



Zur Nutzung von Geodaten in zukünftigen Telematiksystemen

Wolfgang Möhlenbrink, Thomas Wiltshcko und
Thilo Kaufmann, Stuttgart

Kurzfassung

Zukünftige Kfz-Navigations- und Fahrerassistenzsysteme benötigen in vielen Konzepten Informationen aus digitalen Karten, die heute noch nicht bereitgestellt werden können. Aufgrund des sicherheitsrelevanten Eingriffs in den Fahrprozess ergeben sich völlig neue Anforderungen hinsichtlich der Qualität von Geodaten, die bisher in der Geoinformatik kaum behandelt sind. Im Rahmen des EU-Projekts EuroRoadS wird eine Plattform entwickelt, mit deren Hilfe ein vereinfachter und harmonisierter Zugang zu Straßendaten der öffentlichen Hand realisiert werden soll. Ein wesentliches Element ist dabei die Entwicklung und Implementierung eines Qualitätsmanagementkonzepts entlang der gesamten Prozesskette als Voraussetzung einer Datenbereitstellung in der von Seiten der Anwender geforderten Qualität. Die Bereitstellung sicherheitsrelevanter Geoinformationen stellt eine Herausforderung dar und bietet gleichzeitig die Chance zur Erschließung zukünftiger Märkte für die Geodaten.

Abstract

In many concepts of advanced navigation and driver assistance systems information from digital maps are required, which cannot be delivered up to now. The safety-related intervention in driving process results in totally new requirements with regarding quality of geodata, hardly investigated within geoinformatics up to now. Within the European project EuroRoadS a platform will be developed for an easier and harmonised access to public road data. One essential objective is development and implementation of a quality management concept covering the entire information chain. Inspection of the total process is a precondition to deliver geodata with user's quality requirements. Provision of quality assured geoinformation for safety-related applications is a challenge for geodesists. It offers a chance to opening up new markets.

1. Einleitung

In den letzten Jahrzehnten konnte durch fahrzeugautonome Fahrerassistenzsysteme wie ABS (Antiblockiersystem) und ESP (Elektronisches Stabilitätsprogramm) ein signifikanter Rückgang von verletzten und insbesondere getöteten Personen im Straßenverkehr erreicht werden und dies trotz einer stetigen Zunahme des Verkehrsaufkommens. Im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern weist der Straßenverkehr jedoch immer noch die höchsten Unfall- und Verletzungszahlen auf. Aus diesem Grund sind auf politischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Ebene weitere Bestrebungen im Gange, die Straßenverkehrssicherheit nachhaltig zu steigern.

Die Linie von Fahrerassistenzsysteme zur Steigerung der Verkehrssicherheit lässt sich durch Systeme wie Geschwindigkeitswarner (Speed Alert), Kurvenwarner, Kreuzungsassistenz, Spurhalte- und -wechselassistenz etc., die auch unter der Bezeichnung Advanced Driver Assistenz System (ADAS) subsumiert werden, fortsetzen. Bei der Betrachtung derartiger Systemansätze zeigt sich, dass dies in vielen Fällen nicht mehr fahrzeugautonom zu lösen ist. Neben Ansätzen einer Infrastruktorkoppelung und einer

kommunikativen Verknüpfung der Fahrzeuge erlangt die digitale Karte eine besondere Bedeutung. Durch diese kann ein Abbild mit den straßen- und fahrtrelevanten Objekten im Fahrzeug vorgehalten werden und als Datenquelle für diverse Fahrerassistenzsysteme genutzt werden.

Die heute im Bereich der Fahrzeugnavigation erfolgreich eingesetzt und dafür entwickelte Karte weist für viele Anwendungen eine nicht ausreichende Qualität auf. Zum anderen zeigen sich auch inhaltliche Defizite, da gewisse Karteninhalte nicht oder nicht flächendeckend, d.h. nur für bestimmte Straßenkategorien, bereitgestellt werden. Die Gründe liegen hierbei weniger im technologischen als vielmehr im wirtschaftlichen Bereich.

