzung oder Planung sind.

Der AN berücksichtigt, welche Anforderungen hinsichtlich der Einbindung der Qualitätsinformationen bereits in der del. EU-Verordnung bzw. in der INSPIRE-Richtlinie vorgegeben werden. Als ein Beispiel der Integration einer Qualitätsinformation wurde die Plattform „Mobilitätsdaten Österreich“ angeführt, auf der z.B. die Qualitätsbeschreibung des Datums „ASFINAG Verkehrslage“ wie folgt lautet: „24x7 Betrieb, Quasi-Echtzeit, qualitätsgesichert durch spezialisiertes Personal“. Die EU-Richtlinie bzw. del. Verordnung ist damit erfüllt. Der Konsens auf dem Workshop war allerdings, dass die Aussagen grundlegend verfeinert werden müssen.

Nicht alle Informationen müssen laut BASt über den MDM zur Verfügung gestellt werden. Es könnten auch mehrere Qualitäts-Werte auf Anfrage ausgegeben werden. Ein Vorschlag für die Einbindung mit mehr/weniger Parametern wird in AP 3.2 diskutiert.

Bezüglich der Integration der Qualitätsinformation ergibt sich eine Abhängigkeit vom Praxistest. Nur diejenigen Merkmale sollten in den Katalog aufgenommen werden, die als relevant für die Praxis eingestuft werden.

3. Workshop: 24.04.2018

Im Rahmen des Projektes wurde ein Qualitätssicherungskonzept entwickelt und diesbezüglich ein Praxistest durchgeführt, um die Umsetzbarkeit und die Integration der Prozesse in die Praxis zu untersuchen. Des Weiteren wurden Konzepte zur Integration der Qualitätsinformation in den MDM sowie zur Entwicklung eines Rückmeldekanals vorgestellt und diskutiert.

Im Rahmen des Workshops wurde deutlich, dass die Datenhaltung der Straßeninformationbanken ein heterogenes Bild ergibt. Gerade in den neuen Bundesländern haben die erhobenen Daten oftmals eine hohe Qualität und die beinhalteten Themen werden unterschiedlich gehand-

habt. Ein weiterer Praxistest wurde vom Betreuerkreis vorgeschlagen. Ins Auge gefasst wurde dabei Sachsen-Anhalt (siehe Kapitel 5.5.1).

Zum Thema Qualitätssicherungskonzept war sich der Betreuerkreis einig, dass es wünschenswert ist, den Nutzer in die Position zu versetzen, selbst zu entscheiden, ob die Daten seinen Qualitätsansprüchen genügen. Dafür müssen zahlreiche Informationen als Metainformationen zur Verfügung gestellt werden, anhand derer der Nutzer die Qualität für seine Zwecke ableiten kann. Gesamtaussagen für die Gesamtdaten sind daher nicht zielführend.

Zur Integration der Prozesse wurde erläutert, dass bestimmte Änderungen im Ablauf oder auch Veränderungen der Programmierung der SIB grundsätzlich umsetzbar sind, wenn die konkrete Anweisung da ist und klar ist, dass der Aufwand vergütet wird.

Das vorgestellte Modell wirkte auf die Anwesenden sinnvoll. Ein Vorteil der vorgestellten Variante ist, dass das Metadaten-Modell des MDM nicht angepasst werden müsste. In die Überlegungen müsste einbezogen werden, ob es sinnvoll bzw. machbar ist, den vorgestellten Quality Report auch auf Objektebene einzusetzen. Aus Nutzersicht ist bezüglich der Nutzbarkeit zu hinterfragen wer die mitgegebenen Informationen lesen und verarbeiten kann. Es muss beschrieben sein wie die Bewertung zustande kommt.

Es ist wünschenswert, dass die Qualitätsinformationen nicht an zu vielen Stellen gleichzeitig vorgehalten werden müssen, damit Doppelarbeit und Inkonsistenzen vermieden werden. Ein Verweis zu einer Seite, die die Qualitätsinformationen aufzeigt ist dementsprechend ein guter Lösungsansatz.

