



Master Thesis

im Rahmen des
Universitätslehrganges „Geographical Information Science & Systems“
(UNIGIS MSc) am Zentrum für GeoInformatik (Z_GIS)
der Paris Lodron-Universität Salzburg

zum Thema

„Verkehrsinformation als Teil einer Geodateninfrastruktur“

vorgelegt von

Mag. Klaus Spielmann
U1405, UNIGIS MSc Jahrgang 2008

Zur Erlangung des Grades
„Master of Science (Geographical Information Science & Systems) – MSc(GIS)“

Gutachter:
Ao. Univ. Prof. Dr. Josef Strobl

Innsbruck, 12. Dezember 2010

Erklärung der eigenständigen Abfassung der Arbeit

Ich versichere, diese Master Thesis ohne fremde Hilfe und ohne Verwendung anderer als der angeführten Quellen angefertigt zu haben, und dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen hat. Alle Ausführungen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, sind entsprechend gekennzeichnet.

Innsbruck, am 12. Dezember 2010

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Spiel', written on a white background. The signature is cursive and ends with a long horizontal stroke.

Kurzfassung

Verkehrsinformationen tragen wesentlich dazu bei, die negativen Auswirkungen von Verkehrsbehinderungen und -überlastungen (z. B. Staus, Unfälle) zu minimieren oder gar zu vermeiden. Der überwiegende Teil der Ereignisse, die zu einer verkehrlichen Behinderung führen, sind im Vorhinein bekannt, weil diese eine behördliche Genehmigung benötigen oder zumindest den Behörden zur Kenntnis gebracht werden müssen. Dazu zählen beispielsweise Baustellen, Veranstaltungen oder Demonstrationen. Somit liegen umfangreiche verkehrsrelevante Informationen bei den Verwaltungsorganisationen vor, die als Teil eines umfassenden Verkehrsmanagements einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden können.

Die Lageinformation stellt eines der wichtigsten Attribute von Verkehrsmeldungen dar, womit deren Bereitstellung auch als Aufgabenfeld von Geodateninfrastrukturen (GDI) angesehen werden kann. Die Hauptinhalte sind dabei nicht die Verkehrswege selbst, sondern deren veränderliche Eigenschaften wie Art und Umfang der Benutzbarkeit (z. B. Sperren, Beschränkungen für Schwerverkehr, Geschwindigkeitsbeschränkungen).

Im Rahmen dieser Arbeit wurde aufbauend auf die Analyse, welche Informationsebenen für eine umfassende Verkehrsinformation von Bedeutung sind, ein Datenmodell für lagebezogene Verkehrsmeldungen entwickelt. Bei der Implementierung wurde das Ziel verfolgt, soweit möglich technische und semantische Interoperabilität zu gewährleisten, um eine computergestützte Weiterverarbeitung der Daten und Verknüpfung mit anderen Informationen und Anwendungen zu ermöglichen. Um dies zu gewährleisten, wurden bestehende Standards aus dem Bereich der Geoinformation als auch aus dem Bereich der Verkehrsinformation für die Umsetzung berücksichtigt und verwendet.

Die Implementierung des Datenmodells erfolgte einerseits als Anwendungsschema der Geography Mark-Up Language (GML) und andererseits als GeoRSS-Angebot. Das GML-Anwendungsschema (Traff_AT) stellt dabei die Basis für die Bereitstellung von Verkehrsinformationen im Rahmen einer GDI dar und kann sowohl für den dateibasierten Datenaustausch als auch für die Verwendung in Webservices (z. B. Web Feature Service) herangezogen werden.

Bei RSS handelt es sich um eine verbreitete Technologie, mit der über Internet aktuelle Informationen in Form eines sogenannten Newsfeeds zur Verfügung gestellt werden können. GeoRSS erweitert RSS um geographische Inhalte zur Verortung von Nachrichten. Die Implementierung des Verkehrs-GeoRSS Dienstes (Traff_AT_GeoRSS) baut ebenfalls auf dem GML-Anwendungsschema auf. Dadurch ist es möglich, RSS Nachrichtendienste mit verorteten Verkehrsmeldungen zu erstellen, deren Semantik aus dem GML-Anwendungsschema abgeleitet ist.

Abstract

Traffic information supports the decrease of negative effects caused by traffic obstructions or congestions. Many events that raise traffic problems are known well in advance, because they need an administrative decision, e. g. roadworks, public gatherings or demonstrations. Moreover, position is one of the most important properties that describes a traffic event. Therefore traffic information should be regarded as a task within a spatial data infrastructure (SDI).

The aim of this thesis is to develop a data model for traffic messages with a location reference. In order to enable computers to process and link traffic information with further information and applications, an implementation that guarantees technical and semantic interoperability has been carried out. This has been achieved by using existing standards in the fields of geoinformation and traffic information.

A special application schema using the Geography Mark-Up Language (GML) has been developed in order to support Geographical Information Systems (GIS) and webservices (e. g. web feature service). On the other hand a lightweight implementation using GeoRSS has been applied to provide traffic information over the internet supporting wide spread tools like internet browsers or RSS-readers.

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	13
1.1. Motivation	13
1.2. Zielsetzung	14
1.3. Aufbau der Arbeit	15
2. Grundlagen	16
2.1. Geodateninfrastrukturen (GDI)	16
2.2. Verkehrsinformation	18
2.2.1. Information	18
2.2.2. Begriffsdefinitionen	21
2.2.3. Anforderungen an Verkehrsmeldungen	22
2.2.4. Datex und Datex2	24
2.2.5. TPEG	25
2.3. Räumliche Bezugssysteme	29
2.3.1. Koordinative Bezugssysteme	29
2.3.2. Indirekte Bezugssysteme	30
2.4. Interoperabilität	33
2.4.1. Web Feature Service (WFS)	34
2.4.2. Filter Encoding Standard	35
2.4.3. Gazetteer Service	36
2.4.4. Geography Mark-Up Language (GML)	36
2.4.5. GeoRSS	37
2.5. Datenmodellierung	39
2.5.1. Geobjekte	39
2.5.2. Standardisierte konzeptionelle Geo-Datenmodelle	40
2.5.3. Simple Features	43
2.5.4. Unified Modelling Language (UML)	44
3. Implementierung	46
3.1. Modellierung der Verkehrsinformation	46
3.1.1. Verkehrsmeldungstypen	46
3.1.2. Georeferenzierung	48

3.1.3.	Verkehrliche Wirkung	54
3.1.4.	Verkehrlicher Effekt	56
3.1.5.	Verkehrliche Ursache	57
3.1.6.	Verkehrliche Empfehlung	58
3.1.7.	Zeitraum	60
3.1.8.	Meldungsinformationen	62
3.1.9.	Verknüpfte Meldungen	66
3.1.10.	Objektmodell Verkehrsmeldung	67
3.2.	GML Anwendungsschema Traff_AT	68
3.2.1.	Aufbau Traff_AT	69
3.2.2.	Umsetzungsbeispiele Traff_AT	76
3.3.	GeoRSS für Verkehrsmeldungen	78
3.3.1.	Aufbau einer GeoRSS Datei	79
3.3.2.	Semantische Strukturierung	80
3.3.3.	Umsetzungsbeispiele Traff_AT_GeoRSS	83
4.	Schlussfolgerungen und Bewertung der Ergebnisse	86
5.	Zusammenfassung und Ausblick	89
	Literaturverzeichnis	91
A.	XML-Schema Traff_AT	96
A.1.	Traff_AT.xsd	96
A.2.	Traff_AT-Time.xsd	97
A.3.	Traff_at-Effect.xsd	100
A.4.	Traff_AT-Cause.xsd	100
A.5.	Traff_AT-Impact.xsd	101
A.6.	Traff_AT-Advice.xsd	104
A.7.	Traff_AT-Location.xsd	105
B.	Traff_AT Codetabellen	110
C.	tpegML.xsd	118
D.	Traff_AT Verkehrsmeldung	132
D.1.	Nachtfahrverbot	132
D.1.1.	Grundlage	132
D.1.2.	GML Datei	133
D.2.	Baustelle	139
D.2.1.	GML Datei	139

D.2.2. GeoRSS Datei	141
D.3. Verkehrslage	143

Abbildungsverzeichnis

2.1. Beteiligte in einer Geodateninfrastruktur	17
2.2. Übertragung von Information mittels Daten	19
2.3. Aufbau TPEG Verkehrsmeldung und Teile des Location Containers	26
2.4. Aufbau der Koordinatenangabe einer TPEG Verkehrsmeldung	26
2.5. Kartendarstellung der TPEG Meldung	28
2.6. Verortung eines Ereignisses mit Hilfe von Kilometertafeln	31
2.7. GML Schichten	38
2.8. Modellbildung	40
2.9. OGC-Geodaten Modell	41
2.10. Baustelle als FeatureType	41
2.11. Auszug aus dem General Feature Modell (ISO 19109)	42
2.12. Hierarchie der Simple Features	44
2.13. Simple Feature Beispiele	44
3.1. Klassendiagramm: Lageinformation (Location)	51
3.2. Klassendiagramm: Verkehrliche Wirkung (Impact)	56
3.3. Klassendiagramm: Verkehrlicher Effekt (Effect)	57
3.4. Klassendiagramm: Verkehrliche Ursache (Cause)	59
3.5. Klassendiagramm: Empfehlung (Advice)	60
3.6. Klassendiagramm: Zeit (Time)	62
3.7. Klassendiagramm: Meldungsmanagement (MessageManagement)	64
3.8. Klassendiagramm: Meldungsgrundlage (Basis)	65
3.9. Klassendiagramm: Textliche Zusatzinformation (AdditionalInformation)	66
3.10. Klassendiagramm: Verknüpfte Verkehrsmeldungen (Message)	67
3.11. Objektmodell Verkehrsinformation	69
3.12. Traff_AT-Location.xsd, Element geo	73
3.13. Traff_AT-Location.xsd, Element route	74
3.14. Traff_AT-Location.xsd, Element area	75
3.15. Verkehrsmeldung des VIS Verkehrsinformationssystems	76
3.16. Screenshot ArcMap, Visualisierung von traffic_info_nachtfahrverbot.gml	77
3.17. Anzeige der GeoRSS Verkehrsmeldung im Feedreader RSSOwl	84

A.1. XML-Schema: Verkehrsmeldung (Traff_AT.xsd)	98
A.2. XML-Schema: Zeit (Traff_AT-Time.xsd)	99
A.3. XML-Schema: Effekt (Traff_AT-Effect.xsd)	100
A.4. XML-Schema: Ursache (Traff_AT-Cause.xsd)	101
A.5. XML-Schema: Verkehrliche Wirkung (Traff_AT-Impact.xsd)	102
A.6. XML-Schema: Verkehrliche Wirkung, Type Restriction	102
A.7. XML-Schema: Empfehlung (Traff_AT-Advice.xsd)	104
A.8. XML-Schema: Geographische Lage (Traff_AT-Location.xsd)	105
A.9. XML-Schema: Geographische Lage (Traff_AT-Location.xsd, Element: Road)	106
A.10. XML-Schema: Geographische Lage (Traff_AT-Location.xsd, Element: Position)	107

Tabellenverzeichnis

3.1. Mögliche Inhalte von Verkehrsmeldungen einer GDI	48
3.2. Detaillierungsmöglichkeiten verkehrliche Wirkungen	54
3.3. Detaillierungsmöglichkeiten verkehrlicher Ursachen	58
3.4. Verkehrliche Empfehlungen	59
3.5. Beispiel: Komplexe zeitliche Gültigkeit	63
3.6. Inhaltlich übereinstimmende Elemente zwischen Atom entry und Traff_AT TrafficMessage	80
3.7. RSS-kompatible Kategorisierung der Traff_AT Objekte	82
B.1. CauseCode und CauseSubCode	110
B.2. PosDefType	111
B.3. DayTypeType	114
B.4. ImpactType und ImpactSubType	115
B.5. RestrictionType	115
B.6. AdviceCodeType und AdviceCodeSubType	115
B.7. BasisType	116
B.8. VehicleType	116
B.9. VehicleDefinitionType	117

Verzeichnis der Listings

2.1. TPEG Verkehrsmeldung in tpegML	27
2.2. TPEG Verkehrsmeldung in tpegML (sprachunabhängige Schlüssel sind durch englische Begriffe ersetzt)	27
3.1. Traff_AT.xsd Basisschema und eingebundene Module	70
3.2. Traff_AT Element: TrafficMessage	71
3.3. Traff_AT-Location.xsd, Element Position	72
3.4. Traff_AT-Location.xsd, Auszug	75
3.5. Valides Feed Element	80
3.6. GeoRSS Baustelle (Auszug)	83
3.7. GeoRSS Verkehrslage (Auszug)	85
A.1. Traff_AT.xsd	96
A.2. Traff_AT-Time.xsd	97
A.3. Traff_AT-Effect.xsd	100
A.4. Traff_AT-Cause.xsd	100
A.5. Traff_AT-Impact.xsd	101
A.6. Traff_AT-Advice.xsd	104
A.7. Traff_AT-Location.xsd	105
C.1. tpegML.xsd	118
D.1. Verordnung eines Nachtfahrverbotes	133
D.2. Baustellenmeldung	139
D.3. GeoRSS Feed Baustelle	141
D.4. Verkehrslagemeldung als Traff_AT_GeoRSS Newsfeed	143

Abkürzungsverzeichnis

BMN	Bundsmeldenetz Österreich
BXML	Binary XML Encoding
CEN	Comité Européen de Normalisation
DAB	Digital Audio Broadcasting
DTD	XML Dokumententyp Deklaration
EPSG	European Petroleum Survey Group
FES	OpenGIS Filter Encoding Standard
GDF	Geographic Data Files
GDI	Geodateninfrastruktur
GFM	General Feature Model
GI	Geographische Information
GIS	Geographisches Informationssystem
GML	Geography Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
ISO	International Organization for Standardization
LCL	Location Code List
MIV	Motorisierter Individualverkehr
n. v.	nicht verfügbar
OGC	Open Geospatial Consortium
RDS	Radio Data System
RVS	Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen
SFS	Simple Feature Specification
TC 211	Technical Committee 211
TMC	Traffic Message Channel
TMC-LC	Traffic Message Channel Location Code
TPEG	Transport Protocol Expert Group
TPEG-PTI	TPEG Public Transport Information
TPEG-RTM	TPEG Road Traffic Message
TPEG-TEC	TPEG-Traffic Event Compact
tpgML	TPEG XML Anwendung
UML	Unified Modeling Language
WFS	OpenGIS Web Feature Service

WFS-G	Gazetteer Service
WFS-T	Transactional WFS
WGS84	World Geodetic System 1984
XML	Extensible Markup Language
XSD	XML Schema Definition
ÖV	Öffentlicher Personenverkehr

1. Einführung

1.1. Motivation

In den letzten Jahren haben sich zahlreiche Informationsdienste entwickelt, die meist via Radio oder Internet aktuelle Informationen über die Verkehrslage und Störungen im Verkehrsgeschehen bereitstellen. Diese Dienste werden im Wesentlichen von Rundfunkanstalten (z. B. ORF, <http://oe3verkehr.orf.at>), Infrastrukturbetreibern (z. B. ASFiNAG, <http://www.roadpilot.at>), (halb)öffentlichen Institutionen (z. B. Verkehrsverbund Ostregion, <http://www.anachb.at>) oder Behörden (z. B. Bundesministerium für Inneres, <http://vis.bmi.gv.at>) sowie Autofahrerclubs (z. B. ÖAMTC, <http://www.oeamtc.at/verkehrsservice/>) betrieben.

Alle erwähnten Dienste sind für eine Nutzung durch Endbenutzer konzipiert und entsprechend umgesetzt. Das hat zur Folge, dass die bereitgestellten Informationen zum Großteil weder ausreichend strukturiert noch homogenisiert sind, um automatisiert durch Computer aufgerufen und weiterverarbeitet werden zu können. Darüber hinaus wird bei den meisten Diensten lediglich eine durch Verkehrsredakteure nach journalistischen Grundsätzen reduzierte Auswahl von Informationen angeboten, wodurch teilweise lokal relevante Informationen verloren gehen.

Eines der wesentlichen Ziele von Verkehrsinformationen ist es, die negativen Auswirkungen von Verkehrsbehinderungen und -überlastungen wie Staus, Unfälle, etc. und deren Folgen so gut wie möglich zu vermeiden. Daher muss die entsprechende Information möglichst zeitnah, in hoher Qualität und für jeden nutzbar zur Verfügung gestellt werden. Ereignisse, die den Verkehrsfluss beeinträchtigen, sind zum überwiegenden Teil im Vorhinein bekannt. Dazu zählen beispielsweise Baustellen, Veranstaltungen, Wintersperren und Umleitungen. WESTHAUSER (2000) weist darauf hin, dass solche kurzfristigen Verkehrsstörungen einer behördlichen Genehmigung bedürfen und die Behörden somit ein umfassendes Informationspotenzial aufweisen. Dieses sollte auch genutzt werden, um „auf die Initiative in der Verkehrssteuerung, zugunsten von Fahrzeugnavigationsherstellern, Mautbetreibern oder anderen privaten ‚Datenherren‘“ nicht zu verzichten (WESTHAUSER, 2000 S. 220).

Durch den Aufbau von Geodateninfrastrukturen (GDI) und öffentlich zugänglichen, standardisierten Geodatendiensten wird sowohl der effiziente Datenaustausch zwischen den betroffenen Akteuren (Behörde, Exekutive, Straßendienste, Straßen-

verwaltung, Verkehrsinformationsanbieter, etc.) ermöglicht als auch der Aufbau von diversen weiteren Verkehrsinformationsdiensten unterstützt. Umgekehrt ist auch der Rückfluss von Verkehrsinformationen, insbesondere von Verkehrsbehinderungen, die auf Spontanereignisse zurückzuführen sind, für die Analyse und weitere Planungsschritte von Bedeutung. Interoperable Datenformate stellen hier eine wesentliche Basis dar.

Obwohl die Thematik der Verkehrsinformation sowohl den motorisierten Individualverkehr (MIV) als auch den öffentlichen Personenverkehr (ÖV) umfasst, wird im Rahmen dieser Arbeit nur der MIV behandelt.

1.2. Zielsetzung

Im Rahmen dieser Arbeit soll die Frage untersucht werden, ob durch die Anwendung und Verknüpfung von bestehenden Standards im Bereich der Geoinformation einerseits und der Verkehrsinformation andererseits, lagebezogene Verkehrsinformationen für jeden frei zugänglich, interoperabel und ohne großen technischen Aufwand zur Verfügung gestellt werden können. Das Ziel dabei ist, dass die bereitgestellten Informationen von anderen Informationsdiensten automatisiert angefragt und weiterverarbeitet werden können. Im Vordergrund stehen dabei geplante und vorhersehbare verkehrsbeeinflussende Beschränkungen (z. B. Tonnagebeschränkungen, Nachtfahrverbote, Höhenbeschränkungen, etc.) und Ereignisse (z. B. Veranstaltungen, Umleitungen, Straßensperren), die ein Verwaltungsverfahren durchlaufen und somit Teil einer öffentlichen Geodateninfrastruktur sein können.

Darüber hinaus treten natürlich auch Verkehrsbehinderungen durch Spontanereignisse wie Verkehrsüberlastung, Unfälle, Naturkatastrophen (Lawinenabgänge, Muren, etc.) auf. Diese werden unmittelbar über unterschiedliche Informationskanäle an die Verkehrsteilnehmer weitergegeben und sind den Verwaltungsbehörden somit nicht bekannt. Diese Informationen sind jedoch für verschiedenste Planungs- und Analysezwecke eine wesentliche Grundlage. Über ein interoperables Datenformat könnten Daten aus diesem Bereich an die jeweiligen öffentlichen Verwaltungsorganisationen zurückfließen und in den bestehenden Geoinformationssystemen weiterverarbeitet werden.

Die Praxistauglichkeit des Lösungsvorschlages soll anhand einer prototypischen Implementierung überprüft werden. Der Lösungsansatz muss dabei sowohl zum Austausch von Massendaten herangezogen werden können als auch im Rahmen von Webservices oder einfachen Newsdiensten verwendet werden können.

Konkret geht es um die Beantwortung folgender Fragestellungen:

- Welche Formate und Standards bestehen, um Verkehrsstörungen strukturiert und maschinenlesbar auszutauschen?

1. Einführung

- Wie wird der räumliche Bezug der Verkehrsmeldung bei den verkehrsbezogenen Austauschstandards modelliert?
- Wie muss ein Datenschema für Verkehrsmeldungen aufgebaut sein, das den Empfehlungen und Standards des OGC hinsichtlich Interoperabilität entspricht und im Rahmen einer GDI verwendet werden kann?
- Wie können aktuelle Verkehrsinformationen einfach nutzbar und interoperabel zur Verfügung gestellt werden?

Als konkretes Ergebnis soll ein GML-Anwendungsschema für Verkehrsinformationen erstellt werden, das sowohl für den Massendatenaustausch als auch im Rahmen von OpenGIS Web Feature Service (WFS) verwendet werden kann. Für die Verbreitung und Bereitstellung von aktuellen Informationen soll GeoRSS eingesetzt werden, wofür ebenfalls ein konkretes Schema ausgearbeitet wird.

Die beispielhaften Umsetzungen werden für den Raum Tirol vorgenommen, da im Amt der Tiroler Landesregierung konkrete Überlegungen bestehen, Verkehrsinformationen frei zugänglich bereitzustellen.

1.3. Aufbau der Arbeit

Im Kapitel 2 werden die Grundlagen zur Bearbeitung der Aufgabenstellung behandelt. Dabei wird auf die Themen Geodateninfrastrukturen, Anforderungen an Verkehrsinformationen, Interoperabilität, räumliche Bezugssysteme und Datenmodellierung eingegangen, wobei jeweils die für die Bearbeitung der Aufgabenstellung relevanten Aspekte diskutiert werden. Dazu gehören im Besonderen die entsprechenden Standards im Bereich der Verkehrs- und der Geoinformation.

Im dritten Kapitel wird aufbauend auf die Grundlagen der Vorschlag für die Umsetzung eines interoperablen Datenformates für Verkehrsinformation ausgearbeitet. Dabei beschreibt das Kapitel 3.1 das Datenmodell für eine umfassende Verkehrsinformation, welches in den darauffolgenden Abschnitten sowohl als GML-Anwendungsschema (Kapitel 3.2) als auch als GeoRSS Nachrichtendienst (Kapitel 3.3) umgesetzt wird. Dieser Abschnitt wird durch die Darstellung von beispielhaften Anwendungen abgerundet.

Abschließend erfolgt die Reflexion der durchgeführten Schritte sowie der erzielten Ergebnisse und gibt einen Ausblick, wie die konkrete Nutzung der vorgestellten Implementierungen möglich ist bzw. welche Schritte dazu noch erforderlich sind.

2. Grundlagen

2.1. Geodateninfrastrukturen (GDI)

Für den Begriff der Geodateninfrastruktur bestehen verschiedene Definitionen, wobei den technischen, gesellschaftlichen, organisatorischen und rechtlichen Aspekten unterschiedliche Bedeutung zukommt.

BERNARD/CROMPVOETS/FITZKE (2005) greifen auf die Definition von Groot & McLaughlin zurück, wonach eine GDI einerseits vernetzte Geodatenbanken und Funktionalitäten zum Umgang mit diesen Daten umfasst und andererseits auch den Bereich der institutionellen, organisatorischen, technologischen und wirtschaftlichen Ressourcen inkludiert, wodurch die Entwicklung und Pflege der GDI sowie der verantwortungsvolle Umgang mit den darin zur Verfügung stehenden Geoinformationen unterstützt wird.

MENGE (o. J.) betont, dass zusätzlich zur technischen Betrachtung die unterschiedlichen Anwenderrollen wie Nutzer und Geodatenmanagement (GDM) sowie deren Verbindungen und die Optimierung der Prozesse für eine GDI von wesentlicher Bedeutung sind. Dieses Zusammenwirken der Beteiligten in einer GDI wird durch die Abbildung 2.1 veranschaulicht. Dabei wird die Zusammenarbeit zwischen Verwaltung und Wirtschaft als G2B (government to business), zwischen Wirtschaft und Bürger als B2C (business to consumer) und zwischen Verwaltung und Bürger als G2C (government to consumer) bezeichnet. Die intrasektoralen Kooperationen innerhalb der Verwaltung werden mit G2G (government to government) benannt und zwischen Wirtschaftsunternehmen mit B2B (business to business) gekennzeichnet.

BARTELME (2005) hebt den gesellschaftlichen Aspekt hervor, indem er betont, dass es bei den nationalen, europäischen und globalen Geodateninfrastrukturen immer darum geht, den Wert der Geoinformation gesamtwirtschaftlich zu betrachten und nicht nur im Zusammenhang mit der jeweiligen Fachanwendung zu sehen um so neue Wertschöpfungen zu schaffen, die durch die Verfügbarkeit von Geodaten möglich werden. Er hält fest, dass der Ausdruck "Infrastruktur" im Zusammenhang mit der Verfügbarkeit einer verlässlichen Geodatengrundlage durchaus gerechtfertigt ist, da dies u. a. vergleichbar ist mit einem gut ausgebauten Straßennetz oder dem Vorhandensein von Telekommunikationseinrichtungen.

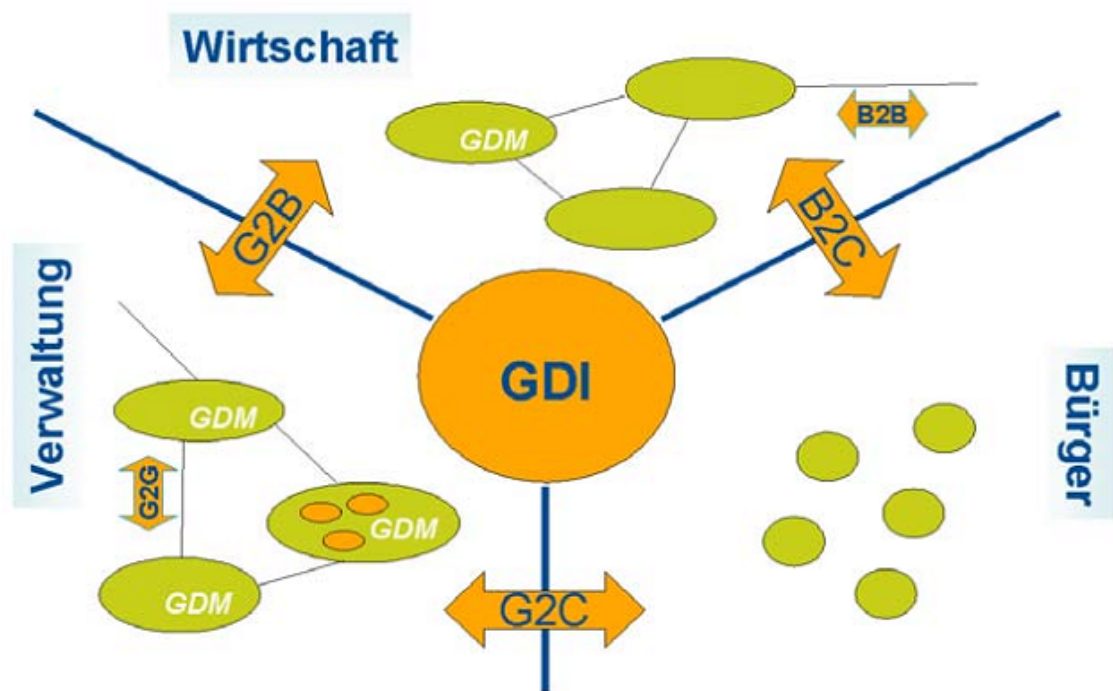


Abbildung 2.1.: Beteiligte in einer Geodateninfrastruktur
(Quelle: MENGE, o. J.)

Da die Entwicklung von Geodateninfrastrukturen insbesondere eine Aufgabe der öffentlichen Verwaltungen ist, wurden in den letzten Jahren auch entsprechende Gesetze erlassen, die Aufbau und Betrieb von öffentlichen Geodateninfrastrukturen regeln. Das Bayerische Geodateninfrastrukturgesetz aus dem Jahr 2008 (BayGDIG) definiert Geodateninfrastrukturen folgendermaßen: “Geodateninfrastruktur ist die Infrastruktur aus Geodaten, Metadaten und Geodatendiensten, Netzdiensten und -technologien, Vereinbarungen über gemeinsame Nutzung, Zugang und Verwendung sowie Koordinierungs- und Überwachungsmechanismen, Überwachungsprozesse und -verfahren, in Verbindung mit der Aufgabe, Geodaten verschiedener Herkunft interoperabel verfügbar zu machen.” (LANDTAG, 2008). Im Vergleich dazu enthält das österreichische Geodateninfrastrukturgesetz aus dem Jahr 2010 die folgende sehr ähnliche Begriffsbestimmung: “Geodateninfrastruktur: Metadaten, Geodatenätze und -dienste, Netzdienste und -technologien, Vereinbarungen über Nutzung, Zugang und Verwendung sowie Koordinierungs- und Überwachungsmechanismen, -prozesse und -verfahren, die im Sinne dieses Gesetzes geschaffen, angewandt oder zur Verfügung gestellt werden;” (NATIONALRAT, 2010). Auffallend bei der österreichischen Begriffsbestimmung ist, dass diese im Wesentlichen die gleichen Begrifflichkeiten und sogar Satzteile enthält, aber ein Verweis auf die Interoperabilität der Geodaten vollkommen fehlt. Die Notwendigkeit Geodaten interoperabel zur Verfügung zu stellen, wird im Gesetz lediglich durch einen Querverweis auf die zugrundeliegenden Durchführungsbestimmungen der Inspire-Richtlinie deutlich.

2. Grundlagen

Schließlich soll auch noch die Begriffsbestimmung aus Wikipedia (WIKIPEDIA, 4.4.2010) erwähnt werden, welche eine GDI als “[...] ein komplexes Netzwerk zum Austausch von Geodaten bezeichnet, in dem Geodaten-Produzenten, Dienstleister im Geo-Bereich sowie Geodatennutzer über ein physisches Datennetz, in der Regel das Internet, miteinander verknüpft sind.” Als Teile einer GDI werden darin Geobasisdaten, Geofachdaten und standardisierte Dienste (Geodienste) für den Zugriff und die Bearbeitung der Geodaten aufgeführt.

Durch die Bereitstellung und Nutzung von Geodateninfrastrukturen ergeben sich somit zahlreiche Vorteile sowohl auf Seiten der Anbieter als auch auf Seiten der Anwender von Geoinformationen. BERNARD/CROMPVOETS/FITZKE (2005) führen in Anlehnung an Williamson et. al. (2003) u. a. folgende Aspekte auf:

- Reduzierte Kosten der Datenproduktion
- Vermeidung von (unnötigen und teuren) Mehrfacherhebungen
- Geringere Aufwendungen für den Datenzugriff (Zeit- und Kostenersparnis)
- Verbessertes Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Institutionen und Anwendungsdomänen
- Effizientere Datennutzung
- Effizientere Entwicklung von Diensten unter Verwendung existierender Daten und Standards
- Angebot höherwertiger Daten für die Entscheidungsunterstützung

2.2. Verkehrsinformation

2.2.1. Information

Bevor im Detail auf die Aufgaben und Inhalte der Verkehrsinformation eingegangen wird, muss der Begriff der Information erläutert werden. Im Alltagsgebrauch wird kaum eine Unterscheidung zwischen Daten und Informationen gemacht. Im Hinblick auf eine Operationalisierung und die technische Umsetzung sind jedoch genaue Definitionen beider Begriffe erforderlich. Nach BARTELME, 2005 kann man von Information dann sprechen, “wenn auf eine spezielle Frage eine Antwort gegeben wird, die das Verständnisniveau des Fragenden erhöht und ihn befähigt, einem bestimmten Ziel näherzukommen.” DE LANGE, 2006 umreißt den Begriff kompakt und prägnant folgendermaßen: “Information umfasst eine Nachricht zusammen mit ihrer Bedeutung für den Empfänger.” Beiden Darstellungen ist gemeinsam, dass

2. Grundlagen

Informationen eine Bedeutung für den Empfänger haben und somit eine individuelle Komponente aufweisen.

Information hat demnach folgende drei Aspekte (BARTELME, 2005):

- Strukturelle und syntaktische Aspekte,
- semantische (inhaltliche) Aspekte und
- pragmatische (anwendungsrelevante) Aspekte.

Um Informationen auszutauschen und weiterzugeben muss eine Formalisierung und Vereinfachung der Information zu Daten erfolgen, indem semantische Aspekte kodiert werden und anwendungsrelevante Aspekte eliminiert werden. Zur Informationsgewinnung muss der Empfänger die Daten wieder mit semantischen und anwendungsrelevanten Aspekten anreichern (vgl. Abbildung 2.2). Bei jedem Umwandlungsschritt gehen Teile der Information verloren. Die große Herausforderung der Informationsverarbeitung ist es, diese Informationsverluste zu minimieren, indem möglichst einfache und klar beschriebene Wege bereitgestellt werden, auf denen sowohl die Kodierung eindeutig ist und die Anwendungsrelevanz sichergestellt ist (BARTELME, 2005).

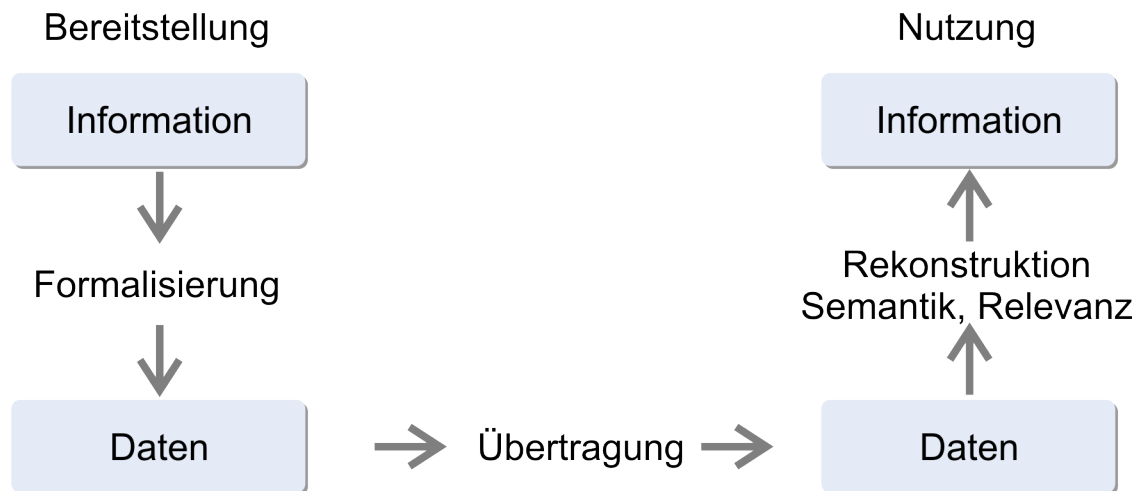


Abbildung 2.2.: Übertragung von Information mittels Daten
(Quelle: Eigener Entwurf, ergänzt nach BARTELME, 2005)

Informationen haben jedoch nur dann einen Sinn, wenn sie dem potenziellen Benutzer zu dem Zeitpunkt zur Verfügung stehen, wenn diese erforderlich sind. Dazu bedarf es eines Informationsmanagements, welches zielgerichtet die “effiziente Beschaffung, Verarbeitung, Allokation und Distribution von Information und Daten zur Vorbereitung und Unterstützung von Entscheidungen und Entscheidungsprozessen” sicherstellt und die erforderlichen Rahmenbedingungen gestaltet (DADUNA/VOSS, 2000).

Die Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr ist die führende Organisation in Österreich, die für den Verkehrsbereich Richtlinien und Empfehlung herausgibt, die den Stand der Technik für einen definierten Anwendungsbereich darstellen und als Handlungsvorschriften mit empfehlendem Charakter angesehen werden können. Diese Richtlinien werden mit "RVS" (Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen) abgekürzt und weisen eine eindeutige, hierarchische Nummerierung auf. Für den Bereich der Verkehrsinformation besteht die RVS 05.01.12 "Merkblatt Ereignisse und Meldungen in Kooperativen Verkehrsmanagementzentralen" (ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE UND VERKEHR, 2008), welche alle relevanten Aspekte und Begriffe zusammenfasst. Darüber hinaus beschäftigt sich diese RVS mit den Inhalten von Verkehrsmeldungen und enthält darüber hinaus Empfehlungen zur Sicherstellung der Qualität von Verkehrsinformationen.

Da die erwähnte RVS 05.01.12 ein sehr zentrales Werk darstellt, an dem sich nicht nur die öffentliche Verwaltung orientiert, werden im Folgenden die Kerninhalte dieser RVS beschrieben, auf denen aufbauend der konkrete Realisierungsvorschlag entwickelt wird.

Mit der Bereitstellung von inhaltlich richtiger und aktueller Verkehrsinformation sollen demnach folgende Ziele erreicht werden:

- Effiziente Nutzung der Verkehrsinfrastruktur: Eine effiziente Nutzung ist sowohl aus Sicht der Infrastrukturbetreiber, der öffentlichen Hand und der Verkehrsteilnehmer von Interesse, da Unter- und Überlastungen von Verkehrsinfrastrukturen sowohl betriebswirtschaftliche als auch volkswirtschaftliche Kosten verursachen.
- Verbesserung der Sicherheit
- Verringerung der verkehrlichen Umweltbelastungen, weil dem Verkehrsteilnehmer für seine Mobilitätsentscheidungen alle verfügbaren Informationen zur Verfügung stehen.
- Gesammelte Verkehrsereignismeldungen aller Verkehrsbetreiber können im Nachhinein für Verkehrsplanung, Verkehrsforschung, Risikomanagement und Strategieplanung verwendet werden.

Als Zielgruppen der Verkehrsinformation, welche im Rahmen einer GDI angeboten wird, ergeben sich in erster Linie Informationsdistributoren, die über ihre eigenen Vertriebskanäle die bereitgestellte Information an Verkehrsteilnehmer verbreiten. Natürlich können auch interessierte Verkehrsteilnehmer die Informationen direkt abrufen, was durch den vorgestellten Lösungsansatz beispielsweise durch Verwendung eines GeoRSS Dienstes auch einfach möglich ist. Allerdings sollte es das Ziel einer GDI sein, qualitativ hochwertige Information interoperabel zur Verfügung zu stellen,

2. Grundlagen

die durch professionelle Informationsdistributoren (z. B. Rundfunk) weiterverarbeitet werden kann.

Im Folgenden werden die verwendeten Begriffe Verkehr, Information und Verkehrsinformation genauer beleuchtet.

2.2.2. Begriffsdefinitionen

Verkehr

Nach AMMOSER/HOPPE, 2006 beschreibt der Begriff Verkehr die “Ortsveränderung von Objekten (z. B. Güter, Personen, Nachrichten) in einem definierten System” unter Zuhilfenahme von Verkehrsmitteln. Um den Rahmen der gegenständlichen Arbeit nicht zu sprengen, erfolgt eine Beschränkung auf den straßenbezogenen Verkehr.

Verkehrsinformation

Unter Verkehrsinformation wird lt. RVS 05.01.12 (ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE UND VERKEHR, 2008) ein Informationsobjekt über einen verkehrlichen Sachverhalt oder eine Verkehrssituation verstanden. Dabei beschreibt ein verkehrlicher Sachverhalt (Verkehrereignis) ein verkehrsrelevantes Ereignis oder eine Verkehrseigenschaft im Zusammenhang aus Ursache, Wirkung und der zugehörigen Empfehlung. Eine Verkehrssituation ist eine Situation, die mindestens einen verkehrlichen Sachverhalt beinhaltet, wobei alle verkehrlichen Sachverhalte einer Situation in einer kausalen Beziehung zueinander stehen.

Entsprechend der RVS 05.01.12 (ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE UND VERKEHR, 2008) wird von einem verkehrsrelevanten Ereignis dann gesprochen, wenn eine der beiden Voraussetzungen erfüllt ist:

“1. Eine durch einen Vorgang ausgelöste Änderung des Verkehrszustandes oder der Bedienqualität, die zeitlich und räumlich beschränkt ist, und sämtliche folgende Kriterien erfüllen muss:

- Die Veränderung weicht vom erwarteten Systemzustand und dessen üblichen Schwankungsbreiten ab, das heißt, sie entspricht nicht dem “normalen” Tagesgang der Verkehrszustände [...].
- Die Veränderung ist wahrnehmbar, das heißt, sie kann beobachtet oder gemessen werden [...],
- das Ereignis ist verkehrsrelevant, das heißt, es führt zu einer wesentlichen, spürbaren Änderung der Kapazität oder Reisedauer, oder zu einer wesentlichen Erhöhung der Sicherheitsrisiken auf einem oder mehreren Netzelementen,

2. oder das Eintreten eines definierten Zustandes in vorgegebenen Netzelementen (das Überschreiten eines Schwellenwertes der Verkehrsdichte an einem Messquerschnitt beispielsweise).“

Ereignisse haben immer eine zeitliche und räumliche Dimension sowie Ursache und Wirkung. Die Ursachen von Verkehrsereignissen können innerhalb (z. B. Unfall) oder außerhalb (z. B. Naturereignis) des Verkehrssystems liegen und vorhersehbar (z. B. Veranstaltungen) oder unvorhersehbar (z. B. Unfall) sein. Die Kommunikation der Ursache erlaubt eine erste Abschätzung über das Ausmaß und die Dauer der Wirkungen. Darüber hinaus erfüllt die Bekanntgabe der Ursache eine ganz wesentliche psychologische Funktion zur Erhöhung der Glaubwürdigkeit der Verkehrsmeldung.

Zusätzlich zur Ursache ist auch die Kommunikation der erwarteten Wirkungen eines verkehrsrelevanten Ereignisses an die Nutzer des Verkehrssystems ganz wesentlich. Dadurch haben diese eine Chance, die möglicherweise negativen Auswirkungen auf die Mobilität zu vermeiden.

2.2.3. Anforderungen an Verkehrsmeldungen

Die inhaltlichen und qualitativen Anforderungen an die Verkehrsmeldungen, die Teil einer GDI sind, können nur im Zusammenhang mit der angesprochenen Zielgruppe der Verkehrsteilnehmer bzw. der Informationsdistributoren, die die Informationen über die entsprechenden Kanäle (z. B. Verkehrsfunk, RDS) an die Verkehrsteilnehmer weitergeben, definiert werden.

Im Rahmen der Spezifikation für das TPEG-Traffic Event Compact (TPEG-TEC) Profil (MOBILE.INFO, 2006) wird festgehalten, dass die wesentliche Aufgabe von Verkehrsinformation darin besteht, den Verkehrsteilnehmer bei den folgenden fünf Aufgaben zu unterstützen:

- Durchführung einer sicheren Fahrt
- Bestimmung der optimalen Reiseroute
- Vermeidung von Reiseverzögerungen z. B. durch Staus
- Warnungen vor möglichen Verkehrsbehinderungen
- Hinweise auf Störungen der (Verkehrs)Infrastruktur (z. B. geschlossene Tankstellen, defekte Lichtsignalanlagen)

Entsprechend RVS 05.01.12 (ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE UND VERKEHR, 2008) besteht eine Verkehrsmeldung aus der Ursache des Verkehrsereignisses (z. B. Unfall), der Wirkung (z. B. Totalsperre) und optional aus einer Empfehlung als Folge der Wirkung (z. B. Umleitung über). Ursache und Wirkung

müssen nicht zwangsläufig in einer Meldung enthalten sein, es genügt, wenn einer der beiden Aspekte übermittelt wird. Wesentliche Merkmale sind weiters die räumliche und zeitliche Ausdehnung von Ursache und Wirkung sowie die zeitliche Gültigkeit der Meldung. Darunter wird der Zeitraum verstanden, in dem die Meldung verbreitet wird bzw. wann die Meldung ihre Gültigkeit verliert.

Zur Beurteilung der Herkunft und der Qualität einer Meldung sollten Metadaten ebenfalls Bestandteil einer Verkehrsmeldung sein. Qualitätshinweise liefern Angaben über die Güte der Meldung, die durch die Information über den Urheber ergänzt wird. Dabei wird als Urheber nicht der Sender oder Übermittler der Meldung verstanden, sondern derjenige, der die Verkehrsmeldung erstmalig erzeugt hat. Die Unterscheidung zum Sender ist wesentlich, da Verkehrsmeldungen im Laufe ihrer Weitergabe aus unterschiedlichsten Gründen abgeändert werden.

Mit zunehmender Dauer eines Ereignisses steigt der Informationsgehalt über das Ereignis und somit auch die Sicherheit über Aussagen der Wirkung. Daher werden zu einem Ereignis mehrere zeitlich aufeinander folgende Verkehrsmeldungen erzeugt, die als Teilmeldungen bezeichnet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass jede Teilmeldung selbst wieder abgeändert, storniert oder beendet werden kann.

Im Hinblick auf eine effiziente Information wird in der TPEG-TEC-Spezifikation (MOBILE.INFO, 2006) die Zweigliederung der Verkehrsmeldung in einen primären und eine sekundären Teil vorgenommen. Der primäre Teil muss dabei immer übermittelt werden und beinhaltet die verkehrliche Wirkung. Der sekundäre Teil stellt eine Detaillierung der Information durch die Beschreibung der Ursache des Ereignisses dar und wird erst nach der Übermittlung des primären Inhaltes zur Verfügung gestellt. Folgende sechs Typen von primären Verkehrsinformationen (verkehrliche Wirkung) werden in der TPEG-TEC-Spezifikation identifiziert:

- Sperre (komplette Sperre von Verkehrswegen für alle Verkehrsmittel)
- Benutzungsbeschränkung (Verkehrswege sind nur unter bestimmten Voraussetzungen benutzbar, z. B. gesperrt für LKWs)
- Verkehrsfluss (die Flüssigkeit des Verkehrs ist eingeschränkt)
- Behinderung (Verkehrereignisse, ohne wesentlichen Einfluss auf die Verkehrssicherheit oder den Verkehrsfluss, die aber die Aufmerksamkeit des Verkehrsteilnehmers erfordern, z. B. erzwungene Fahrstreifenwechsel)
- Infrastruktur (z. B. Störung von Lichtsignalanlagen)
- Lokale Gefahrenstelle (z. B. Wildtiere auf der Autobahn)

Zur Detaillierung bzw. als Information über die Ursache des Ereignisses werden folgende sechs Kategorien verwendet:

2. Grundlagen

- Unfall
- Veranstaltung
- Straßenzustand
- Verkehrszustand
- Sichtverhältnisse
- Wetterverhältnisse

Zum maschinenlesbaren Austausch von Verkehrsmeldungen bestehen mehrere Standards und Normen mit jeweils unterschiedlichen Zielrichtungen. Im Folgenden werden Datex bzw. Datex2 und TPEG kurz umrissen. Beide Standards bieten umfangreiche Codelisten zur Übermittlung von Ereignissen, Ursachen und Wirkung und ermöglichen eine Kodierung mittels XML. Dies bietet im Hinblick auf die Kombination mit den OGC Standards wie GML einen wesentlichen Vorteil. Datex wird in Österreich durch die ASFINAG produktiv eingesetzt und TPEG gilt als Nachfolger von RDS/TMC für die Übertragung via Digitalradio (DAB). DAB wurde in Österreich durch den ORF jedoch lediglich im Rahmen einer Testphase betrieben.

2.2.4. Datex und Datex2

Datex wurde ursprünglich zur Übermittlung von Verkehrsinformationen zwischen Verkehrsmanagementzentralen entwickelt. Datex2 als Nachfolger baut zwar auf den Konzepten von Datex auf, allerdings sind die verwendeten Formate und Protokolle nicht kompatibel. Datex2 verwendet zur Codierung der Daten XML. Datex2 ist derzeit noch kein offizieller Standard, wobei derzeit der europäische Standardisierungsprozess beim Comité Européen de Normalisation (CEN) durchlaufen wird, der bis Ende 2010 abgeschlossen sein soll (WWW.DATEX2.EU).

Mit Datex2 können außer den eigentlichen Verkehrsereignissen (Ursache, Wirkung und Maßnahmen) auch weitere verkehrsrelevante Informationen wie berechnete oder gemessene Verkehrskennzahlen zu Geschwindigkeit, Reisedauer, Verkehrsmenge oder Verkehrssituation, Wetterdaten sowie ergänzende Qualitätsparameter codiert werden. Zur Übermittlung der Ortsangaben können unterschiedliche Varianten genutzt werden. Neben der Definition von Punkten, Linien oder Flächen können auch lineare Referenzen mit Längenangaben genutzt werden. Darüber hinaus werden RDS/TMC Location Codes und TPEG Locations unterstützt. (EUROPEAN COMMISSION, 2009)

2.2.5. TPEG

TPEG ist die Abkürzung für Transport Protocol Expert Group und sieht sich als die Weiterentwicklung des RDS/TMC Standards für die Übertragung von Verkehrsinformationen an Endbenutzer mittels digitalem Rundfunk. Allerdings werden von TPEG auch andere Übertragungskanäle wie Internet, GPRS (General Packet Radio Service) oder Wi-Fi unterstützt. TPEG verfolgt einen multimodalen Ansatz und unterstützt sowohl Verkehrsmeldungen im Individualverkehr (TPEG-RTM Road Traffic Message) als auch im öffentlichen Verkehr (TPEG-PTI Public Transport Information). Die Entwicklung erfolgte durch einen Zusammenschluss von Rundfunkanstalten und Geräteherstellern mit Unterstützung der European Broadcasting Union und ist zwischenzeitlich nicht nur durch die ISO sondern auch in Österreich als nationale Norm (ÖNORM) standardisiert.

Einen zentralen Punkt bei der Entwicklung von TPEG nahm die Kodierung und Übermittlung von Ortsangaben ein, die im Gegensatz zu RDS/TMC Locationcodes auf entsprechende Codelisten verzichten kann, sodass Verkehrsinformationen auch ohne clientseitige Ortsdatenbanken interpretiert werden können. TPEG ist - sowie TMC/RDS - sprachunabhängig und die Informationen können nicht nur von Menschen sondern auch von Computern gelesen und bearbeitet werden. Die Sprachunabhängigkeit wird dabei durch die Definition von Codelisten erreicht, wobei für jede Liste ein sogenanntes "default word" besteht, das immer dann verwendet wird, wenn der übertragene Code nicht am lokalen Gerät interpretiert werden kann. Diese Standardbelegung ermöglicht, dass immer eine korrekte Information wiedergegeben werden kann. Die Codelisten beinhalten einen umfassenden Katalog von Verkehrseignissen inklusive der Auswirkungen, Maßnahmen und Empfehlungen.

Für die Datenkodierung normiert TPEG neben einem binären Standard (TPEG binary), der insbesondere auf die Übertragung im digitalen Rundfunk abzielt auch eine XML-Variante (tpegML). Dadurch ist eine einfache Verwendung des Standards für die Bedienung von unterschiedlichsten Endgeräten über Internet möglich.

Eine TPEG Meldung wird aus drei Teilen zusammengesetzt, die als Container bezeichnet werden. Wobei neben dem Message Management Container, der Informationen über die Meldung enthält und dem Application Event Container, der die Art des Ereignisses beschreibt der Location Container eine besondere Beachtung erfordert. Hier werden Informationen über die räumliche Ausdehnung des Ereignisses kodiert. Die eingesetzte Methode wird als TPEG-Loc bezeichnet und besteht im Wesentlichen aus drei Teilen. Teil eins dient der sprachunabhängigen Ortsbeschreibung und enthält den Sprachcode, der für die textliche Ausgabe der Informationen verwendet werden soll. Im zweiten Teil des Location Containers werden Koordinatenangaben übermittelt, die sich auf eine der sieben folgenden `location_type` beziehen: `large area`,

2. Grundlagen

nodal area, segment, intersection point, framed point, non-linked point, connected point. Schließlich werden im Additional Location Container noch ergänzende Ortsbeschreibungen definiert. Dadurch besteht beispielsweise die Möglichkeit, Örtlichkeiten in einer Baumstruktur zueinander in Verbindung zu setzen. Mit einer Area Reference können somit hierarchisch Gemeindefname, Bezirk und Bundesland kodiert werden. (EUROPEAN BROADCASTING UNION, o.J.)

Der Aufbau einer TPEG Verkehrsmeldung und die Bedeutung des TPEG-Loc Containers ist in Abbildung 2.3 dargestellt und Abbildung 2.4 stellt den Aufbau der Koordinatenangaben innerhalb des Location Containers dar.

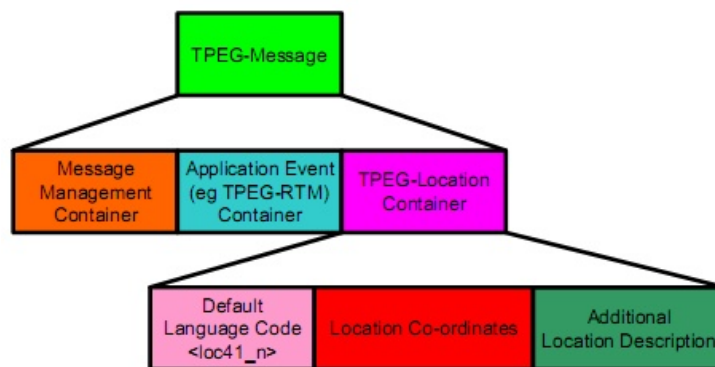


Abbildung 2.3.: Aufbau TPEG Verkehrsmeldung und Teile des Location Containers
(Quelle: EUROPEAN BROADCASTING UNION, o.J.)