Für einen kommerziellen Kartenhersteller sind bestimmte Straßendaten wie Geschwindigkeitsbeschränkung nur mit hohem Aufwand erfassbar. Zum anderen ist die Pflege des Datenbestands mit einem extrem hohen Aufwand verbunden, jedoch für einen aktuellen Datenbestand unerlässlich. So zeigt sich beispielsweise bei den Geschwindigkeitsbeschränkungen mit 5-15% pro Jahr eine sehr hohe Änderungsrate.



Abb. 1: Speed Alert System als Beispiel für ein kartengestütztes Fahrerassistenzsystem

Ziel muss also sein die Daten der öffentlichen Hand für kommerzielle Anwendungen zugänglich zu machen, da dort für Planungs- und Verwaltungszwecke diese Daten bereits vorliegen (z.B. verkehrsrechtliche Anordnung für Geschwindigkeitsbeschränkungen). Durch diesen Ansatz lässt sich bereits eine deutlich höhere Aktualität erreichen. Eine weitere Qualitätsverbesserung kann erzielt werden, indem ein entsprechendes Qualitätsmanagementkonzept implementiert wird und die Qualität der verfügbaren Daten in einer für den Nutzer verständlichen und anwenderfreundlichen Form bereitgestellt wird.

2. Anforderungen an Geodaten

Welche Anforderungen von Telematiksystemen an Geodaten zu stellen sind, ist zum heutigen Zeitpunkt noch nicht detailliert untersucht. Erste Hinweise gibt das Projekt NextMap [1]. Hier wurden für verschiedene Assistenzsysteme sowohl der notwendige Dateninhalt als auch die geometrische Genauigkeit der Straßengeometrie, Spurbreite, Positionsgenauigkeit von Geobjekten etc. gegeben. Abbildung 2 zeigt einen Ausschnitt der Untersuchungsergebnisse. Neben der Genauigkeit der Geodaten ist eine korrespondierende Genauigkeit der Ortung notwendig.

Weitere Qualitätseinflüsse werden in [1] nicht im Detail behandelt.

Einen weiteren Zugang zur Formulierung von Qualitätsanforderungen liefert die Fehlerwahrscheinlichkeit. Eine Betrachtung der Unfallstatistik zeigt hierbei, dass über 80% der Unfälle auf Fehlverhalten des Fahrzeugführers zurückzuführen sind. Einen ersten Ansatz zur Abschätzung eines akzeptierten Risikolevels liefert das EU-Projekt RESPONSE 2. Hiernach ist die Sterberate für den Straßenverkehr wie folgt abgeschätzt:

5×10^{-6} /Jahr aufgrund technische Fehler und

1×10^{-4} /Jahr aufgrund menschlicher Fehler.

Diese Werte können herangezogen werden als hypothetisches Risikoniveau im Rahmen von einer Risikoanalyse zukünftiger Fahrerassistenzsysteme. Dabei ist insbesondere der Wert für das menschliche Fehlverhalten von Bedeutung. Von einem Assistenzsystem muss gefordert werden, dass von ihm ausgehende Gefährdungspotenzial aufgrund Systemversagen unter dem Wert des menschlichen Versagens liegt und somit insgesamt eine Sicherheitssteigerung durch den Betrieb des Systems erreicht werden kann.