Für die Sachbearbeiter war die vorgestellte 3. Ebene, d.h. Rückmeldungen auf Objektebene sinnvoll. Mit detaillierten Informationen zu einzelnen Objekten kann ein Sachbearbeiter zielgerichtet etwaige Problemstellen kontrollieren und korrigieren. Dazu wären Informationen zum Status wünschenswert. Es können jedoch auch Ebene 1 und 2, insbesondere z.B. die Bewertung einer Teilmenge des Datensatzes (z.B. alle Strecken im Raum X haben einen Versatz) nützlich sein. Grundsätzlich wird der MDM auf Grund der dort vorherrschenden Heterogenität der Daten eher nicht als optimale Plattform für die Implementierung eines breit gefächerten Rückmeldekanals auf Objektebene gesehen. Zu bedenken ist, dass der MDM nicht von einer großen Masse privater Nutzer, wie z.B. Google oder OSM genutzt wird und daher umfangreiche Rückmeldesysteme mit Kartenfunktion bzw. Visualisierung etc. potentiell überdimensioniert sind. Zielgruppe des MDM sind Organisationen mit Fachkenntnis bzgl. der angeforderten Daten. Die Zahl der Rückmeldungen wird daher nicht so hoch eingeschätzt, als dass sich aus jetziger Sicht hinsichtlich eines Kosten-Nutzen-Verhältnisses die Implementation eines solchen Systems lohnen würde. Ein derartiges Rückmeldesystem wäre eher vorstellbar, wenn externe Dienstleister darin ein geeignetes Businessmodell sehen würden. Dies ist jedoch derzeit aus o.g. Gründen (mangelnde Nutzermasse) eher fraglich. Eine Visualisierung der Daten ist derzeit im MDM kein Thema, da dies für die Erfüllung der Broker-Funktion als nicht erforderlich angesehen wird. Ein Zuständigkeitsfinder für die Bearbeitung von einzelnen Rückmeldungen wird jedoch

als sinnvoll erachtet. Rückmeldungen würden damit direkt an den korrekten Ansprechpartner überstellt werden. Die derzeitige Rückmeldeadresse bei Straßen.NRW ist die allgemeine Adresse, von der aus die Anfragen intern weitergeleitet werden. Derzeit kann im MDM pro Organisation nur eine Person in den Metadaten der Publikation angegeben werden (jene welche als Ansprechperson der Organisation angegeben ist). Dies wird derzeit geändert, sodass zukünftig auch weitere Personen der Organisation angegeben werden können.

7 Zusammenfassung

Ziel des Projektes war die Entwicklung eines Qualitätssicherungskonzeptes für die Bereitstellung von Straßendaten für Echtzeit-Verkehrsinformationssysteme. Dafür wurden Erkenntnisse über die Grundlagen von Qualitätsanforderungen, -modellen und -normen ermittelt (Kapitel 3).

In Kapitel 4 wurden die bekannten statischen Straßendaten und deren Bearbeitung mit dem Schwerpunkt auf Straßeninformationssystemen mittels Experteninterviews und eines Datenqualitätsassessments überprüft. Zu analysieren war, welche Art Daten die Straßeninformationssysteme enthalten und unter welchen Kriterien diese zu beurteilen sind. Diesbezüglich flossen die Erkenntnisse aus der Literaturrecherche sowie die Erfahrungen der Auftragnehmer mit ein.

Das Ergebnis aus beiden Arbeitspaketen war ein erster Entwurf für ein Bewertungsschema. Dieser Entwurf wurde dem Betreuerkreis in dokumentierter Form und mit Beispielen zur Verfügung bzw. zur Diskussion gestellt. Die Rückmeldungen flossen zu Beginn der Arbeiten in Kapitel 5 ein.

In Kapitel 5 wurden die Anforderungen an statische Straßendaten für Echtzeit-Verkehrsinformationssysteme analysiert. Des Weiteren flossen die vorangegangenen Untersuchungen und Ergebnisse in die Weiterentwicklung des Qualitätssicherungskonzeptes ein, das anschließend in Praxistests evaluiert wurde. Daraus ergaben sich ein modifiziertes Qualitätssicherungskonzept und Empfehlungen für die Integration der Prozesse.

Schließlich wurden Möglichkeiten für die Integration der Qualitätsinformation in das Metadatenmodell (MDM) des nationalen Zugangspunktes und zur Entwicklung eines technischen Rückmeldekanals diskutiert und Empfehlungen ausgesprochen.