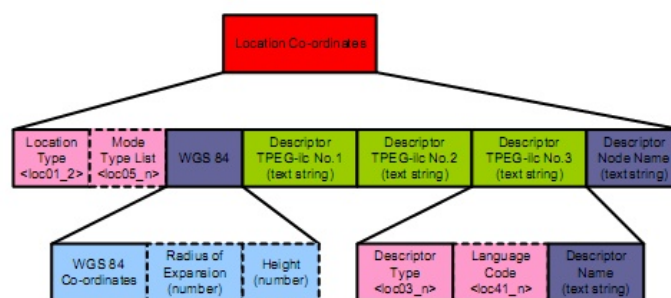


Abbildung 2.4.: Aufbau der Koordinatenangabe einer TPEG Verkehrsmeldung
(Quelle: EUROPEAN BROADCASTING UNION, o.J.)

Durch die individuelle Definition der räumlichen Ausdehnung und die Unabhängigkeit von vordefinierten Ortsangaben ist es möglich, jede erforderliche Ortsreferenz dynamisch, in Abhängigkeit von der jeweiligen Erfordernis, zu erzeugen. Dadurch ist eine wesentlich höhere Flexibilität im Vergleich zu RDS/TMC gegeben. Allerdings ist die Notwendigkeit gegeben, dass entsprechende Kartengrundlagen für die Verortung vorhanden sein müssen.

Der britische Rundfunkbetreiber BBC verwendet TPEG seit mehreren Jahren produktiv zur Verbreitung von Verkehrsinformation. Dabei werden sowohl das XML

basierte Format im Internet als auch das binäre Format im digitalen Rundfunk eingesetzt. Anhand des Beispiels einer TPEG Meldung im XML-Format (tpegML) vom 16. 5. 2010 aus Cornwall soll der Aufbau einer TPEG Meldung illustriert werden. Die TPEG-Meldung in der XML-Kodierung entsprechend tpegML ist in Listing 2.1 zu sehen. Listing 2.2 zeigt im Vergleich dazu dieselbe Meldung, wobei die sprachunabhängigen TPEG-Codes durch die entsprechenden englischen Begriffe ersetzt sind. Dadurch erschließt sich der Inhalt der Meldung wesentlich leichter.

Listing 2.1: TPEG Verkehrsmeldung in tpegML

```

1 <tpeg_message>
2   <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News"/>
3   <summary xml:lang="en">B3254 Cornwall – Castle Street closed both ways due to roadworks between Castle Lane and Lake
4     Lane, in Liskeard</summary>
5   <road_traffic_message message_id="3676771" message_generation_time="2010-05-05T08:44:08+0" version_number="1"
6     start_time="2010-05-05T08:44:08+0" stop_time="2010-05-18T23:59:00+0" severity_factor="&rtm31_2;">
7     <network_conditions>
8       <position position="&rtm10_0;" />
9       <roadworks roadworks="&rtm50_0;" />
10    </network_conditions>
11    <network_conditions>
12      <restriction restriction="&rtm49_1;" />
13    </network_conditions>
14    <location_container language="&loc41_30;">
15      <location_coordinates location_type="&loc1_3;">
16        <WGS84 latitude="50.455318" longitude="-4.462229" />
17        <location_descriptor descriptor_type="&loc3_7;" descriptor="B3254 Castle Street" />
18        <location_descriptor descriptor_type="&loc3_24;" descriptor="Liskeard" />
19        <location_descriptor descriptor_type="&loc3_8;" descriptor="Castle Lane" />
20        <WGS84 latitude="50.453608" longitude="-4.458886" />
21        <location_descriptor descriptor_type="&loc3_7;" descriptor="B3254 Castle Street" />
22        <location_descriptor descriptor_type="&loc3_24;" descriptor="Liskeard" />
23        <location_descriptor descriptor_type="&loc3_8;" descriptor="Lake Lane" />
24        <direction direction_type="&loc2_2;" />
25      </location_coordinates>
26    </location_container>
27  </road_traffic_message>
28 </tpeg_message>
29 (Quelle: http://www.bbc.co.uk/travelnews/tpeg/en/local/rtm/cornwall\_tpeg.xml)

```

Listing 2.2: TPEG Verkehrsmeldung in tpegML (sprachunabhängige Schlüssel sind durch englische Begriffe ersetzt)

```

1 <tpeg_message>
2   <originator country="UK" originator_name="BBC Travel News" />
3   <summary xml:lang="en">B3254 Cornwall – Castle Street closed both ways due to roadworks between Castle Lane and Lake
4     Lane, in Liskeard</summary>
5   <road_traffic_message message_id="3676771" message_generation_time="2010-05-05T08:44:08+0" version_number="1"
6     start_time="2010-05-05T08:44:08+0" stop_time="2010-05-18T23:59:00+0" severity_factor="slight">
7     <network_conditions>
8       <position position="unknown" />
9       <roadworks roadworks="unknown" />
10    </network_conditions>
11    <network_conditions>
12      <restriction restriction="closed" />
13    </network_conditions>
14    <location_container language="English">
15      <location_coordinates location_type="route">
16        <WGS84 latitude="50.455318" longitude="-4.462229" />
17        <location_descriptor descriptor_type="road number" descriptor="B3254 Castle Street" />
18        <location_descriptor descriptor_type="town name" descriptor="Liskeard" />
19        <location_descriptor descriptor_type="Junction with" descriptor="Castle Lane" />
20        <WGS84 latitude="50.453608" longitude="-4.458886" />
21        <location_descriptor descriptor_type="road number" descriptor="B3254 Castle Street" />
22        <location_descriptor descriptor_type="town name" descriptor="Liskeard" />
23        <location_descriptor descriptor_type="Junction with" descriptor="Lake Lane" />
24        <direction direction_type="both ways" />
25      </location_coordinates>
26    </location_container>
27  </road_traffic_message>
28 </tpeg_message>

```

27 (Quelle: http://www.bbc.co.uk/travelnews/tpeg/en/local/rtm/cornwall_tpeg.xml)

Der Message-Management-Container, der die Metadaten zur Meldung enthält, befindet sich in Zeile 2 bis 4. Hier werden der Urheber, eine textliche Zusammenfassung der Meldung sowie die Gültigkeit der Meldung beschrieben. In den Zeilen 5 bis 11 werden Informationen über das Verkehrsereignis übermittelt (Application Event Container). Im gegenständlichen Beispiel handelt es sich um eine Straßensperre. Die darauffolgenden Zeilen 12 bis 24 enthalten den Location Container, der mit der Angabe der verwendeten Sprache (Englisch) beginnt. Im Anschluss folgt der Block mit den Location Co-ordinates, der in diesem Fall eine Strecke (route) beschreibt, die durch zwei Kreuzungspunkte (junction with) mit den entsprechenden Straßennamen und -nummern (road number) sowie den entsprechenden Koordinatenangaben in WGS84 definiert sind. Im Beispiel handelt es sich um die beiden Kreuzungen der Castle Street mit der Castle Lane bzw. mit der Lake Lane. Zusätzlich findet sich auch noch die Angabe des Ortes Liskeard (town name), in dem sich die jeweils definierten Kreuzungen befinden. Durch die Angabe der Koordinaten ist eine sehr einfache Verortung auf einer Karte möglich (vgl. Abbildung 2.5).

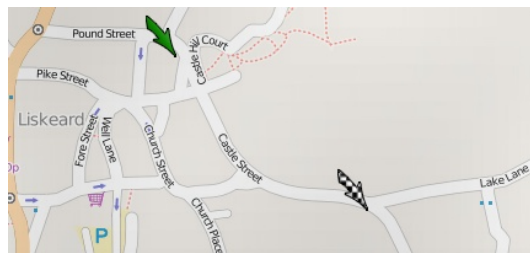


Abbildung 2.5.: Kartendarstellung der TPEG Meldung
(Quelle: Eigener Entwurf, Kartengrundlage: Open StreetMap)

Die Stärke der Lokalisierungsmethode von TPEG ist sicherlich die sehr generische Art und Weise, wie Ereignisse verortet werden können. Umgekehrt unterstützen derzeit keine GIS Softwarepakete oder Kartenanwendungen im Internet das TPEG-Format. Somit ist weder ein einfacher Export noch ein Import von TPEG kodierten Daten in GIS oder Kartenanwendungen zur Visualisierung möglich.

Da der OGC-Standard GML jedoch auf XML aufbaut und auch tpegML eine XML Anwendung darstellt, können beide Formate mittels XML-Transformation wechselseitig umgewandelt werden. Dadurch wird es möglich, beide Fachdomänen der Verkehrsinformation und der Geographischen Information miteinander zu verbinden.

2.3. Räumliche Bezugssysteme

2.3.1. Koordinative Bezugssysteme

Die Beschreibung der Lage, Form und Größe von räumlichen Objekten auf der Erde erfolgt meistens durch die Angabe von Koordinaten. Dabei finden kartesische oder rechtwinklige Koordinatensysteme genauso Verwendung wie Polarkoordinaten oder geographische Koordinaten. Damit durch die Angabe der Koordinaten auch ein Bezug zur Realität hergestellt werden kann, ist es erforderlich, zusätzlich das räumliche Bezugssystem zu kennen, auf das sich die Koordinatenangaben beziehen. Ein räumliches Bezugssystem wird durch ein geodätisches Datum und die Angabe eines Koordinatensystems eindeutig definiert (BARTELME, 2005). Das geodätische Datum bestimmt dabei die Art und Weise, wie das Bezugssystem im Raum verankert ist. Das Bezugssystem World Geodetic System 1984 (WGS84) ermöglicht beispielsweise, die genaue Positionierung von geographischen Objekten weltweit, durch die Angabe von geographischer Breite und geographischer Länge sowie einer optionalen Höhe.

Die Bezugssysteme der Landesvermessungen bilden die Breiten- und Längengrade in einem quadratischen Gitter ab. Diese Transformation von geographischen Koordinaten in ein rechtwinkliges, ebenes Koordinatensystem wird auch als geodätische Abbildung bezeichnet. Aufgrund der hohen Genauigkeitsansprüche sind diese Bezugssysteme meist nur für einen regional eng begrenzten Bereich definiert (DE LANGE, 2006).

Das in Österreich verwendete Bundesmeldenetz (BMN) basiert auf der Gauß-Krüger-Projektion, einer transversalen, konformen Zylinderprojektion, die einen Meridian längentreu abbildet (Mercatorprojektion). Als geodätisches Datum wird das MGI-Referenzsystem (Militärgeographisches Institut) verwendet, das auf dem Bessel-Ellipsoid von 1841 basiert. Österreich wird von den drei 3-Grad breiten Meridianstreifen 28° (M28), 31° (M31) und 34° (M34) abgedeckt, die jeweils längentreu abgebildet werden. Der Nullmeridian bezieht sich dabei nicht auf Greenwich sondern auf Ferro, welcher $17^\circ 40'$ westlich von Greenwich liegt. Das bedeutet, dass M28 $10^\circ 20'$, M31 $13^\circ 20'$ und M34 $16^\circ 20'$ östlich von Greenwich verlaufen. Zur Vermeidung von großen x-Werten (Hochwert), negativen y-Koordinaten (Rechtswert) und der Angabe des Bezugsmeridians werden in Abhängigkeit des Bezugsmeridians runde Meterwerte zum Rechtswert hinzugezählt (M28: +150000, M31: +450000, M34: +750000) und die Zählung des Hochwertes erst 5000 km nördlich des Äquators begonnen. Als Höhenbezugssystem wird der Pegel von Triest herangezogen. Im Rahmen der internationalen Harmonisierung hat sich Österreich 1995 verpflichtet, die Kartenwerke und die Landesvermessung auf das UTM-System (Universal Transverse Mercator) unter Verwendung von WGS84 als Datum umzustellen, wobei die beiden Bezugsmeridiane 9° und 15° östlich von Greenwich (Zone 32 und 33) verwendet wer-

den. (DE LANGE 2006, BEV - BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN, o.J.)

Aus historischen, technischen und organisatorischen Gründen bestehen zahlreiche unterschiedliche räumliche Bezugssysteme um für unterschiedliche Nutzungsanforderungen und Genauigkeitsansprüche eine entsprechende Basis zu schaffen. Seitens der European Petroleum Survey Group (EPSG) wurde ein eindeutiges Referenzsystem geschaffen, in dem der überwiegende Teil der weltweit in Verwendung stehenden Bezugssysteme systematisch erfasst und mit den erforderlichen Parametern beschrieben ist. Jedes der registrierten räumlichen Bezugssysteme weist eine eindeutige Nummer auf, die als EPSG-Code bezeichnet wird (z. B. EPSG:4326 entspricht WGS84, EPSG:31257 entspricht dem BMN M28). Das EPSG Referenzsystem wird aktuell vom “International Association of Oil and Gas Producers (OGP) Surveying and Positioning Committee” gepflegt (OGP SURVEYING AND POSITIONING COMMITTEE). Das Open Geospatial Consortium (OGC) verwendet diese EPSG-Codes zur Beschreibung der Bezugssysteme in seinen Spezifikationen und Diensten (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM).

Durch die Verwendung von EPSG-Codes ist es relativ einfach die Verortung und die geometrische Form und Ausdehnung von Raumelementen von einem räumlichen Bezugssystem in ein anderes zu transformieren, da alle erforderlichen Parameter über den EPSG-Code bestimmt sind und über entsprechende EPSG-Register abgefragt werden können.

2.3.2. Indirekte Bezugssysteme

Für die alltagstaugliche Lokalisierung von Ereignissen auf Verkehrswegen und zur Orientierung ist die Verwendung von Koordinaten jedoch meist zu kompliziert und somit unbrauchbar. Im Zusammenhang mit Navigation und Routeninformation werden meist indirekte Bezugspunkte wie Adressen, Kreuzungspunkte von Straßen, Orte oder Kilometerbezeichnungen verwendet.

Lineare Referenzierung

Lineare Referenzierung wird häufig zur Ortsangabe innerhalb von Netzwerken angewendet, wie bei Gewässer- oder Verkehrssystemen. Dabei erfolgt eine Lokalisierung von Ereignissen durch die Angabe des Abstandes von einem bestimmten Punkt in eine bestimmte Richtung entlang eines bestimmten Netzabschnittes (LONGLEY et al., 2007).

In Verkehrsnetzen wird die lineare Referenzierung meist in Form eines Kilometrierungssystem angewendet. Die Kilometrierung wird im Regelfall von den für die Straßenverwaltung zuständigen öffentlichen Organisationen vorgenommen und ist

2. Grundlagen

oft über die an den Straßen angebrachten Kilometertafeln ersichtlich. Abbildung 2.6 verdeutlicht die Verortung eines Ereignisses anhand von Kilometertafeln, die einen Bezugspunkt darstellen und meist auch koordinativ bekannt sind. Dabei wird die Distanz zur verwendeten Kilometertafel angegeben. Liegt das Ereignis in Kilometrierungsrichtung nach der Tafel werden positive Werte verwendet bzw. wenn das Ereignis vor dem Bezugspunkt liegt, werden negative Werte verwendet: km 0,2 + 89 m bzw. km 0,4 - 103 m.

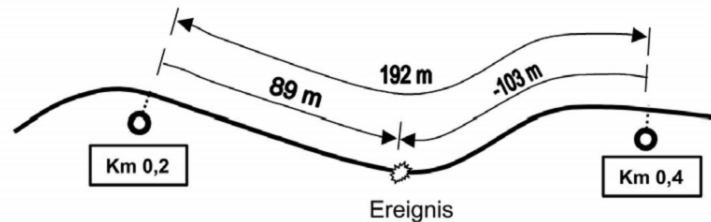


Abbildung 2.6.: Verortung eines Ereignisses mit Hilfe von Kilometertafeln
(Quelle: ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE UND VERKEHR, 2004)

Die Kilometrierung als Verortungsreferenz beinhaltet allerdings einige Problem-
punkte, die im Folgenden beispielhaft aufgezählt sind:

- Mit zunehmender Länge divergieren die in der Natur gemessenen Längen ganz erheblich von den geometrischen Längen der Abschnitte in den GI-Systemen. Dies ist einerseits auf die Genauigkeit bei der Übertragung ins GIS zurückzuführen und andererseits im Unterschied zwischen den tatsächlichen dreidimensionalen Längen im Gelände und der zweidimensionalen digitalen Repräsentation begründet.
- Durch bauliche Änderungen (Begradigungen, Umfahrungen, etc.) ändern sich die tatsächlichen Längen der Straßen.
- Durch die abschnittsweise Änderung des Straßennamens oder die Übertragung von Straßenstücken in andere Verwaltungszuständigkeiten können sich die Straßenlängen ebenfalls ändern.

Zur Vermeidung der genannten Probleme müssen entlang der Verkehrswege Kalibrierungspunkte gesetzt werden, an denen die beiden Bezugssysteme Naturbestand und digitale Repräsentation den gleichen Kilometer aufweisen. Ein Lagekilometer zwischen zwei Kilometrierungspunkten kann dann über eine lineare Interpolation ermittelt werden. Als Kalibrierungspunkte werden im hochrangigen Straßennetz meist Kilometertafeln verwendet, die in regelmäßigen Abständen (z. B. 200 m) aufgestellt werden. Abbildung 2.6 verdeutlicht die Differenz zwischen Bezugspunkten (Kilometertafel) und der tatsächlichen Länge der Straße.

Zur Bereinigung von Fehlkilometern, die sich aufgrund der aufgezeigten Problempunkte ergeben haben, werden immer wieder Neu- bzw. Umkilometrierungen vorgenommen. Dies hat jedoch zur Folge, dass die ursprünglichen Referenzen verloren gehen, da eine technisch aufwendige Historisierung der Datenbestände und Bezugssysteme meist nicht erfolgt.

Obwohl in Tirol alle Autobahnen, Schnellstraßen und Landesstraßen B und L eine Kilometrierung aufweisen, die auch für Verortungen von Ereignissen innerhalb und außerhalb der Verwaltung verwendet werden, bestehen derzeit keine öffentlich zugänglichen und OGC-konformen Verzeichnisdienste (Gazetteer) oder Geocoder Services, über welche Informationen über die bestehenden Kilometrierungen von Verkehrswegen oder deren Lage abgerufen werden können.

RDS/TMC Location Code List

Im Zusammenhang mit Informationen für Verkehrsteilnehmer ist der rundfunkbasierte Radio Data System (RDS) Traffic Message Channel (TMC) zu erwähnen, der Verkehrsinformationen im nichthörbaren Bereich des UKW-Signals aussendet. Dabei werden zur Lokalisation von Verkehrsinformationen sogenannte Location Codes (TMC-LC) verwendet. Dabei werden in jedem Land sogenannte Location Code Lists (LCL) geführt, in denen bestimmte Straßenabschnitte einem eindeutigen Code zugewiesen werden (BUSCH et al., 2007). Bei der Übertragung von Verkehrsmeldungen muss somit lediglich der TMC-LC übertragen werden. TMC-fähige Navigationsgeräte können die Codes mit den lokal gespeicherten Listen abgleichen und somit eine geographische Verortung der jeweiligen Meldung vornehmen.

Das System des TMC-LC hat den Vorteil, dass auch für sehr lange Abschnitte immer nur eine kleine Datenmenge übertragen werden muss. Allerdings wird immer der gesamte Abschnitt referenziert. Dieses System hat insbesondere im Bereich der Autobahnen seine Stärken, indem Abschnitte zwischen Auf- und Abfahrten gebildet werden können. Verkehrsstörungen auf Autobahnen wirken sich im Regelfall immer auf den gesamten Abschnitt aus, weil Zu- und Abfahrt nur über die Autobahnanschlüsse möglich sind. Probleme ergeben sich hingegen im niederrangigen und örtlichen Straßennetz, die im Vergleich zum Autobahnnetz wesentlich feingliedriger sind, sodass eine Zuordnung von TMC-LC zu Abschnitten wesentlich schwieriger ist. Aus diesem Grund ist in den LCLs meist nur das hochrangige Netz (Autobahnen, Schnellstraßen, Bundesstraßen, wichtige Landesstraßen) codiert.

Die Ausarbeitung der LCL für Österreich erfolgt durch ASFiNAG, ORF und ÖAMTC. Die LCL ist jedoch nicht frei verfügbar, sondern kann nur gegen Lizenzgebühr erworben werden. Somit besteht in Österreich auch kein öffentlich zugänglicher und OGC-konformer Webservice, über welchen nähere (Lage)Informationen über die vorhandenen Location Codes abgerufen werden können.

Ortsbezeichnungen, Straßennamen, Adressen

Die Verwendung von Straßennamen, Ortsbezeichnungen und Adressen ist die im Alltag gebräuchlichste Art und Weise um die Lage eines Ortes oder eines Ereignisses zu beschreiben. Damit solche Lokalisierungsangaben in Computersystemen als geographische Informationen weiter verwendet werden können, ist eine Umwandlung in geographische Objekte (Geographic Features) erforderlich. Dieser Vorgang der Zuordnung eines Raumbezuges zu Adress- oder anderen Ortsangaben durch die Zuweisung von Koordinaten nennt man Geokodierung.

Im Rahmen der Geokodierung ist es erforderlich Verzeichnisse von Adressen und anderen Ortsbezeichnungen zu führen, aus denen der Lagebezug ableitbar ist. Dabei ist zu berücksichtigen, dass gerade bei Adressangaben zahlreiche unterschiedliche Schreibweisen und Abkürzungen auftreten können und gleiche Namen in verschiedenen Orten und Gebieten vorkommen können. Adressverzeichnisse liegen oft nur in Form von aggregierten Listen vor, wobei nicht jeder Adresse Koordinaten zugeordnet sind, sondern lediglich auf Straßenabschnitte bezogene Adressbereiche definiert sind. Zur Bestimmung der Koordinaten von einzelnen Adressangaben müssen somit entsprechende Interpolationen vorgenommen werden. Digitale Ortsregister und Verzeichnisse, die die Lokalisierung von geographischem Namensgut beinhalten, werden auch als Gazetteer bezeichnet.

2.4. Interoperabilität

Interoperabilität beschreibt die Fähigkeit von Systemen miteinander zu kommunizieren und gegeneinander Daten auszutauschen, ohne dass detaillierte Kenntnisse über die Besonderheiten der jeweiligen Systeme bekannt sind (BARTELME, 2005). Damit verschiedene Systeme nicht nur dieselbe Sprache sprechen (syntaktische Interoperabilität) sondern auch die Inhalte gleich interpretieren, wird auch semantische Interoperabilität benötigt.

Damit die Kommunikation reibungsfrei funktioniert müssen dafür Normen und Standards definiert sein, die von den Systemen auch eingehalten werden müssen. Das Open Geospatial Consortium (OGC) hat sich zum Ziel gesetzt, Spezifikationen und Standards zu erstellen, auf deren Basis der Austausch von Geodaten und das Anbieten von Geodiensten über Netzwerke möglich sind. Das OGC ist ein internationales Konsortium, welches sich aus 395 Vertretern von Unternehmen, Verwaltung und Wissenschaft zusammensetzt. Zur Absicherung der Standards auch als verbindliche Norm besteht eine enge Zusammenarbeit mit dem Technical Committee 211 (TC 211) der International Organization for Standardization (ISO) welches ISO-Normen

für Geoinformation, Geodatendienste und Geodaten ausarbeitet und veröffentlicht (KOORDINIERUNGSSTELLE GDI-DE, 2008).

Neben den offiziellen OGC-Standards, die den Standardisierungsprozess durchlaufen haben, bestehen noch zahlreiche weitere Empfehlungen seitens des OGC, welche im Rahmen von White Papers veröffentlicht werden und die offizielle Position des OGC zu bestimmten Themen vermitteln (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM).

Die aufgelisteten Standards und Empfehlungen des OGC, die zur Lösung der gegenständlichen Aufgabenstellungen von Bedeutung sind, werden in den folgenden Kapiteln näher erläutert: Web Feature Service (WFS), Filter Encoding Standard, Gazetteer Service, Geography Mark-Up Language (GML), GeoRSS.

2.4.1. Web Feature Service (WFS)

Ein OGC-Web Feature Service bietet die Möglichkeit, auf geographische Daten interoperabel über Netzwerke hinweg zuzugreifen, wobei nicht die kartographische Darstellung der Daten zurückgeliefert wird, sondern die Geo-Objekte (Geographic Features) in Form von objektstrukturierten Vektordaten (DONAUBAUER, 2005). Damit besteht die Möglichkeit, diese Features entsprechend den eigenen Anforderungen weiter zu verarbeiten. Die WFS-Implementierungsspezifikation liegt aktuell in der Version 1.1.0 vom 3. Mai 2005 vor (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, 2005b) und wird im Folgenden dargestellt.

Die Kommunikation zwischen dem WFS Server und dem anfragenden Client erfolgt über HTTP (Hypertext Transfer Protocol), wobei die Antwort des Servers auf Anfragen des Clients in Form eines XML (Extensible Mark-Up Language) Dokuments zurückgeliefert wird. Die Codierung der Geo-Objekte erfolgt dabei in GML (Geography Mark-Up Language), worauf in Kapitel 2.4.4 im Detail eingegangen wird.

In Abhängigkeit der Implementierung ist nur ein lesender oder auch ein schreibender Zugriff auf die Daten möglich. Ein WFS muss jedenfalls die drei Funktionsaufrufe GetCapabilities, DescribeFeatureType und GetFeature unterstützen, womit ein lesender Zugriff auf die Daten erfolgt. Diese einfache Form des WFS wird auch als "Basic WFS" bezeichnet.

Mit GetCapabilities können die zur Verfügung gestellten Objekt-Typen und die Funktionen abgefragt werden, die auf die einzelnen Objekte angewendet werden können sowie weitere Informationen über die Datenbasis (z. B. räumliches Bezugssystem, räumlicher Ausschnitt). Die Struktur des XML-Dokuments, das zurückgeliefert wird, ist über eine XML Schema Definition (XSD) vorgegeben.

Mit DescribeFeatureType können Anfragen zu den Eigenschaften von bestimmten Objekt-Typen gestellt werden. Als Antwort liefert der Server einen Auszug aus einem GML-Anwendungsschema zurück. Damit werden die Struktur und die Eigenschaften

der Geo-Objekte beschrieben, die der Server zur Verfügung stellt. Zur Abfrage von konkreten Features dient `GetFeature`, woraufhin der Server die angefragten Geo-Objekte strukturiert in Form eines GML-Dokuments ausliefert, wobei das Ergebnis immer eine GML Feature Collection darstellt. Die genaue Definition, welche Features zurückgeliefert werden sollen, kann entweder über einen eindeutigen Identifikator, den Feature-Typ oder über die `FILTER`-Funktion bestimmt werden, die WFS zur Verfügung stellt. Wie die `FILTER` Operation anzuwenden ist, wird über den Filter Encoding Standard (FES) bestimmt, der im Kapitel 2.4.2 beschrieben wird.

Die WFS Version 1.1.0 erweitert die Funktionalität der Version 1.0.0 um die Operation `GetGmlObject` zum "XLink WFS". Damit besteht die Möglichkeit XLinks, die auf lokale oder auch auf entfernte Ressourcen verweisen, im Rahmen einer `GetFeature` Abfrage zu bearbeiten, aufzulösen und die entsprechenden Elemente bereitzustellen. Somit können auch von komplexen Geo-Objekten nur Teile herausgelöst und übergeben werden. Unter XLinks werden XML-Konstrukte verstanden, die es ermöglichen, verschiedene XML-Ressourcen über Verweise miteinander zu verknüpfen. Einfache XLinks können mit `html`-Verlinkungen verglichen werden. Diese Methode ist bisher nur bei sehr wenigen Implementierungen realisiert.

Um einen schreibenden Zugriff auf die Daten zu ermöglichen bietet ein "Transactional WFS" (WFS-T) noch die Funktion `Transaction`, womit geographische Elemente erzeugt, bearbeitet oder gelöscht werden können. Zur Vermeidung von Problemen bei gleichzeitigem Zugriff auf dieselben Objektinstanzen können über die `LockFeature`-Operation Veränderungssperren für Elemente für die Dauer einer Transaktion definiert werden.

2.4.2. Filter Encoding Standard

Der Filter Encoding Standard (FES) wird von verschiedenen OGC Services genutzt, um die Auswahl der Features genau zu bestimmen, die im Rahmen einer Anfrage an den Server bearbeitet werden sollen. Auch WFS nutzt den FES, der aktuell in der Spezifikation der Version 1.1.0 vom 3. Mai 2005 vorliegt (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, 2005a). Wie aus dem Erscheinungsdatum ersichtlich ist, wurden die WFS und die FES Spezifikationen gleichzeitig vom OGC verabschiedet.

Beim FES handelt es sich um eine XML-basierte Sprache, die zahlreiche Operatoren zur Filterung von Objekten zur Verfügung stellt, die nach DONAUBAUER, 2005 in vier Klassen gruppiert werden können:

- Vergleichsoperatoren für den numerischen Vergleich zweier Argumente (z. B. `PropertyIsEqualTo`, `PropertyIsLessThan`).
- Räumliche Operatoren, die auf die Spezifikation Simple Features for SQL (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, 2006d) aufbauen (z. B. `equals`, `disjoint`,

touches, overlaps, intersects). Dabei wird im Rahmen der Filterdefinition eine Geometrie an den Server übermittelt, die entsprechend dem Operator mit den Geometrien am Server verarbeitet wird, womit eine Verknüpfung der Geometrien server- und clientseitig ermöglicht wird.

- Logische Operatoren zur Kombination von Bedingungen (AND, OR, NOT).
- Arithmetische Operatoren zur Codierung von einfachen Rechenoperationen wie Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division.

2.4.3. Gazetteer Service

Wie bereits im Abschnitt 2.3.2 erwähnt, sind Gazetteers elektronische Verzeichnisse, in denen geographische Namen und Bezeichnungen wie Ortsnamen, Straßennamen, etc. einen Raumbezug zugewiesen haben. Im Wesentlichen handelt es sich um die elektronische Ausprägung von Ortsregistern, wie sie in Atlanten üblich sind, um bestimmte Namen auf den Karten zu finden.

Der Gazetteer Service stellt somit einen Dienst dar, der mit geographischen Namen aufgerufen werden kann und die entsprechende Lage bzw. Koordinaten zurückliefert. Gazetteers können somit zur Suche von Namen und zur Geokodierung verwendet werden. Es ist ersichtlich, dass dies der Funktionalität von Web Feature Services sehr ähnlich ist. Seitens des OGC existiert daher ein Best Practice Paper "Gazetteer Service - Application Profile of the Web Feature Service Implementation Specification" (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, 2006b), welches den Gazetteer Service als ein Profil eines WFS definiert und als WFS-G bezeichnet. Entsprechend dem WFS Standard kennt auch der WFS-G die Basismethoden GetCapabilities, DescribeFeatureType und GetFeature.

2.4.4. Geography Mark-Up Language (GML)

Die Geography Mark-Up Language (GML) ist eine Auszeichnungssprache, die auf XML basiert und die Kodierung von Geoobjekten ermöglicht. Dabei ist es möglich, Geoobjekte in ihrer Gesamtheit, also mit Geometrie, Attributen und räumlichem Bezugssystem auf der Basis von XML zu beschreiben. GML liegt sowohl als OGC Spezifikation als auch als ISO Standard 19136 vor und basiert weiters auf Internetstandards des World Wide Web Consortiums (W3C). Durch GML kann das Konzept der Features wie in Abschnitt 2.5.2 beschrieben, computerlesbar abgebildet werden und über Internet ausgetauscht werden. Das bedeutet, dass Objekte mit und ohne geographischen Attributen (features und geographic features) mittels GML repräsentiert werden können, wodurch GML in einem sehr breiten Anwendungsspektrum eingesetzt werden kann.

GML spielt eine zentrale Rolle im Zusammenhang mit den OGC-Webservices, indem sowohl die Anfragen (Request) als auch die Antworten (Response) an bzw. von solchen Webservices in GML kodiert sind. GML kann aber auch für einen filebasierten interoperablen Austausch von Geodaten verwendet werden. Die zunehmende Bedeutung von GML wird auch durch die Implementierung von entsprechenden Import- und Exportschnittstellen in verschiedene GIS Softwarepakete verdeutlicht.

GML liegt in den beiden Varianten GML 2 und GML 3 vor, die sich v. a. durch die Komplexität der kodierbaren Geometrietypen unterscheiden. In GML der Version 2 besteht lediglich die Möglichkeit Simple Features (vgl. Abschnitt 2.5.3) zu modellieren. GML 3 unterstützt auch komplexe Geometrietypen und Topologien.

Die Kodierung von Objekten in GML erfolgt im Allgemeinen durch die Definition von Schemata und im Speziellen auf der Basis von Instanzen. Die Basis von GML besteht aus einer Vielzahl von sogenannten “core schemas”, welche die Basistypen und deren Eigenschaften von GML beschreiben. GML 2 umfasst lediglich die drei Schemata Feature, Geometry und XLinks, die in GML 3.0 um weitere 25 Schemata erweitert wurden. Diese Core-Schemata bilden die Basis für die Entwicklung von Schemata für konkrete Anwendungsbereiche (Anwendungsschema), indem unterschiedliche Core-Schemata verwendet werden und die anwendungsspezifischen Elementtypen definiert werden. Konkrete Datendefinitionen erfolgen schlussendlich durch die Instanzierung der Elementtypen (LAKE et al., 2004). Einen Überblick über diese drei GML-Schichten zeigt Abbildung 2.7.

XML (und somit auch GML) weist aufgrund seiner selbstbeschreibenden Struktur einen beträchtlichen Datenoverhead auf, was durch die Tatsache, dass es sich um ein rein textbasiertes Format handelt noch verstärkt wird. Besonders bei umfangreichen und komplexen Daten kann dies aufgrund des Rechenaufwandes zu Performanceproblemen sowohl bei der Kodierung, Übertragung und Dekodierung führen. Die Antwort des OGC auf dieses Problem lautet Binary-XML Encoding (BXML). Die Spezifikation hat den Status eines Best Practice Dokuments, welche in der Version 0.0.8 vorliegt und auf eine effiziente Repräsentation von XML Daten abzielt, die in jeder XML-Applikation angewendet werden kann (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, 2006a). Damit sollen die Vorteile von XML bezüglich der Strukturierung und Objektorientierung und der binären Kodierung hinsichtlich des geringen Datenvolumens vereinigt werden.

2.4.5. GeoRSS

RSS¹ wird verwendet um kurze Informationen z. B. Nachrichten oder Änderungen von Inhalten in Blogs oder Webseiten maschinenlesbar und plattformunabhängig zur

¹Die Abkürzung RSS steht in jeder Spezifikation für unterschiedliche Bedeutungen wie Rich Site Summary, RDF Site Summary oder Really Simple Syndication. Oft werden auch Newsfeeds,

2. Grundlagen

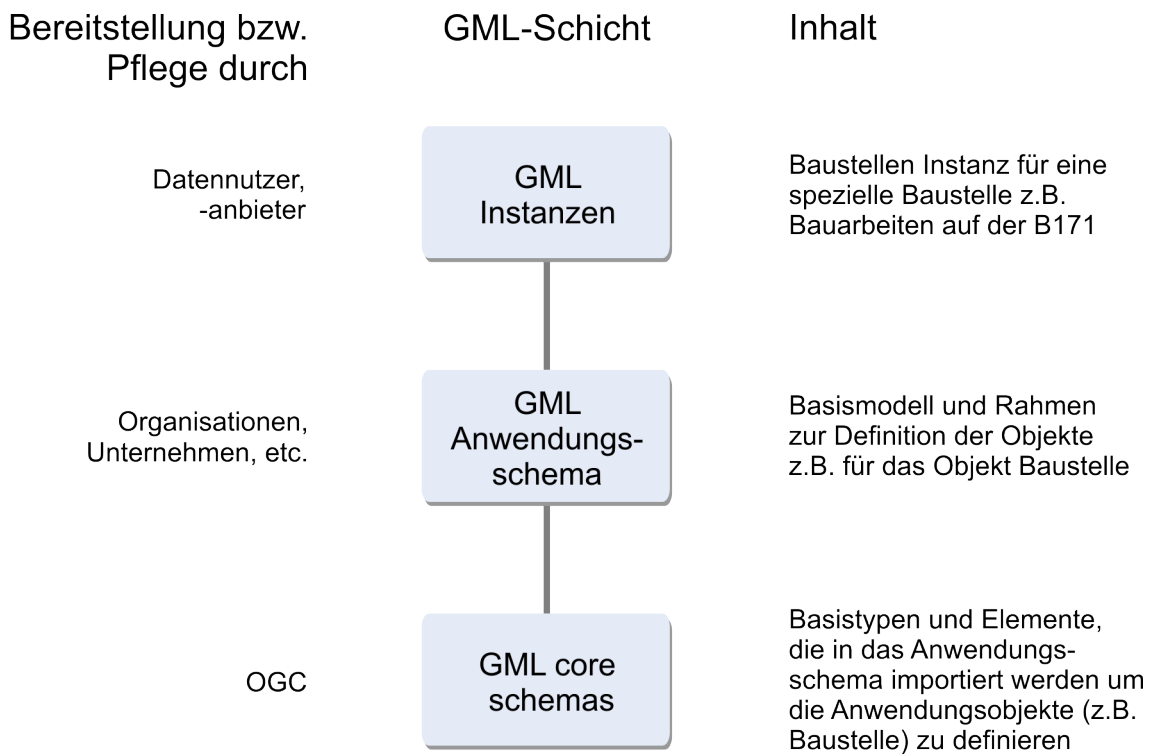


Abbildung 2.7.: GML Schichten
(Quelle: Eigener Entwurf, nach LAKE et al., 2004)

Verfügung zu stellen, sodass diese mit anderen Informationsdiensten weiterverwendet werden können. Dazu wird ein sogenannter Newsfeed oder RSS-Feed in Form einer XML-Datei bereitgestellt, der entweder der RSS Spezifikation oder der Atom Spezifikation entspricht.

GeoRSS erweitert die Funktionalität von RSS durch die Ergänzung von geographischen Informationen, womit die Nutzungsmöglichkeiten der bereits sehr weit verbreiteten RSS Dienste wesentlich verbessert werden. Durch die Integration von Ortsangaben in RSS-Feeds können Informationen auch nach geographischen Gesichtspunkten gefiltert werden.

GeoRSS kann in zwei unterschiedlich komplexen Varianten eingesetzt werden. GeoRSS-Simple zielt auf eine einfache Verwendung ab, indem lediglich einfache Geometrietypen wie Punkte, Linien, Rechtecke und Polygone im Bezugssystem WGS84 unterstützt werden. Mit der GeoRSS GML Variante können alle Geometrien, die von GML unterstützt werden in einem RSS-Feed verwendet werden, wobei insbesondere auch die Verwendung von beliebigen räumlichen Referenzsystemen möglich ist (GEODATENINFRASTRUKTUR DEUTSCHLAND, 2009). Beide Varianten können in den gebräuchlichen RSS-Formaten Atom 1.0, RSS 1.0 und RSS 2.0 eingesetzt werden (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, 2006c).

die der Atom Spezifikation unterliegen als RSS-Feeds bezeichnet, sodass RSS hier nicht als Akronym sondern als eigenständige Bezeichnung einer Technologie verwendet wird.

GeoRSS wird bereits von verschiedenen Datenanbietern als Informationsdienst angeboten. Im Bereich der Verkehrsinformation stellt beispielsweise der ÖAMTC einen Verkehrsservice-Newsfeed zur Verfügung (ÖAMTC), der die Position der jeweiligen Information mit Hilfe einer einfachen GeoRSS-Linie kodiert, wobei meist nur der Anfangs- und der Endpunkt der Verkehrsmeldung zu einer Linie verbunden werden.

2.5. Datenmodellierung

Das Ziel von Informationssystemen ist es, die reale Welt oder Ausschnitte davon in Computersystemen abzubilden und für weitere rechnergestützte Bearbeitungen zur Verfügung zu stellen. Die Überführung der realen Objekte in computerlesbare Strukturen nennt man Modellierung oder Modellbildung. Nach BARTELME, 2005 besteht der Vorgang der Modellbildung aus den beiden entgegen gesetzten Methoden der Analyse und Synthese. Im Rahmen der Struktur- und Datenanalyse erfolgt eine Zerlegung der Daten in einfachere und besser verarbeitbare Teile. Durch die Synthese werden umgekehrt einzelne Teile wieder zu komplexeren Einheiten zusammengefasst.

LONGLEY et al., 2007 gehen bei der Modellbildung von vier aufeinander aufbauenden Abstraktionsstufen aus, die in Abbildung 2.8 dargestellt sind. Ausgehend von der Wirklichkeit werden auf der ersten Abstraktionsebene jene Objekte und Elemente im Rahmen des konzeptionellen Modells ausgewählt, die für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabenstellung erforderlich sind. Die Eigenschaften der Objekte und deren gegenseitigen Beziehungen werden beschrieben. Auf der Ebene der logischen Modelle erfolgt eine Abbildung der Objekte im Hinblick auf die computertechnische Implementierung. Die am stärksten abstrahierte Ebene wird durch das physische Modell repräsentiert. Hier erfolgt die Beschreibung der konkreten technischen Umsetzung der Modelle z. B. im Rahmen von Datenbanken oder Dateisystemen.

2.5.1. Geoobjekte

Bei der Modellierung von Daten, die in weiterer Folge in Geographischen Informationssystemen bearbeitet werden sollen, muss deren Raumbezug besonders beachtet werden. Solche Raumelemente oder Objekte mit einem räumlichen Bezug werden in den Geoinformationswissenschaften als Geoobjekte bezeichnet. DE LANGE, 2006 definiert Geoobjekte folgendermaßen: “Geoobjekte sind räumliche Elemente, die zusätzlich zu Sachinformationen geometrische und topologische Eigenschaften besitzen und zeitlichen Veränderungen unterliegen können. Kennzeichnend für Geoobjekte sind somit Geometrie, Topologie, Thematik und Dynamik.”

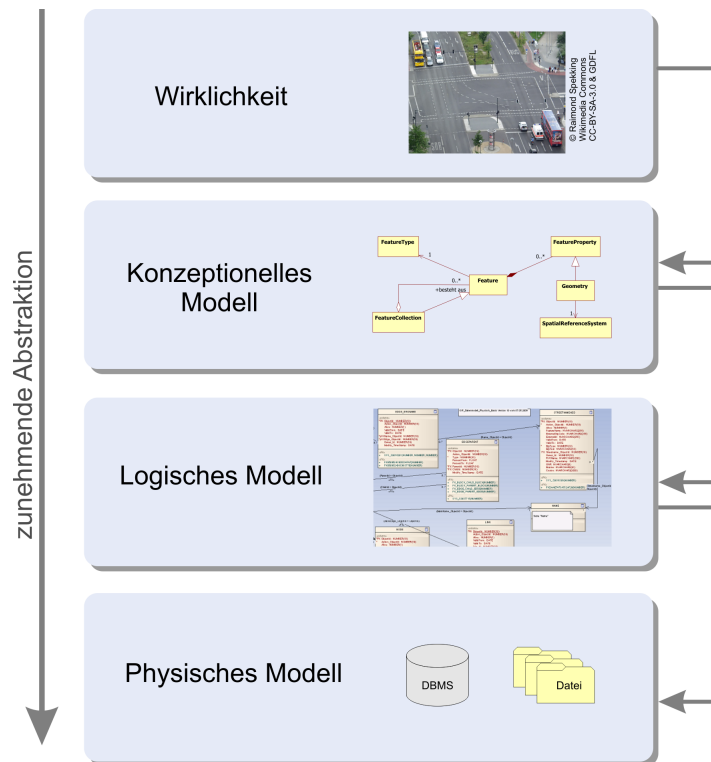


Abbildung 2.8.: Modellbildung
(Quelle: Eigener Entwurf)

Die Informationen über die Geometrie umfassen sowohl die absolute Lage als auch die Form und die Ausdehnung des Geoobjektes. Topologische Informationen betreffend die relative Lage und Nachbarschaftsbeziehungen erweitern die räumlichen Informationen. Die Zugehörigkeit des Geoobjekts zu bestimmten Sachebenen wird meist durch mehrere Eigenschaften gekennzeichnet.

Geoobjekte können ihre Eigenschaften im Zeitablauf ändern, wobei die Veränderungen sowohl hinsichtlich der Geometrie (räumliche Variabilität), der Topologie (topologische Variabilität) und der Thematik (thematische Variabilität) auftreten können. Beispielsweise erfassen Straßenverkehrsdetektoren zu verschiedenen Zeiten unterschiedliche Verkehrsmengen oder Straßenbaustellen verändern im Laufe der Zeit ihre Lage, usw.

2.5.2. Standardisierte konzeptionelle Geo-Datenmodelle

Das OGC beschreibt im OGC Reference Model (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, 2008) ein abstraktes, allgemeingültiges Datenmodell zur Definition von raumbezogenen Informationen. Das Modell ist in Abbildung 2.9 vereinfacht als UML-Diagramm dargestellt. Das zentrale Element stellt dabei das Feature dar, das als Basisklasse eine Abstraktion eines Phänomens der Realität abbildet. Jedes Feature wird durch bestimmte thematische, zeitliche und räumliche Eigenschaften gekennzeichnet.

2. Grundlagen

Die geometrische Ausprägung eines Features ist ebenfalls nur eine spezielle Eigenschaft, die durch die Verknüpfung mit einem räumlichen Referenzsystem auf der Erde verortet werden kann. Das Konzept schließt nicht aus, dass ein Feature auch mehrere Geometrien aufweisen kann. So könnte beispielsweise ein Feature, das eine Straßenkreuzung modelliert mit zwei geometrischen Ausprägungen ausgestattet werden. Eine Punktgeometrie könnte das Zentrum der Kreuzung abbilden und ein Polygon könnte die Kreuzung detaillierter beschreiben. Gleichartige Eigenschaften, werden zu FeatureTypes zusammengefasst und jedes Feature wird einem FeatureType zugeordnet. Ein einfaches Beispiel ist in Abbildung 2.10 dargestellt. Die Abbildung zeigt den FeatureType Baustelle zur Modellierung von Straßenbaustellen.

Features können zu FeatureCollections zusammengefasst werden, womit auch komplexe Objektstrukturen modelliert werden können. Dabei spielt es keine Rolle, von welchem Typ das Feature ist.

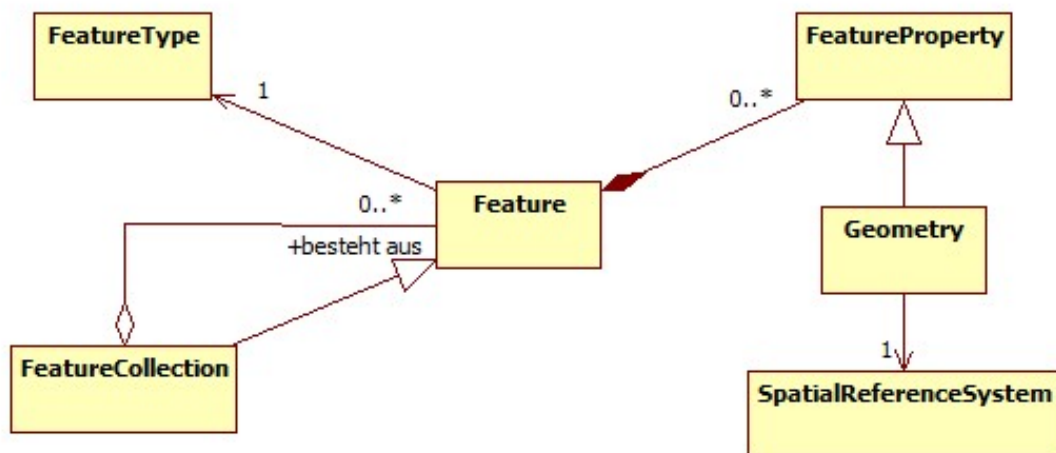


Abbildung 2.9.: OGC-Geodaten Modell
(Quelle: Eigener Entwurf, nach KORDUAN/ZEHNER, 2008)

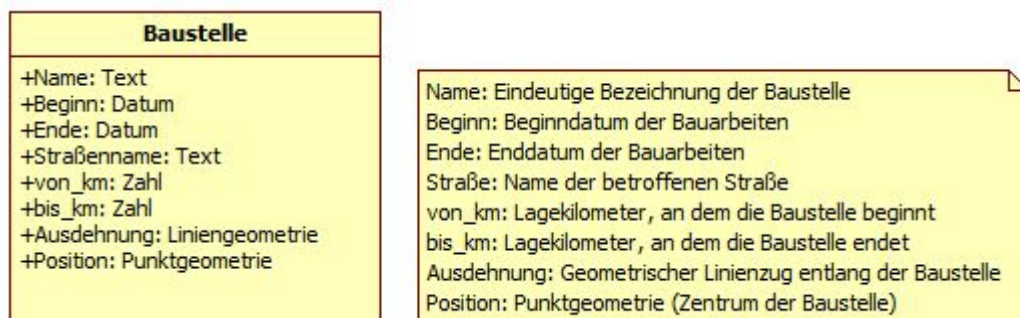


Abbildung 2.10.: Baustelle als FeatureType
(Quelle: Eigener Entwurf)

2. Grundlagen

Eine Besonderheit des OGC Reference Model ist die Tatsache, dass Features nicht unbedingt eine räumliche Dimension aufweisen müssen. Von einem Geographic Feature wird nur dann gesprochen, wenn ein Feature auch einen räumlichen Bezug zur Erde aufweist. Diese Unterscheidung zwischen Feature und Geographic Feature wird in der GIS Literatur jedoch nicht durchgängig vorgenommen, sodass Feature oft gleichbedeutend mit Geoobjekt verwendet wird (vgl. FITZKE, 2005). Im Rahmen dieser Arbeit wird die Terminologie des OGC verwendet und zwischen Features (Objekte) und Geographic Features (Geoobjekte) unterschieden.

Das TC 211 der ISO hat mit dem General Feature Model (GFM) ebenfalls ein abstraktes Modell spezifiziert, welches im ISO Standard 19109 verwendet wird. Es bildet die Basis für fachspezifische Datenmodelle und Anwendungsschemata und wird daher auch als Metamodell bezeichnet. Auch das INSPIRE Generic Conceptual Model (INSPIRE DRAFTING TEAM "DATA SPECIFICATIONS" (HG.), 2009) baut auf diesen Standard auf. Das GFM bildet somit die Basis für den Aufbau der europäischen Geodateninfrastruktur.

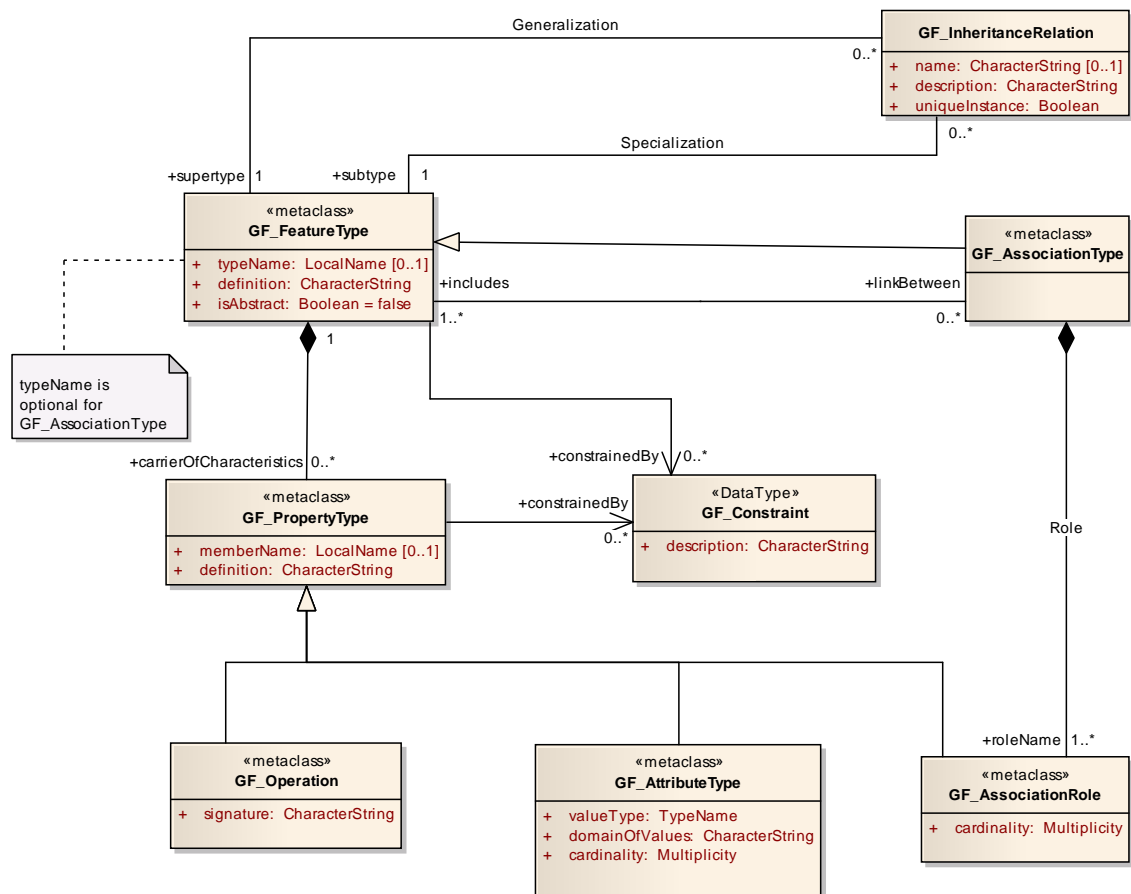


Abbildung 2.11.: Auszug aus dem General Feature Modell (ISO 19109) (Quelle: INSPIRE DRAFTING TEAM "DATA SPECIFICATIONS" (HG.), 2009)

Abbildung 2.11 gibt einen Überblick über das GFM, welches die Basis für die Klassifikation von räumlichen Objekten bildet. Die zentrale Klasse im GFM bil-

det `GF_FeatureType`, welcher analog zum OGC Reference Model ebenfalls Eigenschaften zugewiesen werden können, die aus der Klasse `GF_PropertyType` abgeleitet werden. Die Eigenschaften können Operationen (`GF_Operation`), Attribute (`GF_AttributeType`) oder Beziehungen (`GF_AssociationRole`, `GF_AssociationType`) sein.

Neben der Definition des GFM ist in ISO 19109 auch festgelegt, dass zur Beschreibung eines anwendungsspezifischen Modells eine formale Modellierungssprache, nämlich die Unified Modeling Language (UML) zu verwenden ist. UML wird auch seitens der ISO und des OGC zur Beschreibung von Modellen verwendet. Auf UML wird im Kapitel 2.5.4 näher eingegangen.

2.5.3. Simple Features

Zur Umsetzung von interoperablen Softwaresystemen müssen Vorschriften bestehen, die definieren, wie die konzeptionellen Modelle softwaretechnisch realisiert werden können. Dies geschieht durch sogenannte Implementierungsspezifikationen. Eine der ersten Implementierungsspezifikationen des OGC ist die Simple Feature Specification (SFS), die zwischenzeitlich auch durch die ISO in der Norm 19125 Simple Feature Access als Standard umgesetzt wurde. Die OGC-Spezifikation liegt in drei Teilen vor, von denen die SFS for SQL (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, 2006d) die bedeutendste ist.

Wie der Name bereits ausdrückt, definiert die SFS einen einfachen Featuretyp, dessen Geometrie durch die geradlinige Verbindung der Stützpunkte gebildet wird. Wie in Abbildung 2.12 dargestellt ist, leiten sich von der Oberklasse `Geometry` die vier Geometrietypen `Point`, `Curve`, `Surface` und `GeometryCollection` ab. `Point` definiert einen Punkt. `Curve` stellt die abstrakte Klasse für Linienobjekte dar, die durch die Klasse `LineString` gebildet werden, wobei neben den Streckenzügen zwei weitere Spezialformen möglich sind: `Line` stellt eine Strecke dar, die durch zwei Punkte definiert ist während `LinearRing` einen geschlossenen Streckenzug darstellt. `Surface` ist die abstrakte Oberklasse für Flächen, wobei konkrete Flächenobjekte durch die Klasse `Polygon` erzeugt werden. Eine Zusammenfassung von Objekten gleicher Geometrietypen ist über die Oberklasse `GeometryCollection` möglich, wobei als konkrete Objekte Multipunkte, Multilinien und Multipolygone (`MultiPoint`, `MultiLineString`, `MultiPolygon`) erzeugt werden können. Jedes Simple Feature muss ein räumliches Referenzsystem aufweisen und kann darüber hinaus auch ein lineares Referenzsystem (`MeasureReferenceSystem`) aufweisen. Dadurch können entlang den Geometrieobjekten sogenannte Measures oder Bezugspunkte als Referenzierungssystem zugeordnet werden. Beispiele von Simple Features sind in Abbildung 2.13 zusammengestellt.

2. Grundlagen

Komplexe Geo-Objekte, die aus verschiedenen Geometrietypen bestehen, können auf der Basis der SFA nicht abgebildet werden. Die Einfachheit betrifft weiters topologische Aspekte und Metainformationen, die in der SFS keine Berücksichtigung finden.

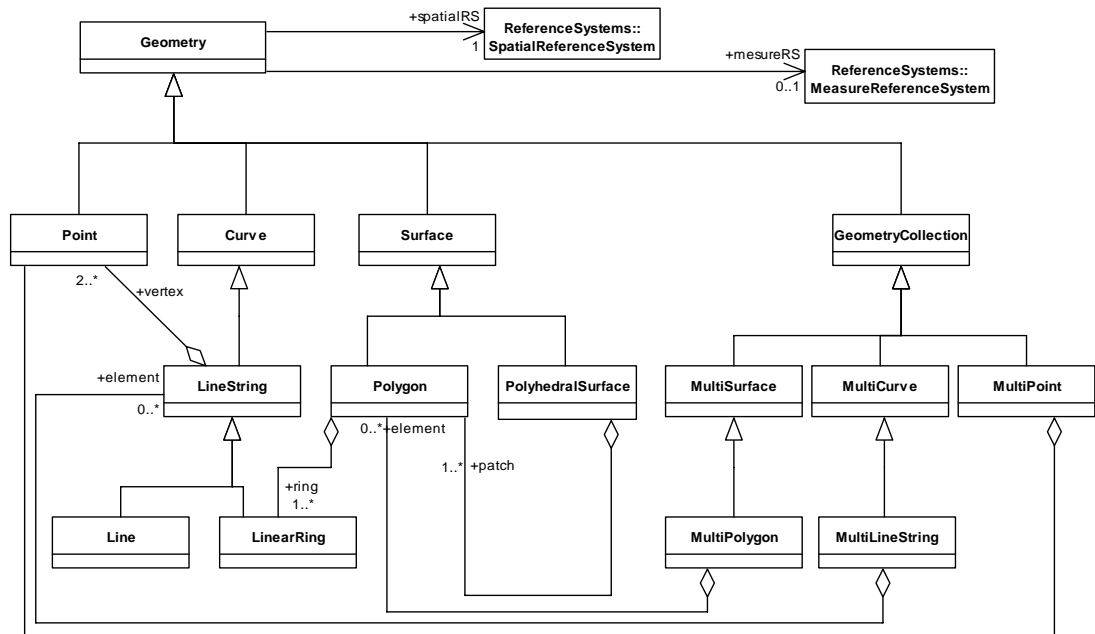


Abbildung 2.12.: Hierarchie der Simple Features
(Quelle: OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, 2006d)

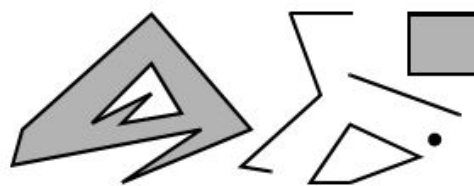


Abbildung 2.13.: Simple Feature Beispiele
(Quelle: BRINKHOFF, 2007)

2.5.4. Unified Modelling Language (UML)

Zur formalen Beschreibung von Daten und deren Strukturen werden Datenbeschreibungssprachen verwendet. Eine zentrale Bedeutung in der Informationstechnologie und insbesondere in der Geoinformation kommt dabei der Unified Modelling Language (UML) zu. UML wird sowohl durch das OGC als auch durch die ISO zur Beschreibung von GI-Standards und Normen verwendet.

2. Grundlagen

UML stellt sogenannte Spracheinheiten zur Verfügung, die modular verwendet werden können, um bestimmte Ausschnitte eines Modells formal zu beschreiben. Zu den wesentlichen Spracheinheiten gehören die Aktionen, Aktivitäten, Anwendungsfälle, Informationsflüsse, Interaktionen, Klassen und Komponenten. Die unterschiedlichen Aspekte von Modellen werden graphisch in Struktur- oder Verhaltensdiagrammen dargestellt. (WIKIPEDIA, 2010)

Im Rahmen dieser Arbeit wird zur Visualisierung und Strukturierung des Datenmodells das UML-Klassendiagramm (Strukturdiagramm) verwendet.

3. Implementierung

Im Rahmen von GDI sind vor allem planbare bzw. vorhersehbare verkehrsrelevante Ereignisse von Bedeutung, weil diese im Regelfall einen Behördenweg durchlaufen und somit zum Großteil organisatorisch mit den Betreibern von öffentlichen Geodateninfrastrukturen gleichzusetzen sind. Die folgenden Kapitel beschreiben einen Lösungsansatz, wie entsprechende Verkehrsinformationen öffentlich zur Verfügung gestellt werden können, sodass diese sowohl durch Computer als auch durch den Menschen interpretiert und weiterverarbeitet werden können. Dabei wird zuerst auf die Umsetzung einer korrekten Georeferenzierung eingegangen. Daran anschließend erfolgt die Beschreibung, wie die inhaltlichen Dimensionen der Verkehrsmeldungen mit Ursache, Wirkung und Empfehlung modelliert werden können. Gerade im Umfeld einer GDI, die durch Verwaltungsorganisationen bereit gestellt wird, sind Metadaten von Bedeutung.

Aufbauend auf die strukturellen Betrachtungen und die Datenmodellierung erfolgt eine Umsetzung des Datenmodells in einem XML-Schema, das die Basis für die Bereitstellung von Verkehrsmeldungen über standardisierte Webservices (WFS) oder leichtgewichtige Quasistandards (GeoRSS) bildet.

Bei der Umsetzung wird auf eine möglichst umfassende formale, syntaktische und semantische Interoperabilität Wert gelegt. Dies wird dadurch erreicht, dass zur Beschreibung und Visualisierung des Objektmodells UML eingesetzt wird. Zur Kodierung der geographischen Objekte wird GML verwendet, die Übertragung der Informationen erfolgt über standardisierte Webservices (WFS) oder leichtgewichtige Quasistandards (GeoRSS). Soweit möglich und sinnvoll wird weiters auf Definitionen und Begrifflichkeiten aus bestehenden fachlichen Standards wie TPEG oder RVS 05.01.12 zurück gegriffen.

3.1. Modellierung der Verkehrsinformation

3.1.1. Verkehrsmeldungstypen

Wie bereits ausgeführt, sollen über den geplanten Verkehrsinformationsdienst insbesondere Verkehrsmeldungen zur Verfügung gestellt werden, die den Verwaltungsorganisationen bekannt sind. Das sind im Regelfall planbare und vorhersehbare

Ereignisse, die ein Verwaltungsverfahren durchlaufen. Darüber hinaus sind bei diversen Behinderungen, die durch Umweltereignisse (z. B. Lawinen, Muren, Steinschlag) verursacht werden und den daraus folgenden Sperren von Verkehrswegen ebenfalls Verwaltungsorganisationen involviert. Dies ist insbesondere bei einer länger anhaltenden Störung der Fall, womit auch diese Ursachen mitbetrachtet werden. Die Länder betreiben als Infrastrukturbetreiber der Landesstraßen auch automatische Detektoren zur Erfassung der Straßenfahrzeuge, womit auch Verkehrslageinformationen (z. B. starker Verkehr, Stau) bestimmt werden und bereitgestellt werden können.

Nicht berücksichtigt werden somit Verkehrsinformationen, die kurzfristig und spontan beispielsweise über die Exekutive oder Verkehrsteilnehmer wahrgenommen werden. Die Sammlung, Verarbeitung, Bereitstellung und Qualitätssicherung von entsprechenden Meldungen erfordert eine Verkehrsredaktion, die von den Verwaltungsorganisationen (derzeit) nicht betrieben wird. Der Entwurf der Datenstruktur sowie die entsprechenden Dienste zur Bereitstellung der Information berücksichtigt jedoch die Anforderungen auch dieser Verkehrsmeldungsarten, sodass eine entsprechende Erweiterung einfach möglich ist.

Tabelle 3.1 zeigt in Anlehnung an die Mindestinhalte lt. TPEG-TEC Spezifikation (MOBILE.INFO, 2006) welche Inhalte unter Berücksichtigung der vorhandenen Informationen in einer verkehrsspezifischen GDI bereitgestellt werden können.

Zusätzlich zur Angabe der verkehrlichen Wirkung ist die Bereitstellung von operationalisierbaren Informationen über den erwarteten verkehrlichen Effekt von besonderer Bedeutung. Dies gilt insbesondere für Systeme, die auf diesen Daten aufbauen (z. B. Routensucher), ist aber auch für Verkehrsteilnehmer von Interesse. Die verkehrliche Wirkung beschreibt somit die qualitativen Auswirkungen eines Verkehrereignisses und der verkehrliche Effekt beinhaltet die quantitativen Auswirkungen in Form von erwartbaren Reisezeitverzögerungen, Staulängen oder Geschwindigkeitsreduktionen.

Je nach vorhandener Informationslage können die Meldungstypen einer Verkehrsmeldung, wie sie in Tabelle 3.1 enthalten sind, noch weiter detailliert werden. Der Anhang zur RVS 05.01.12 über "Ereignisse und Meldungen in kooperativen Verkehrsmanagementzentralen" (ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE UND VERKEHR, 2008) listet eine Reihe von Verkehrereignissen auf, die im Rahmen von Verkehrsmeldungen verarbeitet werden sollen. Diese Inhalte werden hier als Basis für mögliche weitere Detaillierungen herangezogen, sofern die erforderlichen Informationen im Rahmen einer GDI bereitgestellt werden können. Diese möglichen Erweiterungen und deren Zuordnung zu den entsprechenden Meldungstypen werden in den folgenden Abschnitten beschrieben und sind den Tabellen 3.3 und 3.2 zu entnehmen.

Tabelle 3.1.: Mögliche Inhalte von Verkehrsmeldungen einer GDI

	<i>Meldungstyp</i>	<i>GDI Inhalt</i>
<i>Wirkung</i>	Sperre	ja
	Benutzungsbeschränkung	ja
	Verkehrsfluss	ja (sofern Detektoren vorhanden sind)
	Behinderungen	ja
	Infrastruktur	ja
	Lokale Gefahrenstellen	nein
<i>Ursache</i>	Unfall	nein
	Veranstaltung	ja
	Straßenzustand	ja
	Verkehrszustand	nein
	Sichtverhältnisse	nein
	Wetterverhältnisse	nein
<i>Effekt</i>	Reisezeitverzögerung	ja
	Staulänge	ja
	Geschwindigkeitsveränderung	ja
<i>Empfehlung</i>	Warnung	ja
	Umleitungsempfehlung	ja
	Empfehlung	ja

Bevor jedoch im Detail auf die verkehrlichen Wirkungen und Ursachen eingegangen wird, wird im folgenden Kapitel die Verortung der Verkehrsmeldungen behandelt, weil dies auch für die weiteren Inhalte von zentraler Bedeutung ist.

3.1.2. Georeferenzierung

Die korrekte Verortung der Verkehrsereignisse stellt die zentrale Herausforderung dar, wenn die Verkehrsdaten einem breiten Benutzerkreis angeboten werden sollen und sowohl von Menschen als auch von Computern richtig interpretiert und weiterverarbeitet werden sollen. Dabei bedeutet korrekt, dass die Verortung folgende Anforderungen erfüllen muss:

- **Richtigkeit:** Das Verkehrsereignis wird auf der richtigen Straße positioniert. Dies ist insbesondere bei parallel verlaufenden Straßenzügen wie Nebenstraßen von großer Bedeutung.
- **Genauigkeit:** Die Verortung muss sich auf den tatsächlich betroffenen Straßenabschnitt beziehen und muss eindeutig sein. Das bedeutet, dass beispielsweise bei Autobahnen klar erkennbar sein muss, welche der beiden Richtungsfahrbahnen betroffen ist.

Bei der Verortung von Verkehrsereignissen ist insbesondere zu beachten, dass die Interpretation der Position auf einem anderen System und auch auf der Basis einer

3. Implementierung

anderen Kartengrundlage erfolgt. Zur Vermeidung von Interpretationsproblemen muss dem Nutzer bzw. dem Nutzersystem die Möglichkeit geboten werden zu überprüfen, ob seine Interpretation der übermittelten Lage auch plausibel ist. Für diese Plausibilitätsprüfung wird in der gegenständlichen Umsetzung ein umfassender Ansatz verfolgt, der einerseits die Kodierung der Verkehrsinformation und andererseits das Angebot von weiteren Diensten betrifft, über welche zusätzliche Informationen abgefragt werden können.

Dabei wird die Lageinformation für ein Ereignis in unterschiedlichen Methoden und Kodierungen zur Verfügung gestellt, sodass der Empfänger grundsätzlich in seiner Entscheidung frei ist, sich für die Methode seiner Wahl in Abhängigkeit der Rahmenbedingungen (z. B. Systeme, Kartengrundlagen) zu entscheiden. Zusätzlich zu den Lageinformationen im eigentlichen Sinn werden weitere Informationen mitgeliefert, die charakteristische Eigenschaften des betroffenen Verkehrsweges darstellen. Dadurch besteht die Möglichkeit, dass der Benutzer (Empfänger der Meldung) die unterschiedlichen Kodierungen nützt, um sie auf seinem System gegeneinander zu prüfen. Wenn die unterschiedlichen Verortungsangaben am Zielsystem zu denselben Ergebnissen führen, kann davon ausgegangen werden, dass die Positionsinformationen richtig interpretiert wurden.

Durch die Bereitstellung von begleitenden Webdiensten (z. B. Gazetteer), die zusätzliche Informationen liefern, kann die Verortungsqualität weiter erhöht werden. Ein Gazetteer stellt beispielsweise Informationen über das Verkehrsnetz in der Umgebung der jeweiligen Verkehrsmeldung zur Verfügung.

Konkret werden folgende Arten der Georeferenzierung gleichzeitig für jede Verkehrsmeldung zur Verfügung gestellt:

- Positionierung mittels Koordinaten: Dabei werden in Abhängigkeit der Ausdehnung des Verkehrsereignisses entweder ein Punkt oder zwei Punkte als Start- und Endpunkt in Form von Koordinatenpaaren übermittelt.
- Angabe von Straßename und Kilometer (lineare Referenzierung): Diese Verortungsvariante kann lediglich auf Straßen angewendet werden, für welche eine Kilometrierungsinformation besteht. Dies ist insbesondere am hochrangigen Straßennetz der Fall und im Testgebiet an Autobahnen, Schnellstraßen, Landesstraßen B und L gegeben. Auch hier wird in Abhängigkeit der Ausdehnung des Verkehrsereignisses lediglich ein Wert übermittelt oder ein Start- und Endkilometer.
- Bereitstellung einer Punkt- oder Liniengeometrie, welche das Ausmaß des Ereignisses umfasst.

3. Implementierung

- Zur genaueren Bestimmung des betroffenen Straßenabschnittes wird dessen verkehrliche Bedeutung mitgeliefert. Dadurch können die Zielsysteme einfacher zwischen nahe beieinander liegenden Straßen wie Haupt- und Nebenfahrbahn unterscheiden.
- TMC-Location Code: Auch diese Möglichkeit besteht nur auf ausgewählten hochrangigen Straßen (insbesondere Autobahnen, Schnellstraßen), für welche solche Codes bestehen. Der Vorteil dieser Codes liegt dabei auf der Eindeutigkeit und der einfachen Verwendung bis hin zu den Navigationsgeräten. Nachteilig ist deren Beschränkung auf das hochrangige Straßennetz und dass deren Nutzung einer Lizenz unterliegt.
- TPEG-Location: Der Vorteil von TPEG-Loc liegt in seiner flexiblen Handhabung. In Österreich spielt TPEG derzeit allerdings keine Rolle, da seitens des ORF kein DAB betrieben wird.

Die Kodierung der Geometrie kann bei räumlich sehr ausgedehnten Ereignissen und einer detaillierten, also großmaßstäbigen Abbildung zu umfangreichen Datenmengen führen. Zur Verringerung des Datenvolumens und der damit verbundenen Erhöhung der Performance sollte der Verkehrsinformationsdienst parametrisiert aufgerufen werden können. Durch die Aufrufparameter sollte festgelegt werden, welche Verortungsmethoden verwendet werden sollen bzw. welche Lageinformation bzw. -kodierung zusätzlich übermittelt werden soll.

Abbildung 3.1 zeigt das UML-Klassendiagramm der Lagemodellierung für die Verkehrsmeldungen. Die zentrale Klasse stellt dabei die Klasse `Location` dar, welche die zwei obligatorischen Attribute `position` und `road` aufweist.

Über die Eigenschaft `position` wird die geographische Lage der Verkehrsmeldung über unterschiedliche geographische Objekte kodiert. Als einziges Attribut ist jedenfalls ein `point` anzugeben, der ein geographisches Punkt-Objekt darstellt und im Attribut `geo` ein Koordinatenpaar beinhaltet. Zusätzlich zur Lage beinhaltet das Punktobjekt, welches über die Klasse `PosPoint` definiert ist, die Beschreibung der Rolle (`role`) des jeweiligen Punktes. Dadurch kann gekennzeichnet werden, ob es sich um einen Start- oder Endpunkt handelt oder ob der Punkt die Lage der Verkehrsmeldung beschreibt (`Direct`).

Für kleinräumige Verkehrsmeldungen wie kleinere Baustellen reicht die Angabe eines Punktes zur geographischen Verortung aus. Bei Verkehrsereignissen, die sich über einen größeren Bereich erstrecken, muss zusätzlich ein weiterer Punkt angegeben werden, der sich vom ersten in der Lage unterscheidet. Wesentlich ist, dass die Koordinatenangaben so genau sind, dass durch sie die betroffenen Straßenabschnitte tatsächlich bestimmt werden können.

3. Implementierung

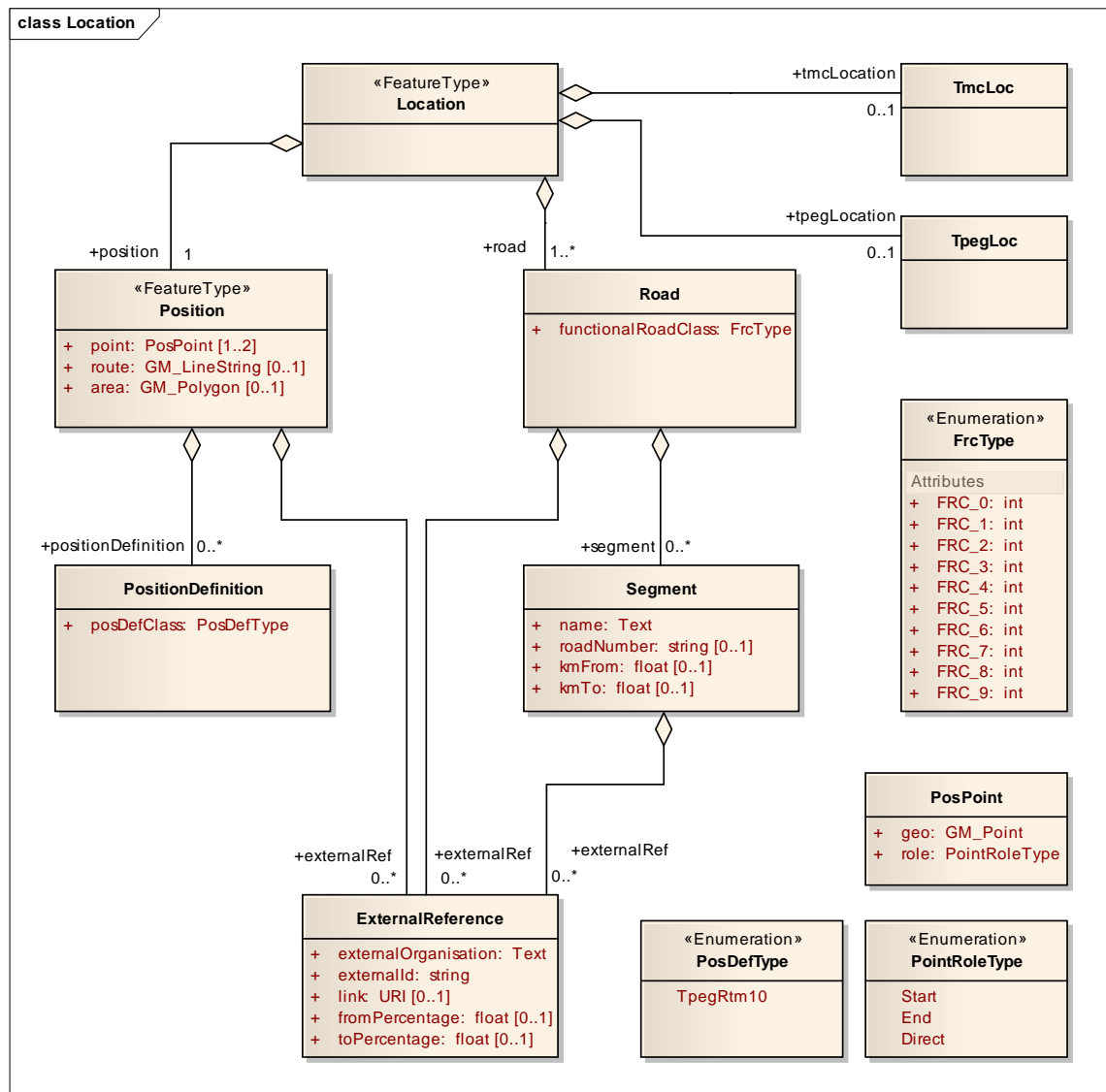


Abbildung 3.1.: Klassendiagramm: Lageinformation (Location)
(Quelle: Eigener Entwurf)

Sollen räumlich ausgedehntere Verkehrsmeldungen noch genauer definiert werden, dann kann zusätzlich der gesamte betroffene Streckenabschnitt als geometrischer Linienzug (Linestring) im Attribut `route` abgelegt werden. Für die Weiterverwendung der Daten z. B. im Rahmen von Kartendarstellungen ist diese Variante sehr vorteilhaft, weil sich die Verarbeitung lediglich auf die Visualisierung zu konzentrieren braucht. Inhaltliche Bearbeitungen hinsichtlich eines Net-Matchings sind nicht erforderlich und trotzdem kann der gesamte betroffene Streckenverlauf angezeigt werden. Sollen die Informationen auf einen anderen Straßengraphen aufgetragen werden, ist die zusätzliche Kodierung eines Linienzuges ebenfalls von Vorteil, weil Net-Matching Methoden wesentlich besser und weniger fehlerbehaftet angewendet werden können.

Zur Beschreibung von flächigen Gebieten kann das optionale Attribut `area` verwendet werden, welches die Abbildung von geographischen Flächen zulässt. Dies kann

insbesondere für die Beschreibung von großflächigen Ereignissen von Bedeutung sein, wie z. B. Behinderungen durch Besucher einer Großveranstaltung, die nicht exakt auf bestimmte Straßenzüge eingeschränkt werden können. Weiters bietet auch dieses Attribut insbesondere für die Visualisierung von Verkehrsmeldungen eine sehr einfache Möglichkeit, die Daten bereitzustellen, weil auf Seiten der Zielanwendung lediglich die relativ einfache Aufgabe der richtigen graphischen Umsetzung der geographischen Lage und der Form der Fläche besteht.

Mit der optionalen Eigenschaft `positionDefinition`, welche durch die Klasse `PositionDefinition` bestimmt ist, besteht die Möglichkeit eine über die geographische Lage hinausreichende wesentlich detailliertere Lagebeschreibung zu definieren, die im Attribut `posDefClass` angegeben wird. Dabei handelt es sich um Informationen, die bestimmte Richtungsfahrbahnen oder Teile von Fahrbahnen wie Fahrstreifen, Rampen etc. betreffen. Da auch mehrere unterschiedliche Bereiche einer Straße betroffen sein können, kann dieses Attribut mehrfach innerhalb einer `positionDefinition` angewendet werden. Im TPEG-Standard für Road Traffic Message (RTM) Applikationen besteht bereits eine umfangreiche Liste von entsprechenden Lagedefinitionen. Im Hinblick auf eine einfache Handhabung und die semantische Einheitlichkeit zwischen unterschiedlichen Anwendungen, wird daher auf diese TPEG-Definitionen zurückgegriffen, was durch die Attributbezeichnung `TpegRtm10` des `PosDefType` zum Ausdruck gebracht wird.

Die Eigenschaft `road` stellt neben `position` das zweite obligatorische Attribut zur Beschreibung der Lage von Verkehrsmeldungen dar. Dieses Attribut definiert dabei den betroffenen Streckenabschnitt mittels der Eigenschaft `functionalRoadClass`, welches die verkehrliche Bedeutung der Straße widerspiegelt. Dabei wird den Verkehrswegen mit der höchsten Bedeutung (Autobahnen) der Wert 0 zugewiesen und Straßen mit der geringsten Bedeutung erhalten die Ausprägung 9. Diese Klassifizierung wird aus der Definition des GDF (Geographic Data Files) Formats übernommen, welches ebenfalls über die ISO standardisiert ist. Dieses Format wird insbesondere für routingfähige Kartengrundlagen herangezogen, die in Navigationsgeräten in Fahrzeugen verwendet werden.

Durch die Kodierung der verkehrlichen Bedeutung und die Bereitstellung im Rahmen der Verkehrsmeldungsverortung über das Attribut `functionalRoadClass` sollen die Zielanwendungen in der Erfüllung der folgenden beiden Aufgaben unterstützt werden:

- Bewertung der Relevanz der Meldung für das Verkehrssystem insgesamt unabhängig von den konkreten verkehrlichen Wirkungen,
- Verbesserung einer eventuell erforderlichen Übertragung auf andere Kartengrundlagen unter Anwendung von Net-Matching Methoden wie z. B. OpenLR.

3. Implementierung

Sofern sich die Verkehrsmeldung auf Streckenabschnitte bezieht, die einen Straßennamen (z. B. Tiroler Straße) oder eine Straßenummer (z. B. B171) aufweisen, kann dies optional über die Eigenschaft `segment` als weitere Information bereitgestellt werden. Das hochrangige Straßennetz in Österreich, bestehend aus Autobahnen, Schnellstraßen, Landesstraßen B und L, weist durchgehend eine Kilometrierung auf, die meistens auch auf den Straßen durch entsprechende Tafeln ersichtlich gemacht ist. Für die genannten Straßen stellt die Kilometrierung die Standardmethode dar, mit der eine Verortung von Meldungen erfolgt. Somit muss auch die Möglichkeit bestehen, diese Informationen im Rahmen einer Verkehrsmeldung bereit zu stellen. Die konkrete Realisierung erfolgt durch die optionalen Attribute `kmFrom` sowie `kmTo`, welche die entsprechenden Kilometerwerte enthalten können.

Um möglichst große Kompatibilität zu bereits bestehenden Systemen herzustellen, die auf der Basis von TMC oder TPEG Verkehrsmeldungen verorten oder entgegennehmen besteht zusätzlich die Option, eine Verortungsinformation bereitzustellen, die diesen Standards entsprechen (Eigenschaften `tmcLocation` und `tpegLocation`). Durch diese Möglichkeit können Lageinformationen von Fremdsystemen im Wesentlichen unverändert durchgereicht werden, weil entsprechende meist mit Informationsverlust verbundene Konvertierungen nicht erforderlich sind. Auf die genaue Darstellung dieser Verortungsmethoden wird hier verzichtet und auf die entsprechenden Standarddefinitionen verwiesen.

Das Datenmodell sieht neben den genannten impliziten Verortungsinformationen auch die Möglichkeit vor, auf externe Datenquellen zu verweisen. Diese Option besteht durch Angabe der Eigenschaft `externalRef` bei den drei Objektklassen `Position`, `Road` und `Segment`. Die Struktur von `externalRef` wird durch die Klasse `ExternalReference` definiert, welche aus den beiden Pflichtattributen `externalOrganisation` und `externalId` sowie den drei optionalen Attributen `link`, `fromPercentage` und `toPercentage` besteht.

Durch die Angabe von `externalOrganisation` und `externalId` kann direkt ein Objekt einer anderen Datenbasis angesprochen werden. Dabei ist zu beachten, dass insbesondere auch der Wert der `externalOrganisation` eindeutig sein muss. Beispielsweise könnte hier auf ein Objekt eines externen Kartenherstellers verwiesen werden, in dem zusätzlich zum Hersteller auch der Produktname und die Art des Objektes angegeben wird. Sofern die Datenbasis über Internet angesprochen werden kann, ist ein direkter Verweis mittels des `link`-Attributes möglich. Somit kann beispielsweise sehr einfach eine eindeutige Referenz zu einem bestehenden Objekt in der Open Street Map Datenbank hergestellt werden. Durch die Möglichkeit der Verlinkung auf bestehende Objekte, können Verwechslungen in der Positionierungen und Interpretationsungenauigkeiten vermieden werden, die sowohl einer Bearbeitung durch den Menschen als auch einer maschinellen Verarbeitung zugänglich ist.

3. Implementierung

Die beiden Parameter `fromPercentage` und `toPercentage` stellen eine Möglichkeit der genaueren Einschränkung von Bereichen zur Verfügung, die es erlauben, Teilstrecken über lineare Referenzierungen zu definieren, indem Prozentwerte bezogen auf die Gesamtlänge der referenzierten Strecke angegeben werden. Unter Beachtung der aktuellen Entwicklungen im Hinblick auf den Aufbau von Geodatenbanken zur Verwaltung von Verkehrswegen in allen österreichischen Bundesländern, die auf der linearen Referenzierung aufbauen, kann davon ausgegangen werden, dass diese Möglichkeit künftig von wesentlicher Bedeutung sein wird.

3.1.3. Verkehrliche Wirkung

Wie bereits in den einführenden Kapiteln dargestellt, stellen die verkehrlichen Wirkungen mit den erwartbaren Effekten obligatorische Informationen dar, weil diese für den Verkehrsteilnehmer die größte Bedeutung haben. Die Ursachen stellen im Gegensatz zu den verkehrlichen Wirkungen eine interessante Zusatzinformation dar, die jedoch nicht zwingend erforderlich ist.

In Tabelle 3.2 sind die Haupttypen der verkehrlichen Wirkungen, die im Rahmen einer GDI bereitgestellt werden können in Spalte 1 und deren mögliche Detaillierung in Spalte 2 ersichtlich.

Tabelle 3.2.: Detaillierungsmöglichkeiten verkehrliche Wirkungen

<i>Meldungstyp</i>	<i>Mögliche Detaillierung lt. RVS 05.01.12</i>
Sperre	Genaue Position z. B. Brücke, Fahrstreifen
Benutzungsbeschränkung	gesperrt/Fahrverbot für Fahrzeugtyp z. B. LKW, PKW
	gesperrt/Fahrverbot für Schwerverkehr
	gesperrt/Fahrverbot für Durchzugsverkehr
	gesperrt/Fahrverbot für hohe Fahrzeuge
	gesperrt/Fahrverbot für Durchzugsverkehr von LKW erlaubt nur für Fahrzeuge mit Winterausrüstung
Verkehrsfluss	normaler Betrieb
	starker Verkehr
	Stau
Behinderungen	Fahrbahnverengung
	Fahrbahnverengung im Gegenverkehrsbereich
	Gegenverkehrsbereich
Infrastruktur	Wartezeit
	Raststation geschlossen
	Tankstelle geschlossen
	Restaurant geschlossen

Abbildung 3.2 zeigt die Struktur der verkehrlichen Wirkung als UML-Klassendiagramm. Die verkehrliche Wirkung wird dabei in der zentralen Klasse `Impact` abgebildet, die das Attribut `impactCode` vom Typ `ImpactType` aufweist. Darin wird der Typ

der verkehrlichen Wirkung bestimmt, der sich aus der ersten Spalte der Tabelle 3.2 ergibt. Durch die optionale Eigenschaft `impactSubcode` besteht die Möglichkeit, den Wirkungstyp bei Bedarf noch genauer entsprechend der 2. Spalte von Tabelle 3.2 zu beschreiben. Dies ist in dieser einfachen Form jedoch nur bei den verkehrlichen Wirkungen Sperre, Verkehrsfluss, Behinderung und Infrastruktur sinnvoll.

Insbesondere zur Beschreibung der genauen Inhalte von Benutzungsbeschränkungen bedarf es detaillierter Möglichkeiten. Diese werden über die Klassen `Restriction`, `TurnRestriction`, `Vehicle` und `VehicleDefinition` zur Verfügung gestellt und erlauben eine stufenweise verfeinerte Beschreibung von Benutzungsmöglichkeiten und Verkehrsmittel. Jede verkehrliche Wirkung kann zusätzlich eine Benutzungseinschränkung (`useRestriction`) sowie Beschränkungen zu den Abbiegerelationen (`turnRestriction`) aufweisen. Da sich beide Beschränkungstypen von der Klasse `Restriction` ableiten, müssen diese die Eigenschaft `type` besitzen, die sich auf ein Fahrverbot oder eine Erlaubnis beziehen.

Die Restriktion "Fahrverbot" bedeutet, dass für die definierten Fahrzeugklassen eine Benutzung des betroffenen Abschnittes bzw. der Abbiegebeziehung nicht möglich ist. Im Gegensatz dazu bedeutet die Restriktion "Erlaubnis", dass die Benutzung des beschriebenen Verkehrsweges oder der Abbiegerelation ausschließlich für die genannten Fahrzeugtypen zulässig ist. Ein Abbiegeverbot stellt somit eine spezielle Form der Benutzungseinschränkung dar, die sich lediglich auf einen bestimmten Abbiegevorgang bezieht und nicht auf die Benutzung eines Verkehrsweges an sich.

Die obligatorische Definition der betroffenen Fahrzeugtypen, auf die sich die Restriktion bezieht, erfolgt durch die Klasse `Vehicle` im einzigen Attribut `vehicleClass`. Dieses Attribut greift auf die Fahrzeugtypenliste aus dem TPEG-Standard zurück um eine einheitliche Semantik zu gewährleisten. In dieser Liste finden sich die Hauptfahrzeugklassen wie PKW (`car`), LKW (`heavy goods vehicle`), Fahrzeug mit Anhänger (`vehicle with trailer`) und ein Defaultwert (`vehicle`) für jegliche, nicht näher bestimmten Fahrzeuge. Zur nochmaligen Einschränkung dieser Fahrzeugklassen auf jene Fahrzeuge, die zusätzlich noch bestimmte Merkmale aufweisen, wie Gewicht, Höhe, Breite oder Winterausrüstung dient die Klasse `VehicleDefinition`. Auch hier wird für die möglichen Werte der Eigenschaft `vehicleDefinitionClass` auf die entsprechende Definition von TPEG verwiesen. Zur Angabe von konkreten Werten zur genauen Festlegung der `vehicleDefinitionClass` dient schließlich das Attribut `value`, welches beispielsweise das exakte maximale Gewicht als Zahl enthält, wenn es sich um eine Tonnagebeschränkung handelt.

Die Klasse `TurnRestriction` dient der Kodierung von Abbiegeverboten und enthält zur genauen Beschreibung der Abbiegerelation das Attribut `toRoad` vom Typ `Location`, welcher in Abbildung 3.1 dargestellt ist. Die Eigenschaft `toRoad` dient somit der genauen geographischen Lagebeschreibung der Abbiegebeziehung, wobei in

3. Implementierung

einfachen Fällen lediglich der Zielabschnitt bzw. die Straße auf die abgebogen wird angegeben werden muss. Der Straßenabschnitt von dem abgefahren wird, ist über das Attribut `Location` der Verkehrsmeldung ohnehin definiert. Zur Beschreibung von richtungsabhängigen Abbiegeverboten kann zusätzlich über das Attribut `from` eine Einschränkung auf bestimmte Richtungen angegeben werden. `from` ist vom Typ `PositionDefinition`, welches ebenfalls im Paket `Location` definiert ist (vgl. Abbildung 3.1).

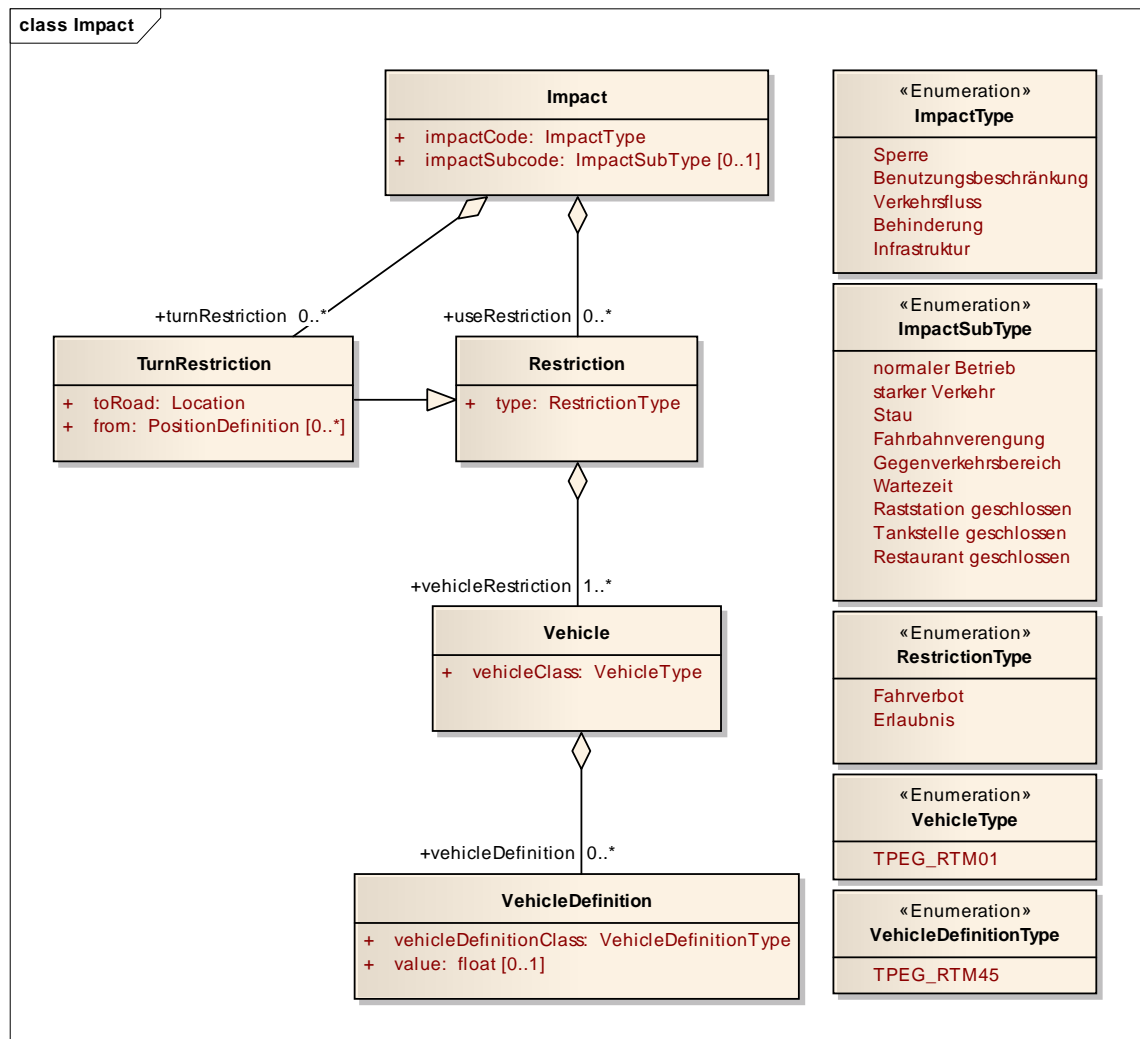


Abbildung 3.2.: Klassendiagramm: Verkehrliche Wirkung (Impact)
(Quelle: Eigener Entwurf)

3.1.4. Verkehrlicher Effekt

Abbildung 3.3 zeigt in Form eines UML-Klassendiagramms die Struktur, wie der verkehrliche Effekt in einer Meldung kodiert wird. Dabei weist die Klasse `Effect` ein einziges verpflichtendes Attribut `traveltimeDelay` auf, welches die Anzahl der Minuten beinhaltet, um die die Reisezeit aufgrund der Wirkung verlängert wird.

3. Implementierung

Diese Information kann bei jeder Meldung sehr gut abgeschätzt werden und kann somit auch problemlos bereitgestellt werden.

Die Angabe der zu erwartenden Staulänge (`congestionLength`) und der Geschwindigkeitsreduktion ist optional, weil dies wesentlich schwieriger im Vorhinein abzuschätzen ist und somit diese Informationen oft nicht vorliegen. Wenn eine Geschwindigkeitsreduktion angegeben wird (`Velocity:decrease`) muss auch der Wert jener Geschwindigkeit angegeben werden, der normalerweise am betroffenen Abschnitt durchschnittlich erreicht wird (`defaultVelocity`). Dies ist erforderlich, um dem Empfänger die Möglichkeit zu geben, für die Berechnung der Reisedauer auf den betroffenen Abschnitten die richtigen Werte zu verwenden. Würde lediglich die Geschwindigkeitsreduktion übermittelt, müsste dem Empfänger die Normalgeschwindigkeit bekannt sein.

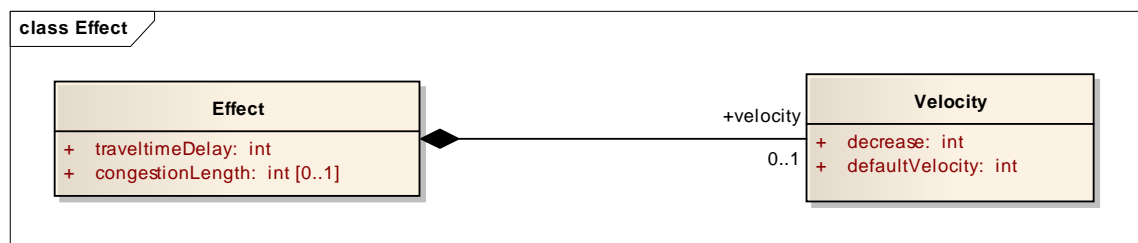


Abbildung 3.3.: Klassendiagramm: Verkehrlicher Effekt (Effect)
(Quelle: Eigener Entwurf)

3.1.5. Verkehrliche Ursache

Verkehrereignisse basieren oft auf einer Reihe von verkehrlichen Ursachen, die aufeinander aufbauen bzw. die sich gegenseitig verursachen. Für die Verkehrsinformation, die im Rahmen einer GDI bereit gestellt werden soll, spielt diese Anforderung zwar eine untergeordnete Rolle, hinsichtlich eines universellen Einsatzes des Datenmodells, ist dies jedoch bei der Implementierung zu berücksichtigen.

Das Klassendiagramm in Abbildung 3.4 zeigt die Struktur, wie die verkehrliche Ursache einer Verkehrsmeldung modelliert wird. Dabei kann eine Verkehrsmeldung optional mehrere verkehrliche Ursachen beinhalten, die über die Klasse `cause` definiert werden. Als obligatorische Attribute müssen eine eindeutige `causeId` sowie ein `causeCode` angegeben werden, der einen der beiden Werte Veranstaltung oder Straßenzustand annehmen kann. Zur weiteren Spezifizierung der Ursache besteht die Möglichkeit über das Attribut `causeSubcode` eine genauere Angabe über die Ursache zu bestimmen, die einen der Werte aus der rechten Spalte der Tabelle 3.3 annehmen kann.

Die Klasse `SuccCause` leitet sich aus der Klasse `Cause` ab und enthält zusätzlich das Attribut `causedBy`, welches die `causeId` einer bereits definierten Ursache in

Tabelle 3.3.: Detaillierungsmöglichkeiten verkehrlicher Ursachen

<i>Meldungstyp</i>	<i>Mögliche Detaillierung lt. RVS 05.01.12</i>
Veranstaltung	Sportveranstaltung
	Messe
	Umzug
	Parade
	Demonstration
	bewegliche Veranstaltung
Straßenzustand	Wintersperre
	Baustelle, Bauarbeiten
	Tiefbauarbeiten
	Hochbauarbeiten
	Baustelleneinrichtung
	Instandhaltungsarbeiten
	langsam fahrende Wartungsfahrzeuge
	Mäharbeiten
	Holzschlägerungen
	Wanderbaustelle
	Schwertransport
	Erdbeben
	Überflutung
	Erdrutsch
	Mure
	Sturmschäden
	umgestürzte Bäume
	Steinschlag
	Felssturz
	Lawinengefahr
Lawine	
Fahrbahnverengung	
provisorische Ampelregelung	

derselben Verkehrsmeldung enthalten muss. Dadurch können mehrere Ursachen und deren Zusammenhänge dargestellt werden.

3.1.6. Verkehrliche Empfehlung

Neben Ursache und Wirkung ist die Bereitstellung von Verhaltenshinweisen (“Bitte langsam fahren”), Warnungen (“Rechnen Sie mit Behinderungen”) und Empfehlungen für Umleitungen im Rahmen der Verkehrsinformation von Bedeutung. Gerade Umleitungsempfehlungen müssen im Kontext einer Verkehrsinformation als Teil einer GDI besonders beachtet werden. Im Zuge von Verwaltungsverfahren, die sich mit der Bewilligung von Maßnahmen beschäftigen, die eine Verkehrsbehinderung verursachen, werden im Regelfall auch mögliche Umfahrungsvarianten oder zwingend

3. Implementierung

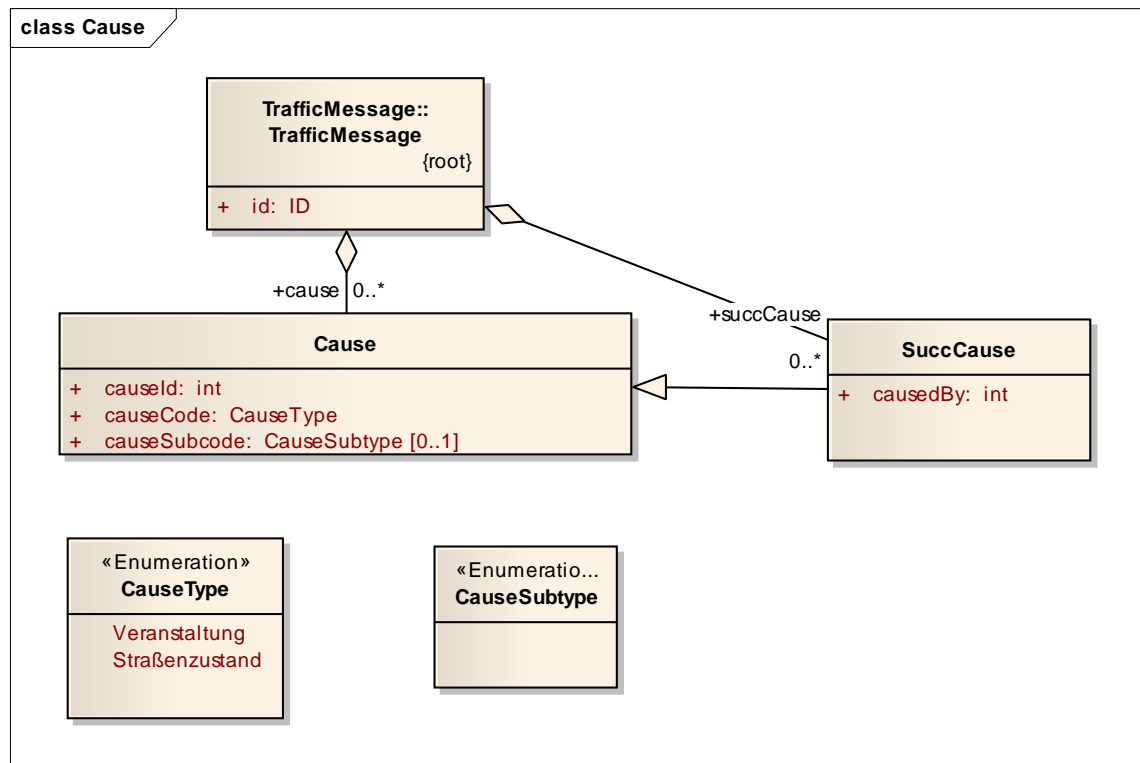


Abbildung 3.4.: Klassendiagramm: Verkehrliche Ursache (Cause)
(Quelle: Eigener Entwurf)

notwendige Umleitungen behandelt und vorgeschrieben. Nachdem diese Informationen somit im Rahmen der Behördenverfahren ohnehin ermittelt werden und vorliegen, ergibt sich lediglich der Aufwand, diese Informationen ebenfalls öffentlich bereit zu stellen.

Nicht jede Empfehlung gilt für jeden Verkehrsteilnehmer in gleicher Weise. Somit muss auch bei den Empfehlungen die Möglichkeit bestehen, genauer zu spezifizieren für wen bzw. unter welchen Voraussetzungen die jeweilige Empfehlung gilt. Beispielsweise werden unterschiedliche Umleitungsempfehlungen für LKWs und PKWs ausgedeutet. Die Tabelle 3.4 gibt einen Überblick über für eine GDI relevanten Empfehlungstypen.