8 Fazit

Die über die Literaturrecherche ermittelten Qualitätskriterien haben sich im Rahmen der Untersuchung als grobe thematische Gliederung bewährt und konnten, trotz mehrfacher Modifikation des Bewertungsschemas beibehalten werden. Die Qualitätsindikatoren wurden im Verlauf der Arbeiten hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit untersucht und angepasst. Die Kenngrößen für die Qualität liegen als Vorschlag innerhalb des Qualitätssicherungskonzeptes vor und wurden anhand konkreter Beispiele (z.B. NEMOBFStr, siehe Kapitel 3.5.3) sowie Erfahrungswerten des AN aus eigenen Qualitätssicherungskonzepten erstellt oder aus bereits vorliegenden Qualitätskonzepten übernommen (z.B. ASB: Segment „Qualität“, QUANTIS). Die im Datenqualitätsassessment ermittelten Indikatoren und Kenngrößen wurden im Rahmen der Praxistests überprüft und angepasst.

Deutlich wurde im Rahmen aller vorangegangenen Arbeitsschritte, dass eine Qualitätssicherung für statische Straßendaten der Straßenbauverwaltungen auf mehreren Ebenen erfolgen muss, um sinnvolle Qualitätssicherungen zu etablieren und um für den Nutzer relevante Aussagen treffen zu können. Eine Aufteilung der Qualitätsaussage auf Meta- und Detailebene scheint daher als einzige Methode zielführend.

Im Rahmen der Praxistest wurde außerdem evident, dass sich die Methoden der Datenhaltung und –aufnahme zwischen den Straßenbauverwaltungen unterscheiden und Aussagen zu bestimmten Qualitätskriterien derzeit in unterschiedlicher Ausprägung getroffen werden können. Dabei ist die Zielrichtung der Straßeninformationsbanken bezüglich deren Nutzung relevant, die darüber entscheidet, mit welcher Genauigkeit Daten aufgenommen und gepflegt werden. Als Fazit kann die Erkenntnis gezogen werden, dass diesbezüglich also eine Willensbekundung und eine gesicherte Finanzierung notwendig ist. Ist dies der Fall, können Anpassungen der ASB (z.B. bezüglich der Genauigkeitsanforderungen) sowie falls notwendig Anpassungen innerhalb der SIB-Systeme vorgenommen und Bestandsaufnahmen verfeinert werden.

Hinsichtlich der Übermittlung der Qualitätsinformationen an den Datennutzer beziehungsweise der Integration der Qualitätsinformationen in das Metadaten-Modell des nationalen Zugangspunkts müssen die Metadaten auf der Meta- sowie Detailebene betrachtet werden. Hierbei ist besonders zu beachten, dass eine redundante Führung von Metadaten möglichst verhindert wird. Sollte dies nicht möglich sein, sind über automatisierte Abgleiche Inkonsistenzen bestmöglich zu vermeiden. Die bestehende Metadatenverwaltung des Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM) könnte um einzelne Informationen der Metaebene ergänzt werden. Dabei sind europäische Harmonisierungsinitiativen im Bereich der Metadaten nationaler Zugangspunkte (wie der SPA Coordinated Metadata Catalogue) zu berücksichtigen, um Interoperabilität sowie möglichst einfache Verknüpfungen mit anderen Datenportalen zu ermöglichen. Die Metadaten der Detailebene (z.B.: Objektklassen-, Attributebene) könnten über eine separate Schnittstelle ausgetauscht werden. Die Qualitätsinformationen auf Objektebene sollten, sofern möglich, mit den Fachdaten gespeichert und übertragen werden.

Die technischen Möglichkeiten zur Implementierung eines Rückmeldekanals als Feedbackmöglichkeit für Datennutzer sind vielfältig und haben sich unter anderem an den Anforderungen des Betreibers und der Nutzer des entsprechenden Publikationskanals zu orientieren. Die Umsetzung einer Rückmeldefunktion für die Objektebene ist sinnvoll und kann aus inhaltlicher Sicht somit empfohlen werden. Damit wäre die gezielte Rückmeldung zu Datenungenauigkeiten ermöglicht und die Vorgabe der Delegierten Verordnung (EU) 2015/962 erfüllt. Allerdings müssen den inhaltlichen Aspekten auch wirtschaftliche Überlegungen gegenübergestellt werden, die die Umsetzung eines solchen Rückmeldekanals im Rahmen des Mobilitäts Daten Marktplatzes aus derzeitiger Sicht unrealistisch erscheinen lassen. Alternativ dazu bieten einige Datenbereitsteller, über ihre bestehenden Publikationskanäle, den Datennutzern bereits heute Möglichkeiten Rückmeldungen zu den Daten zu geben. Eine Interaktion beziehungsweise technische Synergien-Findung zwischen dem Mobilitäts Daten Marktplatz und weiteren Publikationskanälen hinsichtlich der Rückmeldemöglichkeiten sollte in Erwägung gezogen werden, um Implementierungsaufwände möglichst gering zu halten.