Tabelle 3.4.: Verkehrliche Empfehlungen

Meldungstyp	Mögliche Detaillierung lt. RVS 05.01.12
Warnung	Rechnen Sie mit Behinderungen
	Rechnen Sie mit Verzögerungen
Umleitungsempfehlung	Angabe der Umleitungsstrecke
Empfehlung	Winterausrüstung

Abbildung 3.5 zeigt die Struktur der Empfehlungsinformation als UML-Klassendiagramm. Die Klasse Advice beinhaltet auch hier zwei Attribute, über welche der Haupttyp (adviceCode) und der Subtyp (adviceSubcode) der Empfehlungs-

3. Implementierung

information entsprechend der Tabelle 3.4 bestimmt wird. Optional kann auch die Empfehlung auf bestimmte Fahrzeugtypen eingeschränkt werden. Dazu kann das Attribut `vehicleRestriction` herangezogen werden, welches durch die Klasse `Vehicle` aus dem Paket der verkehrlichen Wirkung (`Impact`) definiert ist (vgl. Abbildung 3.2).

Zur Beschreibung einer Umleitungsstrecke werden die selben Klassen verwendet, die bereits für die Definition des Lagebezugs der Verkehrsmeldung verwendet werden, sodass das Attribut `adviceRoute` über die Klasse `Location` aus dem Paket `Location` spezifiziert ist (vgl. Abbildung 3.1).

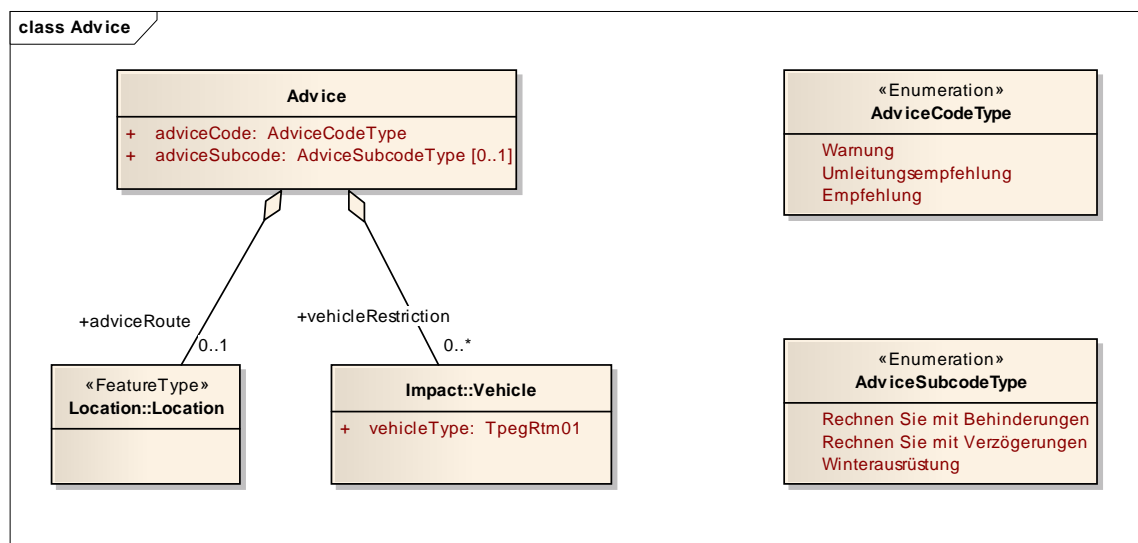


Abbildung 3.5.: Klassendiagramm: Empfehlung (Advice)
(Quelle: Eigener Entwurf)

3.1.7. Zeitraum

Die Angabe des Zeitraumes, in dem mit dem dargestellten Verkehrsereignis zu rechnen ist, bildet einen wesentlichen Inhalt, um Verkehrsinformationen zielgerichtet interpretieren zu können. Bestimmte Ereignisse treten allerdings innerhalb eines Zeitraumes nur in einem bestimmten Zeitbereich auf. Dies ist z. B. der Fall, wenn mehrere Tage andauernde Erhaltungsarbeiten nur in den Nachtstunden durchgeführt werden und diese nur in diesem Zeitabschnitt für Behinderungen sorgen.

Verkehrsinformationen, die über eine GDI bereitgestellt werden sollen, basieren teilweise auch auf Dauerverordnungen. Darunter werden verkehrsrelevante Verordnungen verstanden, die eine dauerhafte Gültigkeit haben. Dazu zählen beispielsweise Nachtfahrverbote für LKWs oder Fahrverbote für Marktstage, etc.

Das UML-Diagramm in Abbildung 3.6 zeigt das Objektmodell für die Abbildung der zeitlichen Komponenten, wodurch diese zeitlichen Einschränkungen korrekt und eindeutig abgebildet werden können. Bei der Definition des Zeitraumes, in dem mit den verkehrlichen Wirkungen zu rechnen ist, ist jedenfalls ein Startzeitpunkt

3. Implementierung

(Attribut `start`) anzugeben. Dabei wird eine vollständige Datums- und Zeitangabe erwartet. Im Falle von dauerhaften Wirkungen, bei denen kein Endpunkt (Attribut `end`) bekannt ist, wird dieser nicht angegeben. Im Regelfall wird jedoch auch ein Ende der Wirkung bekannt sein und diese ist ebenfalls mit einer vollständigen Datums- und Zeitangabe zu bestimmen.

Ist eine Einschränkung der zeitlichen Gültigkeit erforderlich, dann kann dies über die optionale Eigenschaft `Validity` erfolgen. Dabei werden unterschiedliche weitere Parameter definiert, die jeweils im Sinne eines logischen UND miteinander zu verknüpfen sind. Über die Eigenschaft `timeRestriction` können mittels der Parameter `from` und `until` Einschränkungen der Uhrzeit realisiert werden. Durch die Angabe von mehreren Zeitpaaren ist es möglich, auch unterschiedliche Zeitspannen (z. B. 10-12 Uhr, 14-16 Uhr) oder Nachtsperren zu kodieren, die über Mitternacht hinausreichen (z. B. 22-24 Uhr, 0-5 Uhr).

Die Eigenschaft `dayRestriction` bietet die Möglichkeit, zeitliche Einschränkungen auf bestimmte Wochentage (Sonntag bis Samstag) zu realisieren, wobei auch hier die Möglichkeit besteht, mehrere Tage anzugeben. Zusätzlich besteht die Möglichkeit über das Attribut `dayOrdinal` einen bestimmten Wochentag in der Reihenfolge zu definieren. Beispielsweise könnte damit jeder zweite Montag kodiert werden (`dayOfWeek` = Montag, `dayOrdinal` = 2). Um jeden ersten Freitag im Monat zu kodieren, kann das Attribut `relatedToMonth` herangezogen werden, welches auf `TRUE` gesetzt wird, wenn sich `dayOrdinal` auf einen Monat bezieht (z. B. `dayOfWeek` = Freitag, `dayOrdinal` = 1, `relatedToMonth` = `TRUE`).

Zur Einschränkung des Zeitraumes auf ein bestimmtes Monat steht die Klasse `Month` zur Verfügung, die die Eigenschaft `monthRestriction` definiert und aus den beiden Attributen `dayOfMonth` (0 bis 31) und `month` (Jänner bis Dezember) besteht. Durch die Angabe der Werte für die Eigenschaft `dayOfMonth` erfolgt die Beschränkung lediglich auf diesen Tag. So erfolgt die Definition, dass ein Ereignis immer am 15. eines Monats auftritt, lediglich durch die Angabe von `dayOfMonth` = 15.

Auf die Angabe eines optionalen Ordinalwertes in der Klasse `Month` wird im Hinblick auf eine möglichst einfache Implementierung verzichtet. Sollten entsprechende Angaben erforderlich sein, kann dies durch die Angabe der konkreten Monate ebenfalls realisiert werden.

Bei zahlreichen Befahrbarkeitsrestriktionen ist bei deren konkreter Ausprägung zu unterscheiden, ob es sich um Sonn- und Feiertage oder Werkzeuge handelt. Die Kodierung entsprechender Zeitbereiche ist durch die Klasse `DayType` möglich, die die Eigenschaft `dayTypeRestriction` des Gültigkeitsbereiches definiert.

Es besteht die Möglichkeit mehrere Gültigkeitsbereiche (`Validity`) anzugeben, womit auch komplexe Zeitangaben kodiert werden können.

3. Implementierung

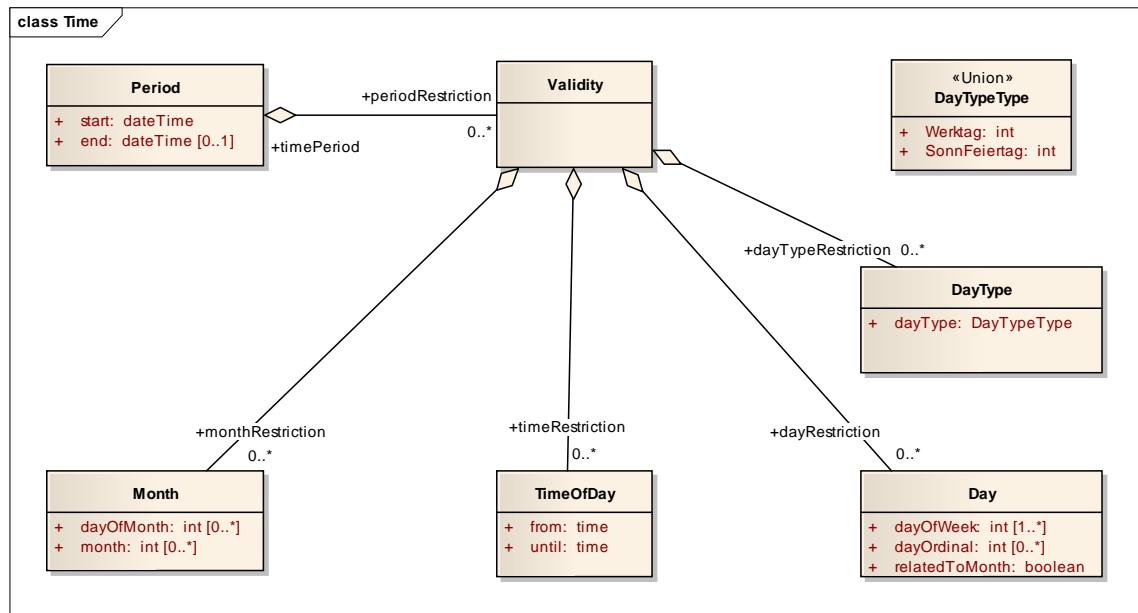


Abbildung 3.6.: Klassendiagramm: Zeit (Time)
(Quelle: Eigener Entwurf)

Zur anschaulichen Erläuterung dient das folgende Beispiel, welches einer aktuellen Verordnung bezüglich eines Nachtfahrverbotes für Schwerverkehr entnommen ist, die per 1. November 2010 in Kraft ist (TIROL, 2010, §3 Abs. 1). Darin findet sich folgende Bestimmung zur zeitlichen Gültigkeit: “a) in der Zeit vom 1. Mai bis 31. Oktober eines jeden Jahres an Werktagen in der Zeit von 22.00 Uhr bis 5.00 Uhr sowie an Sonntagen und gesetzlichen Feiertagen in der Zeit von 23.00 Uhr bis 5.00 Uhr [...] b) in der Zeit zwischen 1. November eines jeden Jahres und 30. April des Folgejahres an Werktagen in der Zeit von 20.00 Uhr bis 05.00 Uhr sowie an Sonntagen und gesetzlichen Feiertagen in der Zeit von 23.00 Uhr bis 05.00 Uhr”. Die Kodierung dieser zeitlichen Definition ist in der Tabelle 3.5 dargestellt.

Bei dieser Form der Kodierung wird die gesetzliche Vorgabe möglichst exakt in der Meldung wiedergegeben. Es erfolgt also keine Umsetzung der gesetzlichen Bestimmungen in exakte Datumsangaben, die sofort in den Zielanwendungen (z. B. Routensuche) verwendet werden können. Dies hat den Vorteil, dass - wie im Beispiel dargestellt - die Bestimmungen sehr genau der Vorlage entsprechend kodiert werden können. Die konkrete Umsetzung, ob die verkehrliche Wirkung an einem bestimmten Tag tatsächlich gültig ist, muss durch einen weiteren Schritt bei den Zielapplikationen erfolgen.

3.1.8. Meldungsinformationen

Zusätzlich zu den inhaltlichen, räumlichen und zeitlichen Informationen sind sowohl zur Interpretation als auch zur maschinellen Verarbeitung der Verkehrsmeldungen

3. Implementierung

Tabelle 3.5.: Beispiel: Komplexe zeitliche Gültigkeit

Verordnungstext	Period, Validity	Restriction	Ausprägung
Diese Verordnung tritt mit 1. November 2010 in Kraft	Period	start	2010-11-01 0:0:0
		end	keine Angabe, somit dauerhafte Gültigkeit
1. Mai bis 31. Oktober an Werktagen in der Zeit von 22.00 Uhr bis 05.00 Uhr	Validity	monthRestriction:month	5,6,7,8,9,10
		dayTypeRestriction:dayType	Werktag
		timeRestriction:from	22:00
		timeRestriction:until	24:00
1. Mai bis 31. Oktober eines jeden Jahres sowie an Sonntagen und gesetzlichen Feiertagen in der Zeit von 23.00 Uhr bis 05.00 Uhr	Validity	monthRestriction:month	5,6,7,8,9,10
		dayTypeRestriction:dayType	Sonn-/Feiertag
		timeRestriction:from	23:00
		timeRestriction:until	24:00
zwischen 1. November eines jeden Jahres und 30. April des Folgejahres an Werktagen in der Zeit von 20.00 Uhr bis 05.00 Uhr	Validity	monthRestriction:month	11,12,1,2,3,4
		dayTypeRestriction:dayType	Werktag
		timeRestriction:from	20:00
		timeRestriction:until	24:00
zwischen 1. November eines jeden Jahres und 30. April des Folgejahres an Sonntagen und gesetzlichen Feiertagen in der Zeit von 23.00 Uhr bis 05.00 Uhr	Validity	monthRestriction:month	11,12,1,2,3,4
		dayTypeRestriction:dayType	Sonn-/Feiertag
		timeRestriction:from	23:00
		timeRestriction:until	24:00
	Validity	timeRestriction:from	00:00
		timeRestriction:until	05:00
		timeRestriction:from	00:00
		timeRestriction:until	05:00

Metainformationen erforderlich. Dazu gehören v. a. eine eindeutige Identifizierbarkeit, Informationen über den Zeitpunkt der Meldungsgenerierung, die Dauer der Veröffentlichung und eventueller Aktualisierungen sowie über den Urheber und Distributor.

3. Implementierung

Das Klassendiagramm, welches die Metainformationen für das Meldungsmanagement darstellt ist in Abbildung 3.7 ersichtlich. Neben der Hauptklasse `TrafficMessage` existieren die Klasse `MessageManagement` und `Author`. Die Klasse `TrafficMessage` beinhaltet lediglich eine eindeutige `id` für jede Meldung, welche für die Identifizierung von Meldungen im Laufe ihrer Lebensdauer unumgänglich und auch für die Verknüpfung von Meldungen erforderlich ist.

Die Klasse `MessageManagement` bildet die Eigenschaft `messageInfo` der Verkehrsmeldung ab. Dies erfolgt konkret über die vier Attribute `generationTime`, `expiryTime`, `updateTime` und `version`. `generationTime` enthält den Zeitpunkt, zu dem die Meldung erstmals erzeugt wurde und ist somit unveränderlich. Über `expiryTime` wird definiert, wie lange die Meldung veröffentlicht werden soll. Somit sind diese Zeitangaben klar von den Inhalten der Zeitdefinitionen im Klassendiagramm `Time` (vgl. 3.6) zu unterscheiden, die sich auf das tatsächliche Auftreten der verkehrlichen Wirkung beziehen.

Das Attribut `version` enthält eine fortlaufende Zahl, die die Version der Meldung bestimmt. Diese wird mit jeder Aktualisierung um eins erhöht. Gleichzeitig wird bei jeder Aktualisierung das Attribut `updateTime` mit dem Datum und der Uhrzeit der Aktualisierung befüllt. Bei der Initialisierung der Meldung enthält `updateTime` denselben Eintrag wird `generationTime` und `version` enthält den Wert 1.

Über die Verkehrsmeldungseigenschaften `originator` und `distributor` werden durch die Kontakteigenschaften der Klasse `Author` bestimmt. Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Eigenschaften besteht darin, dass unter Urheber (`originator`) jene Organisation verstanden wird, die für die Generierung der Verkehrsmeldung ursächlich verantwortlich ist. Der Distributor (`distributor`) ist hingegen jene Organisationseinheit, welche die Verkehrsmeldung verbreitet. Im konkreten Beispiel könnte als Urheber eine Bezirkshauptmannschaft genannt sein, die als zuständige Behörde eine Baustelle genehmigt und als Distributor könnte die Landesverkehrsabteilung benannt sein, die alle Verkehrsmeldungen zusammenfasst und gesammelt veröffentlicht.

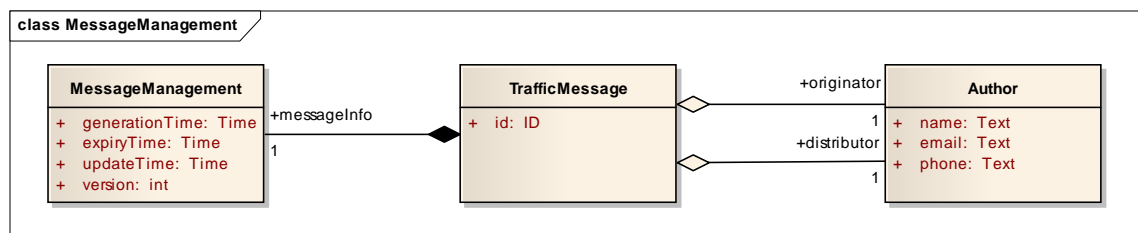


Abbildung 3.7.: Klassendiagramm: Meldungsmanagement (`MessageManagement`)
(Quelle: Eigener Entwurf)

Eine besondere Anforderung, die sich aus der Tatsache ergibt, dass die Verkehrsinformation als Teil einer GDI veröffentlicht wird, ist die Bereitstellung von

3. Implementierung

Informationen über die Grundlage der Verkehrsmeldung. Da ein Großteil der bereitgestellten Verkehrsmeldungen auf der Basis einer behördlichen Erledigung oder einer Verordnung basiert, können diese Informationen ebenfalls veröffentlicht werden.

Als Beispiele für Verkehrsmeldungen, die auf Verordnungen aufbauen, können Nachtfahrverbote oder Fahrbeschränkungen für LKWs erwähnt werden. Durch Bescheid werden auf Antrag z. B. Straßensperren für Veranstaltungen erledigt.

Wie in Abbildung 3.8 dargestellt, wird die Grundlage für die Verkehrsmeldung über das Attribut `type` der Klasse `Basis` abgebildet, welches eine der Ausprägungen Verordnung, Bescheid oder Meldung annehmen kann. Die Ausprägung Meldung wird immer dann angewendet, wenn es sich um eine Meldung handelt, die nicht auf einer behördlichen Erledigung basiert. Dazu zählen beispielsweise Meldungen zur Verkehrsstärke, die sich durch Auswertung von Verkehrsdetektoren ergeben. Über die optionale Eigenschaft `uri` können Links zu weiteren Dokumenten bereitgestellt werden, wobei es möglich ist, direkt auf die zugrundeliegende Verordnung zu verweisen.

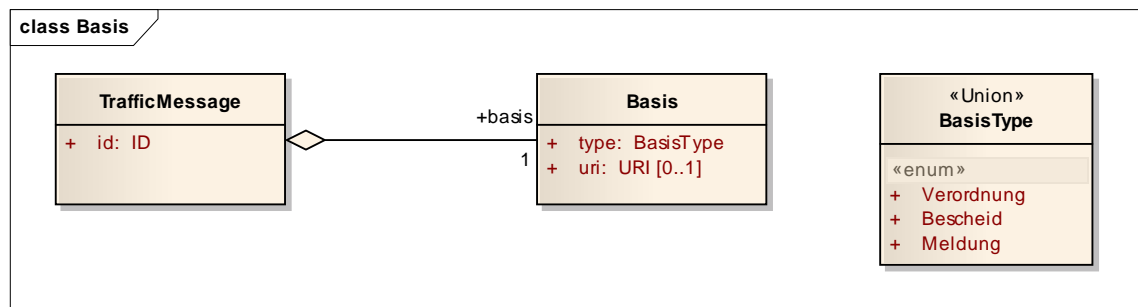


Abbildung 3.8.: Klassendiagramm: Meldungsgrundlage (Basis)
(Quelle: Eigener Entwurf)

Oft besteht die Anforderung zusätzliche Informationen bereitzustellen, die nicht über die definierten Ursachen- und Wirkungstypen abgebildet werden können. Abbildung 3.9 zeigt die Struktur dieser gleichsam unstrukturierten Informationsebenen als UML-Klassendiagramm.

Diese Anforderung wird über die Klasse `AdditionalInformation` abgedeckt, die eine optionale Eigenschaft der Klasse `TrafficMessage` darstellt. Über das Attribut `freeText` vom Typ `Text` besteht die Möglichkeit jeglichen Text zu erfassen und im Rahmen der Meldung zur Verfügung zu stellen. Dies kann auch in mehreren Sprachen erfolgen, wobei die Information, um welche Sprache es sich handelt, über das Attribut `languageCode` erfolgt.

Die bisherige Strukturierung der einzelnen Informationskomponenten innerhalb der Verkehrsmeldungen zielen insbesondere auf die automatisierte Bearbeitung und Verwendung dieser Daten durch Computer ab. Für einen menschlichen Benutzer ist es jedoch eine unpraktische Form der Informationsaufnahme. Zur einfachen Informa-

3. Implementierung

tionsdarstellung der gesamten Verkehrsmeldung besteht die optionale Eigenschaft `summary`, über welche eine textliche Zusammenfassung der wesentlichen Inhalte in Form eines frei definierbaren Textes bereit gestellt werden kann, weil diese Eigenschaft ebenfalls über die Klasse `AdditionalInformation` definiert ist.

Über die Klasse `AdditionalInformation` wird weiters die Definition eines optionalen Titels (`title`) für die Verkehrsmeldung zur Verfügung gestellt, über welche eine schlagwortartige Beschreibung der entsprechenden Meldung möglich ist.

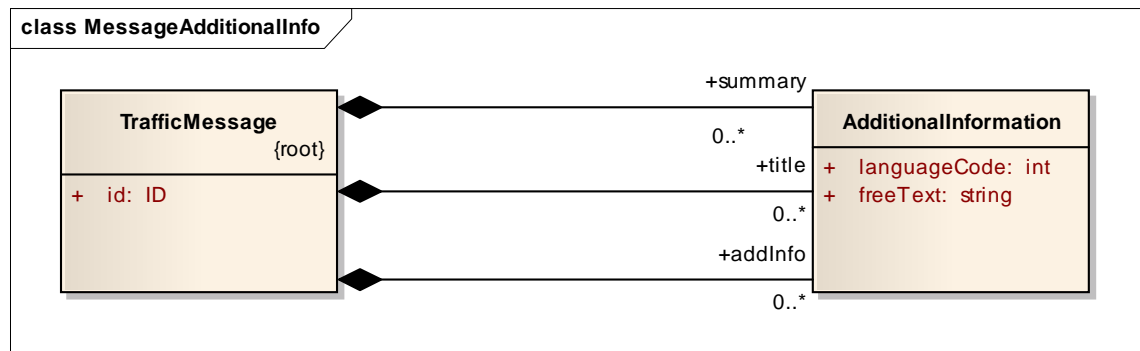


Abbildung 3.9.: Klassendiagramm: Textliche Zusatzinformation (AdditionalInformation)

(Quelle: Eigener Entwurf)

3.1.9. Verknüpfte Meldungen

Verkehrereignisse betreffen oft nicht nur einen einzigen Straßenzug, sondern haben Auswirkungen auf mehrere Straßen, die auch im unterschiedlichen Ausmaß von verkehrlichen Wirkungen und Effekten betroffen sein können, in dem Bereiche für jeglichen Verkehr gesperrt werden und andere nur eine Befahrbarkeit in eine Richtung aufweisen. Dies tritt beispielsweise bei Großveranstaltungen auf, wie bei einem Festumzug oder einem Stadtmarathon.

Da eine eindeutige Zuordnung der unterschiedlichen Wirkungen und Effekte sowie der Ursache auf die betroffenen Straßen erfolgen muss, ist dies im Datenmodell entsprechend zu berücksichtigen. Dabei bestehen im Wesentlichen zwei Möglichkeiten: Einerseits kann die Möglichkeit geschaffen werden, dass pro Meldung mehrere Tupel von Ursachen, Wirkung und Effekt mit Lagebezug abbildbar sind. Wenn pro Meldung nur ein einziger logischer Zusammenhang von Ursache, Wirkung und Effekt mit Lagebezug definiert werden kann, dann muss eine Möglichkeit bestehen, dass mehrere Meldungen miteinander in Bezug gesetzt werden können.

Unter Beachtung der Tatsache, dass entsprechende Anwendungsfälle eher selten auftreten und dass das Datenmodell möglichst einfach gehalten werden kann, wird die zweite Variante der verknüpften Meldungen implementiert. Somit werden in einer

3. Implementierung

Meldung alle jene Straßenzüge zusammenfasst, bei denen dieselben verkehrlichen Wirkungen und Effekte zu erwarten sind.

Die formale Darstellung ist in Abbildung 3.10 zu sehen. Dabei wird von der Klasse `TrafficMessage` eine Klasse `LinkedMessage` abgeleitet, die zusätzlich das Attribut `linkedMessageId` aufweist, womit auf entsprechende Meldungen verlinkt werden kann.

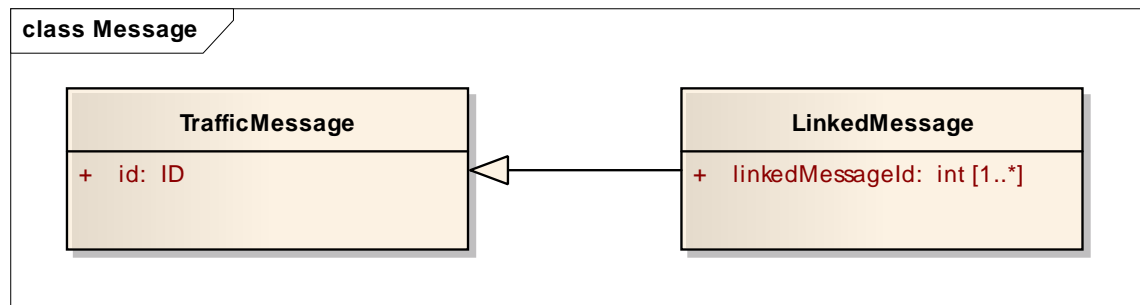


Abbildung 3.10.: Klassendiagramm: Verknüpfte Verkehrsmeldungen (Message) (Quelle: Eigener Entwurf)

3.1.10. Objektmodell Verkehrsmeldung

Abbildung 3.11 zeigt einen Gesamtüberblick über die Objektstruktur der Verkehrsmeldung. Dabei werden lediglich die Klassen und deren Relation dargestellt. Die detaillierte Abbildung der Klassen mit den entsprechenden Attributen sowie die Beschreibung der einzelnen Klassen sind jeweils im betreffenden Kapitel weiter oben dargestellt. In der Folge werden noch jene Aspekte ergänzt, die für das Verständnis des gesamten Objektmodells von Bedeutung sind.

Die geographische Lage und Ausprägung stellt eine Basiseigenschaft der Verkehrsmeldung dar (`implicationLocation`). Das bedeutet, dass definiert werden muss, auf welche inhaltliche Ebene sich der geographische Aspekt bezieht. Grundsätzlich könnten die verkehrliche Ursache und deren Auswirkungen (inkl. Effekt) je eine von einander verschiedene geographische Lage aufweisen. Da jedoch für den Empfänger der Meldung lediglich die verkehrliche Auswirkung von Bedeutung ist, beschreibt die Lageinformation ausschließlich die Örtlichkeit der Auswirkung (`Impact`) bzw. des Effekts (`Effect`), was auch durch die Eigenschaftsbezeichnung (`implicationLocation`) zum Ausdruck gebracht wird.

In einer Verkehrsmeldung kann genau eine geographische Lageinformation enthalten sein, die sowohl aus einer Punktinformation als auch aus einer Streckeninformation bestehen kann. Sollte es erforderlich sein, mehrere Lageinformationen bereitzustellen, dann muss eine weitere Verkehrsmeldung erzeugt werden, die jedoch im Idealfall als verknüpfte Verkehrsmeldung (`LinkedMessage`) kodiert wird. Dadurch können

beispielsweise sehr großflächige Verkehrsbeeinträchtigungen wie sie bei Großveranstaltungen auftreten ebenfalls exakt verortet werden.

Die Bedeutung der inhaltlichen Aspekte von Wirkung (**Impact**), Effekt (**Effect**), Ursache (**Cause**) und Empfehlung (**Advice**) für den Empfänger der Verkehrsmeldung kommt im Objektmodell durch die Angabe der Häufigkeit zu Ausdruck, wie oft das entsprechende Attribut auftreten kann bzw. muss. Die Information über den verkehrlichen Effekt muss somit genau einmal je Verkehrsmeldung vorkommen. Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass darin die zentrale Information über die Auswirkungen auf den gesamten Verkehrsfluss als quantitative Information (z. B. Reisezeitverzögerungen in Minuten) enthalten ist und der Verkehrsfluss als eine unteilbare Einheit angesehen wird. Im Gegensatz dazu bietet die Definition der Wirkung über die Klasse **Impact**, eine differenzierte Betrachtung unterschiedlicher Fahrzeuggruppen, sodass eine Instanz dieser Klasse auch mehrfach in einer Verkehrsmeldung auftreten kann.

Da die Information über die Ursache nicht unbedingt erforderlich ist, muss die Klasse **Cause** auch nicht verpflichtend instanziiert werden. Allerdings kann es vorkommen, dass es wichtig ist, nicht nur einen einzigen konkreten Grund für ein Verkehrseignis bereitzustellen. Manchmal sind mehrere Gründe bekannt, die nicht in einem ursächlichen Zusammenhang stehen (z. B. “Lawinengefahr” und “umgestürzte Bäume”), die im Hinblick auf eine umfassende Information der Verkehrsteilnehmer jedoch zur Verfügung gestellt werden müssen. In diesem Fall kann die Klasse **Cause** mehrfach angewendet werden.

Auch Empfehlungen sind keine verpflichtenden Inhalte, können aber in bestimmten Situationen in unterschiedlichen Ausprägungen erforderlich sein. So kommt es häufig vor, dass Umleitungsstrecken für PKWs und LKWs auf unterschiedlichen Strecken verlaufen. Dies kann durch die mehrfache Verwendung des Objektes **Advice** kodiert werden. Dadurch bleibt der Zusammenhang zwischen der Streckenempfehlung und den Fahrzeugtypen, für welche diese Empfehlung gilt, eindeutig erhalten.

3.2. GML Anwendungsschema Traff_AT

Damit Verkehrsmeldungen auf der Basis des entwickelten Datenmodells konkret beschrieben und bereit gestellt werden können, wird das Objektmodell als XML-Schema bzw. GML-Anwendungsschema implementiert. Dadurch können Verkehrsmeldungen als GML Instanzdokumente dieses Anwendungsschemas bereit gestellt werden oder WFS Angebote realisiert werden, die ebenfalls auf dieses Schema zurückgreifen.

3. Implementierung

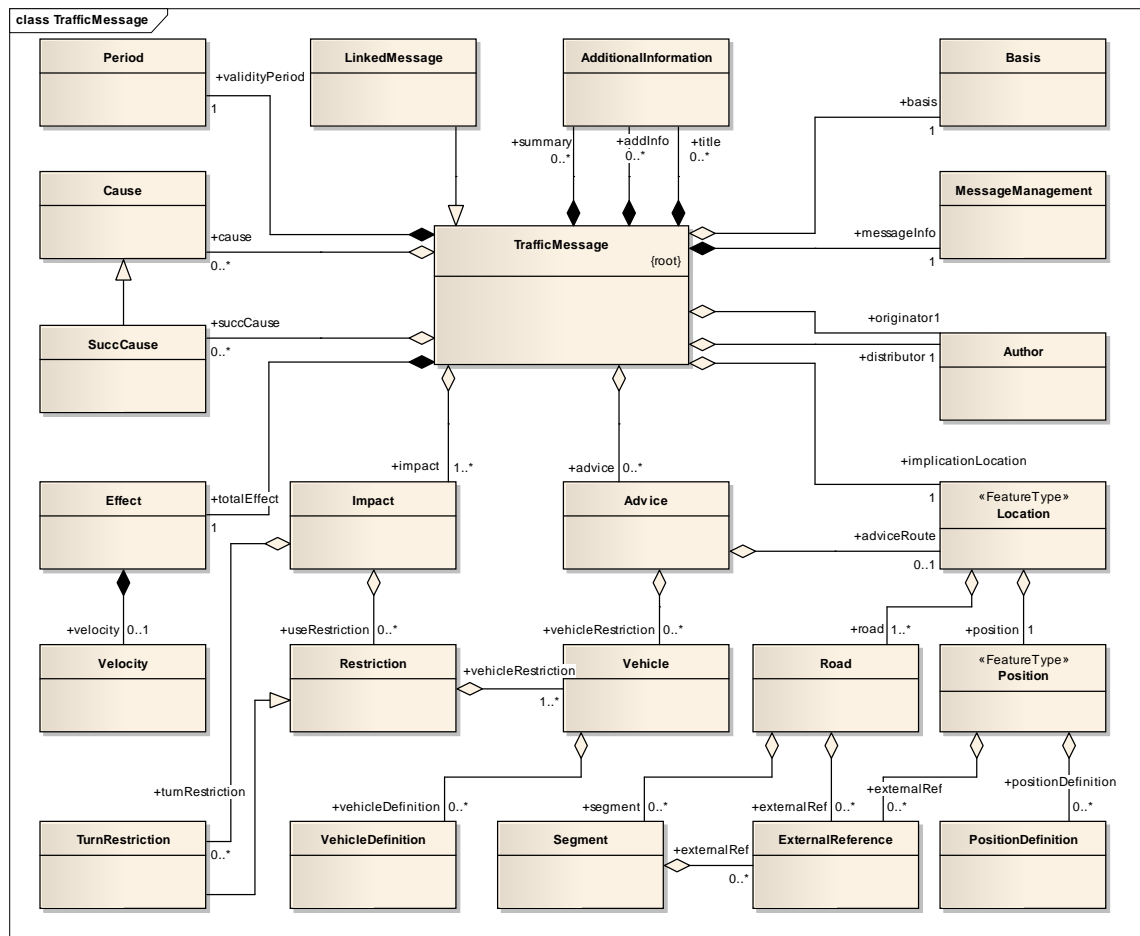


Abbildung 3.11.: Objektmodell Verkehrsinformation (Quelle: Eigener Entwurf)

3.2.1. Aufbau Traff_AT

Die Überführung des im Kapitel 3.1 entwickelten Objektmodells erfolgt dabei in zwei Schritten. Zuerst wird das Modell in ein XML-Schema übertragen, in welchem anschließend die GML-spezifischen Inhalte ergänzt werden um so ein GML Anwendungsschema zu erhalten.

Das Objektmodell wurde mit der Software “Enterprise Architect” der Firma Sparx Systems erstellt. Diese Software unterstützt standardmäßig den Export der erstellten Objekte und Klassen in ein XML-Schema. Bei der Modellierung wurde bereits darauf geachtet, dass inhaltlich zusammengehörende Klassen in einem Paket zusammengefasst wurden. Dadurch konnten diese Pakete jeweils in eigenständige Schemadateien exportiert werden. Durch diese Vorgangsweise entstehen kleinere und somit übersichtlichere Dateien, die wesentlich einfacher validiert werden können. Dies bedeutet, dass Fehler leichter gefunden und korrigiert werden können. Darüber hinaus bietet diese Modularisierung den Vorteil, dass einzelne Komponenten auch in einem anderen Zusammenhang weiter verwendet werden können und somit die Basis z. B. für GeorSS Angebote bilden können.

Listing 3.1: Traff_AT.xsd Basisschema und eingebundene Module

```

1 <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
2 <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns="http://www.traff_at.at"
   xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" targetNamespace="http://www.traff_at.at">
3   <xs:import namespace="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"/>
4   <xs:import namespace="http://www.opengis.net/gml" schemaLocation="http://schemas.opengis.
   net/gml/3.1.1/base/gml.xsd"/>
5   <xs:include schemaLocation="traff_at-Time.xsd"/>
6   <xs:include schemaLocation="traff_at-Cause.xsd"/>
7   <xs:include schemaLocation="traff_at-Effect.xsd"/>
8   <xs:include schemaLocation="traff_at-Advice.xsd"/>
9   <xs:include schemaLocation="traff_at-Impact.xsd"/>
10  <xs:include schemaLocation="traff_at-Location.xsd"/>

```

Das Anwendungsschema besteht folglich aus den sieben Teilen Traff_AT.xsd, Traff_AT-Time.xsd, Traff_AT-Effect.xsd, Traff_AT-Cause.xsd, Traff_AT-Impact.xsd, Traff_AT-Advice.xsd und Traff_AT-Location.xsd, wobei Traff_AT.xsd die zentrale Schemadatei darstellt, in der alle anderen Schemadateien eingebunden werden, wie in Listing 3.1 in den Zeilen 5 bis 10 ersichtlich.

Listing 3.2 zeigt die Ausformulierung des zentralen Elementes `TrafficMessage` in XML. Das Hauptelement bildet dabei das Element `TrafficMessage`, welches eine Erweiterung des GML-Typ `AbstractFeatureType` darstellt und somit alle Eigenschaften dieses Typs erbt. Wesentlich ist, dass das Element `TrafficMessage` das Attribut `SubstitutionGroup` mit dem Wert `_Feature` enthält, welches im GML-Schema definiert ist. Damit wird erreicht, dass dieses Element nicht nur ein einfaches XML-Element darstellt sondern aus der Sicht von GML Applikationen ein Objekt darstellt, das überall dort auftreten kann, wo GML Features erwartet werden. In Instanzdokumenten erscheinen Features beispielsweise innerhalb von Feature Collections.

Alle weiteren Elemente in der Typdefinition des Elements `TrafficMessage` entsprechen den Klasseneigenschaften gemäß Datenmodellierung. Somit ergeben sich 13 Basisattribute, von denen die folgenden neun jedenfalls in einem Instanzdokument vorhanden sein müssen, damit es sich um einen gültigen Datensatz handelt: `id`, `validityPeriod`, `originator`, `distributor`, `messageInfo`, `basis`, `totalEffect`, `impact` und `implicationLocation`. Die Eigenschaften `addInfo`, `cause`, `succCause` und `advice` können darüber hinaus noch als weitere optionale Inhalte vorhanden sein, damit ein XML-Dokument gültig ist.

Die Enumerationen lt. Objektmodell wurden für die Implementierung des Anwendungsschemas in umfassende Codelisten transformiert, die im Anhang B angeführt sind. Somit werden in den Instanzdokumenten lediglich die entsprechenden Codes angegeben und nicht deren textliche Ausprägung. Diese Vorgangsweise bietet v. a. den Vorteil der Sprachunabhängigkeit, weil die Bedeutung der Codes in anderen Sprachen einfach ergänzt werden kann, ohne dass das XML-Schema angepasst werden

Listing 3.2: Traff_AT Element: TrafficMessage

```

1  <xs:element name="TrafficMessage" type="TrafficMessage" substitutionGroup="gml:_Feature"/>
2  <xs:complexType name="TrafficMessage">
3    <xs:complexContent>
4      <xs:extension base="gml:AbstractFeatureType">
5        <xs:sequence>
6          <xs:element name="id" type="xs:string"/>
7          <xs:element name="title" type="AdditionalInformation" minOccurs="0" maxOccurs="
            unbounded"/>
8          <xs:element name="validityPeriod" type="Period"/>
9          <xs:element name="originator" type="Author"/>
10         <xs:element name="distributor" type="Author"/>
11         <xs:element name="messageInfo" type="MessageManagement"/>
12         <xs:element name="basis" type="Basis"/>
13         <xs:element name="addInfo" type="AdditionalInformation" minOccurs="0" maxOccurs
            ="unbounded"/>
14         <xs:element name="summary" type="AdditionalInformation" minOccurs="0"
            maxOccurs="unbounded"/>
15         <xs:element name="totalEffect" type="Effect"/>
16         <xs:element name="impact" type="Impact" maxOccurs="unbounded"/>
17         <xs:element name="cause" type="Cause" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
18         <xs:element name="succCause" type="SuccCause" minOccurs="0" maxOccurs="
            unbounded"/>
19         <xs:element name="advice" type="Advice" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/
            >
20         <xs:element name="implicationLocation" type="Location"/>
21       </xs:sequence>
22     </xs:extension>

```

muss. Weiters können die XML-Instanzdokumente maschinell wesentlich einfacher verarbeitet werden.

Die vollständigen Listings und grafischen Darstellungen der zentralen Schemadatei `Traff_at.xsd` und der eingebundenen Module können dem Anhang entnommen werden. Im Folgenden wird lediglich auf die Repräsentation des Paketes `Location` in XML/GML genauer eingegangen, welches die Kodierung der Lageinformation beschreibt und in der Schemadatei `Traff_at-Location.xsd` enthalten ist. Die Klasse `Location` stellt die Typdefinition der Eigenschaft `implicationLocation` des Elements `TrafficMessage` dar und wird weiters für die Kodierung der Lage von Umleitungsinformationen in der `TrafficMessage` Eigenschaft `advice` herangezogen.

Der Typ `Location` enthält gemäß dem Datenmodell (vgl. Abbildung 3.1) neben dem verpflichtenden Attribut `road` noch die zwingende Eigenschaft `position`, welche drei Möglichkeiten zur Beschreibung der Lage der Verkehrsmeldung bietet. Dabei muss mindestens eine Punktinformation (`point`) enthalten sein, `route` und `area` können optional vorkommen.

Alle drei Eigenschaften werden über entsprechende Typen aus dem GML Schema definiert. Dies erfolgt durch das XML-Element `import`, wobei im Attribut `schemaLocation` auf das öffentlich verfügbare XML-Schema verwiesen wird, welches unter `http://schemas.opengis.net/gml/3.1.1/base/gml.xsd` zur Verfügung steht (vgl. Listing 3.3, Zeile 3). Somit stehen alle Elemente und Typen, welche in diesem

Schema definiert sind, zur weiteren Verwendung innerhalb der aufrufenden Datei zur Verfügung. Durch die Zuweisung eines eindeutigen Namensraumes zu diesem GML-Schema werden Namenskonflikte zwischen dem Schema Traff_AT und GML vermieden, die durch die Verwendung von gleichen Bezeichnungen auftreten können. Der GML-Namensraum wird in den Traff_AT-Dokumenten mit “gml” angesprochen.

Alternativ zum erwähnten GML Schema gml.xsd kann auch das XML-Schema eingebunden werden, welches für GeoRSS spezifiziert ist und unter <http://www.georss.org/xml/1.1/gmlgeorss.xsd> zur Verfügung steht. Dies hat den Vorteil, dass das Anwendungsschema Traff_AT ohne Änderungen sowohl für GML Instanzdateien als auch für GeoRSS Dateien verwendet werden kann, in denen Inhalte von Traff_AT bereitgestellt werden (vgl. Kapitel 3.3). Dabei muss lediglich auf die zur Verfügung stehenden Geometrietypen geachtet werden.

Listing 3.3: Traff_AT-Location.xsd, Element Position

```

1 <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
2 <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:gml="http://www.opengis.net/
   gml" xmlns:tpeg="http://www.tpeg.org/">
3   <xs:import namespace="http://www.opengis.net/gml" schemaLocation="http://schemas.opengis.
   net/gml/3.1.1/base/gml.xsd"/>
4   <xs:import namespace="http://www.tpeg.org/" schemaLocation="tpegML.xsd"/>
5   <xs:element name="Position" type="Position"/>
6   <xs:complexType name="Position">
7     <xs:sequence>
8       <xs:element name="point" type="PosPoint" maxOccurs="2"/>
9       <xs:element name="route" type="gml:LineStringPropertyType" minOccurs="0"/>
10      <xs:element name="area" type="gml:MultiPolygonType" minOccurs="0"/>
11      <xs:element name="positionDefinition" type="PositionDefinition" minOccurs="0" maxOccurs
        ="unbounded"/>
12      <xs:element name="externalRef" type="ExternalReference" minOccurs="0" maxOccurs="
        unbounded"/>
13    </xs:sequence>
14  </xs:complexType>
15  <xs:complexType name="PosPoint">
16    <xs:sequence>
17      <xs:element name="geo" type="gml:PointPropertyType"/>
18      <xs:element name="role" type="PointRoleType"/>
19    </xs:sequence>
20  </xs:complexType>
21  <xs:simpleType name="PointRoleType">
22    <xs:restriction base="xs:string">
23      <xs:enumeration value="Start"/>
24      <xs:enumeration value="End"/>
25      <xs:enumeration value="Direct"/>
26    </xs:restriction>

```

Das Element `point` ist vom Typ `PosPoint`, der wiederum zwei Elemente aufweist, die die Eigenschaft des Punktobjektes beschreiben. Mit `geo` wird die konkrete

3. Implementierung

geographische Lage beschrieben und durch `role` wird die Rolle dieses Punktes definiert. Durch die Rolle wird festgelegt, ob es sich um einen Start- (Start) oder Endpunkt (End) einer räumlich ausgedehnten Meldung handelt, oder ob sich die Meldung genau auf diese Lage (Direct) bezieht. Der erstgenannte Fall wird z. B. bei einer Sperre einer Straße der Fall sein und der letztgenannte Fall wird beispielsweise bei der Information über eine kleinräumige Baustelle zur Anwendung kommen.

Wie in Abbildung 3.12 ersichtlich, weist das Element `geo` den Typ `PointPropertyType` aus dem GML Schema auf. Die geographische Verortung erfolgt schließlich über das Element `Point`, durch die Auswahl einer von drei unterschiedlichen Möglichkeiten. Dabei sollte die Eigenschaft `pos` verwendet werden, weil die beiden anderen Alternativen lediglich zu Kompatibilitätszwecken mit GML2 zur Verfügung stehen. Die Definition der Lage erfolgt dabei durch die Angabe eines Koordinatenpaares und die Definition des Koordinatenreferenzsystems über das XML-Attribut `srsname`, auf welches sich die Koordinatenangaben beziehen. Im Hinblick auf eine einfache Weiterverwendung der Verkehrsmeldungsinformation sollten hier ausschließlich Koordinaten als geographische Koordinaten im Referenzsystem WGS84 (EPSG:4326) verwendet werden.

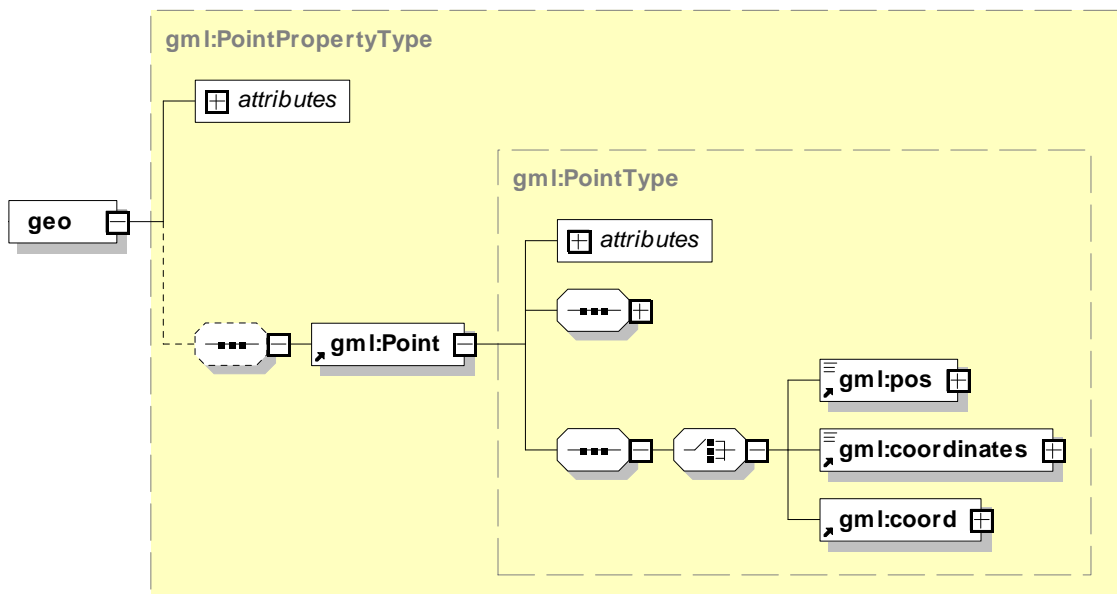


Abbildung 3.12.: Traff_AT-Location.xsd, Element `geo`
(Quelle: Eigener Entwurf, erstellt mit XMLSpy)

Das optionale Element `route` ist als GML-Typ `MultiLineStringType` definiert, wobei über die Eigenschaft `lineStringMember` und dem dazugehörigen Objekt `LineString` lineare Objekte kodiert werden können (vgl. Abbildung 3.13). Dabei erfolgt die Lagedefinition über die Angabe von mindestens zwei Punkten, die ebenfalls wieder über das Element `pos` entsprechend den Punktobjekten bestimmt werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Lage über die Eigenschaft `coordinates` oder

3. Implementierung

posList anzugeben. Dabei werden die Koordinatenpaare durch ein Leerzeichen getrennt angeführt, was im Gegensatz zum pos-Element eine wesentlich kompaktere Variante darstellt.

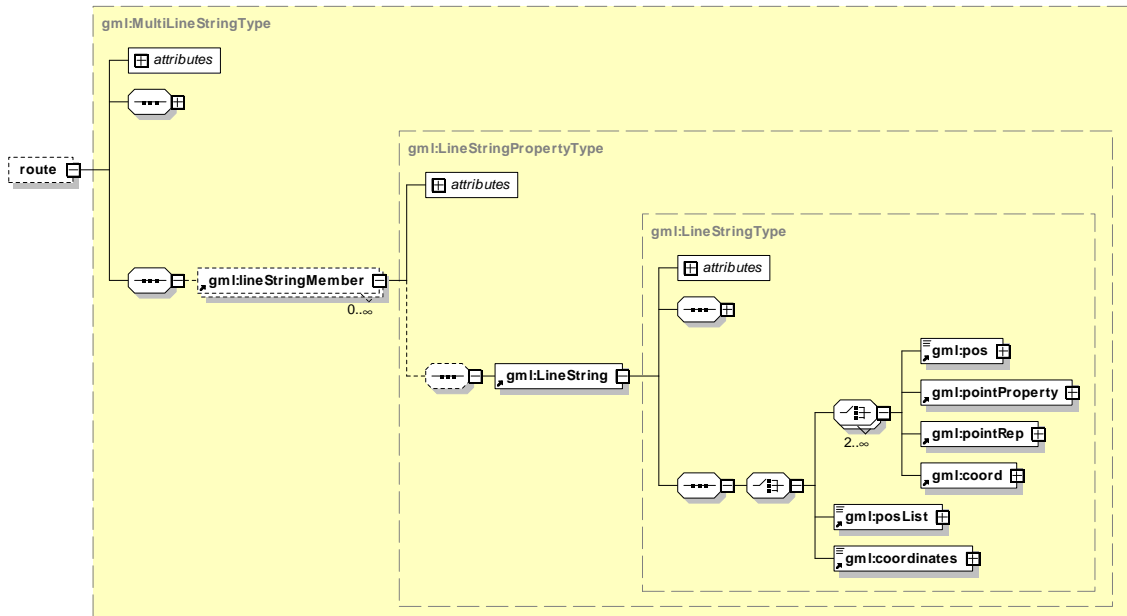


Abbildung 3.13.: Traff_AT-Location.xsd, Element route
(Quelle: Eigener Entwurf, erstellt mit XMLSpy)

Schließlich können in den Verkehrsmeldungen zusätzlich über das Element `area` auch flächenhafte Angaben zur Verfügung gestellt werden, in dem die Typdefinition durch das GML-Objekt `MultiPolygonType` erfolgt. Die Definition der Lage und der geometrischen Ausprägung erfolgt dabei über das `Polygon` Element, welches zumindest durch ein umgrenzendes Polygon (`exterior`) beschrieben wird, das wiederum durch sogenannte `LinearRings` definiert ist (vgl. Abbildung 3.14). Die Angabe der konkreten Koordinaten erfolgt entsprechend den selben Regeln, wie sie bereits für Linienelemente beschrieben wurden, wobei mindestens vier Koordinatenpaare angegeben werden müssen, bei denen das letzte gleich dem ersten sein muss, damit eine geschlossene Fläche entsteht.

Zur Integration von bestehenden Verortungsmechanismen sind im Datenmodell die Möglichkeiten vorgesehen, eine TPEG-konforme Kodierung oder eine TMC Verortung als optionale Attribute des `Location` Objektes anzugeben. Da TPEG in der XML-Variante beim britischen Rundfunk BBC¹ derzeit bereits produktiv im Einsatz ist und somit die zugrundeliegenden Datenstrukturen einfach verfügbar sind, wird im Rahmen dieser Arbeit nur diese Variante implementiert.

Im Rahmen der BBC TPEG Verkehrsmeldungen wird derzeit jedoch kein XML-Schema verwendet, sondern Dokumententyp-Deklarationen (DTD). Im Hinblick auf

¹<http://www.bbc.co.uk/travelnews/xml/>

3. Implementierung

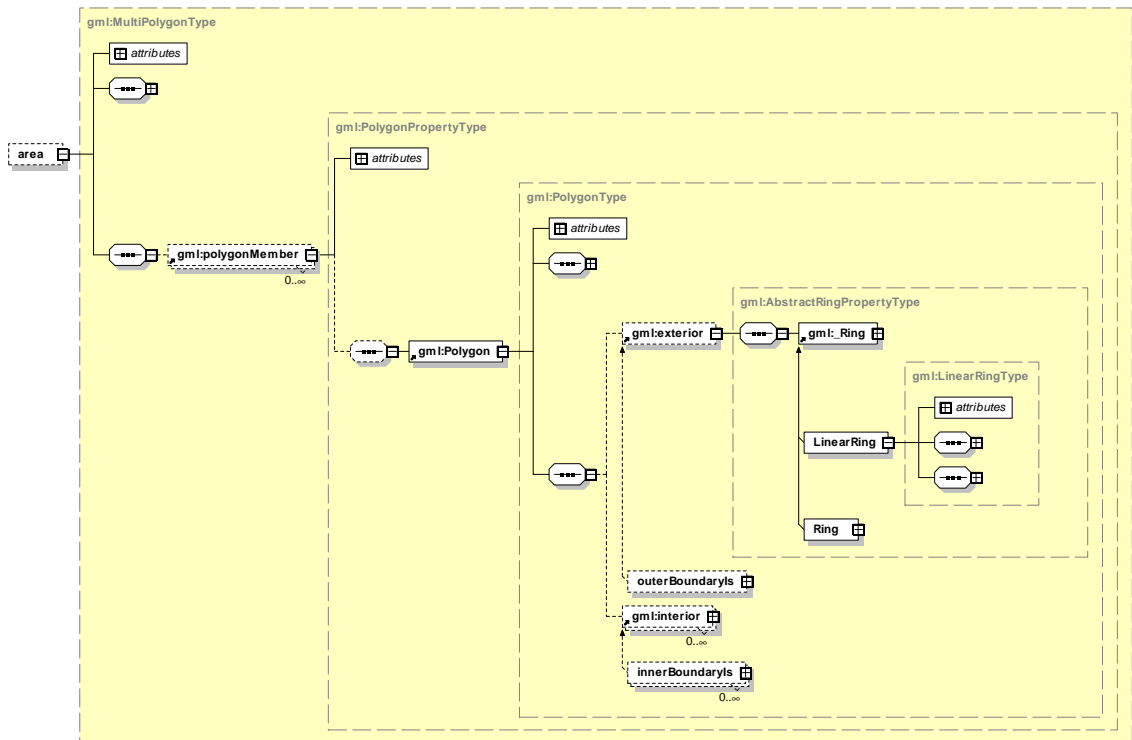


Abbildung 3.14.: Traff_AT-Location.xsd, Element area
(Quelle: Eigener Entwurf, erstellt mit XMLSpy)

eine einheitliche Vorgangsweise und eine durchgängige Validierung und Kombination der verschiedenen Datendefinitionen wurde aus den vorliegenden DTDs (BBC, o. J.b) ein XML-Schema erzeugt. Diese Schemadatei tpegML.xsd wurde mit einem eigenen Namensraum in die traff_at-Location.xsd eingebunden (vgl. Listing 3.4, Zeile 2 und 4), womit die entsprechenden Elemente zur Beschreibung eines TPEG-Locationcontainers zur Verfügung stehen und zur Definition des Elementes tpegLocation herangezogen werden können (vgl. Listing 3.4, Zeile 11).

Listing 3.4: Traff_AT-Location.xsd, Auszug

```

1 <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
2 <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:gml="http://www.opengis.net/
   gml" xmlns:tpeg="http://www.tpeg.org/">
3 <xs:import namespace="http://www.opengis.net/gml" schemaLocation="http://schemas.opengis.
   net/gml/3.1.1/base/gml.xsd"/>
4 <xs:import namespace="http://www.tpeg.org/" schemaLocation="tpegML.xsd"/>
5 <xs:element name="Location" type="Location"/>
6 <xs:complexType name="Location">
7   <xs:sequence>
8     <xs:element name="road" type="Road" maxOccurs="unbounded"/>
9     <xs:element name="position" type="Position"/>
10    <xs:element name="tmcLocation" type="TmcLoc" minOccurs="0"/>
11    <xs:element name="tpegLocation" type="tpeg:Loc" minOccurs="0"/>
12  </xs:sequence>
13 </xs:complexType>

```

3.2.2. Umsetzungsbeispiele Traff_AT

Im Folgenden werden zwei konkrete Beispiele in einem GML-Dokument umgesetzt, das auf Traff_AT.xsd aufbaut. Dabei wird die bereits weiter oben zitierte Verordnung über das Nachfahrverbot für Schwerfahrzeuge auf der Inntalautobahn herangezogen und eine einfache Baustellenmeldung (vgl. Abbildung 3.15) umgesetzt, die dem Verkehrsinformationssystem Tirol entnommen ist. Sowohl die Ausgangsdaten als auch die kompletten Listings der Instanz-Dokumente sind im Anhang D zu finden.

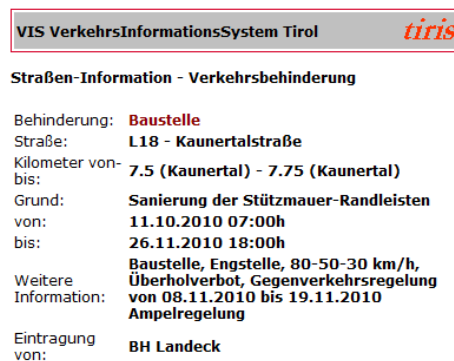


Abbildung 3.15.: Verkehrsmeldung des VIS Verkehrsinformationssystems
(Quelle: <http://www.tirol.gv.at/vis>, abgerufen am 11. 11. 2010)

Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Beispielen ist die Komplexität der Meldung. Die Baustellenmeldung weist im Gegensatz zum Nachfahrverbot eine sehr einfache zeitliche Gültigkeit auf, die durch einen konkreten Anfangs- und Endzeitpunkt bestimmt ist, wohingegen das Nachfahrverbot eine mehrfache Differenzierung hinsichtlich der Monate, der Tageszeit und sogar der Tagestypen aufweist, allerdings keinen Endzeitpunkt enthält. Die unterschiedliche Komplexität ist auch an der Anzahl der Zeilen erkennbar, die für die Definition der zeitlichen Gültigkeit erforderlich ist. Beim Nachfahrverbot sind dies 87 Zeilen² und beim Baustellenbeispiel lediglich vier³.

Die Ursachenbeschreibung für die verkehrliche Wirkung stellt wiederum bei der Baustellenmeldung eine wesentlich höhere Anforderung dar. Hier bedingt eine Hauptursache (Baustelle) eine Folgeursache (provisorische Ampelregelung), welche beide zu kodieren sind⁴. Die optionale Ursachenbeschreibung beim Nachfahrverbot wird unterlassen, da kein entsprechender Ursachencode vorliegt. Eine verbale Beschreibung erfolgt jedoch im Rahmen des Freitext-Elements `summary`⁵.

Die Kodierung der verkehrlichen Wirkung birgt bei beiden Verkehrsmeldungen unterschiedliche Anforderungen. Die auf den ersten Blick vielleicht einfach erschei-

²vgl. Listing Anhang D.1 Zeilen 12 bis 98

³vgl. Listing Anhang D.2 Zeilen 12 bis 15

⁴vgl. Listing Anhang D.2 Zeilen 54 bis 64

⁵vgl. Listing Anhang D.1 Zeilen 119 bis 122 bzw. Listing Anhang D.2 Zeilen 39 bis 42

3. Implementierung

nende verkehrliche Wirkung bei der Baustelle umfasst entsprechend der Definition in Tabelle 3.2 die beiden Behinderungstypen Wartezeit und Fahrbahnverengung, die sich auf alle Fahrzeugtypen auswirken, womit keine weitere Einschränkungen der Fahrzeugklassen erforderlich sind. Beim Nachtfahrverbot ist hingegen eine genaue Beschreibung der betroffenen Fahrzeugtypen erforderlich.

Jede Verkehrsmeldung (TrafficMessage) wird im Instanzendokument in eine GML FeatureCollection⁶ eingebettet und darin als FeatureMember⁷ definiert (vgl. LAKE et al., 2004,), wodurch das TrafficMessage Objekt zu einem Geoobjekt (Feature) wird. GIS-Softwareprodukte, die GML-Dateien unterstützen, können diese Features interpretieren und weiterverarbeiten. Abbildung 3.16 zeigt einen Screenshot, wobei die GML-Datei, die das Nachtfahrverbot beinhaltet, auf der Basis einer Open StreetMap WMS Karte in ArcMap dargestellt wird.

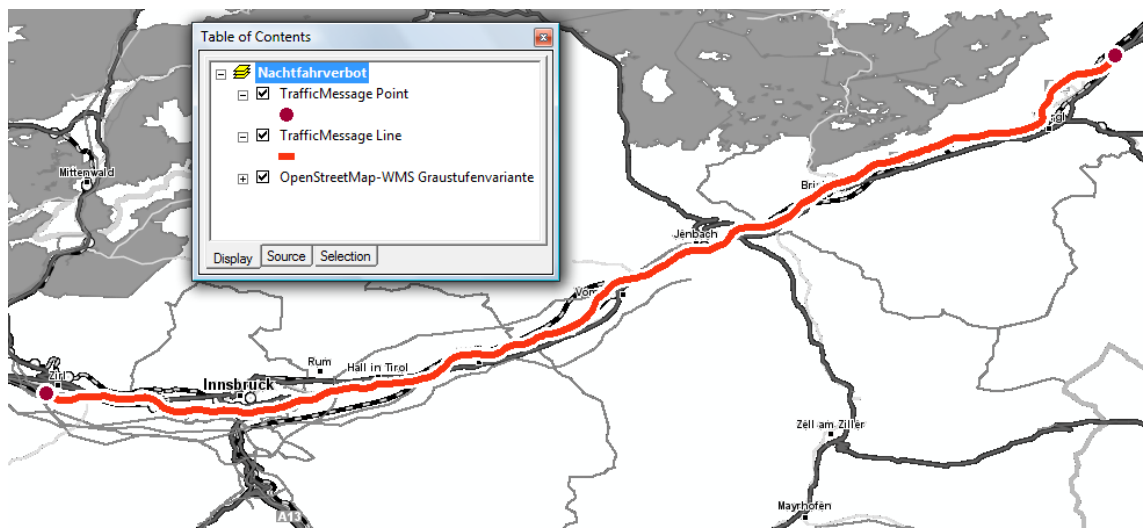


Abbildung 3.16.: Screenshot ArcMap, Visualisierung von traffic_info_nachtfahrverbot.gml
(Quelle: Eigener Entwurf)

Bei beiden Beispielen erfolgt über das Element `externalRef` ein Verweis auf Open StreetMap, wobei im Element `link` die Möglichkeit der Open StreetMap-API genutzt wird, Objekte zu filtern. Dies erfolgt im konkreten Beispiel über Angabe des `ref`-Tags und der Straßennummer (L18 bzw. A12) sowie einer räumlichen Einschränkung über den Parameter `bbox`. Mit dieser Funktion bietet Open StreetMap die Funktionalität eines Gazetteers, in dem über die gewünschten Suchbegriffe die entsprechenden räumlichen Informationen zum gesuchten Objekt bereitgestellt werden.

Beide Beispiele beinhalten auch die Positionierungsangaben in Form eines `tpg:Location Containers`, sodass eine vollständige semantische Interoperabilität zwischen

⁶vgl. Listing Anhang D.1 bzw. Listing Anhang D.2 Zeile 2

⁷vgl. Listing Anhang D.1 bzw. Listing Anhang D.2 Zeile 9

den Verortungsmethoden gemäß TPEG-Standard und dem Traff_AT-Anwendungsschema hergestellt ist.

3.3. GeoRSS für Verkehrsmeldungen

Die Verwendung von GML Dokumenten für die Bereitstellung von Verkehrsmeldungen im Rahmen einer GDI bietet sich dann an, wenn der Zielanwender entsprechende GIS-Softwareprodukte einsetzt, die GML lesen können. Weiters kann das GML-Anwendungsschema auch im Zusammenhang mit einem WFS Angebot genutzt werden. Ein Anwendungsfall ist beispielsweise der Austausch von Informationen zwischen unterschiedlichen Verwaltungsorganisationen und die Bereitstellung von Informationen über WFS Angebote.

Für den Endkunden, der nicht über entsprechende Softwareprodukte verfügt, benötigt es einfachere Formate und Lösungen, die es auch ermöglichen, automatisch über bestimmte Verkehrssituationen informiert zu werden. Dafür bietet sich GeoRSS an, bei dem es sich um einen Newsfeed handelt, der um geographische Funktionen erweitert ist. Die technische Umsetzung erfolgt dabei ebenfalls auf der Basis der XML Technologie, wofür unterschiedliche Spezifikationen bestehen.

Für die Implementierung eines GeoRSS Schemas für Verkehrsmeldungen (Traff_AT_GeoRSS) bestehen grundsätzlich mehrere Möglichkeiten, wobei im konkreten Fall die RSS Spezifikation Atom 1.0 (INTERNET ENGINEERING TASK FORCE (IETF) (HG.), 2005) herangezogen wird. Diese nutzt im Vergleich zu den anderen RSS-Spezifikationen die Stärken von XML wesentlich umfassender aus und ist somit für eine interoperable Datendistribution wesentlich besser geeignet.

Atom ist in einem XML-Namespaces eingebettet, sodass zusätzliche XML-Objekte als Erweiterung integriert werden können, die in anderen XML-Namespaces liegen. Bestehende Implementierungsregeln definieren, wie Softwareprodukte (z. B. RSS-Reader) mit entsprechenden Erweiterungen umgehen sollen. Ein gravierender Vorteil von Atom ist weiters, dass ein entsprechendes ISO-Standard XML-Schema besteht, womit es möglich ist, RSS-Dokumente zu validieren.

Wie in den einleitenden Kapiteln bereits dargestellt, bestehen innerhalb der GeoRSS Spezifikation mehrere Möglichkeiten, die Lage und Geometrie von Objekten zu kodieren. Für Traff_AT_GeoRSS wird die GML-Variante gewählt, um einerseits für künftige Entwicklungen flexibler zu sein (z. B. unterschiedliche Koordinatensysteme, komplexe Objekte) und auch eine Validierung zu ermöglichen. Die derzeit üblichen Implementierungen von GeoRSS in Softwareprodukten, wie GoogleMaps oder Open Layers ignorieren diese erweiterten Möglichkeiten jedoch noch weitgehend. Zur

Validierung der GML-Objekte in GeoRSS besteht ebenfalls ein entsprechendes XML-Schema⁸, welches für die gegenständliche Implementierung verwendet wird.

Damit das Schema `Traff_AT` einfach gemeinsam mit dem GeoRSS-Schema verwendet werden kann, um valide XML-Dokumente bzw. GeoRSS Feeds sicher zu stellen, ist lediglich eine kleine Anpassung erforderlich. Dabei wird statt des GML-Schemas in der `Traff_AT-Location.xsd` nunmehr das GeoRSS-Schema eingebunden. Durch diese geringfügige Adaptierung steht nunmehr ein GeoRSS kompatibles Anwendungsschema `Traff_AT_GeoRSS` zur Verfügung.

Die Verkehrsmeldungen können somit für die Verwendung innerhalb eines GML-Dokumentes oder WFS Dienstes bzw. für ein GeoRSS Angebot in der gleichen Weise erzeugt werden. Dies bringt nicht nur enorme Vorteile für die Entwicklung von Softwarekomponenten, die die Erzeugung von Verkehrsmeldungen unterstützen, sondern auch für Software, die diese Meldungen lesen und weiterverarbeiten. GeoRSS Dienste enthalten somit die gleichen Datenstrukturen und Inhalte wie die GML-Instanzdateien.

Da GeoRSS Feeds aber darauf abzielen, über entsprechende FeedReader gelesen und verarbeitet zu werden, müssen die Informationen und Elemente, die RSS-Feeds auszeichnen, natürlich entsprechend befüllt werden. Weiters müssen die Besonderheiten von GeoRSS Feeds im Zusammenhang mit der Kodierung der Lage betrachtet werden. In GeoRSS besteht zwar die Möglichkeit, mehrere Geoobjekte (z. B. Punkte, Linien) pro Eintrag zu kodieren, jedoch fehlen einfache Möglichkeiten, diesen Geoobjekten innerhalb eines Eintrages unterschiedliche Bedeutungen zuzuordnen. Dies ist erforderlich, um zwischen der Lage der verkehrlichen Wirkung und einer Umleitungsempfehlung zu unterscheiden.

3.3.1. Aufbau einer GeoRSS Datei

Entsprechend der RSS Atom Spezifikation (INTERNET ENGINEERING TASK FORCE (IETF) (HG.), 2005) muss ein gültiger RSS-Feed sehr wenige Elemente aufweisen. Dazu gehört neben den eigentlichen Inhalten ein allgemeiner Informationsblock, der die Elemente `id`, `author`, `title`, `updated` jedenfalls enthalten muss. Darüber hinaus können optional noch weitere Metainformationen vorhanden sein. Da das `Traff_AT` Schema keine allgemeinen Informationen über das GML-Dokument beinhaltet, müssen diese Informationen für den GeoRSS Dienst extra zur Verfügung gestellt werden, was jedoch problemlos möglich ist. Dabei entspricht der Inhalt des Elements `author`, jenem aus den distributor Einträgen des `Traff_AT` Schemas. Ein Beispiel für ein valides Feed-Element ist Listing 3.5 zu entnehmen.

⁸<http://www.georss.org/xml/1.1/gmlgeorss.xsd>

Listing 3.5: Valides Feed Element

```

1 <title>Verkehrsinformation Tirol</title>
2 <subtitle>Verkehrsinformationen zu Baustellen, Sperren, Behinderungen in Tirol</subtitle>
3 <link rel="alternate" href="http://www.tirol.gv.at/verkehrslage" />
4 <author>
5   <name>Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. Verkehrsplanung</name>
6   <email>verkehrsplanung@tirol.gv.at</email>
7 </author>
8 <updated>2010-10-16T09:32:26Z</updated> <id>tag:www.tirol.gv.at,2010-10-16:/verkehr/
   verkehrsinform/20101016_0932</id>

```

Die eigentlichen Inhalte, also die Verkehrsmeldungen, werden innerhalb des **entry**-Containers bereitgestellt, wobei jedes **entry**-Element auch die entsprechenden Metadaten beinhaltet. Auch hier müssen wieder die Elemente **id**, **author**, **title**, **updated** sowie der Inhalt bereitgestellt werden, wobei dazu sowohl das **content** als auch das **summary** Element zur Verfügung stehen. Da alle der benötigten Informationen ebenfalls in Elementen des Traff_AT-Schemas definiert sind, können diese auch in den erforderlichen RSS-Elementen verwendet werden. In Tabelle 3.6 ist die Zuordnung der Elemente des Traff_AT Schemas zu den entsprechenden Elementen des Atom Schemas aufgelistet.

Tabelle 3.6.: Inhaltlich übereinstimmende Elemente zwischen Atom entry und Traff_AT TrafficMessage

Atom	Traff_AT	Pflicht bei Atom
id	id	ja
title	title	ja
updated	messageInfo:updateTime	ja
author	distributor	ja
summary	summary	ja
contributor	originator	nein
published	messageInfo:generationTime	nein

3.3.2. Semantische Strukturierung

Zur weiteren Detaillierung und Systematisierung der Information bestehen in RSS grundsätzlich die folgenden beiden Konzepte. Einerseits stehen über das **link** Element diverse genau definierte Möglichkeiten zur Verfügung, um auf andere Ressourcen zu verweisen und andererseits bietet das optionale Element **category** eine einfache, aber mächtige Methode der Informationsstrukturierung.

Das Element **link** beinhaltet im Wesentlichen einen Verweis auf eine andere existierende Ressource, die mit der Information in Zusammenhang steht, in der das Element verwendet wird. Über das Attribut **rel** wird die Art der Beziehung beschrieben, wobei die Ausprägung **rel="via"** eine Ressource bezeichnet, die die Grundlage für

3. Implementierung

die Information darstellt, die im enthaltenen Element bereitgestellt wird. Somit kann diese Möglichkeit dafür verwendet werden, um auf die entsprechenden Traff_AT GML-Instanzen zu verweisen, die der jeweiligen Verkehrsmeldung im GeoRSS-Feed zugrunde liegen. Dadurch besteht entweder die Möglichkeit die Traff_AT Meldung direkt im RSS-Feed anzuführen oder auf diese zu verlinken, wodurch die Größe der RSS-Feeds sehr kompakt gehalten werden kann.

Das Element `link` kann weiters im `rel`-Attribut den Wert "related" aufweisen. Dieser Wert wird dann benutzt, wenn die verlinkte Ressource mit dem Inhalt des verweisenden Containers in einem Zusammenhang steht. Damit besteht die Möglichkeit auch Umleitungsempfehlungen, die eine geometrische Ausprägung aufweisen, innerhalb eines GeoRSS-Feeds darzustellen, obwohl in einem GeoRSS Eintrag keine Unterscheidung der Bedeutung der Geometrie möglich ist. Dazu muss jedoch im Gegensatz zum Traff_AT Schema eine Aufspaltung einer Verkehrsmeldung in zwei Teile (verkehrliche Wirkung und Umleitungsempfehlung) erfolgen, sodass jeweils die Meldung mit der verkehrlichen Wirkung und die Umleitungsempfehlung einen eigenen Eintrag bilden. Beide Teile können dabei entweder innerhalb eines GeoRSS-Dokumentes abgespeichert werden oder auf unterschiedliche Dateien aufgeteilt werden.

Die inhaltliche Bedeutung eines entry-Objektes kann durch die Anwendung des Elementes `category` bestimmt werden, welches beliebig oft angewendet werden kann. Das Element `category` besitzt die drei Attribute `term`, `scheme` und `label`, womit verschiedenste Strukturen und Kategorisierungen vorgenommen werden können. Das Attribut `term` kann einen beliebigen Texteintrag aufweisen, der die Kategorie bestimmt, zu welchem das entry-Element gehört, wobei in `scheme` angegeben werden kann, auf welche Domäne sich die Kategorisierung bezieht, in `label` schließlich kann zusätzlich eine aussagekräftige Beschreibung der Kategorie erfolgen. Wenn `category` verwendet wird, muss jedenfalls das `term`-Attribut befüllt sein.

Durch diesen Mechanismus der Kategorisierung von Informationen lassen sich die Inhalte, die in Traff_AT über unterschiedliche Objekte definiert sind, auch in GeoRSS abbilden. Dabei werden im Wesentlichen die einzelnen Pakete des Traff_AT Schemas als Kategorisierungsschema abgebildet (z. B. verkehrliche Ursache, verkehrliche Wirkung, verkehrlicher Effekt) und die entsprechenden Werte auf das `term` Attribut angewendet. Im `label`-Attribut schließlich können die aussagekräftigen Bedeutungen der Werte bereit gestellt werden.

Dadurch besteht die Möglichkeit, dass sowohl für den menschlichen Benutzer eine einfache Gruppierung von Verkehrsmeldungen möglich ist, dass aber auch eine automatisierte Bearbeitung der Traff_AT_GeoRSS Verkehrsmeldungen möglich ist. Beispielsweise könnten sehr einfach Meldungen herausgefiltert werden, die einer bestimmten Kategorie entsprechen.

3. Implementierung

Die Tabelle 3.7 gibt einen Überblick, wie die Informationsobjekte aus Traff_AT in eine RSS-kompatible Kategorisierung überführt werden.

Tabelle 3.7.: RSS-kompatible Kategorisierung der Traff_AT Objekte

<i>Traff_AT TrafficMessage Eigenschaft</i>	<i>Kategorieschema (scheme)</i>	<i>Inhalte für term</i>
totalEffect/traveltimeDelay	traff_at.xsd/ effect#traveltimeDelay	Zeitangabe in Minuten
totalEffect/congestionLength	traff_at.xsd/ effect#congestionLength	Längenangabe in Metern
totalEffect/velocityDecrease	traff_at.xsd/ effect#velocityDecrease	km/h
totalEffect/defaultVelocity	traff_at.xsd/ effect#defaultVelocity	km/h
impact/impactCode	traff_at.xsd/ impact#impactCode	ImpactType lt. Tabelle B.4
impact/impactSubCode	traff_at.xsd/ impact#impactSubCode	ImpactSubType lt. Tabelle B.4
advice/adviceCode	traff_at.xsd/ advice#adviceCode	AdviceCode lt. Tabelle B.6
advice/adviceSubCode	traff_at.xsd/ advice#adviceSubCode	AdviceSubCode lt. Tabelle B.6
cause/causeCode	traff_at.xsd/ cause#causeCode	CauseCode lt. Tabelle B.1
cause/causeSubCode	traff_at.xsd/ cause#causeSubCode	CauseSubCode lt. Tabelle B.1
basis	traff_at.xsd/basis	BasisType lt. Tabelle B.7
implicationLocation/road/ functionalRoadClass	traff_at.xsd/ implicationLocation/ road#functionalRoadClass	Code der verkehrlichen Straßenbedeutung (0 und 9)
implicationLocation/road/ segment/name	traff_at.xsd/ implicationLocation/road/ segment#name	Straßenname
implicationLocation/road/ segment/roadNumber	traff_at.xsd/ implicationLocation/road/ segment#roadNumber	Straßennummer
validityPeriod/start	traff_at.xsd/ validityPeriod#start	Datum, Uhrzeit
validityPeriod/end	traff_at.xsd/ validityPeriod#end	Datum, Uhrzeit

Im Hinblick auf eine einfache Lesbarkeit für den Menschen kann in RSS das `content` Element herangezogen. In diesem können einfache Texte oder HTML-kodierte Inhalte untergebracht werden und sogar Kartenausschnitte ergänzt werden. Die Erzeugung

dieser Informationen kann automatisiert aus den Traff_AT Elementen erfolgen. Das Land Oberösterreich nutzt beispielsweise die Möglichkeit der html-Kodierung in RSS-Feeds zur übersichtlichen Bereitstellung von Verkehrsinformationen⁹.

3.3.3. Umsetzungsbeispiele Traff_AT_GeoRSS

Für die beispielhafte Umsetzung von RSS-Newsfeeds, die dem Anwendungsschema Traff_AT_GeoRSS entsprechen werden die zwei folgenden Situationen herangezogen. Erstens wird die Baustellenmeldung auf der Kaunertalstraße L18 herangezogen, die bereits als Traff_AT Instanz implementiert wurde. Als zweites Beispiel wird eine Verkehrsmeldung erzeugt, die über die aktuelle Verkehrslage ebenfalls an der Kaunertalstraße L18 informiert.

An den Landesstraßen in Tirol werden über 100 Straßenverkehrsdetektoren betrieben, die kontinuierlich Daten über die Verkehrsmengen und Geschwindigkeiten liefern. Aus den übermittelten Daten kann für diese Zählpunkte die Verkehrslage (normaler Betrieb, dichter Verkehr, Stau) berechnet werden. Da die Zählstellen durch das Amt der Tiroler Landesregierung betrieben werden, können die dynamischen Verkehrslageinformationen gemeinsam mit den eher statischen Baustelleninformationen der Öffentlichkeit bereitgestellt werden. Da sich die Verkehrslage sehr rasch ändern kann, ist ein Newsfeed für die Veröffentlichung besonders geeignet.

Listing 3.6 zeigt einen Ausschnitt aus der GeoRSS Baustellenmeldung entsprechend dem Schema Traff_AT_GeoRSS zur Baustelle auf der Kaunertal Straße L18 mit den entsprechenden Kategorien in den Zeilen 2 bis 14 und den Positionsangaben in den Zeilen 15 bis 23. Bei diesem Newsfeed wurde auf die direkte Integration der Traff_AT Verkehrsmeldung im Rahmen eines eigenen TrafficMessage-Tags verzichtet und lediglich ein Link mit dem rel-Attribut via auf das GML-Instanzdokument gesetzt. Dadurch kann der Datenumfang des Newsfeeds gering gehalten werden und trotzdem kann bei Bedarf auf das GML-Dokument zurückgegriffen werden.

Abbildung 3.17 zeigt die Darstellung des GeoRSS Feeds im FeedReader RSSOwl. Für die Visualisierung wurde hier auf die Static Map API von Open StreetMap zurückgegriffen, die es erlaubt Kartenbilder mit dynamischen Überlegern zu erzeugen, womit die Lage der Verkehrsmeldung eindrucksvoll dargestellt werden kann.

Listing 3.6: GeoRSS Baustelle (Auszug)

```

1 <link rel="via" href="http://www.tirol.gv.at/verkehrsinfo/20101005_100.xml" />
2 <category scheme="traff_at.xsd/basis" term="2" label="Bescheid" />
3 <category scheme="traff_at.xsd/effect#traveltimeDelay" term="15" label="Fahrzeitverl&#228;
   ngerung_15_Minuten" />
4 <category scheme="traff_at.xsd/impactCode" term="4" label="Behinderung" />
5 <category scheme="traff_at.xsd/impactSubCode" term="4_1" label="Fahrbahnverengung" />

```

⁹http://doris.ooe.gv.at/fachinfo/verkehr/geovis_rss/rss.aspx

3. Implementierung

```

6 <category scheme="traff_at.xsd/impactSubCode" term="4_4" label="Wartezeit" />
7 <category scheme="traff_at.xsd/CauseCode" term="2" label="Stra&#223;enzustand" />
8 <category scheme="traff_at.xsd/CauseSubCode" term="2_2" label="Baustelle, Bauarbeiten" />
9 <category scheme="traff_at.xsd/CauseSubCode" term="2_23" label="provisorische Ampelregelung"
  />
10 <category scheme="traff_at.xsd/implicationLocation/road/segment#name" term="Kaunertalstra
  &#223;e" label="Kaunertalstra&#223;e" />
11 <category scheme="traff_at.xsd/implicationLocation/road/segment#roadNumber" term="L18"
  label="L18" />
12 <category scheme="traff_at.xsd/validityPeriod#start" term="2010-11-08T07:00:00.0Z" label="von
  8. November 2010, 7 Uhr"></category>
13 <category scheme="traff_at.xsd/validityPeriod#end" term="2010-11-19T18:00:00.0Z" label="bis
  19. November 2010, 18 Uhr"></category>
14 <category scheme="traff_at.xsd/implicationLocation/road#functionalRoadClass" term="4" label="
  FRC4"></category>
15 <gml:Point>
16 <gml:pos srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">47.05949779641054
  10.748480973059822</gml:pos>
17 </gml:Point>
18 <gml:Point>
19 <gml:pos srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">47.061499587968839
  10.747039003288426 </gml:pos>
20 </gml:Point>
21 <gml:LineString>
22 <gml:posList srsDimension="2" srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
  10.748480973059822 47.05949779641054 10.748337399999432 47.059762900000024
  10.747177299999434 47.061242900000011 10.747039003288426 47.061499587968839</
  gml:posList>
23 </gml:LineString>

```

Title	Date	Author	Category
Baustelle auf der L18-Kaunertalstrasse, 8.11.2010 bis 19.11.2010	05.10.10 12:43	Amt der Tiroler La...	Bescheid, Fahrzeit...

Baustelle auf der L18-Kaunertalstrasse, 8.11.2010 bis 19.11.2010

Dienstag, 05. Oktober 2010 12:43 | By Amt der Tiroler Landesregierung Abt. Verkehrsrecht

Straße: Kaunertalstraße L18, km 7,5 bis 7,75

Ursache: Baustelle, Bauarbeiten


Auswirkung: Behinderung durch Fahrbahnverengung, Wartezeit, provisorische Ampelregelung

Umleitung: keine

Fahrzeitverlängerung: 15 min

Erwartete Staulänge: keine

Geschwindigkeitsreduktion: keine



Related News: [Similar Content](#), [By Amt der Tiroler Landesregierung Abt. Verkehrsrecht, Bescheid, Fahrzeitverlängerung 15 Minuten, Behinderung, Fahrbahnverengung, Wartezeit, Straßenzustand, Baustelle, Bauarbeiten, provisorische Ampelregelung, Kaunertalstraße, L18, von 8. November 2010, 7 Uhr, bis 19. November 2010, 18 Uhr](#)

Abbildung 3.17.: Anzeige der GeoRSS Verkehrsmeldung im Feedreader RSSOwl

3. Implementierung

Im Gegensatz zur Baustellenmeldung wird bei der Meldung über die Verkehrslage am Zählpunkt der Kaunertalstraße die Traff_AT Kodierung unmittelbar in den GeoRSS-Feed eingebunden (vgl. Listing 3.7, Zeilen 19-21), weil davon ausgegangen werden kann, dass ein entsprechendes GML-Instanzendokument für Informationen nicht erzeugt wird, die sich sehr häufig ändern. Somit wird auch kein entsprechender Link mit dem rel-Attribut “via” angeboten.

Listing 3.7: GeoRSS Verkehrslage (Auszug)

```

1 <category scheme="traff_at.xsd/basis" term="2" label="Bescheid" />
2 <category scheme="traff_at.xsd/effect#traveltimeDelay" term="0" label="keine_Fahrzeitverl&#228;
   ngerung" />
3 <category scheme="traff_at.xsd/impactCode" term="3" label="Verkehrsfluss" />
4 <category scheme="traff_at.xsd/impactSubCode" term="3_1" label="normaler_Betrieb" />
5 <category scheme="traff_at.xsd/implicationLocation/road/segment#name" term="Kaunertalstra
   &#223;e" label="Kaunertalstra&#223;e" />
6 <category scheme="traff_at.xsd/implicationLocation/road/segment#roadNumber" term="L18"
   label="L18" />
7 <category scheme="traff_at.xsd/validityPeriod#start" term="2010-10-05T10:43:00.0Z" label="von
   5. Oktober 2010, 10:43 Uhr"></category>
8 <category scheme="traff_at.xsd/validityPeriod#end" term="2010-10-05T10:53:00.0Z" label="bis
   5. Oktober 2010, 10:53 Uhr"></category>
9 <category scheme="traff_at.xsd/implicationLocation/road#functionalRoadClass" term="4" label="
   FRC_4"></category>
10 <gml:Point>
11 <gml:pos srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">47.05949779641054
   10.748480973059822</gml:pos>
12 </gml:Point>
13 <gml:Point>
14 <gml:pos srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">47.061499587968839
   10.747039003288426 </gml:pos>
15 </gml:Point>
16 <gml:LineString>
17 <gml:posList srsDimension="2" srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
   10.748480973059822 47.05949779641054 10.748337399999432 47.059762900000024
   10.747177299999434 47.061242900000011 10.747039003288426 47.061499587968839</
   gml:posList>
18 </gml:LineString>
19 <traff_at:TrafficMessage >
20 <!--Hier folgt die Verkehrsmeldung kodiert nach dem Traff_AT Anwendungsschema-->

```

4. Schlussfolgerungen und Bewertung der Ergebnisse

Im Rahmen der Arbeit wurden die Anforderungen definiert, die an Verkehrsmeldungen gestellt werden, damit diese einerseits als Entscheidungsunterstützung herangezogen werden können und andererseits für die automatisierte Weiterverwendung in Reiseauskunftssystemen verwendet werden können. Darauf aufbauend erfolgte die Entwicklung eines entsprechenden interoperablen Datenformates, womit Verkehrsmeldungen im Rahmen einer GDI bereit gestellt werden können.

Im Folgenden werden die konkreten Ergebnisse der Arbeit anhand der im Kapitel 1.2 dargestellten Fragestellungen analysiert.

Welche Formate und Standards bestehen, um Verkehrsstörungen strukturiert und maschinenlesbar auszutauschen?

Es bestehen mehrere internationale Standards wie RDS-TMC oder TPEG, die sich mit der Bereitstellung von Verkehrsinformation an Endbenutzer beschäftigen. Darüber hinaus besteht noch Datex2, welches insbesondere zum Austausch von Informationen zwischen Verkehrsmanagementzentralen geschaffen wurde. Auf österreichischer Ebene besteht die RVS 05.01.12 über "Ereignisse und Meldungen in kooperativen Verkehrsmanagementzentralen", die auf die Anforderungen der Verkehrsmeldungen aus österreichischer Sicht eingeht, aber ebenfalls nicht unmittelbar auf den Endbenutzer abzielt.

Eine technische Umsetzung in Form von Datenstrukturen und Codetabellen für die Abbildung von Ereignissen bieten nur die internationalen Standards wobei TPEG auch eine XML-basierte Variante umfasst, sodass eine einfache Anwendung dieses Standards möglich ist. TPEG weist umfangreiche Codetabellen für die Beschreibung von verkehrlichen Ursachen und Wirkungen auf und wird bereits seit einigen Jahren bei der BBC für die Bereitstellung von Verkehrsinformation erfolgreich eingesetzt. TPEG wurde als Nachfolger von RDS-TMC entwickelt, wodurch eine Überführung der entsprechenden Ereigniscodes aus RDS-TMC nach TPEG grundsätzlich möglich ist.

TPEG stellt somit eine solide Basis dar, um darauf aufbauend ein Geodatenformat für Verkehrsinformationen zu entwickeln.

Wie wird der räumliche Bezug der Verkehrsmeldung bei den verkehrsbezogenen Austauschstandards modelliert?

Für die Verortung von Verkehrsereignissen werden bei TMC-RDS sogenannte Locationcodes verwendet, wobei allen verkehrsrelevanten Abschnitten ein eindeutiger Code zugewiesen wird. Dies bietet den Vorteil, dass eine sehr effiziente Datenübertragung möglich ist, weil keine Koordinaten übertragen werden müssen, sondern lediglich der Lagecode. Die eindeutige Verortung von Ereignissen ist allerdings nur auf Strecken möglich, die einen entsprechenden Code aufweisen. Dies ist beispielsweise in Tirol flächendeckend lediglich auf den Autobahnen, Schnellstraßen und Landesstraßen B der Fall, sodass die Verortung von Verkehrsereignissen auf untergeordneten Verkehrswegen nicht möglich ist. Die Erstellung der entsprechenden Locationcode Listen ist weiters nur zentral möglich und deren Verwendung ist nur unter entsprechenden kostenpflichtigen Nutzungslizenzen zulässig.

TPEG weist eine wesentlich generischere Herangehensweise auf, in dem die betroffenen Streckenabschnitte im Regelfall über einen Straßennamen und die Beschreibung der benachbarten Kreuzungen und der Angabe von Koordinatenpunkten erfolgt. Weiters bestehen umfangreiche Möglichkeiten, die genaue Lage des Verkehrsereignisses innerhalb des betroffenen Abschnittes zu beschreiben. Die Visualisierung der Verkehrsmeldung auf einer Karte ist sehr einfach möglich, in dem die mitgelieferten Koordinatenpunkte verwendet werden. Die Darstellung des konkreten Linienverlaufes ist jedoch nicht möglich.

Keines der angeführten Standardformate kann somit innerhalb von GIS-Anwendungen verwendet werden.

Wie muss ein Datenschema für Verkehrsmeldungen aufgebaut sein, das den Empfehlungen und Standards des OGC hinsichtlich Interoperabilität entspricht und im Rahmen einer GDI verwendet werden kann?

Im Rahmen der Arbeit konnte gezeigt werden, dass durch die Verwendung von GML als OGC-Standard und eine darauf aufbauende Implementierung eines Anwendungsschemas für Verkehrsmeldungen die technische Interoperabilität sichergestellt werden kann. Instanzdokumente, die das entwickelte Traff_AT GML-Anwendungsschema nutzen, können einfach in gängigen GIS-Produkten wie ArcGIS genutzt und visualisiert werden. Weiters kann das Anwendungsschema auch als Basis für WFS Angebote herangezogen werden, sodass eine Integration von Verkehrsmeldungen in GDI Angebote möglich ist. Eine entsprechende Umsetzung eines WFS-Dienstes ist jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht erfolgt, sodass diesbezüglich keine praktischen Erkenntnisse gewonnen werden konnten und evtl. geringfügige Anpassungen des Schemas erforderlich sein können.

Durch die Integration von Objekten und Inhalten aus dem TPEG-Standard im Anwendungsschema sowie die Berücksichtigung der Anforderungen lt. RVS konnte über

die technische Interoperabilität hinaus auch noch eine semantische Interoperabilität erreicht werden.

Wie können aktuelle Verkehrsinformationen einfach nutzbar und interoperabel zur Verfügung gestellt werden?

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden zwei Umsetzungsvarianten vorgestellt, die eine einfache und interoperable Bereitstellung von Verkehrsinformationen im Rahmen einer GDI ermöglichen. Einerseits stellt das entwickelte GML-Anwendungsschema die Basis für OGC-konforme WFS-Angebote dar oder aber auch eine dateibasierte Weitergabe von Verkehrsinformationen. Darüber hinaus konnte mit dem entwickelten GeoRSS Dienst gezeigt werden, dass das GML-Anwendungsschema auch im Rahmen eines RSS Angebotes genutzt werden kann. Dabei wurde sowohl das GML-Schema direkt innerhalb des RSS-Dienstes genutzt als auch die Objekte des Schemas in den bestehenden Kategorisierungsmechanismus von RSS überführt.

Die beispielhafte Umsetzung von einzelnen Verkehrsmeldungen in beiden Implementierungsvarianten hat gezeigt, dass beide Möglichkeiten geeignet sind, Verkehrsinformationen zielgruppenspezifisch bereit zu stellen. Darüber hinaus können die Daten beider Varianten automatisiert verarbeitet werden und mit anderen Datenquellen und Anwendungen kombiniert werden.

Im Hinblick auf einen produktiven Einsatz müssen jedenfalls noch konkrete Regeln formuliert werden, welche Art von Verkehrseignissen im Rahmen eines GeoRSS Dienstes zur Verfügung gestellt werden, welche in beiden Formaten bereitgestellt werden sollen und welche lediglich als GML-Instanz formuliert werden. Dabei sind insbesondere die Veränderlichkeit der jeweiligen Meldungsart und die Dauer der verkehrlichen Wirkung zu beachten.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem entwickelten GML-Anwendungsschema `Traff_AT` steht eine Formatdefinition für den standardisierten Austausch von georeferenzierten Verkehrsmeldungen zur Verfügung. Bei der Entwicklung wurden im Speziellen die Anforderungen betrachtet, die sich aus der beabsichtigten Verwendung im Rahmen einer Geodateninfrastruktur ergeben und daher insbesondere vorhersehbare und geplante Verkehrsergebnisse betreffen, die ein Verwaltungsverfahren durchlaufen. Darüber hinaus können auch Daten zur aktuellen Verkehrslage verarbeitet werden, sofern diese beispielsweise über Detektoren zur Straßenverkehrszählung zur Verfügung stehen.

Aufbauend auf das GML-Anwendungsschema wurde weiters ein Kategorieschema entwickelt, das für die strukturierte Bereitstellung von entsprechenden Verkehrsmeldungen über verortete RSS-Nachrichtendienste (GeoRSS) herangezogen werden kann. Dabei werden die verwendeten Kategorien direkt aus den Objekten und Eigenschaften des GML-Anwendungsschemas abgeleitet, womit nicht nur ein technischer sondern auch ein inhaltlicher Zusammenhang zwischen den beiden Formatbeschreibungen erreicht wird, sodass eine automatisierte Überführung von GML-Instanzdokumenten in GeoRSS-Feeds möglich ist.

Zur Sicherstellung der semantischen und technischen Interoperabilität wurde weiters eine Integration von bestehenden nationalen Empfehlungen (RVS) und internationalen Standards (TPEG) in die Formatspezifikation vorgenommen, soweit dies unter Beachtung der einfachen Implementierung und Nutzung der Daten als sinnvoll erachtet wurde. Durch diese Vorgangsweise konnten bestehende Kategorisierungen, Definitionen und Begrifflichkeiten weiter verwendet werden und die semantische Interoperabilität zwischen den unterschiedlichen Implementierungen erreicht werden.

Anhand der realisierten Beispiele konnte gezeigt werden, dass das entwickelte GML-Anwendungsschema `Traff_AT` als auch das GeoRSS Schema `Traff_AT_GeoRSS` geeignet sind, georeferenzierte Verkehrsmeldungen bereit zu stellen. Die Daten können problemlos in gängige GIS-Produkte integriert werden, bzw. über gängige Browser oder RSS-Reader angezeigt werden. Somit können Daten, die auf dem vorgestellten Format aufbauen, sowohl im Umfeld von Desktop-GIS-Produkten als auch via Internet über Webservices oder über Dateien ausgetauscht und bereitgestellt werden.

Für einen produktiven Einsatz sind jedoch noch einige Voraussetzungen zu schaffen und entsprechende Tests erforderlich, die die umfassende Praxistauglichkeit für un-

terschiedliche Benutzergruppen prüfen. Dabei muss jedenfalls zwischen Endbenutzer, Datendistributoren bzw. -integratoren sowie Einsatzorganisationen unterschieden werden. Zur einfachen Erzeugung der Verkehrsmeldungen müssen Softwaretools zur Verfügung gestellt werden, über welche eine weitgehend automatisierte Generierung möglich ist. Durch die Integration dieser Werkzeuge in den Verwaltungsablauf können Mehraufwendungen bei den Bearbeitern minimiert werden und die Verkehrsmeldungen entstehen gleichsam als Zusatzprodukte des Verfahrens.

Für die effiziente und interoperable Bereitstellung der Verkehrsmeldungen müssen entsprechende Dienste aufgebaut und bereitgestellt werden. Dies kann über entsprechende WFS-Angebote erfolgen, die das Traff_AT Anwendungsschema benutzen oder über die Bereitstellung der GeoRSS Dateien.

Durch die klare und interoperable Strukturierung und Bereitstellung der Informationen ist eine automatisierte Verarbeitung der Daten möglich. Somit ist beispielsweise eine Kombination dieser Daten mit Routensuchern möglich, sodass Routenberechnungen unter Berücksichtigung von vorhersehbaren Behinderungen mit geringem Aufwand umsetzbar sind. Auch völlige neue Anwendungen können entstehen, indem die Verkehrsmeldungen mit anderen Informationsquellen verknüpft werden. So können diese Informationen in Kombination mit Daten aus Open StreetMap verwendet werden, um frei zugängliche Routensucher zu entwerfen, die aktuelle Verkehrseignisse berücksichtigen.

Traff_AT und Traff_AT_GeoRSS kann durch die Ergänzung der Codetabellen ohne große Aufwendungen erweitert werden, sodass auch unvorhersehbare Verkehrseignisse und aktuelle Meldungen verarbeitet bzw. bereit gestellt werden können. Durch die Nutzung der objektorientierten Methoden und Technologien besteht weiters die Möglichkeit einfache Erweiterungen der Objekte vorzunehmen, sodass auch derzeit noch nicht bekannte Anforderungen auf der Basis der Formatspezifikation umgesetzt werden können. Damit steht ein flexibles Datenformat zur Verfügung, das lagebezogene Verkehrsmeldungen technisch und semantisch interoperabel bereitstellen kann und somit von einem breiten Benutzerkreis mit unterschiedlichen technischen Infrastrukturen genutzt werden kann.

Literaturverzeichnis

- Ammoser, Hendrik/Hoppe, Mirko (2006):** Glossar Verkehrswesen und Verkehrswissenschaften: Definitionen und Erläuterungen zu Begriffen des Transport- und Nachrichtenwesens. Band Nr. 2, Diskussionsbeiträge aus dem Institut für Wirtschaft und Verkehr, Technische Universität Dresden
- ASFiNAG:** Roadpilot. [⟨URL: http://www.roadpilot.at⟩](http://www.roadpilot.at) – Zugriff am 5. 2. 2010
- Bartelme, Norbert (2005):** Geoinformatik: Modelle, Strukturen, Funktionen. 4. Auflage.
- BBC (o. J.a):** TPEG-RTM Tables. [⟨URL: http://www.bbc.co.uk/travelnews/xml/rtm/rtm_index.html⟩](http://www.bbc.co.uk/travelnews/xml/rtm/rtm_index.html)
- BBC (o. J.b):** Travelnews. [⟨URL: http://www.bbc.co.uk/travelnews/xml/⟩](http://www.bbc.co.uk/travelnews/xml/) – Zugriff am 3.5.2010
- Bernard, Lars/Crompvoets, Joep/Fitzke, Jens (2005):** Geodateninfrastrukturen - ein Überblick. In **Bernard, Lars/Fitzke, Jens/Wagner, M. Roland (Hrsg.):** Geodateninfrastruktur: Grundlagen und Anwendungen. Heidelberg, 3–8
- BEV - Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (Hrsg.) (o.J.):** Die neuen Karten im UTM-System. [⟨URL: http://www.bev.gv.at/pls/portal/docs/PAGE/BEV_PORTAL_CONTENT_ALLGEMEIN/0200_PRODUKTE/PDF/UTM_FOLDER.PDF⟩](http://www.bev.gv.at/pls/portal/docs/PAGE/BEV_PORTAL_CONTENT_ALLGEMEIN/0200_PRODUKTE/PDF/UTM_FOLDER.PDF) – Zugriff am 28.3.2010
- Brinkhoff, Thomas (2007):** Open-Source-Geodatenbanksysteme. Datenbank-Spektrum, Nr. 22, 37–43 [⟨URL: http://www.fh-oow.de/institute/iapg/personen/brinkhoff/paper/DBSpek2007-2.pdf⟩](http://www.fh-oow.de/institute/iapg/personen/brinkhoff/paper/DBSpek2007-2.pdf) – Zugriff am 21.3.2010
- Bundesministerium für Inneres:** Verkehrsinformationsservice. [⟨URL: http://vis.bmi.gv.at⟩](http://vis.bmi.gv.at) – Zugriff am 5. 2. 2010
- Busch, Fritz et al. (2007):** Leitfaden für die Vernetzung dynamischer Verkehrsbeeinflussungssysteme im zuständigkeitübergreifenden Verkehrsmanagement. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

- Daduna, Rolf Joachim/Voß, Stefan (2000):** Informationsmanagement im Verkehr: Mit 8 Tabellen.
- Donaubauer, Josef Andreas (2005):** Web Feature Service - Geodienst für den Zugriff auf objektstrukturierte Geodaten. In **Bernard, Lars/Fitzke, Jens/Wagner, M. Roland (Hrsg.):** Geodateninfrastruktur: Grundlagen und Anwendungen. Heidelberg, 93–100
- European Broadcasting Union (o.J.):** TPEG - What is it all about?: Traffic and Travel Information Broadcasting Language-independent TTI services for the European Citizen. \langle URL: <http://tech.ebu.ch/docs/other/TPEG-what-is-it.pdf> \rangle
- European Commission (Hrsg.) (2009):** DATEX II V2.0 User Guide. \langle URL: http://www.datex2.eu/sites/www.datex2.eu/files/sites/test.datex2.eu/files/DATEXIIv2.0-UserGuide_v1.0.pdf \rangle – Zugriff am 16.5.2010
- Fitzke, Jens (2005):** Die Welt der Features - eine Welt aus Features. In **Bernard, Lars/Fitzke, Jens/Wagner, M. Roland (Hrsg.):** Geodateninfrastruktur: Grundlagen und Anwendungen. Heidelberg, 73–82
- Geodateninfrastruktur Deutschland (2009):** GeoRSS - Nachrichtenverarbeitung mit Raumbezug. \langle URL: http://www.gdi-de.org/de_neu/thema/2009/c_thema_georss.html \rangle – Zugriff am 19.9.2009
- Inspire Drafting Team "Data Specifications" (Hg.) (2009):** D2.5: INSPIRE Generic Conceptual Model, Version 3.2. \langle URL: http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/D2.5_v3.2.pdf \rangle – Zugriff am 23.11.2009
- Internet Engineering Task Force (IETF) (Hg.) (2005):** The Atom Syndication Format: RFC 4287. \langle URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc4287.txt> \rangle
- Koordinierungsstelle GDI-DE (Hrsg.) (2008):** Geodienste im Internet: Ein Leitfaden. 2. Auflage. \langle URL: http://www.gdi-de.org/de_neu/download/flyer_broschueren/Geodienste_Leitfaden_2Auf1.pdf \rangle – Zugriff am 21. 2. 2010
- Korduan, Peter/Zehner, L. Marco (2008):** Geoinformation im Internet: Technologien zur Nutzung raumbezogener Informationen im WWW.
- Lake, Ron et al. (2004):** Geography mark-up language (GML): Foundation for the Geo-Web.