Literaturverzeichnis

Apple Inc. (2018): Apple iOS 11.3 – Problem-Meldung in Apple Maps

Bayrische Vermessungsverwaltung (2018): Energie-Atlas Bayern – Korrekturmeldung, Online: <http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten>. Zuletzt geprüft: 15.11.2017

BERG INSIGHT (2010): Traffic Information Services, Online: <http://www.lbsinsight.com/filearchive/3/3447/Whitepaper%20Traffic%20Information%202010.pdf>. Zuletzt geprüft: 27.11.2017

Blaive, L. (2010): „How location referencing works in DATEX II?, DATEX II Forum Berlin“, Online: http://www.datex2.eu/user-forum/1_Blaive_Location_Referencing_in_DATEXII.pdf. Zuletzt geprüft: 30.11.2017

Bundesanstalt für Straßenwesen (2015): Location Code List / Event Code List, Online: <http://www.bast.de/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-LCL/location-code-list.html?nn=605096>. Zuletzt geprüft: 15.11.2017

Bundesanstalt für Straßenwesen (2016): Mobilitäts Daten Marktplatz, DATEX II Profile, Online: <http://www.mdm-portal.de/service/hilfe/datex-ii-profile.html>. Zuletzt geprüft: 15.11.2017

Bundesanstalt für Straßenwesen (2016a): Mobilitäts Daten Marktplatz, MDM: Benutzerhandbuch V2.3 – 12|2016, Online: <http://www.mdm-portal.de/download/mdm-benutzerhandbuch-v2.3.pdf>. Zuletzt geprüft: 15.11.2017

Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur (BMVI), Abteilung Straßenbau (2014): ASB – Anweisung StraßeninformationsBank – Kernsystem; Version 2.03

Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur (BMVI): NEMOBFSr - Netzmodell der Bundesfernstraßen

Crosby, P.B. (1979): Quality is free: the art of making quality certain, McGrawHill, New York.

data.gv.at (2015): Standardbeschreibung der Graphenintegrationsplattform (GIP), Online: <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/e5cca30b-299f-496b-8162-919dca91d94e>. Zuletzt geprüft: 27.11.2017

Datex II (2017): Info auf Website, Online: <http://www.datex2.eu/>. Zuletzt geprüft: 15.11.2017

DCAT-AP.de Arbeitsgruppe (2017), Informationsmodell des Standards DCAT-AP.de als Erweiterung von DCAT-AP, Online: http://www.dcat-ap.de/def/dcatde/1_0/spec/specification.pdf. Zuletzt geprüft: 27.11.2017

DIN (2007): Qualitätsmodell für die Beschreibung von Geodaten. PAS 1071:2007-10.

DIN (2008): DIN 55350-11, Begriffe zum Qualitätsmanagement - Teil 11: Ergänzung zu DIN EN ISO 9000:2005

Edgwall Software (2018): Fehler-/Problemverfolgung, Online: <https://josm.openstreetmap.de/>. Zuletzt geprüft: 30.11.2017

Europäische Kommission (2010): Verordnung (EG) Nr. 1089/2010 zur Durchführung der Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Interoperabilität von Geodatensätzen und -diensten

Europäisches Parlament und Rat (2007): Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Interoperabilität von Geodatenätzen und –diensten

Europäisches Parlament und Rat (2010): Richtlinie 2010/40/EU zum Rahmen für die Einführung intelligenter Verkehrssysteme im Straßenverkehr und für deren Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern

European Committee for Standardization (1999): ENV 12656, Geoinformation. Datenbeschreibung. Qualität

Europäische Kommission (2014): Delegierte Verordnung (EU) 2015/962 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/40/EU des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Bereitstellung EU-weiter Echtzeit-Verkehrsinformationsdienste

GDI-DE Wiki (2011), Online: https://wiki.gdi-de.org/download/attachments/3344214/MetadatenfelderINSPIRE_with_expected_fields.xls?api=v2. Zuletzt geprüft: 15.11.2017