- Landtag, Bayerischer (2008):** Bayerisches Geodateninfrastrukturgesetz: BayGDIG: 22. 7. 2008. GVBl 2008, S. 453 (URL: http://by.juris.de/by/gesamt/GDIG_BY.htm#GDIG_BY_Art1) – Zugriff am 5.4.2010
- Lange, Norbert de (2006):** Geoinformatik: In Theorie und Praxis. 2. Auflage.
- Longley, A. Paul et al. (2007):** Geographical information systems and science. 2. Auflage.
- Menge, Falko (o. J.):** Geodateninfrastrukturen – "Geo-Disziplinen" und ihre Ergebnisse wachsen zusammen. (URL: http://www.ife.uni-hannover.de/mitarbeiter/seeber/seeber_65/pdf_65/meng12.pdf) – Zugriff am 8. 2. 2010
- mobile.info (2006):** TPEG TEC Application Specification: Version 1.0, 9.03.2006. (URL: [http://www.mobile-info.org/prom/mobileinfo.nsf/DocID/7FA3503CF5AAB9E7C125723E004B2276/\\$file/TPEG_TEC_Specification_V1_0_20060309.pdf](http://www.mobile-info.org/prom/mobileinfo.nsf/DocID/7FA3503CF5AAB9E7C125723E004B2276/$file/TPEG_TEC_Specification_V1_0_20060309.pdf)) – Zugriff am 12.9.2010
- Nationalrat, Österreichischer (2010):** Bundesgesetz über eine umweltrelevante Geodateninfrastruktur des Bundes (Geodateninfrastrukturgesetz): GeoDIG: 2.3.2010. BGBl. I Nr. 14/2010
- ÖAMTC: ÖAMTC Verkehrsservice.** (URL: <http://www.oeamtc.at/verkehrsservice>) – Zugriff am 5. 2. 2010
- ÖAMTC: ÖAMTC Verkehrsservice Newsfeed.** (URL: http://www.oeamtc.at/verkehrsservice/output/rss/oeamtc_verkehrsservice.xml) – Zugriff am 5.4.2010
- OGP Surveying and Positioning Committee:** (URL: <http://www.epsg.org/>) – Zugriff am 7. 2. 2010
- Open Geospatial Consortium, Inc:** (URL: <http://www.opengeospatial.org>) – Zugriff am 7. 2. 2010
- Open Geospatial Consortium, Inc (2005a):** OpenGIS Filter Encoding Implementation Specification: Version 1.1.0. (URL: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=8340) – Zugriff am 21. 2. 2010
- Open Geospatial Consortium, Inc (2005b):** Web Feature Service Implementation Specification: Version 1.1.0. (URL: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=8339) – Zugriff am 21. 2. 2010

- Open Geospatial Consortium, Inc (2006a):** Binary Extensible Markup Language (BXML) Encoding Specification: Version: 0.0.8: Best Practices Document OGC 03-002r9. [⟨URL: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=13636⟩](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=13636) – Zugriff am 17.11.2009
- Open Geospatial Consortium, Inc (2006b):** Gazetteer Service - Application Profile of the Web Feature Service Implementation Specification: Version 0.9.3: OGC Document: 05-035r2. [⟨URL: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=15529⟩](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=15529) – Zugriff am 4.4.2010
- Open Geospatial Consortium, Inc (2006c):** An Introduction to GeoRSS: A Standards Based Approach for Geo-enabling RSS feeds: OpenGIS document OGC 06-050r3. [⟨URL: http://www.opengeospatial.org/pt/06-050r3⟩](http://www.opengeospatial.org/pt/06-050r3) – Zugriff am 4.7.2009
- Open Geospatial Consortium, Inc (2006d):** OpenGIS Implementation Specification for Geographic information - Simple feature access - Part 2: SQL option: Version 1.2.0. [⟨URL: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=18242⟩](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=18242) – Zugriff am 21. 2. 2010
- Open Geospatial Consortium, Inc (2008):** OGC Reference Model. [⟨URL: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=31112⟩](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=31112) – Zugriff am 14. 3. 2010
- ORF:** Ö3 Verkehrsservice. [⟨URL: http://oe3verkehr.orf.at⟩](http://oe3verkehr.orf.at) – Zugriff am 5. 2. 2010
- Österreichische Forschungsgesellschaft Straße und Verkehr (Hrsg.) (2004):** Bezugssysteme für straßenbezogene Informationen: RVS 05.01.11.
- Österreichische Forschungsgesellschaft Straße und Verkehr (Hrsg.) (2008):** Ereignisse und Meldungen in kooperativen Verkehrsmanagementzentralen: RVS 05.01.12.
- Tirol, Landeshauptmann (2010):** Verordnung des Landeshauptmannes von Tirol vom 27. Oktober 2010, mit der auf der A12 Inntal Autobahn ein Nachtfahrverbot für Schwerfahrzeuge erlassen wird. LGBI. Tirol 64/2010
- Verkehrsverbund Ost-Region (VOR):** A nach B. [⟨URL: http://www.anachb.at⟩](http://www.anachb.at)
- Westhauser, Christoph (2000):** Landesregierungen und Verkehrsinformation - Datenoptionen und Nutzungspotentiale. In **Zagel, Bernhard (Hrsg.):** GIS in Verkehr und Transport. Heidelberg, 220–224

Wikipedia (2010): Unified Modeling Language. ⟨URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Unified_Modeling_Language⟩ – Zugriff am 12.5.2010

Wikipedia (4.4.2010): Geodateninfrastruktur. ⟨URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Geodateninfrastruktur>⟩ – Zugriff am 18.4.2010

www.datex2.eu: Datex II. ⟨URL: <http://www.datex2.eu/>⟩ – Zugriff am 15.5.2010

Anhang A.

XML-Schema Traff_AT

A.1. Traff_AT.xsd

Listing A.1: Traff_AT.xsd

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns="http://www.traff_at.at" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" targetNamespace="http://www.traff_at.at">
  <xs:import namespace="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"/>
  <xs:import namespace="http://www.opengis.net/gml" schemaLocation="http://schemas.opengis.net/gml/3.1.1/base/gml.xsd"/>
  <xs:include schemaLocation="traff_at-Time.xsd"/>
  <xs:include schemaLocation="traff_at-Cause.xsd"/>
  <xs:include schemaLocation="traff_at-Effect.xsd"/>
  <xs:include schemaLocation="traff_at-Advice.xsd"/>
  <xs:include schemaLocation="traff_at-Impact.xsd"/>
  <xs:include schemaLocation="traff_at-Location.xsd"/>
  <xs:element name="TrafficMessage" type="TrafficMessage" substitutionGroup="gml:_Feature"/>
  <xs:complexType name="TrafficMessage">
    <xs:complexContent>
      <xs:extension base="gml:AbstractFeatureType">
        <xs:sequence>
          <xs:element name="id" type="xs:string"/>
          <xs:element name="title" type="AdditionalInformation" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
          <xs:element name="validityPeriod" type="Period"/>
          <xs:element name="originator" type="Author"/>
          <xs:element name="distributor" type="Author"/>
          <xs:element name="messageInfo" type="MessageManagement"/>
          <xs:element name="basis" type="Basis"/>
          <xs:element name="addInfo" type="AdditionalInformation" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
          <xs:element name="summary" type="AdditionalInformation" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
          <xs:element name="totalEffect" type="Effect"/>
          <xs:element name="impact" type="Impact" maxOccurs="unbounded"/>
          <xs:element name="cause" type="Cause" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
          <xs:element name="succCause" type="SuccCause" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
          <xs:element name="advice" type="Advice" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
          <xs:element name="implicationLocation" type="Location"/>
        </xs:sequence>
      </xs:extension>
    </xs:complexContent>
  </xs:complexType>
  <xs:element name="LinkedMessage" type="LinkedMessage"/>
  <xs:complexType name="LinkedMessage">
    <xs:complexContent>
      <xs:extension base="TrafficMessage">
        <xs:sequence>
          <xs:element name="linkedMessageId" type="xs:int" maxOccurs="unbounded"/>
        </xs:sequence>
      </xs:extension>
    </xs:complexContent>
  </xs:complexType>
  <xs:element name="MessageManagement" type="MessageManagement"/>
  <xs:complexType name="MessageManagement">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="generationTime" type="xs:dateTime"/>
      <xs:element name="expiryTime" type="xs:dateTime"/>
      <xs:element name="updateTime" type="xs:dateTime"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:schema>
```

```

        <xs:element name="version" type="xs:int"/>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:element name="Basis" type="Basis"/>
<xs:complexType name="Basis">
    <xs:sequence>
        <xs:element name="type" type="BasisType"/>
        <xs:element name="uri" type="xs:anyURI" minOccurs="0"/>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:simpleType name="BasisType">
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="1"/>
        <xs:enumeration value="2"/>
        <xs:enumeration value="3"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:element name="AdditionalInformation" type="AdditionalInformation"/>
<xs:complexType name="AdditionalInformation">
    <xs:sequence>
        <xs:element name="languageCode" type="xs:language"/>
        <xs:element name="freeText" type="xs:string"/>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:element name="Author" type="Author"/>
<xs:complexType name="Author">
    <xs:sequence>
        <xs:element name="name" type="xs:string"/>
        <xs:element name="email" type="xs:string"/>
        <xs:element name="phone" type="xs:string"/>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:schema>

```

A.2. Traff_AT-Time.xsd

Listing A.2: Traff_AT-Time.xsd

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
    <xs:element name="Time" type="Time"/>
    <xs:complexType name="Time">
        <xs:sequence>
            <xs:element name="from" type="xs:time"/>
            <xs:element name="until" type="xs:time"/>
        </xs:sequence>
    </xs:complexType>
    <xs:element name="Month" type="Month"/>
    <xs:complexType name="Month">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>Einschränkung des Zeitraumes auf bestimmte Zeiten innerhalb des Zeitraumes
            z. B. für Sperre des roppener Tunnels immer zwischen 19 und 5 Uhr</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:sequence>
            <xs:element name="dayOfMonth" type="xs:int" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
            <xs:element name="month" type="xs:int" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
        </xs:sequence>
    </xs:complexType>
    <xs:element name="Day" type="Day"/>
    <xs:complexType name="Day">
        <xs:sequence>
            <xs:element name="dayOfWeek" type="xs:int" maxOccurs="unbounded"/>
            <xs:element name="dayOrdinal" type="xs:int" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>erster, zweiter, dritter Freitag</xs:documentation>
                </xs:annotation>
            </xs:element>
            <xs:element name="relatedToMonth" type="xs:boolean"/>
        </xs:sequence>
    </xs:complexType>
    <xs:element name="DayType" type="DayType"/>
    <xs:complexType name="DayType">
        <xs:sequence>
            <xs:element name="dayType" type="DayTypeType"/>
        </xs:sequence>
    </xs:complexType>

```

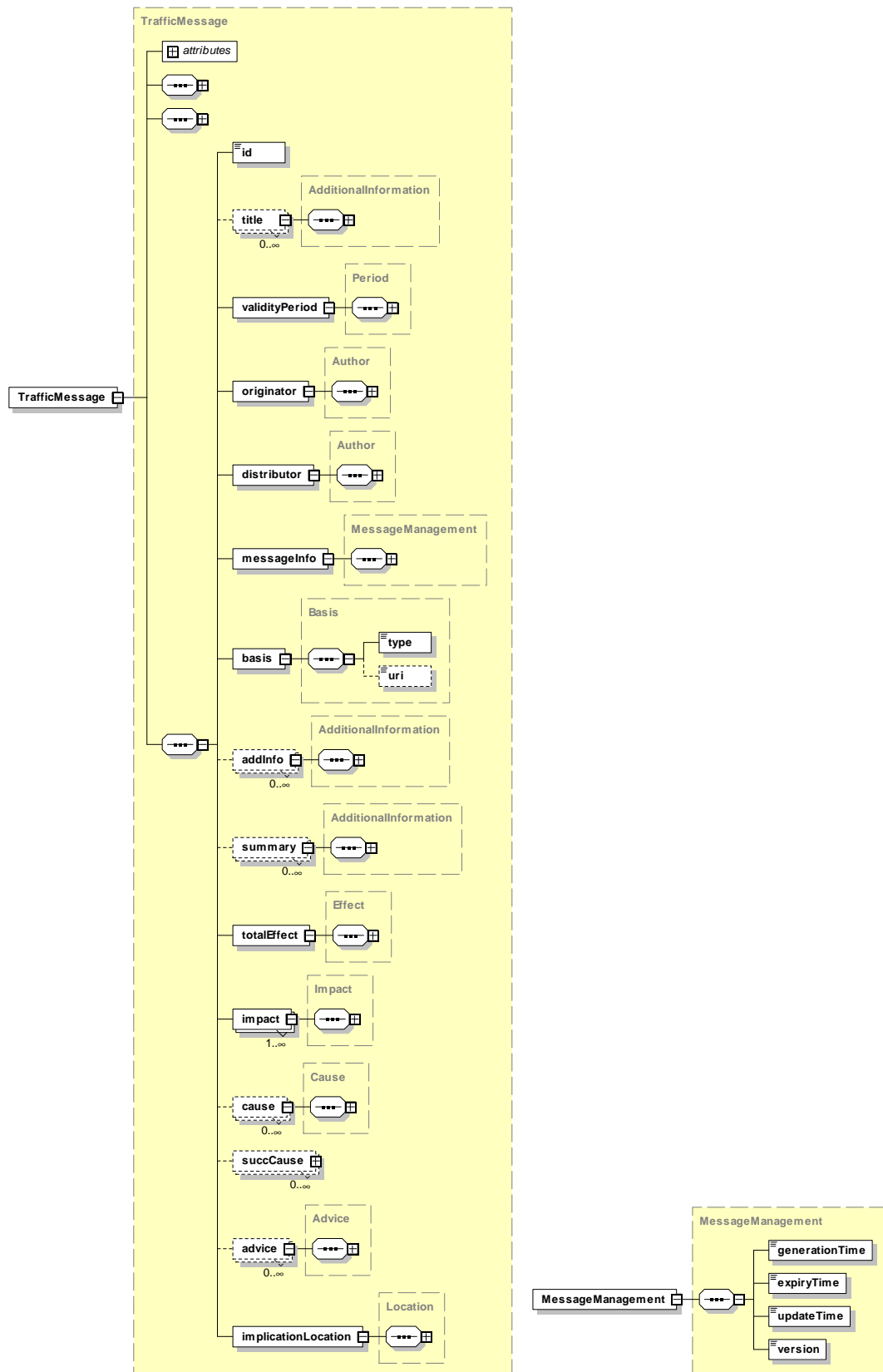


Abbildung A.1.: XML-Schema: Verkehrsmeldung (Traff_AT.xsd)
(Quelle: Eigener Entwurf, erstellt mit XMLSpy)

<xs:simpleType name="DayTypeType">

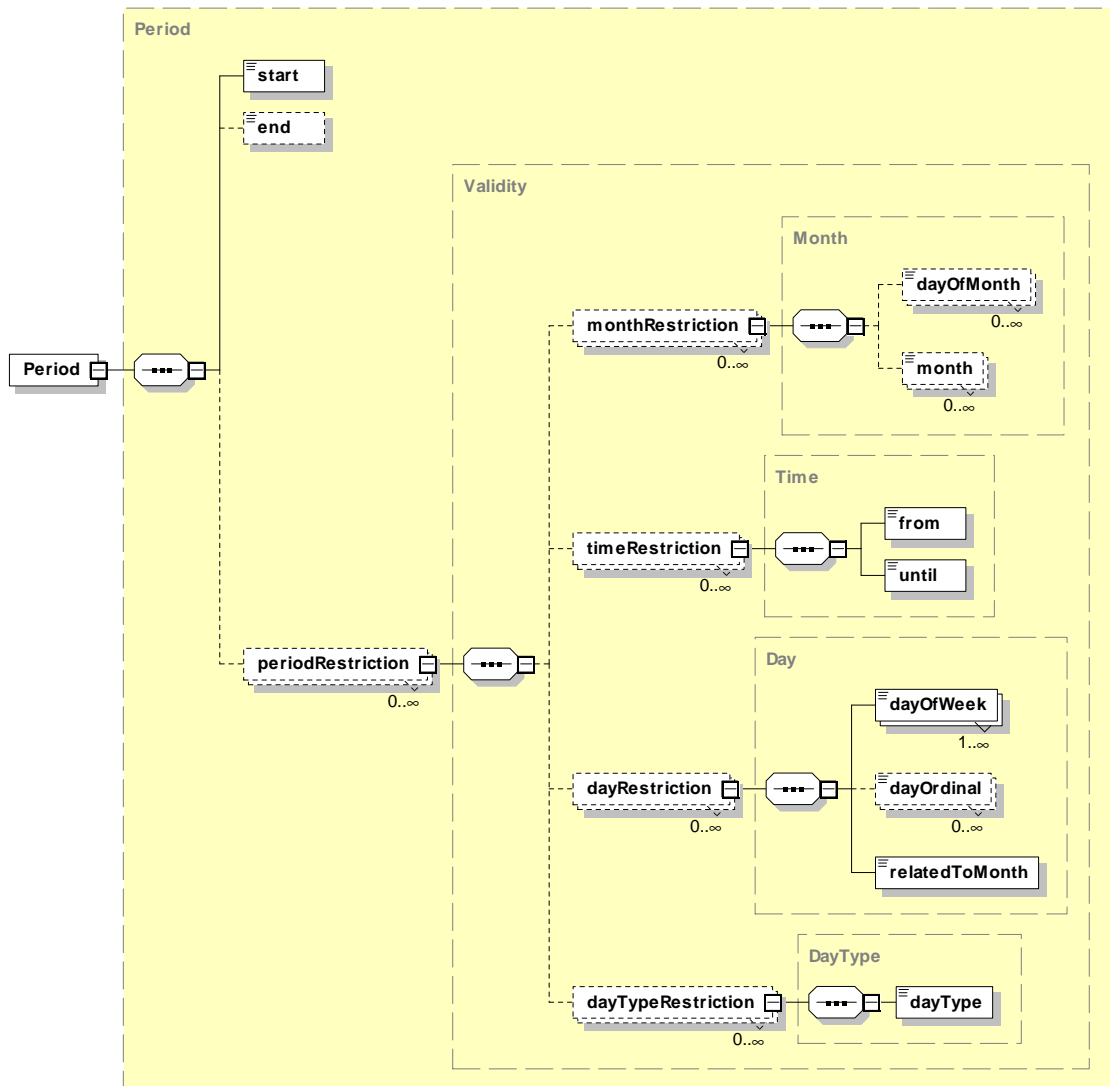


Abbildung A.2.: XML-Schema: Zeit (Traff_AT-Time.xsd)
(Quelle: Eigener Entwurf, erstellt mit XMLSpy)

```

<xs:restriction base="xs:int">
  <xs:enumeration value="1"/>
  <xs:enumeration value="2"/>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:element name="Validity" type="Validity"/>
<xs:complexType name="Validity">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="monthRestriction" type="Month" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
    <xs:element name="timeRestriction" type="Time" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
    <xs:element name="dayRestriction" type="Day" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
    <xs:element name="dayTypeRestriction" type="DayType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:element name="Period" type="Period"/>
<xs:complexType name="Period">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="start" type="xs:dateTime"/>
    <xs:element name="end" type="xs:dateTime" minOccurs="0"/>
    <xs:element name="periodRestriction" type="Validity" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:schema>

```

A.3. Traff_at-Effect.xsd

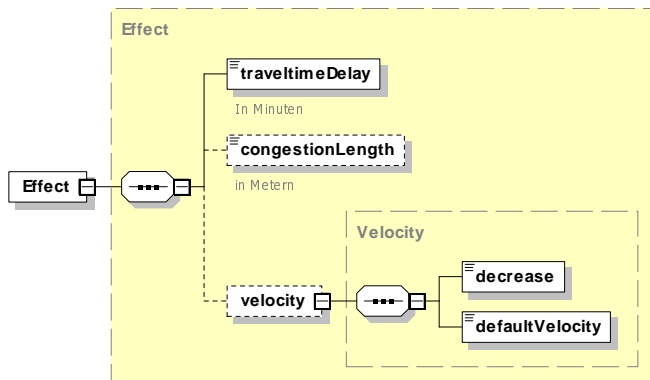


Abbildung A.3.: XML-Schema: Effekt (Traff_AT-Effect.xsd)
(Quelle: Eigener Entwurf, erstellt mit XMLSpy)

Listing A.3: Traff_AT-Effect.xsd

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xs:element name="Effect" type="Effect"/>
  <xs:complexType name="Effect">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="traveltimeDelay" type="xs:int" minOccurs="1" maxOccurs="1">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>In Minuten</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
      <xs:element name="congestionLength" type="xs:int" minOccurs="0" maxOccurs="1">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>in Metern</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
      <xs:element name="velocity" type="Velocity" minOccurs="0" maxOccurs="1"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  <xs:element name="Velocity" type="Velocity"/>
  <xs:complexType name="Velocity">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="decrease" type="xs:int" minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
      <xs:element name="defaultVelocity" type="xs:int" minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:schema>
```

A.4. Traff_AT-Cause.xsd

Listing A.4: Traff_AT-Cause.xsd

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xs:element name="Cause" type="Cause"/>
  <xs:complexType name="Cause">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="causeId" type="xs:int"/>
      <xs:element name="causeCode" type="CauseType"/>
      <xs:element name="causeSubcode" type="CauseSubtype" minOccurs="0"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  <xs:element name="SuccCause" type="SuccCause"/>
  <xs:complexType name="SuccCause">
```

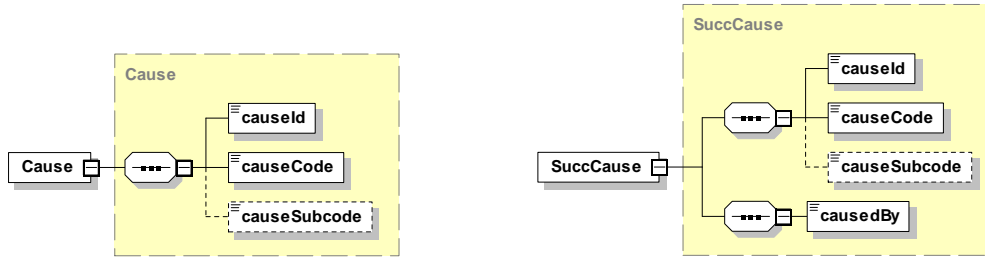


Abbildung A.4.: XML-Schema: Ursache (Traff_AT-Cause.xsd)
(Quelle: Eigener Entwurf, erstellt mit XMLSpy)

```

<xs:annotation>
  <xs:documentation>z.B. für provisorische Ampelregelung aufgrund Baustelle
  Die Folgeursache ist immer mit "aufgrund" zu verknüpfen –&gt; Ampel aufgrund Baustelle, langsame Fahrzeuge aufgrund
  Mäharbeiten
  Dadurch können Ursachen kombiniert werden</xs:documentation>
</xs:annotation>
<xs:complexContent>
  <xs:extension base="Cause">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="causedBy" type="xs:int"/>
    </xs:sequence>
  </xs:extension>
</xs:complexContent>
</xs:complexType>
<xs:simpleType name="CauseSubtype">
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="1_1"/>
    <xs:enumeration value="1_2"/>
    <xs:enumeration value="1_3"/>
    <xs:enumeration value="1_4"/>
    <xs:enumeration value="1_5"/>
    <xs:enumeration value="1_6"/>
    <xs:enumeration value="2_1"/>
    <xs:enumeration value="2_2"/>
    <xs:enumeration value="2_3"/>
    <xs:enumeration value="2_4"/>
    <xs:enumeration value="2_5"/>
    <xs:enumeration value="2_6"/>
    <xs:enumeration value="2_7"/>
    <xs:enumeration value="2_8"/>
    <xs:enumeration value="2_9"/>
    <xs:enumeration value="2_10"/>
    <xs:enumeration value="2_11"/>
    <xs:enumeration value="2_12"/>
    <xs:enumeration value="2_13"/>
    <xs:enumeration value="2_14"/>
    <xs:enumeration value="2_15"/>
    <xs:enumeration value="2_16"/>
    <xs:enumeration value="2_17"/>
    <xs:enumeration value="2_18"/>
    <xs:enumeration value="2_19"/>
    <xs:enumeration value="2_20"/>
    <xs:enumeration value="2_21"/>
    <xs:enumeration value="2_22"/>
    <xs:enumeration value="2_23"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="CauseType">
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="1"/>
    <xs:enumeration value="2"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:schema>

```

A.5. Traff_AT-Impact.xsd

Listing A.5: Traff_AT-Impact.xsd

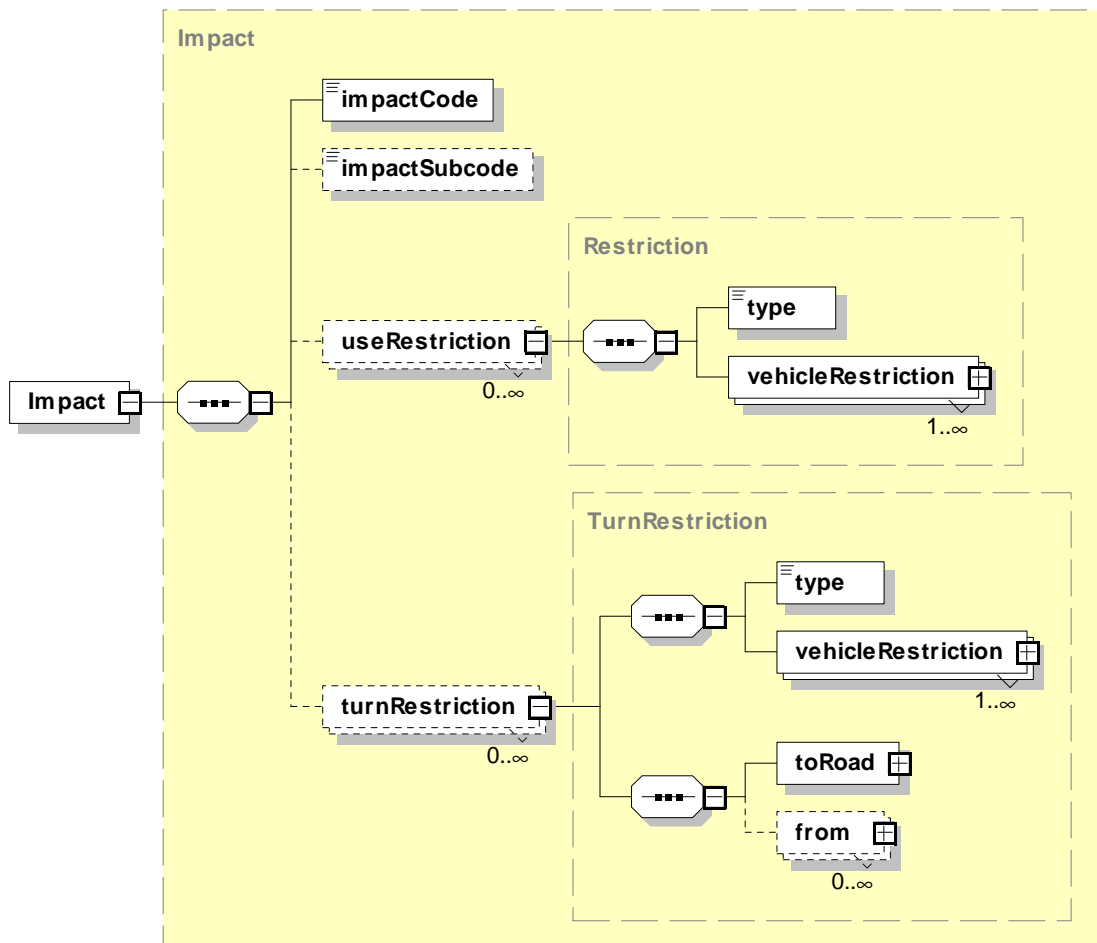


Abbildung A.5.: XML-Schema: Verkehrliche Wirkung (Traff_AT-Impact.xsd)
(Quelle: Eigener Entwurf, erstellt mit XMLSpy)

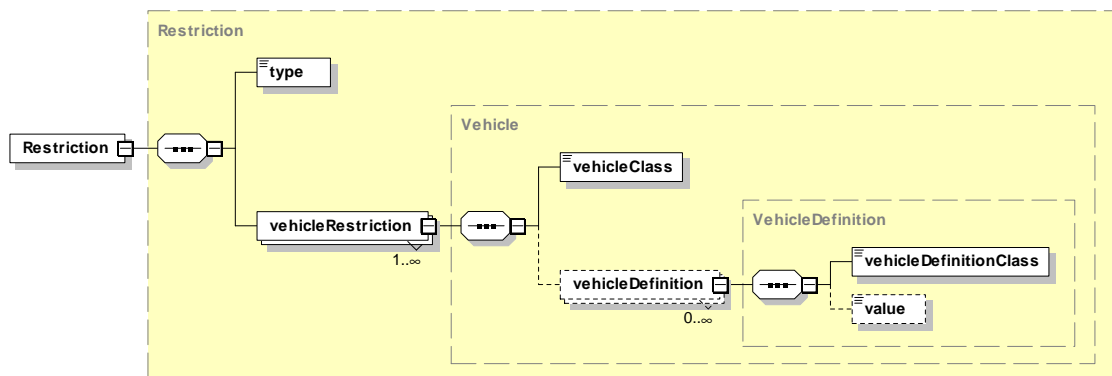


Abbildung A.6.: XML-Schema: Verkehrliche Wirkung, Type Restriction
(Quelle: Eigener Entwurf, erstellt mit XMLSpy)

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xs:include schemaLocation="traff_at-Location.xsd"/>
  <xs:element name="Impact" type="Impact"/>
  <xs:complexType name="Impact">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="impactCode" type="ImpactType"/>
      <xs:element name="impactSubcode" type="ImpactSubType" minOccurs="0"/>
    
```

```

        <xs:element name="useRestriction" type="Restriction" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
        <xs:element name="turnRestriction" type="TurnRestriction" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:simpleType name="RestrictionType">
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="1"/>
        <xs:enumeration value="2"/>
        <xs:enumeration value="3"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:element name="Restriction" type="Restriction"/>
<xs:complexType name="Restriction">
    <xs:sequence>
        <xs:element name="type" type="RestrictionType"/>
        <xs:element name="vehicleRestriction" type="Vehicle" maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:element name="TurnRestriction" type="TurnRestriction"/>
<xs:complexType name="TurnRestriction">
    <xs:complexContent>
        <xs:extension base="Restriction">
            <xs:sequence>
                <xs:element name="toRoad" type="Location"/>
                <xs:element name="from" type="PositionDefinition" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
            </xs:sequence>
        </xs:extension>
    </xs:complexContent>
</xs:complexType>
<xs:simpleType name="ImpactSubType">
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="3_1"/>
        <xs:enumeration value="3_2"/>
        <xs:enumeration value="3_3"/>
        <xs:enumeration value="4_1"/>
        <xs:enumeration value="4_2"/>
        <xs:enumeration value="4_3"/>
        <xs:enumeration value="4_4"/>
        <xs:enumeration value="5_1"/>
        <xs:enumeration value="5_2"/>
        <xs:enumeration value="5_3"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:element name="Vehicle" type="Vehicle"/>
<xs:complexType name="Vehicle">
    <xs:sequence>
        <xs:element name="vehicleClass" type="VehicleType"/>
        <xs:element name="vehicleDefinition" type="VehicleDefinition" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:simpleType name="VehicleType">
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="0"/>
        <xs:enumeration value="1"/>
        <xs:enumeration value="2"/>
        <xs:enumeration value="3"/>
        <xs:enumeration value="4"/>
        <xs:enumeration value="5"/>
        <xs:enumeration value="6"/>
        <xs:enumeration value="7"/>
        <xs:enumeration value="8"/>
        <xs:enumeration value="9"/>
        <xs:enumeration value="10"/>
        <xs:enumeration value="11"/>
        <xs:enumeration value="12"/>
        <xs:enumeration value="13"/>
        <xs:enumeration value="14"/>
        <xs:enumeration value="15"/>
        <xs:enumeration value="16"/>
        <xs:enumeration value="17"/>
        <xs:enumeration value="18"/>
        <xs:enumeration value="19"/>
        <xs:enumeration value="20"/>
        <xs:enumeration value="255"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:element name="VehicleDefinition" type="VehicleDefinition"/>
<xs:complexType name="VehicleDefinition">
    <xs:sequence>
        <xs:element name="vehicleDefinitionClass" type="VehicleDefinitionType"/>
    </xs:sequence>

```



```

        <xs:element name="value" type="xs:float" minOccurs="0"/>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:simpleType name="VehicleDefinitionType">
    <xs:restriction base="xs:int">
        <xs:enumeration value="0"/>
        <xs:enumeration value="1"/>
        <xs:enumeration value="3"/>
        <xs:enumeration value="4"/>
        <xs:enumeration value="5"/>
        <xs:enumeration value="6"/>
        <xs:enumeration value="7"/>
        <xs:enumeration value="10"/>
        <xs:enumeration value="11"/>
        <xs:enumeration value="14"/>
        <xs:enumeration value="18"/>
        <xs:enumeration value="19"/>
        <xs:enumeration value="28"/>
        <xs:enumeration value="29"/>
        <xs:enumeration value="30"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="ImpactType">
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="1"/>
        <xs:enumeration value="2"/>
        <xs:enumeration value="3"/>
        <xs:enumeration value="4"/>
        <xs:enumeration value="5"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:schema>

```

A.6. Traff_AT-Advice.xsd

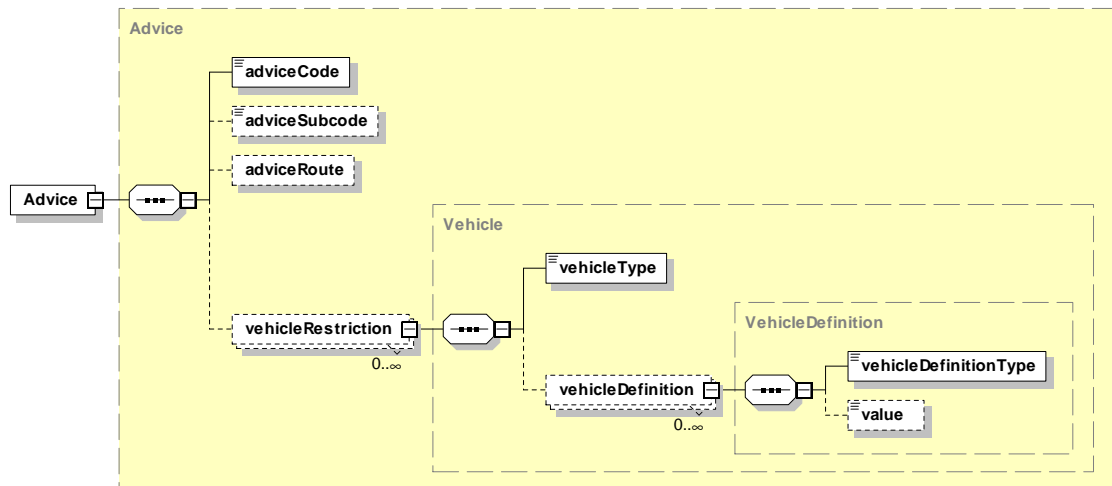


Abbildung A.7.: XML-Schema: Empfehlung (Traff_AT-Advice.xsd)
(Quelle: Eigener Entwurf, erstellt mit XMLSpy)

Listing A.6: Traff_AT-Advice.xsd

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
    <xs:include schemaLocation="traff_at-Impact.xsd"/>
    <xs:include schemaLocation="traff_at-Location.xsd"/>
    <xs:simpleType name="AdviceCodeType">
        <xs:restriction base="xs:string">
            <xs:enumeration value="1"/>
            <xs:enumeration value="2"/>
            <xs:enumeration value="3"/>
        </xs:restriction>

```

```

</xs:simpleType>
<xs:simpleType name="AdviceSubcodeType">
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="1_1"/>
    <xs:enumeration value="1_2"/>
    <xs:enumeration value="3_1"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:element name="Advice" type="Advice"/>
<xs:complexType name="Advice">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="adviceCode" type="AdviceCodeType"/>
    <xs:element name="adviceSubcode" type="AdviceSubcodeType" minOccurs="0"/>
    <xs:element name="adviceRoute" type="Location" minOccurs="0"/>
    <xs:element name="vehicleRestriction" type="Vehicle" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:schema>

```

A.7. Traff_AT-Location.xsd

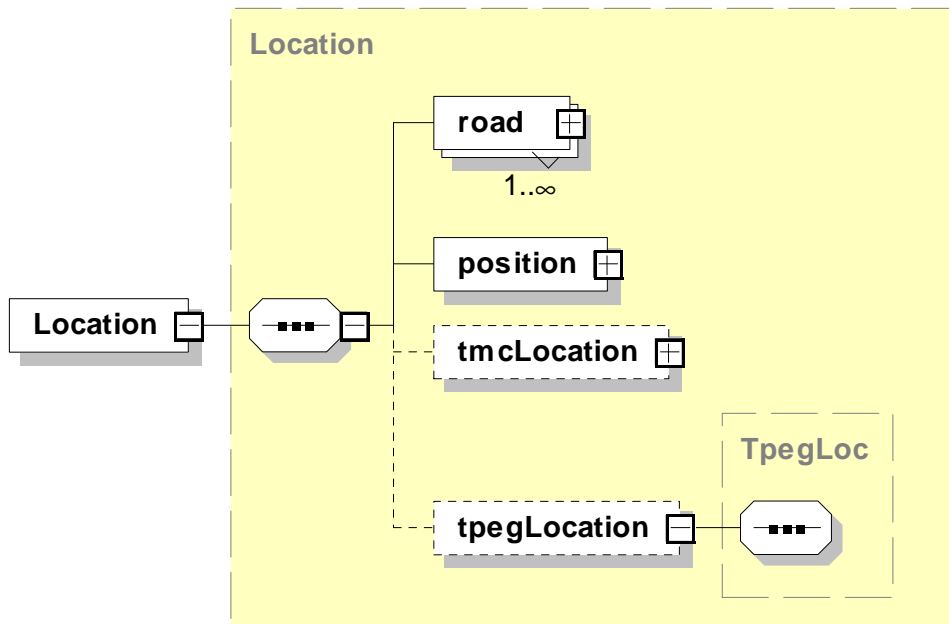


Abbildung A.8.: XML-Schema: Geographische Lage (Traff_AT-Location.xsd)
(Quelle: Eigener Entwurf, erstellt mit XMLSpy)

Listing A.7: Traff_AT-Location.xsd

```

1 <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
2 <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:tpeg="http://
  www.tpeg.org/">
3   <xs:import namespace="http://www.opengis.net/gml" schemaLocation="http://schemas.opengis.net/gml/3.1.1/base/gml.xsd"/
  >
4   <xs:import namespace="http://www.tpeg.org/" schemaLocation="tpegML.xsd"/>
5   <xs:element name="Position" type="Position"/>
6   <xs:complexType name="Position">
7     <xs:sequence>
8       <xs:element name="point" type="PosPoint" maxOccurs="2"/>
9       <xs:element name="route" type="gml:LineStringPropertyType" minOccurs="0"/>
10      <xs:element name="area" type="gml:MultiPolygonType" minOccurs="0"/>
11      <xs:element name="positionDefinition" type="PositionDefinition" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
12      <xs:element name="externalRef" type="ExternalReference" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
13    </xs:sequence>

```

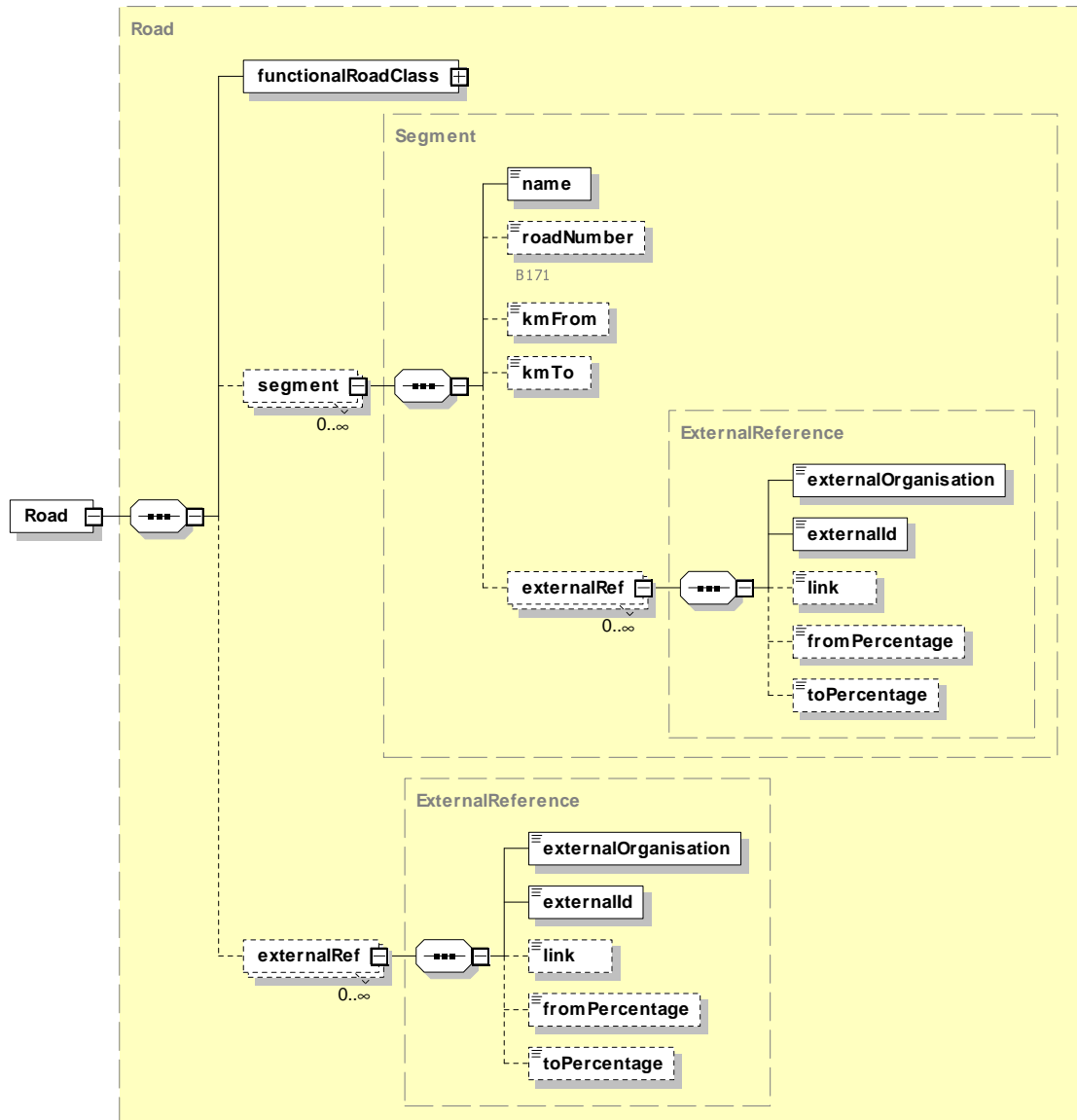


Abbildung A.9.: XML-Schema: Geographische Lage (Traff_AT-Location.xsd, Element: Road)

(Quelle: Eigener Entwurf, erstellt mit XMLSpy)

```

14 </xs:complexType>
15 <xs:complexType name="PosPoint">
16   <xs:sequence>
17     <xs:element name="geo" type="gml:PointPropertyType"/>
18     <xs:element name="role" type="PointRoleType"/>
19   </xs:sequence>
20 </xs:complexType>
21 <xs:simpleType name="PointRoleType">
22   <xs:restriction base="xs:string">
23     <xs:enumeration value="Start"/>
24     <xs:enumeration value="End"/>
25     <xs:enumeration value="Direct"/>
26   </xs:restriction>
27 </xs:simpleType>
28 <xs:element name="Segment" type="Segment"/>
29 <xs:complexType name="Segment">
30   <xs:sequence>
31     <xs:element name="name" type="xs:string"/>
32     <xs:element name="roadNumber" type="xs:string" minOccurs="0">
33       <xs:annotation>
34         <xs:documentation>B171</xs:documentation>

```

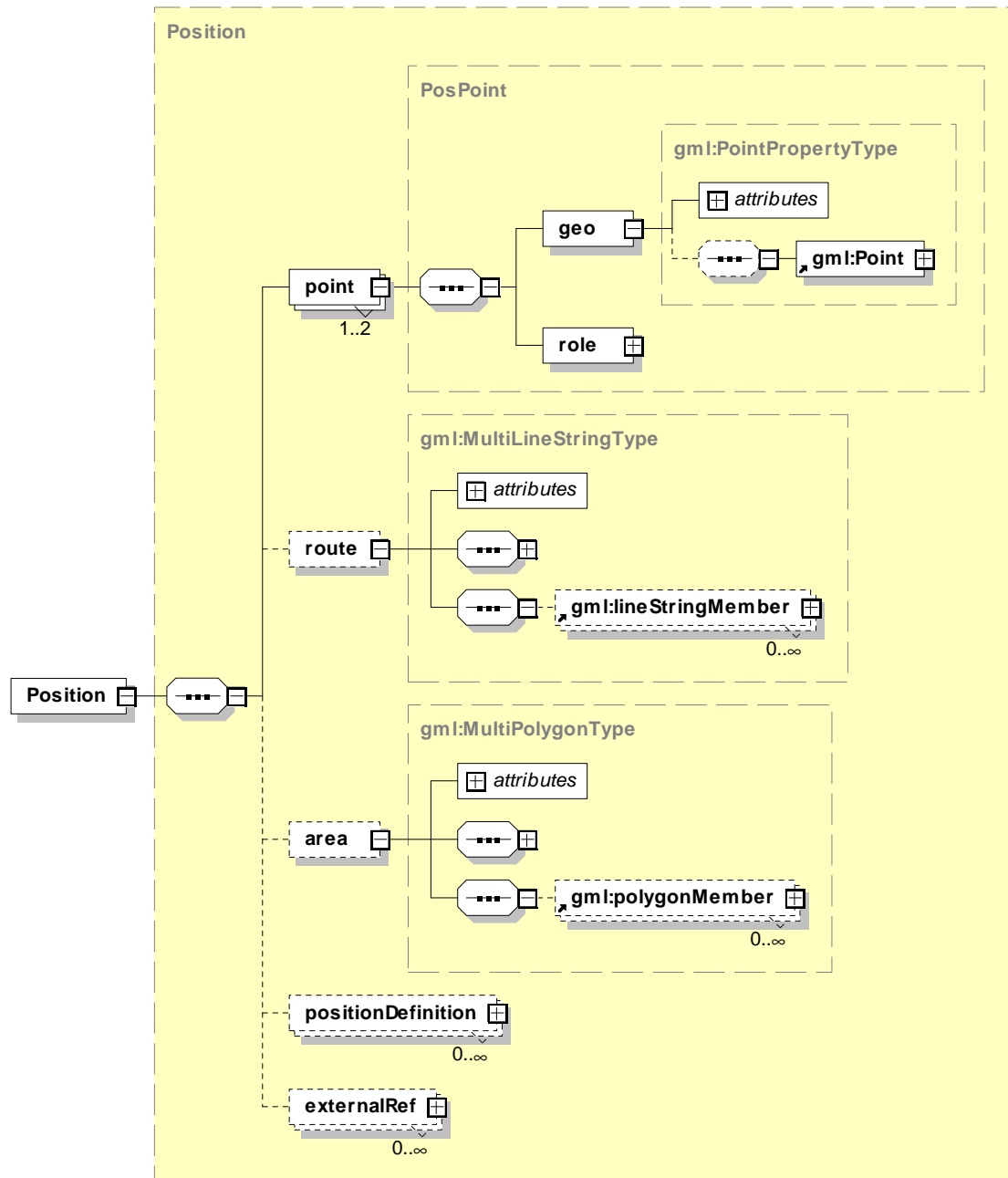


Abbildung A.10.: XML-Schema: Geographische Lage (Traff_AT-Location.xsd, Element: Position)
(Quelle: Eigener Entwurf, erstellt mit XMLSpy)

```

35     </xs:annotation>
36 </xs:element>
37 <xs:element name="kmFrom" type="xs:float" minOccurs="0"/>
38 <xs:element name="kmTo" type="xs:float" minOccurs="0"/>
39 <xs:element name="externalRef" type="ExternalReference" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
40 </xs:sequence>
41 </xs:complexType>
42 <xs:element name="PositionDefinition" type="PositionDefinition"/>
43 <xs:complexType name="PositionDefinition">
44   <xs:annotation>
45     <xs:documentation>Fahrstreifen, etc.</xs:documentation>
46   </xs:annotation>
47   <xs:sequence>
48     <xs:element name="posDefClass" type="PosDefType" maxOccurs="unbounded"/>
49   </xs:sequence>

```

```

50 </xs:complexType>
51 <xs:simpleType name="PosDefType">
52 <xs:restriction base="xs:string">
53 <xs:enumeration value="0"/>
54 <xs:enumeration value="1"/>
55 <xs:enumeration value="2"/>
56 <xs:enumeration value="3"/>
57 <xs:enumeration value="4"/>
58 <xs:enumeration value="5"/>
59 <xs:enumeration value="6"/>
60 <xs:enumeration value="7"/>
61 <xs:enumeration value="8"/>
62 <xs:enumeration value="9"/>
63 <xs:enumeration value="10"/>
64 <xs:enumeration value="11"/>
65 <xs:enumeration value="12"/>
66 <xs:enumeration value="13"/>
67 <xs:enumeration value="14"/>
68 <xs:enumeration value="15"/>
69 <xs:enumeration value="16"/>
70 <xs:enumeration value="17"/>
71 <xs:enumeration value="18"/>
72 <xs:enumeration value="19"/>
73 <xs:enumeration value="20"/>
74 <xs:enumeration value="21"/>
75 <xs:enumeration value="22"/>
76 <xs:enumeration value="23"/>
77 <xs:enumeration value="24"/>
78 <xs:enumeration value="25"/>
79 <xs:enumeration value="26"/>
80 <xs:enumeration value="27"/>
81 <xs:enumeration value="28"/>
82 <xs:enumeration value="29"/>
83 <xs:enumeration value="30"/>
84 <xs:enumeration value="31"/>
85 <xs:enumeration value="32"/>
86 <xs:enumeration value="33"/>
87 <xs:enumeration value="34"/>
88 <xs:enumeration value="35"/>
89 <xs:enumeration value="36"/>
90 <xs:enumeration value="37"/>
91 <xs:enumeration value="38"/>
92 <xs:enumeration value="39"/>
93 <xs:enumeration value="40"/>
94 <xs:enumeration value="41"/>
95 <xs:enumeration value="42"/>
96 <xs:enumeration value="43"/>
97 <xs:enumeration value="44"/>
98 <xs:enumeration value="45"/>
99 <xs:enumeration value="46"/>
100 <xs:enumeration value="47"/>
101 <xs:enumeration value="48"/>
102 <xs:enumeration value="49"/>
103 <xs:enumeration value="50"/>
104 <xs:enumeration value="51"/>
105 <xs:enumeration value="52"/>
106 <xs:enumeration value="53"/>
107 <xs:enumeration value="54"/>
108 <xs:enumeration value="55"/>
109 <xs:enumeration value="56"/>
110 <xs:enumeration value="57"/>
111 <xs:enumeration value="58"/>
112 <xs:enumeration value="59"/>
113 <xs:enumeration value="60"/>
114 <xs:enumeration value="61"/>
115 <xs:enumeration value="62"/>
116 <xs:enumeration value="63"/>
117 <xs:enumeration value="64"/>
118 <xs:enumeration value="65"/>
119 <xs:enumeration value="66"/>
120 <xs:enumeration value="67"/>
121 <xs:enumeration value="68"/>
122 <xs:enumeration value="69"/>
123 <xs:enumeration value="70"/>
124 <xs:enumeration value="71"/>
125 <xs:enumeration value="72"/>
126 <xs:enumeration value="73"/>
127 <xs:enumeration value="74"/>
128 <xs:enumeration value="75"/>
129 <xs:enumeration value="76"/>

```

```

130 <xs:enumeration value="77"/>
131 <xs:enumeration value="78"/>
132 <xs:enumeration value="79"/>
133 <xs:enumeration value="80"/>
134 <xs:enumeration value="81"/>
135 <xs:enumeration value="82"/>
136 <xs:enumeration value="83"/>
137 <xs:enumeration value="84"/>
138 <xs:enumeration value="85"/>
139 <xs:enumeration value="86"/>
140 <xs:enumeration value="87"/>
141 <xs:enumeration value="88"/>
142 <xs:enumeration value="89"/>
143 <xs:enumeration value="90"/>
144 <xs:enumeration value="91"/>
145 <xs:enumeration value="92"/>
146 <xs:enumeration value="93"/>
147 <xs:enumeration value="94"/>
148 <xs:enumeration value="95"/>
149 <xs:enumeration value="96"/>
150 <xs:enumeration value="97"/>
151 <xs:enumeration value="98"/>
152 <xs:enumeration value="99"/>
153 <xs:enumeration value="101"/>
154 <xs:enumeration value="103"/>
155 <xs:enumeration value="104"/>
156 <xs:enumeration value="105"/>
157 <xs:enumeration value="106"/>
158 <xs:enumeration value="201"/>
159 <xs:enumeration value="202"/>
160 <xs:enumeration value="255"/>
161 </xs:restriction>
162 </xs:simpleType>
163 <xs:element name="ExternalReference" type="ExternalReference"/>
164 <xs:complexType name="ExternalReference">
165 <xs:sequence>
166 <xs:element name="externalOrganisation" type="xs:string"/>
167 <xs:element name="externalId" type="xs:string"/>
168 <xs:element name="link" type="xs:anyURI" minOccurs="0"/>
169 <xs:element name="fromPercentage" type="xs:float" minOccurs="0"/>
170 <xs:element name="toPercentage" type="xs:float" minOccurs="0"/>
171 </xs:sequence>
172 </xs:complexType>
173 <xs:simpleType name="FrcType">
174 <xs:restriction base="xs:string">
175 <xs:enumeration value="0"/>
176 <xs:enumeration value="1"/>
177 <xs:enumeration value="2"/>
178 <xs:enumeration value="3"/>
179 <xs:enumeration value="4"/>
180 <xs:enumeration value="5"/>
181 <xs:enumeration value="6"/>
182 <xs:enumeration value="7"/>
183 <xs:enumeration value="8"/>
184 <xs:enumeration value="9"/>
185 </xs:restriction>
186 </xs:simpleType>
187 <xs:element name="TmcLoc" type="TmcLoc"/>
188 <xs:complexType name="TmcLoc">
189 <xs:sequence/>
190 </xs:complexType>
191 <xs:element name="TpegLoc" type="tpeg:Loc"/>
192 <xs:element name="Road" type="Road"/>
193 <xs:complexType name="Road">
194 <xs:sequence>
195 <xs:element name="functionalRoadClass" type="FrcType"/>
196 <xs:element name="segment" type="Segment" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
197 <xs:element name="externalRef" type="ExternalReference" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
198 </xs:sequence>
199 </xs:complexType>
200 <xs:element name="Location" type="Location"/>
201 <xs:complexType name="Location">
202 <xs:sequence>
203 <xs:element name="road" type="Road" maxOccurs="unbounded"/>
204 <xs:element name="position" type="Position"/>
205 <xs:element name="tmcLocation" type="TmcLoc" minOccurs="0"/>
206 <xs:element name="tpegLocation" type="tpeg:Loc" minOccurs="0"/>
207 </xs:sequence>
208 </xs:complexType>
209 </xs:schema>

```

Anhang B.