Freudenstein, J. (2013): Datenmodell für die Markttransparenzstelle für Kraftstoffe (MTS-K) im Rahmen des Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM), Version 01-01-00, Online: http://www.mdm-portal.de/download/mdm_datenmodell_mts-k_v01-01-00.zip. Zuletzt geprüft: 30.11.2017

Geoland.at (2018): Online: http://www.geoland.at/geo_webgis/. Zuletzt geprüft: 30.11.2017

GIP-Communicator (2018): Online: <http://www.gip.gv.at/>. Zuletzt geprüft: 27.11.2017

Google Inc. (2018): Melden von Fehlern, Online: <https://www.google.de/maps>

Haspel, U. (2006): EuroRoadS - Deliverable D6.12, Terminology catalogue

heimbuchner consulting GmbH (2018): GIP Österreich – GIP Communicator, Online: <http://www.gip.gv.at/>. Zuletzt geprüft: 15.11.2017

Heinrich, T. et al. (2016): FE 03.0505/2012/IRB, Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems für die Erfassung und Weiterverarbeitung von Daten für IVS-Dienste

HERE Global B.V. (2018): Feedbackmöglichkeit, Online: <https://wego.here.com/>. Zuletzt geprüft: 27.11.2017

HERE Global B.V. (2018): HERE Map Creator, Online: <https://mapcreator.here.com/mapcreator>. Zuletzt geprüft: 15.11.2017

Highways Agency (2010), Data Quality Publication Extension, Online: <http://www.datex2.eu/content/data-quality-publication-extension>. Zuletzt geprüft: 30.11.2017

Huber, L. (2009): Grundlagen zur Norm ISO/IEC 17025-2005 und deren Implementierung, Online: <https://www.agilent.com/cs/library/primers/Public/5990-4540DEE.pdf>. Zuletzt geprüft: 27.11.2017

INSPIRE Maintenance and Implementation Group (2017): Technical Guidelines for implementing dataset and service metadata based on ISO/TS 19139:2007

ISO (1995): ISO 8402, Qualitätsmanagement - Begriffe

ISO (2015): ISO 9000, Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe

ISO (2015): ISO 9001, Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen

ISO (2014): DIN EN ISO 14819-3, Intelligente Transportsysteme - Verkehrs- und Reiseinformationen über Verkehrsmeldungskodierung - Teil 3: Ortsreferenzierung für Radiodatenbanken für den digitalen Radiokanal für Verkehrsmeldungen (RDS-TMC) unter Nutzung von ALERT-C (ISO 14819-3:2013)

ISO (2011): ISO 14825, Intelligente Transportsysteme – Geographic Data Files (GDF)

ISO (2017): ISO 17025, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien

ISO (2015): ISO 17572-3, Intelligent transport systems (ITS) -- Location referencing for geographic databases -- Part 3: Dynamic location references (dynamic profile)

ISO (2015): ISO 19101-1, Geographic information -- Reference model -- Part 1: Fundamentals

ISO (2014): ISO 19115-1, Geoinformation - Metadaten - Teil 1: Grundsätze

ISO (2009): ISO 19115-2, Geoinformation - Metadaten - Teil 2: Erweiterungen für Bild- und Rasterdaten

ISO (2016): ISO 19119, Geoinformation – Services

ISO (2007): ISO 19136, Geoinformation – Geography Markup Language (GML)

ISO (2013): ISO 19157, Geographic information -- Data quality

ISO (2017): ISO 19157 DAM 1, Amendment 1: Describing data quality using coverages

ISO (2008): ISO/TR 21707:2008, Intelligente Verkehrssysteme - Integrierte Verkehrsinformationen, Verwaltung und Steuerung - Datenqualität in ITS Systemen

ISO (2006): ISO/TS 24530-2, Traffic and Travel Information (TTI) -- TTI via Transport Protocol Experts Group (TPEG) Extensible Markup Language (XML) -- Part 2: tpeg-locML

ITS Vienna Region (2018): GIP Verwaltung – Informationen, Online: <https://www.its-viennaregion.at/>

Kamalski, T. (2009): Präsentation "OpenLR™ - Introduction, Online: <http://www.openlr.org/data/docs/OpenLR-Introduction.pdf>. Zuletzt geprüft: 30.11.2017

Kellermann A., Pollesch, P. & Haspel, U. (2011): Qualitätsbewertung von Verkehrsinformationssystemen – Die QUANTIS-Methodik. In: Straßenverkehrstechnik 6/2011, S. 366-373.