Traff_AT Codetabellen

Die in den folgenden Tabellen angeführten TPEG-RTM Codes sind den TPEG-RTM Tables entnommen, die der britische Rundfunk bereitstellt (BBC, o. J.a).

Tabelle B.1.: CauseCode und CauseSubCode

<i>CauseType</i>	<i>Bedeutung von CauseType</i>	<i>TPEG RTM Code</i>	<i>CauseSubType</i>	<i>Bedeutung von CauseSubType</i>	<i>TPEG RTM Code</i>
1	Veranstaltung	0_3	1_1	Sportveranstaltung	24_4
			1_2	Messe	25_5
			1_3	Umzug	26_2
			1_4	Parade	26_5
			1_5	Demonstration	26_4
			1_6	bewegliche Veranstaltung	n. v.
2	Straßenzustand	0_4	2_1	Wintersperre	n. v.
			2_2	Baustelle, Bauarbeiten	50_11
			2_3	Tiefbauarbeiten	50_2
			2_4	Hochbauarbeiten	n. v.
			2_5	Baustelleneinrichtung	n. v.
			2_6	Instandhaltungsarbeiten	50_6
			2_7	langsam fahrende Wartungsfahrzeuge	3_15, 1_7
			2_8	Mäharbeiten	n. v.
			2_9	Holzschlägerungen	n. v.
			2_10	Wanderbaustelle	n. v.
			2_11	Schwertransport	16_3

<i>CauseType</i>	<i>Bedeutung von CauseType</i>	<i>TPEG RTM Code</i>	<i>CauseSubType</i>	<i>Bedeutung von CauseSubType</i>	<i>TPEG RTM Code</i>
			2_12	Erdbeben	18_4
			2_13	Überflutung	39_17
			2_14	Erdrutsch	12_13
			2_15	Mure	n. v.
			2_16	Sturmschäden	n. v.
			2_17	umgestürzte Bäume	12_2
			2_18	Steinschlag	12_12
			2_19	Felssturz	n. v.
			2_20	Lawinengefahr	n. v.
			2_21	Lawine	12_10
			2_22	Fahrbahnverengung	49_5
			2_23	provisorische Ampelregelung	42_11

Tabelle B.2.: PosDefType

<i>PosDefType</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>TPEG RTM Code</i>
0	unbekannt	10_0
1	1. Fahrstreifen	10_1
2	2. Fahrstreifen	10_2
3	3. Fahrstreifen	10_3
4	4. Fahrstreifen	10_4
5	5. Fahrstreifen	10_5
6	6. Fahrstreifen	10_6
7	7. Fahrstreifen	10_7
8	8. Fahrstreifen	10_8
9	1. u. 2. Fahrstreifen	10_9
10	2 u. 3. Fahrstreifen	10_10
11	3 u. 4. Fahrstreifen	10_11
12	4. u. 5. Fahrstreifen	10_12
13	5. u. 6. Fahrstreifen	10_13
14	6. u. 7. Fahrstreifen	10_14
15	7. u. 8. Fahrstreifen	10_15

VERKEHRSINFORMATION ALS TEIL EINER GDI

Anhang B. Traff_AT Codetabellen

<i>PosDefType</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>TPEG RTM Code</i>
16	1. 2. u. 3. Fahrstreifen	10_16
17	2. 3. u. 4. Fahrstreifen	10_17
18	3. 4. u. 5. Fahrstreifen	10_18
19	4. 5. u. 6. Fahrstreifen	10_19
20	5. 6. u. 7. Fahrstreifen	10_20
21	6. 7. u. 8. Fahrstreifen	10_21
22	1. 2. 3. u. 4. Fahrstreifen	10_22
23	2. 3. 4. u. 5. Fahrstreifen	10_23
24	3. 4. 5. u. 6. Fahrstreifen	10_24
25	4. 5. 6. u. 7. Fahrstreifen	10_25
26	5. 6. 7. u. 8. Fahrstreifen	10_26
27	1. 2. 3. 4. u. 5. Fahrstreifen	10_27
28	2. 3. 4. 5. u. 6. Fahrstreifen	10_28
29	3. 4. 5. 6. u. 7. Fahrstreifen	10_29
30	4. 5. 6. 7. u. 8. Fahrstreifen	10_30
31	1. 2. 3. 4. 5. u. 6. Fahrstreifen	10_31
32	2. 3. 4. 5. 6. u. 7. Fahrstreifen	10_32
33	3. 4. 5. 6. 7. u. 8. Fahrstreifen	10_33
34	1. 2. 3. 4. 5. 6. u. 7. Fahrstreifen	10_34
35	2. 3. 4. 5. 6. 7. u. 8. Fahrstreifen	10_35
36	Ausserhalb der Fahrbahn	10_36
37	alle Fahrstreifen	10_37
38	Mittelstreifen	10_38
39	Fahrbahnbegrenzung	10_39
40	Zubringerstrasse	10_40
41	Zubringerweg	10_41
42	Unterführung	10_42
43	Überführung	10_43
44	Fahrstreifen für Rettungsfahrzeuge	10_44
45	Brücke	10_45
46	Tunnel	10_46
47	Überholstreifen	10_47
48	Umkehrplatz	10_48
49	Anschlussstreifen	10_49
50	Mautstelle	10_50
51	Fahrradweg	10_51
52	Fahrstreifen für Transitverkehr	10_52

VERKEHRSINFORMATION ALS TEIL EINER GDI

Anhang B. Traff_AT Codetabellen

<i>PosDefType</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>TPEG RTM Code</i>
53	Verkehrsfiter	10_53
54	in der Kurve	10_54
55	auf der Kuppe	10_55
56	Fahstreifen für Fahrgemeinschaften	10_56
57	Busstreifen	10_57
58	Schneckenspur	10_58
59	Grünstreifen	10_59
60	Böschung	10_60
61	an der Fahrbahn anliegend	10_61
62	auf gegenüberliegender Fahrbahn	10_62
63	Ausfahrt	10_63
64	Einfahrt	10_64
65	Expressspur	10_65
66	Pannestreifen	10_66
67	Rastplatz	10_67
68	Raststelle	10_68
69	um die Ecke	10_69
70	Fluchtweg	10_70
71	Zubringerstrasse	10_71
72	Zubringerstrasse links	10_72
73	Zubringerstrasse rechts	10_73
74	Kanal	10_74
75	im Schatten	10_75
76	in der Sonne	10_76
77	Linkskurve	10_77
78	Rechtskurve	10_78
79	Bushaltestelle	10_79
80	Ladestelle	10_80
81	Tieflagen	10_81
82	Flachlandroute	10_82
83	Gebirgsroute	10_83
84	Steigung	10_84
85	Gefälle	10_85
86	hinter der Kurve	10_86
87	Brückenwaage	10_87
88	Fahrbahn in nördlicher Richtung	10_88
89	Fahrbahn in nordöstlicher Richtung	10_89

<i>PosDefType</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>TPEG RTM Code</i>
90	Fahrbahn in östlicher Richtung	10_90
91	Fahrbahn in südöstlicher Richtung	10_91
92	Fahrbahn in südlicher Richtung	10_92
93	Fahrbahn in südwestlicher Richtung	10_93
94	Fahrbahn in westlicher Richtung	10_94
95	Fahrbahn in nordwestlicher Richtung	10_95
96	Fahrbahn im Uhrzeigersinn	10_96
97	Fahrbahn im Gegenuhrzeigersinn	10_97
98	Knotenpunkt	10_98
99	linker Fahrstreifen	10_99
101	rechter Fahrstreifen	10_101
103	mittlere Fahrstreifen	10_103
104	ein Fahrstreifen	10_104
105	zwei Fahrstreifen	10_105
106	drei Fahrstreifen	10_106
201	Fahrbahn Richtung 1	n. v.
202	Fahrbahn Richtung 2	n. v.
255	Strecke	10_255

Tabelle B.3.: DayTypeType

<i>DayType</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>TPEG RTM Code</i>
1	Werktag	n. v.
2	Sonn- oder Feiertag	n. v.

Tabelle B.4.: ImpactType und ImpactSubType

<i>ImpactType</i>	<i>Bedeutung von ImpactType</i>	<i>TPEG RTM Code</i>	<i>ImpactSubType</i>	<i>Bedeutung von ImpactSubType</i>	<i>TPEG RTM Code</i>
1	Sperre	49_1		n. v.	
2	Benutzungsbeschränkung	0_6		n. v.	
3	Verkehrsfluss	0_5	3_1	normaler Betrieb	34_5
			3_2	starker Verkehr	34_4
			3_3	Stau	34_1
4	Behinderungen	0_2	4_1	Fahrbahnverengung	49_5
			4_2	Fahrbahnverengung im Gegenverkehrsbereich	n. v.
			4_3	Gegenverkehrsbereich	n. v.
			4_4	Wartezeit	n. v.
5	Infrastruktur	0_7	5_1	Raststation geschlossen	37_3, 38_2
			5_2	Tankstelle geschlossen	37_2, 38_2
			5_3	Restaurant geschlossen	37_3, 38_2

Tabelle B.5.: RestrictionType

<i>RestrictionType</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>TPEG RTM Code</i>
1	Fahrverbot	49_1
2	Erlaubnis	49_11
3	Abbiegeverbot	45_31 bzw. 45_32

Tabelle B.6.: AdviceCodeType und AdviceCodeSubType

<i>AdviceCodeType</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>TPEG RTM Code</i>	<i>AdviceSubType</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>TPEG RTM Code</i>
1	Warnung		1_1	Rechnen Sie mit Behinderungen	n. v.
			1_2	Rechnen Sie mit Verzögerungen	n. v.
2	Umleitungsempfehlung	0_13		n. v.	
3	Empfehlung		3_1	Winterausrüstung	n. v.

Tabelle B.7.: BasisType

<i>BasisType</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>TPEG RTM Code</i>
1	Verordnung	n. v.
2	Bescheid	n. v.
3	Meldung	n. v.

Tabelle B.8.: VehicleType

<i>VehicleType</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>TPEG RTM Code</i>
0	unbekannt	01_0
1	PKW	01_1
2	Kleintransporter	01_2
3	LKW	01_3
4	Bus	01_4
5	Fahrrad	01_5
6	Notfallfahrzeug	01_6
7	Erhaltungsfahrzeug	01_7
8	Fahrzeug mit Übergröße	01_8
9	Fahrzeug mit Anhänger	01_9
10	Fahrzeug mit Überhöhe	01_10
11	Minibus	01_11
12	Taxi	01_12
13	Straßenbahn	01_13
14	Trolleybus	01_14
15	Zug	01_15
16	Bus	01_16
17	Schulbus	01_17
18	Militärfahrzeug	01_18
19	Motorrad	01_19
20	Schlitten	01_20
255	Fahrzeug	01_255

Tabelle B.9.: VehicleDefinitionType

<i>ID</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>TPEG RTM Code</i>
1	Höchstgeschwindigkeit	45_1
3	Gewichtsbegrenzung	45_3
4	Höhenbegrenzung	45_4
5	Breitenbegrenzung	45_5
6	Längenbegrenzung	45_6
7	höchste Achslast	45_7
10	Nummernschilder mit ungeraden Nummern	45_10
11	Nummernschilder mit geraden Nummern	45_11
14	Allradantrieb	45_14
18	Motorfahrzeuge	45_18
19	Fahrräder	45_19
28	Winterausrüstung	45_28
29	Schneeketten	45_29
30	Spikes	45_30

Anhang C.

tpegML.xsd

Das TPEG XML-Schema wurde aus den DTDs abgeleitet, die beim britischen Rundfunk BBC verwendet werden, um Verkehrsmeldungen im TPEG XML-Format bereit zu stellen (BBC, o. J.b).

Listing C.1: tpegML.xsd

```

1 <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:tpeg="http://www.tpeg.org/" targetNamespace="http://
  www.tpeg.org/">
2   <xs:element name="WGS84">
3     <xs:complexType>
4       <xs:sequence>
5         <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
6           <xs:element ref="tpeg:expansion"/>
7           <xs:element ref="tpeg:height"/>
8         </xs:choice>
9       </xs:sequence>
10      <xs:attribute name="longitude" use="required"/>
11      <xs:attribute name="latitude" use="required"/>
12    </xs:complexType>
13  </xs:element>
14  <xs:element name="accidents">
15    <xs:complexType>
16      <xs:sequence>
17        <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
18          <xs:element ref="tpeg:position"/>
19          <xs:element ref="tpeg:animals"/>
20          <xs:element ref="tpeg:vehicles"/>
21          <xs:element ref="tpeg:people"/>
22        </xs:choice>
23      </xs:sequence>
24      <xs:attribute name="number_of" use="required"/>
25    </xs:complexType>
26  </xs:element>
27  <xs:element name="activities">
28    <xs:complexType>
29      <xs:sequence>
30        <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
31          <xs:element ref="tpeg:position"/>
32          <xs:element ref="tpeg:activity"/>
33          <xs:element ref="tpeg:people"/>
34        </xs:choice>
35      </xs:sequence>
36      <xs:attribute name="number_of" use="required"/>
37    </xs:complexType>
38  </xs:element>
39  <xs:element name="activity">
40    <xs:complexType>
41      <xs:attribute name="activity_type" use="required"/>
42      <xs:attribute name="activity_subtype"/>
43    </xs:complexType>
44  </xs:element>
45  <xs:element name="additional_information">
46    <xs:complexType>
47      <xs:attribute name="function_type" use="required"/>
48      <xs:attribute name="language_code"/>
49      <xs:attribute name="additional_information" use="required"/>

```

```

50     </xs:complexType>
51 </xs:element>
52 <xs:element name="adhesion">
53     <xs:complexType>
54         <xs:attribute name="general_magnitude" use="required"/>
55         <xs:attribute name="adhesion_condition" use="required"/>
56     </xs:complexType>
57 </xs:element>
58 <xs:element name="advice">
59     <xs:complexType>
60         <xs:sequence>
61             <xs:element ref="tpeg:routeing" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
62         </xs:sequence>
63         <xs:attribute name="condition_status" use="required"/>
64         <xs:attribute name="advice_type" use="required"/>
65     </xs:complexType>
66 </xs:element>
67 <xs:element name="animal_info">
68     <xs:complexType>
69         <xs:attribute name="animal_type" use="required"/>
70         <xs:attribute name="animal_size" use="required"/>
71     </xs:complexType>
72 </xs:element>
73 <xs:element name="animal_problem">
74     <xs:complexType>
75         <xs:attribute name="animal_problem" use="required"/>
76     </xs:complexType>
77 </xs:element>
78 <xs:element name="animals">
79     <xs:complexType>
80         <xs:sequence>
81             <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
82                 <xs:element ref="tpeg:position"/>
83                 <xs:element ref="tpeg:animal_problem"/>
84                 <xs:element ref="tpeg:animal_info"/>
85             </xs:choice>
86         </xs:sequence>
87         <xs:attribute name="number_of" use="required"/>
88     </xs:complexType>
89 </xs:element>
90 <xs:element name="area_descriptor">
91     <xs:complexType>
92         <xs:sequence>
93             <xs:element ref="tpeg:language" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
94         </xs:sequence>
95         <xs:attribute name="area_name" use="required"/>
96     </xs:complexType>
97 </xs:element>
98 <xs:element name="area_qualifier">
99     <xs:complexType>
100         <xs:attribute name="area_qualifier" use="required"/>
101     </xs:complexType>
102 </xs:element>
103 <xs:element name="area_reference">
104     <xs:complexType>
105         <xs:sequence>
106             <xs:element ref="tpeg:area_tree_entry" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
107         </xs:sequence>
108         <xs:attribute name="country" use="required"/>
109         <xs:attribute name="area_tree_version" use="required"/>
110     </xs:complexType>
111 </xs:element>
112 <xs:element name="area_tree_entry">
113     <xs:complexType>
114         <xs:sequence>
115             <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
116                 <xs:element ref="tpeg:area_type"/>
117                 <xs:element ref="tpeg:area_qualifier"/>
118                 <xs:element ref="tpeg:area_descriptor"/>
119             </xs:choice>
120         </xs:sequence>
121         <xs:attribute name="level" use="required"/>
122         <xs:attribute name="branch" use="required"/>
123         <xs:attribute name="predecessor_branch" use="required"/>
124     </xs:complexType>
125 </xs:element>
126 <xs:element name="area_type">
127     <xs:complexType>
128         <xs:attribute name="area_type" use="required"/>
129     </xs:complexType>

```



```

130 </xs:element>
131 <xs:element name="associated_modes">
132   <xs:complexType>
133     <xs:sequence>
134       <xs:element ref="tpeg:node_reference" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
135     </xs:sequence>
136     <xs:attribute name="number_of_modes" use="required"/>
137   </xs:complexType>
138 </xs:element>
139 <xs:element name="booking_status">
140   <xs:complexType>
141     <xs:attribute name="booking_status_type" use="required"/>
142   </xs:complexType>
143 </xs:element>
144 <xs:element name="building">
145   <xs:complexType>
146     <xs:attribute name="building" use="required"/>
147   </xs:complexType>
148 </xs:element>
149 <xs:element name="condition_status">
150   <xs:complexType>
151     <xs:attribute name="condition_status" use="required"/>
152   </xs:complexType>
153 </xs:element>
154 <xs:element name="cross_reference">
155   <xs:complexType>
156     <xs:attribute name="cross_reference_type" use="required"/>
157     <xs:attribute name="sid"/>
158     <xs:attribute name="scid"/>
159     <xs:attribute name="mid" use="required"/>
160     <xs:attribute name="ver"/>
161   </xs:complexType>
162 </xs:element>
163 <xs:element name="delay">
164   <xs:complexType>
165     <xs:attribute name="minutes" use="required"/>
166   </xs:complexType>
167 </xs:element>
168 <xs:element name="direction">
169   <xs:complexType>
170     <xs:attribute name="direction_type" use="required"/>
171   </xs:complexType>
172 </xs:element>
173 <xs:element name="distance">
174   <xs:complexType>
175     <xs:attribute name="metres" use="required"/>
176   </xs:complexType>
177 </xs:element>
178 <xs:element name="diversion_advice">
179   <xs:complexType>
180     <xs:sequence>
181       <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
182         <xs:element ref="tpeg:vehicle_info"/>
183         <xs:element ref="tpeg:diversion_regulation"/>
184         <xs:element ref="tpeg:position"/>
185         <xs:element ref="tpeg:advice"/>
186       </xs:choice>
187     </xs:sequence>
188   </xs:complexType>
189 </xs:element>
190 <xs:element name="diversion_regulation">
191   <xs:complexType>
192     <xs:attribute name="regulation" use="required"/>
193     <xs:attribute name="regulation_quantifier" use="required"/>
194   </xs:complexType>
195 </xs:element>
196 <xs:element name="event_reason">
197   <xs:complexType>
198     <xs:attribute name="event_reason_type" use="required"/>
199     <xs:attribute name="event_reason_subtype"/>
200   </xs:complexType>
201 </xs:element>
202 <xs:element name="expansion">
203   <xs:complexType>
204     <xs:attribute name="radius_of_circle" use="required"/>
205   </xs:complexType>
206 </xs:element>
207 <xs:element name="explicit_directionality_glue">
208   <xs:complexType>
209     <xs:attribute name="explicit_directionality_glue" use="required"/>

```

```

210     </xs:complexType>
211 </xs:element>
212 <xs:element name="explicit_proximity_glue">
213     <xs:complexType>
214         <xs:attribute name="explicit_proximity_glue" use="required"/>
215     </xs:complexType>
216 </xs:element>
217 <xs:element name="facilities">
218     <xs:complexType>
219         <xs:attribute name="facilities_type" use="required"/>
220     </xs:complexType>
221 </xs:element>
222 <xs:element name="facilities_performance">
223     <xs:complexType>
224         <xs:sequence>
225             <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
226                 <xs:element ref="tpeg:traffic_control"/>
227                 <xs:element ref="tpeg:roadside_assistance"/>
228                 <xs:element ref="tpeg:roadside_services"/>
229             </xs:choice>
230         </xs:sequence>
231     </xs:complexType>
232 </xs:element>
233 <xs:element name="floor">
234     <xs:complexType>
235         <xs:attribute name="floor" use="required"/>
236     </xs:complexType>
237 </xs:element>
238 <xs:element name="for">
239     <xs:complexType>
240         <xs:attribute name="metres" use="required"/>
241     </xs:complexType>
242 </xs:element>
243 <xs:element name="from_descriptor">
244     <xs:complexType>
245         <xs:sequence>
246             <xs:element ref="tpeg:language" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
247         </xs:sequence>
248         <xs:attribute name="from_name" use="required"/>
249     </xs:complexType>
250 </xs:element>
251 <xs:element name="fuzzy_directionality_glue">
252     <xs:complexType>
253         <xs:attribute name="fuzzy_directionality_glue" use="required"/>
254     </xs:complexType>
255 </xs:element>
256 <xs:element name="fuzzy_proximity_glue">
257     <xs:complexType>
258         <xs:attribute name="fuzzy_proximity_glue" use="required"/>
259     </xs:complexType>
260 </xs:element>
261 <xs:element name="geographical_site">
262     <xs:complexType>
263         <xs:attribute name="geographical_site" use="required"/>
264     </xs:complexType>
265 </xs:element>
266 <xs:element name="height">
267     <xs:complexType>
268         <xs:attribute name="height_descriptor" use="required"/>
269         <xs:attribute name="height" use="required"/>
270     </xs:complexType>
271 </xs:element>
272 <xs:element name="intermediate_glue">
273     <xs:complexType>
274         <xs:attribute name="intermediate_glue" use="required"/>
275     </xs:complexType>
276 </xs:element>
277 <xs:element name="interval_time">
278     <xs:complexType>
279         <xs:attribute name="year" use="required"/>
280         <xs:attribute name="month" use="required"/>
281         <xs:attribute name="day" use="required"/>
282         <xs:attribute name="hour" use="required"/>
283         <xs:attribute name="minute" use="required"/>
284         <xs:attribute name="second" use="required"/>
285         <xs:attribute name="day_mask" use="required"/>
286     </xs:complexType>
287 </xs:element>
288 <xs:element name="language">
289     <xs:complexType>

```

```

290     <xs:attribute name="language_code" use="required"/>
291   </xs:complexType>
292 </xs:element>
293 <xs:element name="length_affected">
294   <xs:complexType>
295     <xs:attribute name="metres" use="required"/>
296   </xs:complexType>
297 </xs:element>
298 <xs:element name="lighting">
299   <xs:complexType>
300     <xs:attribute name="lighting_problem" use="required"/>
301   </xs:complexType>
302 </xs:element>
303 <xs:element name="link_descriptor">
304   <xs:complexType>
305     <xs:sequence>
306       <xs:element ref="tpeg:language" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
307     </xs:sequence>
308     <xs:attribute name="link_name" use="required"/>
309   </xs:complexType>
310 </xs:element>
311 <xs:element name="link_number">
312   <xs:complexType>
313     <xs:attribute name="link_number" use="required"/>
314   </xs:complexType>
315 </xs:element>
316 <xs:element name="link_number_suffix">
317   <xs:complexType>
318     <xs:attribute name="character" use="required"/>
319   </xs:complexType>
320 </xs:element>
321 <xs:element name="location_container" type="tpeg:Loc"/>
322 <xs:complexType name="Loc">
323   <xs:sequence>
324     <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
325       <xs:element ref="tpeg:location_coordinates"/>
326       <xs:element ref="tpeg:location_descriptions"/>
327     </xs:choice>
328   </xs:sequence>
329   <xs:attribute name="language" use="required"/>
330 </xs:complexType>
331 <xs:element name="location_coordinates">
332   <xs:complexType>
333     <xs:sequence>
334       <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
335         <xs:element ref="tpeg:mode_type_list"/>
336         <xs:element ref="tpeg:WGS84"/>
337         <xs:element ref="tpeg:location_descriptor"/>
338         <xs:element ref="tpeg:direction"/>
339         <xs:element ref="tpeg:height"/>
340       </xs:choice>
341     </xs:sequence>
342     <xs:attribute name="location_type" use="required"/>
343   </xs:complexType>
344 </xs:element>
345 <xs:element name="location_descriptions">
346   <xs:complexType>
347     <xs:sequence>
348       <xs:element ref="tpeg:area_reference"/>
349       <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
350         <xs:element ref="tpeg:area_reference"/>
351         <xs:element ref="tpeg:network_reference"/>
352         <xs:element ref="tpeg:node_reference"/>
353       </xs:choice>
354     </xs:sequence>
355   </xs:complexType>
356 </xs:element>
357 <xs:element name="location_descriptor">
358   <xs:complexType>
359     <xs:sequence>
360       <xs:element ref="tpeg:language" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
361     </xs:sequence>
362     <xs:attribute name="descriptor_type" use="required"/>
363     <xs:attribute name="descriptor" use="required"/>
364   </xs:complexType>
365 </xs:element>
366 <xs:element name="marking">
367   <xs:complexType>
368     <xs:attribute name="marking_condition" use="required"/>
369   </xs:complexType>

```

```

370 </xs:element>
371 <xs:element name="message_report_type">
372   <xs:complexType>
373     <xs:sequence>
374       <xs:element ref="tpeg:time_type" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
375     </xs:sequence>
376     <xs:attribute name="message_report_type" use="required"/>
377   </xs:complexType>
378 </xs:element>
379 <xs:element name="mode_of_transport">
380   <xs:complexType>
381     <xs:attribute name="mode_of_transport" use="required"/>
382   </xs:complexType>
383 </xs:element>
384 <xs:element name="mode_type_list">
385   <xs:complexType>
386     <xs:sequence>
387       <xs:element ref="tpeg:mode_of_transport" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
388     </xs:sequence>
389   </xs:complexType>
390 </xs:element>
391 <xs:element name="moving_hazards">
392   <xs:complexType>
393     <xs:sequence>
394       <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
395         <xs:element ref="tpeg:position"/>
396         <xs:element ref="tpeg:animals"/>
397         <xs:element ref="tpeg:vehicles"/>
398         <xs:element ref="tpeg:people"/>
399       </xs:choice>
400     </xs:sequence>
401     <xs:attribute name="number_of" use="required"/>
402   </xs:complexType>
403 </xs:element>
404 <xs:element name="network_conditions">
405   <xs:complexType>
406     <xs:sequence>
407       <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
408         <xs:element ref="tpeg:position"/>
409         <xs:element ref="tpeg:regulation"/>
410         <xs:element ref="tpeg:restriction"/>
411         <xs:element ref="tpeg:roadworks"/>
412       </xs:choice>
413     </xs:sequence>
414   </xs:complexType>
415 </xs:element>
416 <xs:element name="network_operator_descriptor">
417   <xs:complexType>
418     <xs:sequence>
419       <xs:element ref="tpeg:language" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
420     </xs:sequence>
421     <xs:attribute name="network_operator_name" use="required"/>
422   </xs:complexType>
423 </xs:element>
424 <xs:element name="network_performance">
425   <xs:complexType>
426     <xs:sequence>
427       <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
428         <xs:element ref="tpeg:performance"/>
429         <xs:element ref="tpeg:speed"/>
430         <xs:element ref="tpeg:delay"/>
431         <xs:element ref="tpeg:travel_time"/>
432       </xs:choice>
433     </xs:sequence>
434   </xs:complexType>
435 </xs:element>
436 <xs:element name="network_reference">
437   <xs:complexType>
438     <xs:sequence>
439       <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
440         <xs:element ref="tpeg:link_number"/>
441         <xs:element ref="tpeg:link_number_suffix"/>
442         <xs:element name="direction_type"/>
443         <xs:element ref="tpeg:segment_name"/>
444         <xs:element ref="tpeg:link_descriptor"/>
445         <xs:element ref="tpeg:network_operator_descriptor"/>
446       </xs:choice>
447     </xs:sequence>
448     <xs:attribute name="network_layer" use="required"/>
449     <xs:attribute name="link_type" use="required"/>

```

```

450     </xs:complexType>
451 </xs:element>
452 <xs:element name="node_descriptor">
453     <xs:complexType>
454         <xs:sequence>
455             <xs:element ref="tpeg:language" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
456         </xs:sequence>
457         <xs:attribute name="node_name" use="required"/>
458     </xs:complexType>
459 </xs:element>
460 <xs:element name="node_reference">
461     <xs:complexType>
462         <xs:sequence>
463             <xs:element ref="tpeg:node_descriptor"/>
464             <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
465                 <xs:element ref="tpeg:node_descriptor"/>
466                 <xs:element ref="tpeg:reference_object"/>
467                 <xs:element ref="tpeg:WGS84"/>
468                 <xs:element ref="tpeg:expansion"/>
469                 <xs:element ref="tpeg:floor"/>
470                 <xs:element ref="tpeg:node_reference_descriptor"/>
471                 <xs:element ref="tpeg:mode_type_list"/>
472                 <xs:element ref="tpeg:associated_modes"/>
473             </xs:choice>
474         </xs:sequence>
475         <xs:attribute name="node_type" use="required"/>
476     </xs:complexType>
477 </xs:element>
478 <xs:element name="node_reference_descriptor">
479     <xs:complexType>
480         <xs:sequence>
481             <xs:element ref="tpeg:language" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
482         </xs:sequence>
483         <xs:attribute name="descriptive_name" use="required"/>
484     </xs:complexType>
485 </xs:element>
486 <xs:element name="non_rep_time">
487     <xs:complexType>
488         <xs:attribute name="start_time" use="required"/>
489         <xs:attribute name="duration" use="required"/>
490     </xs:complexType>
491 </xs:element>
492 <xs:element name="non_repetitive_time">
493     <xs:complexType>
494         <xs:sequence>
495             <xs:element ref="tpeg:non_rep_time" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
496         </xs:sequence>
497     </xs:complexType>
498 </xs:element>
499 <xs:element name="object">
500     <xs:complexType>
501         <xs:sequence>
502             <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
503                 <xs:element ref="tpeg:position"/>
504                 <xs:element ref="tpeg:object_problem"/>
505             </xs:choice>
506         </xs:sequence>
507         <xs:attribute name="number_of" use="required"/>
508     </xs:complexType>
509 </xs:element>
510 <xs:element name="object_problem">
511     <xs:complexType>
512         <xs:attribute name="object_problem" use="required"/>
513     </xs:complexType>
514 </xs:element>
515 <xs:element name="obscurity">
516     <xs:complexType>
517         <xs:attribute name="obscurity_problem" use="required"/>
518         <xs:attribute name="visibility_distance" use="required"/>
519     </xs:complexType>
520 </xs:element>
521 <xs:element name="obstructions">
522     <xs:complexType>
523         <xs:sequence>
524             <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
525                 <xs:element ref="tpeg:position"/>
526                 <xs:element ref="tpeg:animals"/>
527                 <xs:element ref="tpeg:vehicles"/>
528                 <xs:element ref="tpeg:people"/>
529                 <xs:element ref="tpeg:object"/>

```

```

530         </xs:choice>
531     </xs:sequence>
532     <xs:attribute name="number_of" use="required"/>
533 </xs:complexType>
534 </xs:element>
535 <xs:element name="operator_name">
536     <xs:complexType>
537         <xs:attribute name="name" use="required"/>
538     </xs:complexType>
539 </xs:element>
540 <xs:element name="operator_subclass">
541     <xs:complexType>
542         <xs:attribute name="name"/>
543     </xs:complexType>
544 </xs:element>
545 <xs:element name="orientation">
546     <xs:complexType>
547         <xs:attribute name="orientation" use="required"/>
548     </xs:complexType>
549 </xs:element>
550 <xs:element name="originator">
551     <xs:complexType>
552         <xs:attribute name="country"/>
553         <xs:attribute name="originator_name"/>
554     </xs:complexType>
555 </xs:element>
556 <xs:element name="people">
557     <xs:complexType>
558         <xs:sequence>
559             <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
560                 <xs:element ref="tpeg:position"/>
561                 <xs:element ref="tpeg:people_problem"/>
562                 <xs:element ref="tpeg:people_info"/>
563             </xs:choice>
564         </xs:sequence>
565         <xs:attribute name="number_of" use="required"/>
566     </xs:complexType>
567 </xs:element>
568 <xs:element name="people_info">
569     <xs:complexType>
570         <xs:attribute name="people_type" use="required"/>
571     </xs:complexType>
572 </xs:element>
573 <xs:element name="people_problem">
574     <xs:complexType>
575         <xs:attribute name="people_problem" use="required"/>
576     </xs:complexType>
577 </xs:element>
578 <xs:element name="performance">
579     <xs:complexType>
580         <xs:sequence>
581             <xs:element ref="tpeg:length_affected" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
582         </xs:sequence>
583         <xs:attribute name="network_performance" use="required"/>
584     </xs:complexType>
585 </xs:element>
586 <xs:element name="position">
587     <xs:complexType>
588         <xs:attribute name="position" use="required"/>
589     </xs:complexType>
590 </xs:element>
591 <xs:element name="precipitation">
592     <xs:complexType>
593         <xs:attribute name="general_magnitude" use="required"/>
594         <xs:attribute name="precip_problem" use="required"/>
595     </xs:complexType>
596 </xs:element>
597 <xs:element name="public_transport_info">
598     <xs:complexType>
599         <xs:attribute name="public_transport_type" use="required"/>
600         <xs:attribute name="public_transport_status" use="required"/>
601     </xs:complexType>
602 </xs:element>
603 <xs:element name="public_transport_information">
604     <xs:complexType>
605         <xs:sequence>
606             <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
607                 <xs:element ref="tpeg:location_container"/>
608                 <xs:element ref="tpeg:transport_mode"/>
609                 <xs:element ref="tpeg:transport_service_identifier"/>

```

```

610         <xs:element ref="tpeg:transport_operator_description"/>
611         <xs:element ref="tpeg:service_information"/>
612         <xs:element ref="tpeg:message_report_type"/>
613         <xs:element ref="tpeg:additional_information"/>
614         <xs:element ref="tpeg:cross_reference"/>
615     </xs:choice>
616 </xs:sequence>
617 <xs:attribute name="message_id" use="required"/>
618 <xs:attribute name="version_number" use="required"/>
619 <xs:attribute name="message_generation_time"/>
620 <xs:attribute name="start_time"/>
621 <xs:attribute name="stop_time"/>
622 <xs:attribute name="message_expiry_time"/>
623 <xs:attribute name="severity_factor"/>
624 <xs:attribute name="unverified_information"/>
625 </xs:complexType>
626 </xs:element>
627 <xs:element name="reference_object">
628     <xs:complexType>
629         <xs:sequence>
630             <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
631                 <xs:element ref="tpeg:fuzzy_directionality_glue"/>
632                 <xs:element ref="tpeg:explicit_directionality_glue"/>
633                 <xs:element ref="tpeg:fuzzy_proximity_glue"/>
634                 <xs:element ref="tpeg:explicit_proximity_glue"/>
635                 <xs:element ref="tpeg:intermediate_glue"/>
636                 <xs:element ref="tpeg:orientation"/>
637                 <xs:element ref="tpeg:distance"/>
638                 <xs:element ref="tpeg:road_object"/>
639                 <xs:element ref="tpeg:building"/>
640                 <xs:element ref="tpeg:geographical_site"/>
641                 <xs:element ref="tpeg:sightseeing_attraction"/>
642                 <xs:element ref="tpeg:reference_object_descriptor"/>
643             </xs:choice>
644         </xs:sequence>
645     </xs:complexType>
646 </xs:element>
647 <xs:element name="reference_object_descriptor">
648     <xs:complexType>
649         <xs:sequence>
650             <xs:element ref="tpeg:language" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
651         </xs:sequence>
652         <xs:attribute name="reference_object_name" use="required"/>
653     </xs:complexType>
654 </xs:element>
655 <xs:element name="regulation">
656     <xs:complexType>
657         <xs:sequence>
658             <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
659                 <xs:element ref="tpeg:length_affected"/>
660                 <xs:element ref="tpeg:condition_status"/>
661             </xs:choice>
662         </xs:sequence>
663         <xs:attribute name="regulation" use="required"/>
664         <xs:attribute name="regulation_quantifier" use="required"/>
665     </xs:complexType>
666 </xs:element>
667 <xs:element name="repetitive_time">
668     <xs:complexType>
669         <xs:attribute name="hour" use="required"/>
670         <xs:attribute name="minute" use="required"/>
671         <xs:attribute name="duration" use="required"/>
672         <xs:attribute name="day_mask" use="required"/>
673     </xs:complexType>
674 </xs:element>
675 <xs:element name="restriction">
676     <xs:complexType>
677         <xs:sequence>
678             <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
679                 <xs:element ref="tpeg:length_affected"/>
680                 <xs:element ref="tpeg:condition_status"/>
681             </xs:choice>
682         </xs:sequence>
683         <xs:attribute name="restriction" use="required"/>
684     </xs:complexType>
685 </xs:element>
686 <xs:element name="road_conditions">
687     <xs:complexType>
688         <xs:sequence>
689             <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">

```

```

690         <xs:element ref="tpeg:position"/>
691         <xs:element ref="tpeg:surface"/>
692         <xs:element ref="tpeg:adhesion"/>
693         <xs:element ref="tpeg:marking"/>
694     </xs:choice>
695 </xs:sequence>
696 </xs:complexType>
697 </xs:element>
698 <xs:element name="road_object">
699     <xs:complexType>
700         <xs:attribute name="road_object" use="required"/>
701     </xs:complexType>
702 </xs:element>
703 <xs:element name="road_traffic_message">
704     <xs:complexType>
705         <xs:sequence>
706             <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
707                 <xs:element ref="tpeg:repetitive_time"/>
708                 <xs:element ref="tpeg:non_repetitive_time"/>
709                 <xs:element ref="tpeg:location_container"/>
710                 <xs:element ref="tpeg:accidents"/>
711                 <xs:element ref="tpeg:obstructions"/>
712                 <xs:element ref="tpeg:activities"/>
713                 <xs:element ref="tpeg:road_conditions"/>
714                 <xs:element ref="tpeg:network_performance"/>
715                 <xs:element ref="tpeg:network_conditions"/>
716                 <xs:element ref="tpeg:facilities_performance"/>
717                 <xs:element ref="tpeg:moving_hazards"/>
718                 <xs:element ref="tpeg:security_alert"/>
719                 <xs:element ref="tpeg:public_transport_info"/>
720                 <xs:element ref="tpeg:visibility"/>
721                 <xs:element ref="tpeg:weather"/>
722                 <xs:element ref="tpeg:diversion_advice"/>
723             </xs:choice>
724         </xs:sequence>
725         <xs:attribute name="message_id" use="required"/>
726         <xs:attribute name="version_number" use="required"/>
727         <xs:attribute name="message_generation_time"/>
728         <xs:attribute name="start_time"/>
729         <xs:attribute name="stop_time"/>
730         <xs:attribute name="message_expiry_time"/>
731         <xs:attribute name="severity_factor"/>
732         <xs:attribute name="unverified_information"/>
733     </xs:complexType>
734 </xs:element>
735 <xs:element name="roadside_assistance">
736     <xs:complexType>
737         <xs:attribute name="roadside_assistance_type" use="required"/>
738         <xs:attribute name="roadside_assistance_status" use="required"/>
739     </xs:complexType>
740 </xs:element>
741 <xs:element name="roadside_services">
742     <xs:complexType>
743         <xs:attribute name="roadside_services_type" use="required"/>
744         <xs:attribute name="roadside_services_status" use="required"/>
745     </xs:complexType>
746 </xs:element>
747 <xs:element name="roadworks">
748     <xs:complexType>
749         <xs:sequence>
750             <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
751                 <xs:element ref="tpeg:length_affected"/>
752                 <xs:element ref="tpeg:condition_status"/>
753             </xs:choice>
754         </xs:sequence>
755         <xs:attribute name="roadworks" use="required"/>
756     </xs:complexType>
757 </xs:element>
758 <xs:element name="route_description">
759     <xs:complexType>
760         <xs:sequence>
761             <xs:element ref="tpeg:location_container"/>
762             <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
763                 <xs:element ref="tpeg:time_type"/>
764                 <xs:element ref="tpeg:service_delivery"/>
765             </xs:choice>
766         </xs:sequence>
767         <xs:attribute name="route_description_type" use="required"/>
768     </xs:complexType>
769 </xs:element>

```



```

770 <xs:element name="routeing">
771   <xs:complexType>
772     <xs:sequence>
773       <xs:element ref="tpeg:location_container" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
774       <xs:element ref="tpeg:for" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
775     </xs:sequence>
776   </xs:complexType>
777 </xs:element>
778 <xs:element name="security_alert">
779   <xs:complexType>
780     <xs:attribute name="security_alert" use="required"/>
781   </xs:complexType>
782 </xs:element>
783 <xs:element name="segment_name">
784   <xs:complexType>
785     <xs:sequence>
786       <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
787         <xs:element ref="tpeg:from_descriptor"/>
788         <xs:element ref="tpeg:to_descriptor"/>
789       </xs:choice>
790     </xs:sequence>
791   </xs:complexType>
792 </xs:element>
793 <xs:element name="service_delivery">
794   <xs:complexType>
795     <xs:attribute name="service_delivery_point_type" use="required"/>
796     <xs:attribute name="planning_status_type" use="required"/>
797     <xs:attribute name="service_delivery_point_name" use="required"/>
798   </xs:complexType>
799 </xs:element>
800 <xs:element name="service_information">
801   <xs:complexType>
802     <xs:sequence>
803       <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
804         <xs:element ref="tpeg:service_information_type"/>
805         <xs:element ref="tpeg:transport_vehicle_information_type"/>
806         <xs:element ref="tpeg:facilities"/>
807         <xs:element ref="tpeg:booking_status"/>
808         <xs:element ref="tpeg:ticket_restrictions"/>
809         <xs:element ref="tpeg:severity"/>
810         <xs:element ref="tpeg:event_reason"/>
811         <xs:element ref="tpeg:route_description"/>
812         <xs:element ref="tpeg:timetable_type"/>
813       </xs:choice>
814     </xs:sequence>
815   </xs:complexType>
816 </xs:element>
817 <xs:element name="service_information_type">
818   <xs:complexType>
819     <xs:attribute name="service_information_type" use="required"/>
820   </xs:complexType>
821 </xs:element>
822 <xs:element name="severity">
823   <xs:complexType>
824     <xs:attribute name="severity_type" use="required"/>
825   </xs:complexType>
826 </xs:element>
827 <xs:element name="sightseeing_attraction">
828   <xs:complexType>
829     <xs:attribute name="sightseeing_attraction" use="required"/>
830   </xs:complexType>
831 </xs:element>
832 <xs:element name="speed">
833   <xs:complexType>
834     <xs:attribute name="metres_per_second" use="required"/>
835   </xs:complexType>
836 </xs:element>
837 <xs:element name="summary">
838   <xs:complexType mixed="true">
839     <xs:attribute name="lang" type="xs:language"/>
840   </xs:complexType>
841 </xs:element>
842 <xs:element name="surface">
843   <xs:complexType>
844     <xs:attribute name="general_magnitude" use="required"/>
845     <xs:attribute name="surface_condition" use="required"/>
846   </xs:complexType>
847 </xs:element>
848 <xs:element name="temperature">
849   <xs:complexType>

```

```

850     <xs:attribute name="degrees_celsius" use="required"/>
851   </xs:complexType>
852 </xs:element>
853 <xs:element name="ticket_restrictions">
854   <xs:complexType>
855     <xs:attribute name="ticket_restrictions_type" use="required"/>
856   </xs:complexType>
857 </xs:element>
858 <xs:element name="time_instance">
859   <xs:complexType>
860     <xs:attribute name="time" use="required"/>
861   </xs:complexType>
862 </xs:element>
863 <xs:element name="time_type">
864   <xs:complexType>
865     <xs:choice>
866       <xs:element ref="tpeg:time_instance" minOccurs="0"/>
867       <xs:element ref="tpeg:interval_time" minOccurs="0"/>
868     </xs:choice>
869     <xs:attribute name="time_type" use="required"/>
870     <xs:attribute name="planning_status_type" use="required"/>
871   </xs:complexType>
872 </xs:element>
873 <xs:element name="timetable_type">
874   <xs:complexType>
875     <xs:attribute name="timetable_period_indicator" use="required"/>
876   </xs:complexType>
877 </xs:element>
878 <xs:element name="to_descriptor">
879   <xs:complexType>
880     <xs:sequence>
881       <xs:element ref="tpeg:language" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
882     </xs:sequence>
883     <xs:attribute name="to_name" use="required"/>
884   </xs:complexType>
885 </xs:element>
886 <xs:element name="tpeg_document">
887   <xs:complexType>
888     <xs:sequence>
889       <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
890         <xs:element ref="tpeg:road_traffic_message"/>
891         <xs:element ref="tpeg:public_transport_information"/>
892       </xs:choice>
893     </xs:sequence>
894     <xs:attribute name="generation_time"/>
895   </xs:complexType>
896 </xs:element>
897 <xs:element name="tpeg_message">
898   <xs:complexType>
899     <xs:sequence>
900       <xs:element ref="tpeg:originator" minOccurs="0"/>
901       <xs:element ref="tpeg:summary" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
902     <xs:choice>
903       <xs:element ref="tpeg:road_traffic_message"/>
904       <xs:element ref="tpeg:public_transport_information"/>
905     </xs:choice>
906   </xs:sequence>
907 </xs:complexType>
908 </xs:element>
909 <xs:element name="tpeg_message_set">
910   <xs:complexType>
911     <xs:sequence>
912       <xs:element ref="tpeg:originator" minOccurs="0"/>
913       <xs:element ref="tpeg:summary" minOccurs="0"/>
914     </xs:sequence>
915     <xs:attribute name="generation_time"/>
916   </xs:complexType>
917 </xs:element>
918 <xs:element name="traffic_control">
919   <xs:complexType>
920     <xs:sequence>
921       <xs:element ref="tpeg:position" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
922     </xs:sequence>
923     <xs:attribute name="traffic_control_type" use="required"/>
924     <xs:attribute name="traffic_control_status" use="required"/>
925   </xs:complexType>
926 </xs:element>
927 <xs:element name="transport_mode">
928   <xs:complexType>
929     <xs:attribute name="transport_mode" use="required"/>

```

```

930     <xs:attribute name="transport_submode"/>
931     <xs:attribute name="transport_brand"/>
932   </xs:complexType>
933 </xs:element>
934 <xs:element name="transport_operator_description">
935   <xs:complexType>
936     <xs:sequence>
937       <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
938         <xs:element ref="tpeg:operator_name"/>
939         <xs:element ref="tpeg:operator_subclass"/>
940       </xs:choice>
941     </xs:sequence>
942   </xs:complexType>
943 </xs:element>
944 <xs:element name="transport_service_identifier">
945   <xs:complexType>
946     <xs:attribute name="service_id" use="required"/>
947     <xs:attribute name="service_name"/>
948   </xs:complexType>
949 </xs:element>
950 <xs:element name="transport_vehicle_information_type">
951   <xs:complexType>
952     <xs:attribute name="transport_vehicle_information_type" use="required"/>
953     <xs:attribute name="value" use="required"/>
954   </xs:complexType>
955 </xs:element>
956 <xs:element name="travel_time">
957   <xs:complexType>
958     <xs:attribute name="minutes" use="required"/>
959   </xs:complexType>
960 </xs:element>
961 <xs:element name="vehicle_info">
962   <xs:complexType>
963     <xs:attribute name="vehicle_type" use="required"/>
964     <xs:attribute name="vehicle_subtype"/>
965   </xs:complexType>
966 </xs:element>
967 <xs:element name="vehicle_problem">
968   <xs:complexType>
969     <xs:attribute name="vehicle_problem" use="required"/>
970   </xs:complexType>
971 </xs:element>
972 <xs:element name="vehicles">
973   <xs:complexType>
974     <xs:sequence>
975       <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
976         <xs:element ref="tpeg:position"/>
977         <xs:element ref="tpeg:vehicle_problem"/>
978         <xs:element ref="tpeg:vehicle_info"/>
979       </xs:choice>
980     </xs:sequence>
981     <xs:attribute name="number_of" use="required"/>
982   </xs:complexType>
983 </xs:element>
984 <xs:element name="visibility">
985   <xs:complexType>
986     <xs:sequence>
987       <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
988         <xs:element ref="tpeg:obscurity"/>
989         <xs:element ref="tpeg:visual_acuity"/>
990         <xs:element ref="tpeg:lighting"/>
991         <xs:element ref="tpeg:length_affected"/>
992       </xs:choice>
993     </xs:sequence>
994   </xs:complexType>
995 </xs:element>
996 <xs:element name="visual_acuity">
997   <xs:complexType>
998     <xs:attribute name="acuity_problem" use="required"/>
999   </xs:complexType>
1000 </xs:element>
1001 <xs:element name="weather">
1002   <xs:complexType>
1003     <xs:sequence>
1004       <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
1005         <xs:element ref="tpeg:precipitation"/>
1006         <xs:element ref="tpeg:wind"/>
1007         <xs:element ref="tpeg:temperature"/>
1008       </xs:choice>
1009     </xs:sequence>

```

```
1010     </xs:complexType>
1011 </xs:element>
1012 <xs:element name="wind">
1013     <xs:complexType>
1014         <xs:attribute name="wind_speed" use="required"/>
1015         <xs:attribute name="wind_problem" use="required"/>
1016     </xs:complexType>
1017 </xs:element>
1018 </xs:schema>
```

Anhang D.

Traff_AT Verkehrsmeldung

D.1. Nachtfahrverbot

D.1.1. Grundlage

64. Verordnung des Landeshauptmannes vom 27. Oktober 2010, mit der auf der A 12 Inntal Autobahn ein Nachtfahrverbot für Schwerfahrzeuge erlassen wird

Aufgrund der §§ 10 und 16 Abs. 1 Z. 4 des Immissionschutzgesetzes-Luft (IG-L), BGBl. I Nr. 115/1997, zuletzt geändert durch das Gesetz BGBl. I Nr. 77/2010, wird im Einvernehmen mit der Bundesministerin für Verkehr, Innovation und Technologie verordnet:

§ 1

Zielbestimmung

Das Ziel dieser Verordnung ist, die durch den Menschen beeinflussten Emissionen, die zu einer Immissions-Grenzwertüberschreitung geführt haben, zu verringern und somit die Luftqualität zu verbessern. Diese Verbesserung dient dem dauerhaften Schutz der Gesundheit des Menschen, des Tier- und Pflanzenbestands, ihrer Lebensgemeinschaften, Lebensräume und deren Wechselbeziehungen sowie der Kultur- und Sach-

güter vor schädlichen Luftschadstoffen sowie dem Schutz der Menschen vor unzumutbar belästigenden Luftschadstoffen.