Koordinierungsstelle GDI-DE (2008): Deutsche Übersetzung der Metadatenfelder des ISO 19115 Geographic information – Metadata, Online:

[http://www.geoportal.de/SharedDocs/Downloads/DE/GDI-](http://www.geoportal.de/SharedDocs/Downloads/DE/GDI-DE/Deutsche_Uebersetzung_der_ISO-Felder.pdf?__blob=publicationFile)

[DE/Deutsche_Uebersetzung_der_ISO-Felder.pdf?__blob=publicationFile](http://www.geoportal.de/SharedDocs/Downloads/DE/GDI-DE/Deutsche_Uebersetzung_der_ISO-Felder.pdf?__blob=publicationFile). 15.11.2017

Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (2018):

Bayern-Atlas – Feedback zur Karte, Online: <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas>. Zuletzt geprüft: 15.11.2017

Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (2018): Informationsvideo – Erfassen von Objekten, Online: <https://www.geoportal-bw.de>. Zuletzt geprüft: 30.11.2017

-
- MDM (2017): Technische Schnittstellenbeschreibung V2.8.0 – 09|2017, Online: <http://www.mdm-portal.de/download/mdm-technische-schnittstellenbeschreibung-v2.8.0.pdf>. Zuletzt geprüft: 27.11.2017
- MDM (2016): Benutzerhandbuch V2.3 – 12|2016, Online: <http://www.mdm-portal.de/download/mdm-benutzerhandbuch-v2.3.pdf>. Zuletzt geprüft: 30.11.2017
- Mobilitäts Daten Marktplatz (2017), Datenmodell für Verkehrs- und Umfelddaten (DATEX II Profil), Online: <http://www.mdm-portal.de/service/hilfe/datex-ii-profile.html>. Zuletzt geprüft: 15.11.2017
- National Institute of Standards and Technology (NIST) (1992): Federal Information Processing Standard (FIPS) 173, The Spatial Data Transfer Standard (SDTS)
- Neumann, T. (2014): Qualitätsmodellierung und –bewertung im Verkehr mittels eines probabilistischen Rahmenkonzepts, *Straßenverkehrstechnik* 7/2014, S. 450-457.
- Neumann, T., Dalaff, C. & Niebel, W. (2014): Was ist eigentlich Qualität? – Versuch einer begrifflichen Konsolidierung und Systematik im Verkehrsmanagement. In: *Straßenverkehrstechnik* 9/2014, S. 601-606.
- Österreichische Länder bzw. Ämter der Landesregierung (2018): Geoland.at – Informationen, Online: http://www.geoland.at/geo_webgis. Zuletzt geprüft: 30.11.2017
- OKSTRA-Pflegestelle (2017): Objektkatalog für das Straßenwesen OKSTRA, Version 2.017, Online: <http://www.okstra.de/docs/2017/d-2017.zip>. Zuletzt geprüft: 30.11.2017
- Open Street Map-Mitwirkende (2018): Fehlermeldung, Online: www.openstreetmap.org. Zuletzt geprüft: 27.11.2017
- Open Street Map-Mitwirkende (2018): Wiki: DE:Fehler melden, Online: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Fehler_melden. Zuletzt geprüft: 15.11.2017
- Pfeiffer, H.-W. (2010): ISO 17572 Geo-Referencing Standard and AGORA-C Patent Pool, Online: http://www.datex2.eu/user-forum/3_Pfeiffer_LocationReferencingBasics.pdf. Zuletzt geprüft: 27.11.2017
- Skobbler GmbH (2018): Meldemöglichkeiten, Online: <http://www.mapdust.com/>. Zuletzt geprüft: 27.11.2017
- SPA-Working Group (2015), SPA – Coordinated Metadata Catalogue, Online: https://www.its-platform.eu/filedepot_download/1976/5862. Zuletzt geprüft: 27.11.2017
- Straßennetz Landesbetrieb Straßenbau NRW (2017): INSPIRE Download Service Feed, Online: <http://www.gis-rest.nrw.de/atomFeed/rest/atom/f4affc5e-a01a-4531-895c-5c6e59685ed1>. Zuletzt geprüft: 27.11.2017
- TomTom International B.V. (2013): OpenLR™ - Open, Compact and Royalty-free Dynamic Location Referencing, Online: <http://www.openlr.info> Zuletzt geprüft: 30.11.2017
- TomTom International BV. (2018): Dokumentation MapShare Reporter, Online: <https://www.tomtom.com/mapshare/tools/>. Zuletzt geprüft: 15.11.2017
- Turner, S. (2002): Defining and Measuring Traffic Data Quality – White Paper, Federal Highway Administration, Washington, D. C.