§ 2

Sanierungsgebiet

Als Sanierungsgebiet im Sinn des § 2 Abs. 8 IG-L wird ein Gebietsstreifen von 100 m beiderseits der Straßenachse der A 12 Inntal Autobahn zwischen Straßenkilometer 0,00 an der österreichischen Staatsgrenze zu Deutschland und der westlichen Grenze des Gemeindegebietes von Zirl festgelegt.

§ 3

Verbot

(1) Auf der A 12 Inntal Autobahn auf beiden Richtungsfahrbahnen von Straßenkilometer 6,35 im Ge-

meindegebiet von Langkampfen bis Straßenkilometer 90,00 im Gemeindegebiet von Zirl ist das Fahren mit folgenden Fahrzeugen verboten:

a) in der Zeit vom 1. Mai bis 31. Oktober eines jeden Jahres an Werktagen in der Zeit von 22.00 Uhr bis 5.00 Uhr sowie an Sonntagen und gesetzlichen Feiertagen in der Zeit von 23.00 Uhr bis 5.00 Uhr mit Lastkraftwagen oder Sattelkraftfahrzeugen mit einem höchsten zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 7,5 t und Lastkraftwagen mit Anhängern, bei denen die Summe der höchsten zulässigen Gesamtgewichte beider Fahrzeuge mehr als 7,5 t beträgt,

b) in der Zeit zwischen 1. November eines jeden Jahres und 30. April des Folgejahres an Werktagen in der Zeit von 20.00 Uhr bis 05.00 Uhr sowie an Sonntagen und gesetzlichen Feiertagen in der Zeit von 23.00 Uhr bis 05.00 Uhr mit Lastkraftwagen oder Sattelkraftfahrzeugen mit einem höchsten zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 7,5 t und Lastkraftwagen mit Anhängern, bei denen die Summe der höchsten zulässigen Gesamtgewichte beider Fahrzeuge mehr als 7,5 t beträgt.

(2) Diese Maßnahmen wirken direkt, eine Anordnung mit Bescheid erfolgt nicht.

§ 4

Ausnahmen

(1) Vom Verbot nach § 3 sind unbeschadet der Ausnahmen gemäß § 16 Abs. 2 IG-L ausgenommen:

a) Fahrten zum überwiegenden Transport leicht verderblicher Lebensmittel mit einer Haltbarkeit von nur wenigen Tagen oder zum ausschließlichen Transport von periodischen Druckwerken,

b) Fahrten zur Aufrechterhaltung dringender medizinischer Versorgung,

c) Leberdientransporte,

d) Fahrten, die den Straßenbauvorhaben auf der A 12 oder A 13 oder dem Ausbau der Zufahrtstrecke Nord der Eisenbahnachse München–Verona oder der Errichtung des Brenner Basistunnels dienen,

e) Fahrten des Abschleppdienstes oder der Pannenhilfe,

f) unaufschiebbare Fahrten des Bundesheeres oder ausländischer Truppen, die sich aufgrund des Truppenaufenthaltsgesetzes, BGBl. I Nr. 57/2001, zuletzt geändert durch das Gesetz BGBl. I Nr. 85/2009, in Österreich aufhalten, oder Fahrten von Hilfstransporten anerkannter Organisationen,

g) Fahrten mit Kraftfahrzeugen im Vorlauf- und Nachlaufverkehr zur Eisenbahnverladung zum bzw. vom Bahnterminal Hall in Tirol sowie zum bzw. vom Bahnterminal Wörgl, wenn dies durch ein entsprechendes Dokument nachgewiesen werden kann,

h) Fahrten mit Kraftfahrzeugen, deren NO_x-Emission nicht mehr als 2,0 g/kWh beträgt (Euroklasse V), wenn dies durch ein entsprechendes Dokument nachgewiesen werden kann; diese Ausnahme gilt bis zum 31. Oktober 2011,

i) Fahrten mit Kraftfahrzeugen, deren NO_x-Emission nicht mehr als 0,4 g/kWh beträgt (Euroklasse VI), wenn dies durch ein entsprechendes Dokument nachgewiesen werden kann; diese Ausnahme gilt bis zum 31. Dezember 2015,

j) Fahrten mit Kraftfahrzeugen, für deren Benützung nach einer Überprüfung gemäß § 14 Abs. 3 IG-L ein im Einzelfall zu prüfendes überwiegendes öffentliches Interesse besteht und die entsprechend einer Verordnung gemäß § 14 Abs. 4 IG-L gekennzeichnet sind.

(2) Die Dokumente nach Abs. 1 lit. g bis i sind mitzuführen und auf Verlangen den Organen der Straßenaufsicht auszuhändigen.

§ 5

Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt mit 1. November 2010 in Kraft. Gleichzeitig tritt die Verordnung, mit der auf der A 12 Inntal Autobahn ein Nachtfahrverbot für Schwerverfahrzeuge erlassen wird, LGBL. Nr. 84/2009, außer Kraft.

Der Landeshauptmann:

Platter

Der Landesamtsdirektor:

Liener

D.1.2. GML Datei

Listing D.1: Verordnung eines Nachtfahrverbotes

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <gml:FeatureCollection xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
3   xsi:schemaLocation="http://www.traff_at.at_traff_at.xsd" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
4   xmlns:traff="http://www.traff_at.at" xmlns:tpeg="http://www.tpeg.org/">
5 <gml:boundedBy><gml:Envelope srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
6 <gml:pos>47.547682676841795 12.119121551513671 </gml:pos>
7   <gml:pos>47.26781473575178 11.230945587158203 </gml:pos>
8 </gml:Envelope> </gml:boundedBy>
```

```

9      <gml:featureMember>
10      <traff:TrafficMessage >
11      <id>ID_1</id>
12      <validityPeriod>
13      <start>2010-11-01T00:00:00.0Z</start>
14      <periodRestriction>
15      <monthRestriction>
16      <month>5</month>
17      <month>6</month>
18      <month>7</month>
19      <month>8</month>
20      <month>9</month>
21      <month>10</month>
22      </monthRestriction>
23      <timeRestriction>
24      <from>22:00:00.0Z</from>
25      <until>24:00:00.0Z</until>
26      </timeRestriction>
27      <timeRestriction>
28      <from>00:00:00.0Z</from>
29      <until>05:00:00.0Z</until>
30      </timeRestriction>
31      <dayTypeRestriction>
32      <dayType>1</dayType>
33      </dayTypeRestriction>
34      </periodRestriction>
35      <periodRestriction>
36      <monthRestriction>
37      <month>5</month>
38      <month>6</month>
39      <month>7</month>
40      <month>8</month>
41      <month>9</month>
42      <month>10</month>
43      </monthRestriction>
44      <timeRestriction>
45      <from>23:00:00.0Z</from>
46      <until>24:00:00.0Z</until>
47      </timeRestriction>
48      <timeRestriction>
49      <from>00:00:00.0Z</from>
50      <until>05:00:00.0Z</until>
51      </timeRestriction>
52      <dayTypeRestriction>
53      <dayType>2</dayType>
54      </dayTypeRestriction>
55      </periodRestriction>
56      <periodRestriction>
57      <monthRestriction>
58      <month>1</month>
59      <month>2</month>
60      <month>3</month>
61      <month>4</month>
62      <month>11</month>
63      <month>12</month>
64      </monthRestriction>
65      <timeRestriction>
66      <from>20:00:00.0Z</from>
67      <until>24:00:00.0Z</until>
68      </timeRestriction>
69      <timeRestriction>
70      <from>00:00:00.0Z</from>
71      <until>05:00:00.0Z</until>
72      </timeRestriction>
73      <dayTypeRestriction>
74      <dayType>2</dayType>
75      </dayTypeRestriction>
76      </periodRestriction>
77      <periodRestriction>
78      <monthRestriction>
79      <month>1</month>
80      <month>2</month>
81      <month>3</month>
82      <month>4</month>
83      <month>11</month>
84      <month>12</month>
85      </monthRestriction>
86      <timeRestriction>
87      <from>23:00:00.0Z</from>
88      <until>24:00:00.0Z</until>

```

VERKEHRSINFORMATION ALS TEIL EINER GDI

Anhang D. Traff_AT Verkehrsmeldung

```
89         </timeRestriction>
90         <timeRestriction>
91             <from>00:00:00.0Z</from>
92             <until>05:00:00.0Z</until>
93         </timeRestriction>
94         <dayTypeRestriction>
95             <dayType>2</dayType>
96         </dayTypeRestriction>
97     </periodRestriction>
98 </validityPeriod>
99 <originator>
100     <name>Amt der Tiroler Landesregierung</name>
101     <email>post@tirol.gv.at</email>
102     <phone>+435125080</phone>
103 </originator>
104 <distributor>
105     <name>Amt der Tiroler Landesregierung Abt. Verkehrsrecht</name>
106     <email>verkehrsrecht@tirol.gv.at</email>
107     <phone>+435125080</phone>
108 </distributor>
109 <messageInfo>
110     <generationTime>2010-10-27T14:20:00.0Z</generationTime>
111     <expiryTime>2100-01-01T00:00:00.0Z</expiryTime>
112     <updateTime>2010-10-27T14:20:00.0Z</updateTime>
113     <version>0</version>
114 </messageInfo>
115 <basis>
116     <type>1</type>
117     <uri>http://www.tirol.gv.at/fileadmin/www.tirol.gv.at/themen/politik/landesgesetzblatt/downloads/2010/lgb121
118         -2010.pdf#64</uri>
119 </basis>
120 <summary>
121     <languageCode>de</languageCode>
122     <freeText>Verordnung des Landeshauptmannes vom 27. Oktober 2010, mit der auf der A 12 Inntal Autobahn ein
123         Nachtfahrverbot f (Er Schwerfahrzeuge erlassen wird. Immissionsschutzgesetzes – Luft (IG – L), LGBLTirol
124         64/2010</freeText>
125 </summary>
126 <totalEffect>
127     <traveltimeDelay>0</traveltimeDelay>
128     <congestionLength>0</congestionLength>
129     <velocity>
130         <decrease>0</decrease>
131         <defaultVelocity>0</defaultVelocity>
132     </velocity>
133 </totalEffect>
134 <impact>
135     <impactCode>2</impactCode>
136     <useRestriction>
137         <type>1</type>
138         <vehicleRestriction>
139             <vehicleClass>3</vehicleClass>
140             <vehicleDefinition>
141                 <vehicleDefinitionClass>3</vehicleDefinitionClass>
142                 <value>7500</value>
143             </vehicleDefinition>
144         </vehicleRestriction>
145         <vehicleRestriction>
146             <vehicleClass>9</vehicleClass>
147             <vehicleDefinition>
148                 <vehicleDefinitionClass>3</vehicleDefinitionClass>
149                 <value>7500</value>
150             </vehicleDefinition>
151         </vehicleRestriction>
152     </useRestriction>
153 </impact>
154 <implicationLocation>
155     <road>
156         <functionalRoadClass>0</functionalRoadClass>
157         <segment>
158             <name>Inntalautobahn</name>
159             <roadNumber>A12</roadNumber>
160             <kmFrom>6.35</kmFrom>
161             <kmTo>90.00</kmTo>
162         </segment>
163     </road>
164     <position>
165         <point>
166             <geo><gml:Point srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
167                 <gml:pos>47.547703 12.119019 </gml:pos>
168             </gml:Point></geo>
```


VERKEHRSINFORMATION ALS TEIL EINER GDI

Anhang D. Traff_AT Verkehrsmeldung

```
166         <role>Start</role>
167     </point>
168     <point>
169         <geo><gml:Point srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
170             <gml:pos>47.267948 11.231017</gml:pos>
171         </gml:Point></geo>
172     </role>End</role>
173 </point>
174 </route>
175 <gml:LineString>
176     <gml:coordinates>12.119015899376166,47.54769970625 12.117774999974472,47.545796200000666
12.11678799997452,47.544485300000701 12.115564899974743,47.543065800000704
12.114159399974767,47.541718800000638 12.112324799974886,47.540223100000674
12.11054909997506,47.53897010000054 12.10882179997509,47.537948900000629
12.107137399975215,47.537054300000648 12.104567799987819,47.535924400000454
12.103967000000125,47.535681700000055 12.101992900000027,47.535004500000014
12.099509200000057,47.53429100000011 12.098157300000082,47.533975899999973
12.096451399999978,47.533613700000046 12.09456849999998,47.533316799999966
12.094130699999994,47.533247700000118 12.093495700000062,47.533171800000048
12.090191199999992,47.532845900000098 12.088329699999974,47.532657500000141
12.086570200000097,47.532418500000063 12.084494200000051,47.531904199999985
12.082622000000072,47.531266700000003 12.081350199999974,47.530676200000016
12.079971899999975,47.529912099999999 12.0743018,47.525873299999944
12.071002600000043,47.523265100000003 12.069414800000118,47.521877700000118
12.068068300000107,47.520439499999952 12.067199300000141,47.519309200000066
12.066239000000053,47.517823800000087 12.065402200000108,47.515997799999998
12.065032000000031,47.514961600000049 12.064264899999955,47.512722500000052
12.063707000000022,47.511457900000039 12.06276830000013,47.509841899999913
12.061427200000026,47.508106300000009 12.059158000000025,47.505344999999977
12.058487499999956,47.504276000000004 12.058068999999989,47.503293900000131
12.057902700000056,47.502373399999954 12.057892000000095,47.501612400000056
12.057967100000099,47.500999900000011 12.058668999999984,47.498049799999999
12.058753000000081,47.497496700000056 12.058793200000025,47.496788500000093
12.058718100000021,47.496121700000003 12.058519599999954,47.495447499999955
12.058361900000079,47.495073600000126 12.058192400000053,47.494668199999978
12.057959299999993,47.494245599999999 12.057344800000124,47.493435900000009
12.056829900000139,47.492877700000008 12.056068100000005,47.492254200000104
12.055614999999989,47.491941399999973 12.054453399999943,47.491224900000002
12.053418100000101,47.490724600000021 12.051465399999984,47.489822099999913
12.048712799999976,47.488632700000096 12.046794600000055,47.487922599999999
12.044625800000063,47.487183100000095 12.040634000000011,47.486066900000083
12.038283299999989,47.485529299999996 12.036150000000077,47.485124000000042
12.033108700000128,47.484603900000025 12.031068000000062,47.484367900000052
12.027565400000128,47.484029200000066 12.025540500000091,47.483943000000068
12.021223299999917,47.483849599999928 12.018833300000097,47.483831000000009
12.016720500000076,47.483751600000005 12.014601200000016,47.483565200000044
12.012589500000047,47.483264300000003 12.01030360000001,47.482806900000014
12.006291700000133,47.481792400000074 12.002429300000131,47.481034600000001
11.999785099999997,47.480647400000009 11.997182899999984,47.480316800000026
11.993090499999937,47.480031600000075 11.990468300000089,47.479918300000122
11.988928299999998,47.479851700000097 11.986874899999918,47.479681400000061
11.986652499999991,47.479646099999968 11.984420600000078,47.479298900000003
11.982640000000004,47.478848500000026 11.98044050000001,47.477992900000118
11.976706900000067,47.476150899999936 11.972769100000005,47.474370799999917
11.972640800000079,47.47432160000011 11.968645000000095,47.472788300000104
11.964898200000005,47.471525900000074 11.964409000000046,47.471361100000138
11.960212000000007,47.469907300000102 11.955968199999973,47.468507300000113
11.951938199999915,47.467123800000024 11.947934900000007,47.465752300000002
11.943803999999943,47.464172300000003 11.939874000000032,47.462395000000072
11.938133600000128,47.461580299999998 11.936226700000077,47.460908299999971
11.932228300000002,47.460080000000005 11.928036700000121,47.459529999999972
11.923942800000134,47.458940600000062 11.921767800000111,47.458610300000089
11.920030000000054,47.458198300000106 11.918472500000121,47.457644899999991
11.916998299999989,47.456950000000063 11.915219300000047,47.455799700000057
11.913546700000004,47.454506700000024 11.909981899999991,47.451806900000122
11.906411699999978,47.449373300000047 11.902683300000035,47.447336700000108
11.899625500000013,47.445935100000099 11.897711600000093,47.445228000000043
11.894590999999991,47.444117199999994 11.890427699999975,47.442967700000111
11.886327199999982,47.441919600000062 11.884084900000062,47.441244699999997
11.882361300000127,47.440607 11.880335800000012,47.439655300000084
11.878349800000024,47.438493300000061 11.876523700000064,47.437207899999919
11.874877200000128,47.435852800000077 11.871460600000034,47.433102300000003
11.867892800000005,47.430485500000088 11.864204300000004,47.428225100000077
11.860627900000054,47.426257399999997 11.859025500000003,47.425315500000067
11.857477200000005,47.424258399999985 11.855886299999952,47.422837700000059
11.85452690000011,47.421322100000054 11.851533600000096,47.417663400000038
11.849752599999988,47.415928299999962 11.848572400000023,47.414977299999975
11.847317100000055,47.414113300000011 11.845420199999978,47.413058700000022
11.843637200000046,47.412211100000093 11.83972330000006,47.410435000000007
11.835691200000042,47.408747900000037 11.831718299999977,47.407216700000049
```

VERKEHRSINFORMATION ALS TEIL EINER GDI

Anhang D. Traff_ AT Verkehrsmeldung

11.829783000000077,47.406593499999985 11.82779360000012,47.406042099999979
11.825637000000029,47.405683199999999 11.82454940000008,47.405546800000081
11.82346000000011,47.405455700000005 11.821263700000031,47.405387200000007
11.819065600000044,47.405380200000138 11.81456200000008,47.40541500000005
11.812352700000076,47.405277499999954 11.810141699999917,47.404993800000113
11.806958000000122,47.404385600000069 11.80580730000014,47.404086099999972
11.804552,47.403614100000027 11.802880700000117,47.402824500000065
11.801676699999973,47.402009200000123 11.800732499999981,47.401239500000031
11.800185400000032,47.40068030000009 11.799391400000047,47.399663599999997
11.797303499999941,47.395783100000074 11.796667800000137,47.394940800000029
11.795720000000017,47.393892199999982 11.794982799999957,47.39324820000013
11.794486800000129,47.392869200000064 11.793598099999997,47.39225909999999
11.792700299999922,47.391715900000008 11.791583800000126,47.391150200000084
11.790444799999989,47.390646299999958 11.786568300000056,47.389076699999976
11.782439900000099,47.387352899999996 11.779779100000042,47.386459399999922
11.777530200000115,47.386021900000003 11.775739999999985,47.385841700000014
11.773501399999986,47.385858000000098 11.771475000000009,47.386001800000088
11.769382899999925,47.386147100000017 11.767011800000034,47.386081699999977
11.764941099999987,47.385834699999918 11.763975500000015,47.385624000000121
11.763063600000066,47.385391600000048 11.761314799999923,47.384904900000095
11.760971499999982,47.384795899999972 11.760649599999965,47.384679700000106
11.757956700000079,47.383590100000049 11.755735800000025,47.38252940000001
11.754094300000077,47.381527000000062 11.75165880000003,47.379863300000068
11.748311399999977,47.377400500000022 11.744532899999967,47.374869500000045
11.742563599999926,47.373620000000017 11.740915700000016,47.372637699999927
11.737078999999994,47.370376500000077 11.734572800000137,47.368905800000005
11.733323300000109,47.368165600000111 11.731799799999976,47.367329900000072
11.729886399999941,47.366342200000076 11.728118300000062,47.36559799999992
11.726832300000012,47.365200800000139 11.725394700000095,47.364859200000126
11.723678000000007,47.364488600000016 11.722894800000006,47.364314200000138
11.721693200000061,47.364088900000127 11.710883500000079,47.362057500000105
11.710188300000141,47.361918000000117 11.708300000000008,47.361511000000007
11.706978200000094,47.361156400000141 11.706180000000131,47.36087729999997
11.705167200000005,47.360499399999981 11.704163300000062,47.360050000000115
11.703175900000076,47.359493600000064 11.702463500000079,47.359034200000053
11.701587400000108,47.358427600000141 11.700965100000133,47.357918799999993
11.700385700000014,47.357373699999982 11.6998064,47.356719600000019
11.699302100000011,47.356131000000005 11.698797900000045,47.355483999999933
11.697864500000094,47.354226700000027 11.697735700000067,47.354037699999992
11.696802300000115,47.353005500000052 11.69539600000013,47.3517425
11.693573300000082,47.350308299999995 11.69141639999998,47.348731400000077
11.690032400000064,47.347553800000014 11.689013200000009,47.346536099999998
11.688058300000137,47.345249400000114 11.687350199999969,47.344166200000018
11.687006900000029,47.343511900000067 11.686685000000011,47.342734099999973
11.686062700000036,47.340727500000071 11.68534980000004,47.338701300000082
11.684846599999958,47.337559100000078 11.684242600000061,47.336432899999977
11.683118200000138,47.334821600000055 11.680706900000132,47.332207900000014
11.680069399999923,47.331579200000022 11.67864910000003,47.330344500000024
11.676967999999988,47.328869399999974 11.675213100000121,47.327510800000027
11.674549700000114,47.327057000000138 11.673258500000031,47.32620420000012
11.671636900000011,47.325233900000114 11.669690500000058,47.324272399999984
11.665774500000055,47.322556000000077 11.664935200000059,47.322169700000074
11.664495800000111,47.321991300000036 11.663401000000135,47.321546700000056
11.660603000000094,47.320386300000109 11.657841099999985,47.319313399999999
11.656687999999974,47.318907200000126 11.655163700000003,47.318403100000012
11.6531071,47.317849099999989 11.651405300000079,47.317482199999972
11.649533799999915,47.317109600000094 11.64504670000008,47.316346099999976
11.643243600000119,47.315944699999989 11.641130000000032,47.31525000000049
11.639557599999989,47.314590399999986 11.638156700000025,47.313814999999977
11.635819599999934,47.3122204 11.634210100000018,47.311265500000047
11.632761900000105,47.310474599999964 11.631453000000135,47.309899900000062
11.629688100000124,47.309277900000097 11.627987500000131,47.308859600000119
11.62585250000008,47.308517700000095 11.623781700000109,47.308291700000041
11.621202800000049,47.308045200000038 11.618551500000081,47.307652000000019
11.616539900000078,47.307106400000009 11.615263200000129,47.306619000000012
11.613991800000122,47.306051500000137 11.612167900000031,47.305000300000017
11.610462000000098,47.30376710000013 11.607710000000111,47.301911900000107
11.605945200000122,47.300944199999947 11.604539699999975,47.300329400000066
11.603445300000033,47.2999911 11.601320999999928,47.299507300000073
11.599636599999997,47.299321700000007 11.598044600000094,47.299259600000028
11.596986500000128,47.299309600000072 11.594717399999979,47.29956540000012
11.592301799999916,47.299890199999993 11.590425899999957,47.300089300000081
11.588612600000033,47.300165700000036 11.586815600000023,47.300111099999981
11.585453100000109,47.300020200000063 11.583516499999917,47.299863800000082
11.581166900000028,47.299689200000046 11.576939700000025,47.299358100000006
11.575244600000133,47.299168899999984 11.573849800000005,47.298906999999986
11.572422900000049,47.298543200000097 11.570931599999938,47.29807750000009
11.569633399999987,47.297553600000072 11.568378100000075,47.296905999999979
11.567069200000105,47.29605470000007 11.5660929,47.295298000000003
11.565127300000029,47.29435930000011 11.563378500000113,47.292423600000006

VERKEHRSINFORMATION ALS TEIL EINER GDI

Anhang D. Traff_ AT Verkehrsmeldung

11.560540699999933,47.289225400000078 11.560414900000012,47.289091499999984
11.559041400000069,47.287629800000047 11.557238899999959,47.285958899999969
11.555719700000054,47.284811900000079 11.553925800000115,47.283612399999981
11.553076099999998,47.283146600000009 11.5508789000001,47.282115999999974
11.549831700000141,47.281749199999979 11.548433200000034,47.281296100000002
11.547740999999974,47.281114900000091 11.547379900000124,47.281020599999992
11.546870600000091,47.280887400000097 11.543691100000103,47.280182500000024
11.542088200000137,47.279859999999985 11.541920000000061,47.279826200000000
11.539421000000061,47.279323600000055 11.535704000000001,47.278839800000121
11.529043000000115,47.277376000000004 11.527653300000054,47.277163700000017
11.523758500000042,47.276568800000007 11.522142200000019,47.276321999999993
11.520402799999999,47.276119899999969 11.519320600000015,47.275988900000016
11.517952599999944,47.275847900000031 11.514192200000025,47.275720499999977
11.513661099999979,47.275716800000055 11.511067200000127,47.2756842
11.509366600000078,47.275615099999982 11.507349599999998,47.275358600000061
11.506394700000044,47.275151000000108 11.505273900000002,47.274847200000011
11.503790500000036,47.274377500000071 11.49934559999997,47.272641599999986
11.498426100000131,47.27232830000014 11.497122500000046,47.272011300000031
11.495852200000115,47.271824900000007 11.494713900000079,47.271753199999978
11.493413799999985,47.271761500000139 11.491413900000055,47.271901300000025
11.486721000000102,47.272248200000092 11.484607400000016,47.272255499999972
11.482450900000117,47.272073500000033 11.478470600000094,47.271470300000033
11.476656600000126,47.271123000000102 11.476507099999992,47.271094400000038
11.473647000000142,47.270556000000056 11.473174900000004,47.270480200000009
11.468866199999979,47.269629899999984 11.466583100000094,47.269163999999989
11.464428699999985,47.268645700000093 11.462238199999945,47.267885900000124
11.461807800000031,47.267675600000132 11.460236800000075,47.266836399999988
11.458506600000135,47.265638500000136 11.456889400000008,47.264564000000064
11.455285500000059,47.26349010000013 11.454026199999993,47.262918399999999
11.452522800000054,47.262477900000135 11.452066800000011,47.262394200000131
11.450524300000097,47.262178700000005 11.448344200000008,47.261980600000015
11.446874500000092,47.261875099999997 11.444207200000051,47.261683500000117
11.441580799999994,47.261491300000046 11.440559399999984,47.261374799999999
11.439801700000032,47.261274900000046 11.439282300000059,47.261186700000053
11.438538499999936,47.260994400000129 11.437983700000075,47.260834100000011
11.437529599999948,47.260675800000058 11.436822600000085,47.2604127000000131
11.435555000000078,47.259883600000008 11.435024699999985,47.259617500000047
11.433932000000027,47.259088800000029 11.432960200000082,47.258618600000034
11.431449599999951,47.257983600000045 11.430573799999991,47.257649100000094
11.430380499999956,47.257575300000042 11.428917500000068,47.257016599999986
11.424860999999964,47.255720100000019 11.424528399999986,47.255629399999975
11.424227700000017,47.255547500000091 11.422792600000093,47.255156400000089
11.420724000000007,47.254750600000079 11.419089899999996,47.254517500000134
11.418102900000008,47.2544709 11.417098700000054,47.254441700000086
11.415716799999927,47.254377600000112 11.414352100000031,47.254226200000005
11.411699899999917,47.253888299999971 11.409030600000051,47.253457200000014
11.406610199999989,47.253037700000107 11.405614500000013,47.252839600000073
11.404613199999972,47.252607600000033 11.4037012,47.252290799999969
11.402338700000087,47.251697300000046 11.401434600000016,47.251406400000121
11.399983700000064,47.251154800000108 11.39900740000013,47.251078299999961
11.397612600000002,47.251020099999948 11.396518300000025,47.251038200000039
11.395810200000085,47.251122000000066 11.395386400000007,47.2511839
11.39458170000006,47.251344099999926 11.393702000000076,47.251657200000125
11.392511099999979,47.252221700000064 11.390697900000021,47.253011800000081
11.39001120000006,47.253244900000027 11.389120700000092,47.253426900000136
11.388069299999984,47.25350700000013 11.387221699999998,47.253448699999979
11.385451500000102,47.253222999999991 11.384528799999941,47.253142900000114
11.384339400000101,47.253129 11.383420999999942,47.253129 11.382463499999972,47.253204800000049
11.380559900000037,47.253541200000029 11.379159000000072,47.253685400000052
11.377685200000003,47.253604300000063 11.376771900000108,47.253481500000078
11.375007299999936,47.25314400000002 11.372356900000057,47.252695000000017
11.371471799999995,47.252556600000105 11.370635000000005,47.252436500000101
11.369799700000044,47.252348300000108 11.369230900000048,47.252322600000007
11.368607199999929,47.252330900000061 11.367893700000081,47.252385600000139
11.367351900000017,47.2524729000001 11.367046200000118,47.252542100000142
11.366512299999954,47.252662900000018 11.363859700000035,47.25329940000006
11.360950500000058,47.253938700000049 11.359562799999992,47.254191499999999
11.358200200000056,47.254402700000071 11.356693300000074,47.254515499999968
11.355302800000118,47.254533000000038 11.353835100000026,47.254416499999991
11.352418900000089,47.254200900000058 11.351225899999918,47.253932900000109
11.349638000000027,47.253513500000054 11.346882900000139,47.252732800000103
11.345509600000014,47.252400699999953 11.344256400000063,47.252185200000099
11.342934599999921,47.25206280000009 11.341501700000038,47.252075000000048
11.340188100000091,47.252208500000052 11.338728300000071,47.252461700000026
11.336167400000136,47.253204200000027 11.333491700000081,47.254133299999978
11.330541299999993,47.255181900000082 11.328729099999975,47.255899400000089
11.328341900000112,47.256088500000089 11.327011499999969,47.256852999999921
11.325842100000045,47.257726800000114 11.32307580000014,47.260372700000005
11.322344500000042,47.261032700000101 11.321647100000064,47.261611500000015
11.32069220000011,47.262266800000077 11.31957640000013,47.262878400000034

```

11.318804,47.263198800000112 11.317806200000064,47.263540999999975
11.316239800000119,47.263948700000128 11.315113199999985,47.264167200000088
11.313482400000055,47.264305499999978 11.311776599999973,47.264283700000135
11.310049200000037,47.264181700000051 11.304416600000081,47.263766700000019
11.294857199999967,47.263060499999995 11.293033300000047,47.262980400000117
11.291456100000119,47.263009500000067 11.289911200000006,47.263155100000006
11.288827600000047,47.263329900000087 11.287904900000115,47.263533700000096
11.286005900000021,47.264094300000124 11.283935200000087,47.264727700000094
11.282669199999987,47.2650991000001 11.281274500000052,47.265332100000023
11.279836800000112,47.265492199999926 11.277723200000025,47.265528599999925
11.276307000000088,47.265448500000048 11.272916600000003,47.265135300000111
11.271682899999917,47.2650481 11.269601500000022,47.265011700000002
11.267093799999998,47.265025900000069 11.263537400000075,47.265069100000119
11.2625326000001,47.265028100000109 11.261820499999942,47.264981299999931
11.2599917,47.264808300000027 11.258561499999985,47.264560299999914
11.257374299999981,47.264296899999977 11.255936700000063,47.263874900000076
11.254580200000078,47.263407799999982 11.252684500000043,47.262636100000066
11.251837200000125,47.26236849999998 11.250235999999973,47.261960999999985
11.248626600000023,47.261677099999929 11.247634000000005,47.261583099999996
11.246654000000092,47.261578799999995 11.245604999999955,47.261617199999989
11.244436599999915,47.261753700000042 11.243236799999977,47.261928399999931
11.241729299999918,47.262226800000121 11.240515600000037,47.2625362
11.23815170000006,47.26335000000003 11.235752000000105,47.2644583
11.23493660000014,47.264946200000054 11.234111000000041,47.265452900000071
11.233113300000007,47.266171700000029 11.232720300000004,47.266497399999992
11.232474500000137,47.266709400000138 11.230996700000105,47.267984999999953</gml:coordinates>
177 </gml:LineString>
178 </route>
179 <externalRef>
180 <externalOrganisation>OpenStreetMap</externalOrganisation>
181 <externalId></externalId>
182 <link>http://xapi.openstreetmap.org/api/0.6/way[name=Inntal%20Autobahn][bbox=11.23,47.26,12.1,47.5]</
link>
183 </externalRef>
184 </position>
185 <tpegLocation language="en">
186 <tpeg:location_coordinates location_type="route">
187 <tpeg:WGS84 latitude="47.547682676841795" longitude="12.119121551513671" />
188 <tpeg:location_descriptor descriptor_type="road_number" descriptor="A12_Inntalautobahn" />
189 <tpeg:location_descriptor descriptor_type="town_name" descriptor="Langkampfen" />
190 <tpeg:WGS84 latitude="47.26781473575178" longitude="11.230945587158203" />
191 <tpeg:location_descriptor descriptor_type="road_number" descriptor="A12_Inntalautobahn" />
192 <tpeg:location_descriptor descriptor_type="town_name" descriptor="Zirl" />
193 <tpeg:direction direction_type="both_ways" />
194 </tpeg:location_coordinates>
195 </tpegLocation>
196 </implicationLocation>
197 </traff:TrafficMessage>
198 </gml:featureMember>
199 </gml:FeatureCollection>

```

D.2. Baustelle

D.2.1. GML Datei

Das Programmlisting D.2 stellt die Verkehrsmeldung aus Abbildung 3.15 als Traff_AT-GML Datei dar.

Listing D.2: Baustellenmeldung

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <gml:FeatureCollection xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
3   xsi:schemaLocation="http://www.traff_at.at/traff_at.xsd" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
4   xmlns:traff="http://www.traff_at.at" xmlns:tpeg="http://www.tpeg.org/">
5 <gml:boundedBy><gml:Envelope srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
6   <gml:pos>47.05949779641054 10.748480973059822</gml:pos>
7   <gml:pos>47.061499587968839 10.747039003288426</gml:pos>
8 </gml:Envelope></gml:boundedBy>
9   <gml:featureMember>
10     <traff:TrafficMessage >
11       <id>ID_1</id>
12       <validityPeriod>
13         <start>2010-11-08T07:00:00.0Z</start>
14         <end>2010-11-19T18:00:00.0Z</end>

```

```

15     </validityPeriod>
16     <originator>
17         <name>Bezirkshauptmannschaft Landeck</name>
18         <email>bh.landeck@tirol.gv.at</email>
19         <phone>+43054426996</phone>
20     </originator>
21     <distributor>
22         <name>Amt der Tiroler Landesregierung Abt. Verkehrsrecht</name>
23         <email>verkehrsrecht@tirol.gv.at</email>
24         <phone>+435125080</phone>
25     </distributor>
26     <messageInfo>
27         <generationTime>2010-10-05T10:43:00.0Z</generationTime>
28         <expiryTime>2010-11-26T18:00:00.0Z</expiryTime>
29         <updateTime>2010-10-05T10:43:00.0Z</updateTime>
30         <version>0</version>
31     </messageInfo>
32     <basis>
33         <type>2</type>
34     </basis>
35     <addInfo>
36         <languageCode>de</languageCode>
37         <freeText>Sanierung der StÄ(etzmauer – Randleisten</freeText>
38     </addInfo>
39     <summary>
40         <languageCode>de</languageCode>
41         <freeText>Baustelle auf der L18 – Kaunertalstrasse zwischen km 7,5 und 7,75 wegen Sanierungsarbeiten der
                StÄ(etzmauer vom 11.10.2010 bis 26.11.210. Im Baustellenbereich besteht eine Ampelregelung, sodass mit
                kurzen Wartezeiten zu rechnen ist.</freeText>
42     </summary>
43     <totalEffect>
44         <traveltimeDelay>15</traveltimeDelay>
45     </totalEffect>
46     <impact>
47         <impactCode>4</impactCode>
48         <impactSubcode>4_4</impactSubcode>
49     </impact>
50     <impact>
51         <impactCode>4</impactCode>
52         <impactSubcode>4_1</impactSubcode>
53     </impact>
54     <cause>
55         <causeId>0</causeId>
56         <causeCode>2</causeCode>
57         <causeSubcode>2_2</causeSubcode>
58     </cause>
59     <succCause>
60         <causeId>1</causeId>
61         <causeCode>2</causeCode>
62         <causeSubcode>2_23</causeSubcode>
63         <causedBy>0</causedBy>
64     </succCause>
65     <implicationLocation>
66         <road>
67             <functionalRoadClass>4</functionalRoadClass>
68             <segment>
69                 <name>Kaunertal Strasse</name>
70                 <roadNumber>L18</roadNumber>
71                 <kmFrom>7.5</kmFrom>
72                 <kmTo>7.75</kmTo>
73             </segment>
74         </road>
75         <position>
76             <point>
77                 <geo><gml:Point srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
78                     <gml:pos>47.05949779641054 10.748480973059822</gml:pos>
79                 </gml:Point></geo>
80                 <role>Start</role>
81             </point>
82             <point>
83                 <geo><gml:Point srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
84                     <gml:pos>47.061499587968839 10.747039003288426 </gml:pos>
85                 </gml:Point></geo>
86                 <role>End</role>
87             </point>
88         </route>
89     </implicationLocation>
90     <gml:LineString>

```

```

91         <gml:posList srsDimension="2" srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
92             10.748480973059822 47.05949779641054 10.748337399999432 47.059762900000024 10.747177299999434
93             47.061242900000011 10.747039003288426 47.061499587968839</gml:posList>
94         </gml:LineString>
95     </route>
96     <externalRef>
97         <externalOrganisation>OpenStreetMap</externalOrganisation>
98         <externalId></externalId>
99         <link>http://xapi.openstreetmap.org/api/0.6/way[ref=L18][bbox=10.74,47.05,10.75,47.07]</link>
100     </externalRef>
101 </position>
102 <tpgLocation language="en">
103     <tpg:location_coordinates location_type="route">
104         <tpg:WGS84 latitude="47.061325" longitude="10.747534" />
105         <tpg:location_descriptor descriptor_type="road_number" descriptor="L18_Kaunertalstrasse" />
106         <tpg:location_descriptor descriptor_type="town_name" descriptor="Kaunertal" />
107         <tpg:WGS84 latitude="47.059947" longitude="10.748425" />
108         <tpg:location_descriptor descriptor_type="road_number" descriptor="L18_Kaunertalstrasse" />
109         <tpg:location_descriptor descriptor_type="town_name" descriptor="Kaunertal" />
110         <tpg:direction direction_type="both_ways" />
111     </tpg:location_coordinates>
112 </tpgLocation>
113 </implicationLocation>
114 </traff:TrafficMessage>
115 </gml:featureMember>
116 </gml:FeatureCollection>

```

D.2.2. GeoRSS Datei

Listing D.3: GeoRSS Feed Baustelle

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
2 <feed xsi:schemaLocation="http://www.w3.org/2005/Atom http://www.kbcafe.com/rss/atom.xsd.xml
3 http://www.opengis.net/gml http://www.georss.org/xml/1.1/gmlgeorss.xsd http://www.traff_at.at/traff_at.xsd" xmlns:xsi="
4 http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom" xmlns:traff_at="http://www.
5 traff_at.at" xmlns:tpg="http://www.tpeg.org/" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:xi="http://www.w3.org
6 /2001/XInclude" >
7 <title>Verkehrsinformation Tirol</title>
8 <author>
9 <name>Tirol Verkehrsinfo</name>
10 <email>verkehrsplanung@tirol.gv.at</email>
11 </author>
12 <id>tag:www.tirol.gv.at,2010-10-16:/verkehr/verkehrsinfo/20101016_0932</id>
13 <subtitle>Verkehrsinformationen zu Baustellen, Sperren, Behinderungen in Tirol</subtitle>
14 <updated>2010-10-16T09:32:26Z</updated>
15 <link rel="alternate" href="http://www.tirol.gv.at/verkehrslage" />
16 <entry>
17 <id>tag:www.tirol.gv.at,2010-10-05:/verkehr/verkehrsinfo/20101005_100</id>
18 <title>Baustelle auf der L18-Kaunertalstrasse, 8.11.2010 bis 19.11.2010</title>
19 <updated>2010-10-05T10:43:00.0Z</updated>
20 <author>
21 <name>Amt der Tiroler Landesregierung Abt. Verkehrsrecht</name>
22 <email>verkehrsrecht@tirol.gv.at</email>
23 </author>
24 <summary type="html">Baustelle auf der L18-Kaunertalstra&#223;e zwischen km 7,5 und 7,75 wegen Sanierungsarbeiten der
25 St&#252;tzmauer vom 11.10.2010 bis 26.11.2010. Im Baustellenbereich besteht eine Ampelregelung, sodass mit kurzen
26 Wartezeiten zu rechnen ist</summary>
27 <content type="html"><![CDATA[
28 <table cellpadding="2" cellspacing="2">
29 <tr>
30 <td align="right">
31 Stra&#223;e:
32 </td>
33 <td width="250">
34 Kaunertalstra&#223;e L18, km 7,5 bis 7,75
35 </td>
36 <td rowspan="7">
37 
34         </td>
35     </tr>
36 </tr>
37
38 <tr>
39     <td align="right">
40         Ursache:
41     </td>
42     <td>
43         Baustelle, Bauarbeiten
44     </td>
45 </tr>
46 <tr>
47     <td align="right">
48         <b>Auswirkung:</b>
49     </td>
50     <td>
51         <b>Behinderung durch Fahrbahnverengung, Wartezeit, provisorische Ampelregelung</b>
52     </td>
53 </tr>
54 <tr>
55     <td align="right">
56         Umleitung:
57     </td>
58     <td>
59         keine
60     </td>
61 </tr>
62 <tr>
63     <td align="right">
64         Fahrzeitverl&#228;ngerung:
65     </td>
66     <td>
67         15 min
68     </td>
69 </tr>
70 <tr>
71     <td align="right">
72         Erwartete Staul&#228;nge:
73     </td>
74     <td>
75         keine
76     </td>
77 </tr>
78 <tr>
79     <td align="right">
80         Geschwindigkeitsreduktion:
81     </td>
82     <td>
83         keine
84     </td>
85 </tr>
86 </table>
87 </content>
88 </contributor>
89 <contributor>
90     <name>Bezirkshauptmannschaft Landeck</name>
91     <email>bhlandeck@tirol.gv.at</email>
92 </contributor>
93 <published>2010-10-05T10:43:00.0Z</published>
94 <link rel="via" href="http://www.tirol.gv.at/verkehrsinfo/20101005_100.xml" />
95 <category scheme="traff_at.xsd/basis" term="2" label="Bescheid" />
96 <category scheme="traff_at.xsd/effect#traveltimeDelay" term="15" label="Fahrzeitverl&#228;ngerung_15_Minuten" />
97 <category scheme="traff_at.xsd/impactCode" term="4" label="Behinderung" />
98 <category scheme="traff_at.xsd/impactSubCode" term="4_1" label="Fahrbahnverengung" />
99 <category scheme="traff_at.xsd/impactSubCode" term="4_4" label="Wartezeit" />
100 <category scheme="traff_at.xsd/CauseCode" term="2" label="Stra&#223;enzustand" />
101 <category scheme="traff_at.xsd/CauseSubCode" term="2_2" label="Baustelle,_Bauarbeiten" />
102 <category scheme="traff_at.xsd/CauseSubCode" term="2_23" label="provisorische_Ampelregelung" />
103 <category scheme="traff_at.xsd/implicationLocation/road/segment#name" term="Kaunertalstra&#223;e" label="Kaunertalstra
&#223;e" />
104 <category scheme="traff_at.xsd/implicationLocation/road/segment#roadNumber" term="L18" label="L18" />
105 <category scheme="traff_at.xsd/validityPeriod#start" term="2010-11-08T07:00:00.0Z" label="von_8._November_2010,_7_Uhr"
></category>
106 <category scheme="traff_at.xsd/validityPeriod#end" term="2010-11-19T18:00:00.0Z" label="bis_19._November_2010,_18_Uhr"
></category>
107 <category scheme="traff_at.xsd/implicationLocation/road#functionalRoadClass" term="4" label="FRC_4"></category>
```

```

108 <gml:Point>
109 <gml:pos srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">47.05949779641054 10.748480973059822</gml:pos>
110 </gml:Point>
111 <gml:Point>
112 <gml:pos srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">47.061499587968839 10.747039003288426 </gml:pos>
113 </gml:Point>
114 <gml:LineString>
115 <gml:posList srsDimension="2" srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">10.748480973059822
    47.05949779641054 10.748337399999432 47.059762900000024 10.747177299999434 47.061242900000011
    10.747039003288426 47.061499587968839</gml:posList>
116 </gml:LineString>
117 </entry>
118 </feed>

```

D.3. Verkehrslage

Listing D.4: Verkehrslagemeldung als Traff_AT_GeoRSS Newsfeed

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
2 <feed xsi:schemaLocation="http://www.w3.org/2005/Atom http://www.kbcafe.com/rss/atom.xsd.xml
3 http://www.opengis.net/gml http://www.georss.org/xml/1.1/gmlgeorss.xsd http://www.traff_at.at/traff_at.xsd" xmlns:xsi="
    http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom" xmlns:traff_at="http://www.
    traff_at.at" xmlns:tpeg="http://www.tpeg.org/" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:xi="http://www.w3.org
    /2001/XInclude" >
4 <title>Verkehrsinformation Tirol</title>
5 <author>
6 <name>Tirol Verkehrsinfo</name>
7 <email>verkehrsplanung@tirol.gv.at</email>
8 </author>
9 <id>tag:www.tirol.gv.at,2010-10-05:/verkehr/verkehrsinfo/20101005_1043</id>
10 <subtitle>Verkehrsinformationen zu Baustellen, Sperren, Behinderungen in Tirol</subtitle>
11 <updated>2010-10-05T10:43:00Z</updated>
12 <link rel="alternate" href="http://www.tirol.gv.at/verkehrslage" />
13 <entry>
14 <id>tag:www.tirol.gv.at,2010-10-05:/verkehr/verkehrsinfo/20101005_002</id>
15 <title>Verkehrslage L18-Kaunertalstrasse, Gasthof Alpenrose</title>
16 <updated>2010-10-05T10:43:00.0Z</updated>
17 <author>
18 <name>Amt der Tiroler Landesregierung Abt. Verkehrsrecht</name>
19 <email>verkehrsrecht@tirol.gv.at</email>
20 </author>
21 <summary type="html">Verkehrslage L18-Kaunertalstrasse, Gasthof Alpenrose, beide Richtungen frei</summary>
22 <content type="html"><![CDATA[
23 <table cellpadding="2" cellspacing="2">
24 <tr>
25 <td align="right">
26 Stra&#223;e:
27 </td>
28 <td width="250">
29 Kaunertalstra&#223;e L18, km 4,97
30 </td>
31 <td rowspan="7">
32 
34 </td>
35 </tr>
36 <tr>
37 <td align="right">
38 Ursache:
39 </td>
40 <td>
41 keine
42 </td>
43 </tr>
44 <tr>
45 <td align="right">
46 <b>Auswirkung:</b>
47 </td>
48 <td>
49 <b>normaler Betrieb</b>
50 </td>
51 </tr>
52 </td>

```



```

53         </tr>
54         <tr>
55             <td align="right">
56                 Umleitung:
57             </td>
58             <td>
59                 keine
60             </td>
61         </tr>
62         <tr>
63             <td align="right">
64                 FahrzeitverlÄngerung:
65             </td>
66             <td>
67                 keine
68             </td>
69         </tr>
70         <tr>
71             <td align="right">
72                 Erwartete StaulÄnge:
73             </td>
74             <td>
75                 keine
76             </td>
77         </tr>
78         <tr>
79             <td align="right">
80                 Geschwindigkeitsreduktion:
81             </td>
82             <td>
83                 keine
84             </td>
85         </tr>
86     </table>
87     ]] >
88 </content>
89 <contributor>
90     <name>Bezirkshauptmannschaft Landeck</name>
91     <email>bhlandeck@tirol.gv.at</email>
92 </contributor>
93 <published>2010-10-05T10:43:00.0Z</published>
94 <category scheme="traff_at.xsd/basis" term="2" label="Bescheid" />
95 <category scheme="traff_at.xsd/effect#traveltimeDelay" term="0" label="keine_Fahrzeitverl&#228;ngerung" />
96 <category scheme="traff_at.xsd/impactCode" term="3" label="Verkehrsfluss" />
97 <category scheme="traff_at.xsd/impactSubCode" term="3_1" label="normaler_Betrieb" />
98 <category scheme="traff_at.xsd/implicationLocation/road/segment#name" term="Kaunertalstra&#223;e" label="Kaunertalstra
&#223;e" />
99 <category scheme="traff_at.xsd/implicationLocation/road/segment#roadNumber" term="L18" label="L18" />
100 <category scheme="traff_at.xsd/validityPeriod#start" term="2010-10-05T10:43:00.0Z" label="von_5._Oktober_2010,_10:43_
Uhr"></category>
101 <category scheme="traff_at.xsd/validityPeriod#end" term="2010-10-05T10:53:00.0Z" label="bis_5._Oktober_2010,_10:53_
Uhr"></category>
102 <category scheme="traff_at.xsd/implicationLocation/road#functionalRoadClass" term="4" label="FRC_4"></category>
103 <gml:Point>
104     <gml:pos srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">47.05949779641054 10.748480973059822</gml:pos>
105 </gml:Point>
106 <gml:Point>
107     <gml:pos srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">47.061499587968839 10.747039003288426 </gml:pos>
108 </gml:Point>
109 <gml:LineString>
110     <gml:posList srsDimension="2" srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">10.748480973059822
111         47.05949779641054 10.748337399999432 47.059762900000024 10.747177299999434 47.061242900000011
112         10.747039003288426 47.061499587968839</gml:posList>
113 </gml:LineString>
114 <traff_at:TrafficMessage >
115     <!-- Hier folgt die Verkehrsmeldung kodiert nach dem Traff_AT Anwendungsschema-->
116     <id xmlns="">ID_1</id>
117     <validityPeriod xmlns="">
118         <start>2010-10-05T10:43:00.0Z</start>
119         <end>2010-10-05T10:53:00.0Z</end>
120     </validityPeriod>
121     <originator xmlns="">
122         <name>Bezirkshauptmannschaft Landeck</name>
123         <email>bh.landdeck@tirol.gv.at</email>
124         <phone>+43054426996</phone>
125     </originator>
126     <distributor xmlns="">
127         <name>Amt der Tiroler Landesregierung Abt. Verkehrsrecht</name>
128         <email>verkehrsrecht@tirol.gv.at</email>
129         <phone>+435125080</phone>

```

```

128     </distributor>
129     <messageInfo xmlns="">
130         <generationTime>2010-10-05T10:43:00.0Z</generationTime>
131         <expiryTime>2010-10-05T10:53:00.0Z</expiryTime>
132         <updateTime>2010-10-05T10:43:00.0Z</updateTime>
133         <version>0</version>
134     </messageInfo>
135     <basis xmlns="">
136         <type>3</type>
137     </basis>
138     <summary xmlns="">
139         <languageCode>de</languageCode>
140         <freeText>Verkehrslage L18-Kaunertalstrasse, Gasthof Alpenrose, beide Richtungen frei</freeText>
141     </summary>
142     <totalEffect xmlns="">
143         <traveltimeDelay>0</traveltimeDelay>
144     </totalEffect>
145     <impact xmlns="">
146         <impactCode>3</impactCode>
147         <impactSubcode>3_1</impactSubcode>
148     </impact>
149     <implicationLocation xmlns="">
150         <road>
151             <functionalRoadClass>4</functionalRoadClass>
152             <segment>
153                 <name>Kaunertal Strasse</name>
154                 <roadNumber>L18</roadNumber>
155                 <kmFrom>4.97</kmFrom>
156                 <kmTo>4.97</kmTo>
157             </segment>
158         </road>
159         <position>
160             <point>
161                 <geo><gml:pos srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
162                     47.0747852845 10.7234089672</gml:pos>
163                 </geo>
164                 <role>Direct</role>
165             </point>
166             <externalRef>
167                 <externalOrganisation>OpenStreetMap</externalOrganisation>
168                 <externalId></externalId>
169                 <link>http://xapi.openstreetmap.org/api/0.6/way[ref=L18][bbox=10.74,47.05,10.75,47.07]</link>
170             </externalRef>
171         </position>
172         <tpegLocation language="en">
173             <tpeg:location_coordinates location_type="route">
174                 <tpeg:WGS84 latitude="47.074785284" longitude="10.7234089672" />
175                 <tpeg:location_descriptor descriptor_type="road_number" descriptor="L18_Kaunertalstrasse" />
176                 <tpeg:location_descriptor descriptor_type="town_name" descriptor="Kaunertal" />
177                 <tpeg:direction direction_type="both_ways" />
178             </tpeg:location_coordinates>
179         </tpegLocation>
180     </implicationLocation>
181 </traff_at:TrafficMessage>
182 </entry>
183 </feed>

```