Universität Stuttgart (2017): EuroRoadS, Projektzusammenfassung, Online: <https://www.uni-stuttgart.de/ingeo/forschung/projekte/euroroads.html>. Zuletzt geprüft: 30.11.2017

Von der Ruhren, S., Weidner, B. (2016): FE 03.0500/2012/IRB, Entwicklung eines Verfahrens zur optimierten Zugänglichkeit von kartenrelevanten Straßendaten für IVS

Wiltshko, T., Kaufmann, T. (2004): EuroRoadS, Deliverable D2.2 Report on quality frame for information

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1:	Objektklassen; Quelle: Landesbetrieb Straßenbau NRW (2017), eigene Darstellung	33
Tabelle 5-1:	Gängige Referenzierungsverfahren von Meldungsstandards	38
Tabelle 5-2:	Nennungen von notwendigen Aktualisierungsintervallen statischer Straßendaten für C-ITS/HAF, Expertenbefragung Projekt "LaneS"	44
Tabelle 5-3:	Zusammenfassung von Qualitätsanforderungen statischer Straßendaten im Kontext C-ITS/HAF	46
Tabelle 5-4:	Qualitätskriterien; Quelle: Neumann et al. (2014), Wilschko/ Kaufmann (2004), eigene Darstellung	47
Tabelle 5-5:	Bewertungsschema für eine Objektklasse (hier als Beispiel Fahrstreifen); Quelle: eigene Darstellung	59
Tabelle 5-6:	Bewertungsschema für eine Straßenklasse (hier als Beispiel Autobahnnetz); Quelle: eigene Darstellung	62
Tabelle 5-7:	Eckdaten zum Praxistest I	63
Tabelle 5-8:	Qualitätsangaben zum Gesamtdatensatz (Metaebene); Quelle: eigene Darstellung	69
Tabelle 5-9:	Attribute der Objektklasse „Abschnitte und Äste“ der Straßeninformationsbank von Nordrhein-Westfalen; Eigene Darstellung	71
Tabelle 5-10:	Eckdaten zum Praxistest II	75
Tabelle 5-11:	ISO 19115 – Datenqualitätselement, Quelle: Koordinierungsstelle GDI-DE (2008)	87
Tabelle 5-12:	Coordinated Metadata Catalogue – Qualitätsinformationen, Quelle: SPA Working Group (2015)	88
Tabelle 5-13:	DCAT-AP.de: Feld Qualitätssicherungsprozess URI, Quelle: DCAT-AP.de Arbeitsgruppe (2017)	88
Tabelle 5-14:	Metadaten der Klasse DataValue für Qualitätsinformationen, Quelle: Mobilitäts Daten Marktplatz (2017)	89
Tabelle 5-15:	Kriterienkatalog am Beispiel Streifigkeit/Fahrstreifen, Quelle: eigene Darstellung	92

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1:	EuroRoadS - Qualitätsmanagement, Quelle: Universität Stuttgart (2017)	24
Abbildung 4-1:	Datenaufbereitung, Fallbeispiel Hamburg; Quelle: Eigene Darstellung	29
Abbildung 5-1:	Beispiel Qualitätsbewertung; Quelle: Heinrich, T. et al. (2016)	48
Abbildung 5-2:	Struktur des EuroRoadS- Qualitätsmodells, Quelle: Wilschko/ Kaufmann (2004)	50
Abbildung 5-3:	Ermittlung von Qualitätsindikatoren (Beispiel) Quelle: eigene Darstellung	56
Abbildung 5-4:	Zusammenführung der Qualitätsstufen der Teilmengen (Beispiel) Quelle: eigene Darstellung	57

Abbildung 5-5:	Beispiel für die Metadaten einer Publikation im MDM, Quelle: www.mdm-portal.de (2018)	85
Abbildung 5-6:	Qualitätsangaben zur Höhe, Quelle: OKSTRA®-Pflegestelle (2017)	90
Abbildung 5-7:	Qualitätsangaben zu Punktort, Quelle: OKSTRA®-Pflegestelle (2017)	90
Abbildung 5-8:	Beispielhafte UML-Abbildung des Qualitätsreports als Vorschlag für eine DTEX II Erweiterung; Quelle: eigene Darstellung	94
Abbildung 5-9:	Übersicht über Qualitätsebenen der Metadaten; Quelle: eigene Darstellung	98
Abbildung 5-10:	Detaildarstellung eines ausgewählten Qualitätsmerkmals des Qualitätsreports der Objektklasse; Quelle: eigene Darstellung	99
Abbildung 5-11:	Erfassung der Objekte - Geoportal BW – Screenshot aus Informationsvideo, Quelle: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (2018)	102
Abbildung 5-12:	Metadatensuche – Geoportal BW – Screenshot aus Informationsvideo 2, Quelle: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (2018)	103
Abbildung 5-13:	Meldung an verantwortliche Stelle - Geoportal BW – Screenshot aus Informationsvideo 3, Quelle: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (2018)	104
Abbildung 5-14:	BayernAtlas: Absetzen einer Änderungsmeldung, Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung (www.bayernatlas.de) (2018)	105
Abbildung 5-15:	Korrektur melden im Energie-Atlas-Bayern, Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung (www.bayernatlas.de) (2018)	106
Abbildung 5-16:	Formular zur Korrektur - Energie-Atlas-Bayern, Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung (www.bayernatlas.de) (2018)	106
Abbildung 5-17:	Inhalt der Beschwerdepublikation, Quelle: Freudenstein, J. (2013)	107
Abbildung 5-18:	Oberfläche des GIP Communicators, Quelle: GIP-Communicator, ÖV DAT – Österreichisches Institut für Verkehrsdateninfrastruktur (2018)	108
Abbildung 5-19:	Erfassung einer neuen Meldung im GC, Quelle: GIP-Communicator, ÖV DAT – Österreichisches Institut für Verkehrsdateninfrastruktur (2018)	109
Abbildung 5-20:	Erstellung einer Skizze mit dem GC Online Editor, Quelle: GIP-Communicator, ÖV DAT – Österreichisches Institut für Verkehrsdateninfrastruktur (2018)	109
Abbildung 5-21:	Feedback Möglichkeit auf geoland.at , Quelle: Geoland.at (2018) & basemap.at (2018)	111
Abbildung 5-22:	Meldung eines Fehlers direkt über die OSM Webseite, Quelle: © Open Street Map-Mitwirkende, CC BY-SA (2018)	112
Abbildung 5-23:	Oberfläche von MapDust, Quelle: Skobbler GmbH (2018) & © Open Street Map-Mitwirkende, CC BY-SA (2018)	113
Abbildung 5-24:	Erstellung einer Fehlermeldung in MapDust, Quelle: Skobbler GmbH (2018) & © Open Street Map-Mitwirkende, CC BY-SA (2018)	113
Abbildung 5-25:	Anzeige einer Meldung mit Möglichkeiten zur Weiterleitung an Potlatch oder JOSM, Quelle: Skobbler GmbH (2018) & © Open Street Map-Mitwirkende, CC BY-SA (2018)	114

Abbildung 5-26: Melden eines Problems in Apple Maps (Ort auf der Karte bzw. die Karte betreffende Information)	117
Abbildung 5-27: Detailinformationen zum Problem	118
Abbildung 5-28: Detaillierungsgrade für Rückmeldungen, Quelle: Eigene Darstellung.	120
Abbildung 5-29: Grad der Koppelung, Quelle: eigene Darstellung	121
Abbildung 5-30: Mockup der Benutzeroberfläche eines Rückmeldesystems, Quelle: eigene Darstellung & © Open Street Map-Mitwirkende, CC BY-SA (2018)	124

Anhang

- Anlage 1: Interviewfragen
- Anlage 2: Protokolle der Experteninterviews
- Anlage 3: Datenbeschreibung zum Datenbestand „Straßennetz Landesbetrieb Straßenbau NRW“
- Anlage 4: Qualitätssicherungskonzept Metaebene
- Anlage 5: Qualitätssicherungskonzept Objektklassenebene
- Anlage 6: Qualitätssicherungskonzept Attributebene
- Anlage 7: Qualitätssicherungskonzept Empfehlung für zusätzliche Attribute auf Objektklassenebene