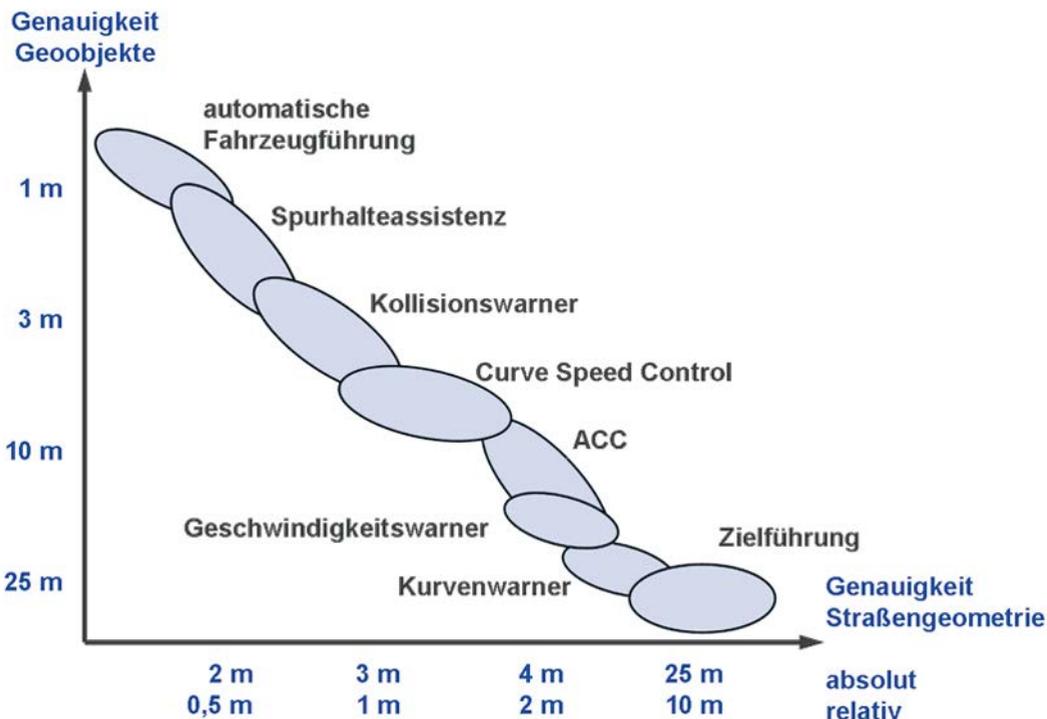


Abb. 2: Genauigkeitsanforderungen an ADAS (in Anlehnung an [1])

Fahrerassistenzsysteme erfordern zwingend einen leittechnisch sicheren Betrieb. Da bei derartigen Systemen die Ergebnisse mit einem direkten oder indirekten Eingriff in den Fahrprozess verbunden sind, überträgt sich die Forderung des sicheren Betriebs auf die im System genutzten Daten und prozessierten Informationen. Es sind somit sichere Daten und Informationen erforderlich, die eine Qualität aufweisen, dass sich das von ihnen ausgehende Risiko unter einem akzeptierten Risikoniveau befindet. Dabei liegen die Anforderungen für ADAS deutlich über der Qualität heute verfügbaren Straßenkarten für Navigationssysteme, deren Integrität zwischen 95% und 98% liegt.

Der sichere Betrieb von ADAS erfordert die Definition von spezifischen Qualitätsforderungen und eine umfassende Qualitätsbeschreibung sowie einen wohl definierten Qualitätssicherungsprozess über die gesamte Informationskette von der Datenerhebung bis hin zur Nutzung in einem ADAS.

Innerhalb des Projekts EuroRoadS wird derzeit ein entsprechendes Qualitätsmanagementkon-

zept erarbeitet. Eine wesentliche Grundlage hierfür bildet das in Abbildung 3 dargestellte Qualitätskonzept bestehend aus einem Qualitätsmodell zur Beschreibung der Qualität einzelner Informationen und eine Analyseverfahren mit dessen Hilfe die Beschreibung und Bewertung der Qualität von Information innerhalb von Prozessen durchgeführt werden kann.

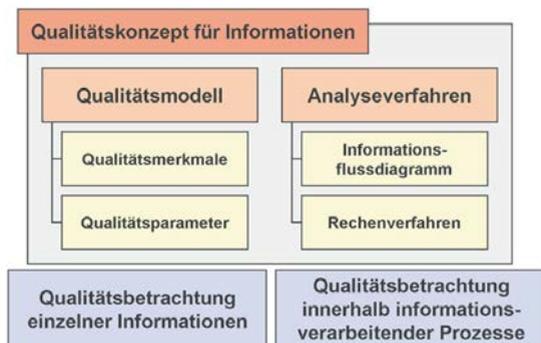


Abb. 3: Qualitätskonzept für Informationen

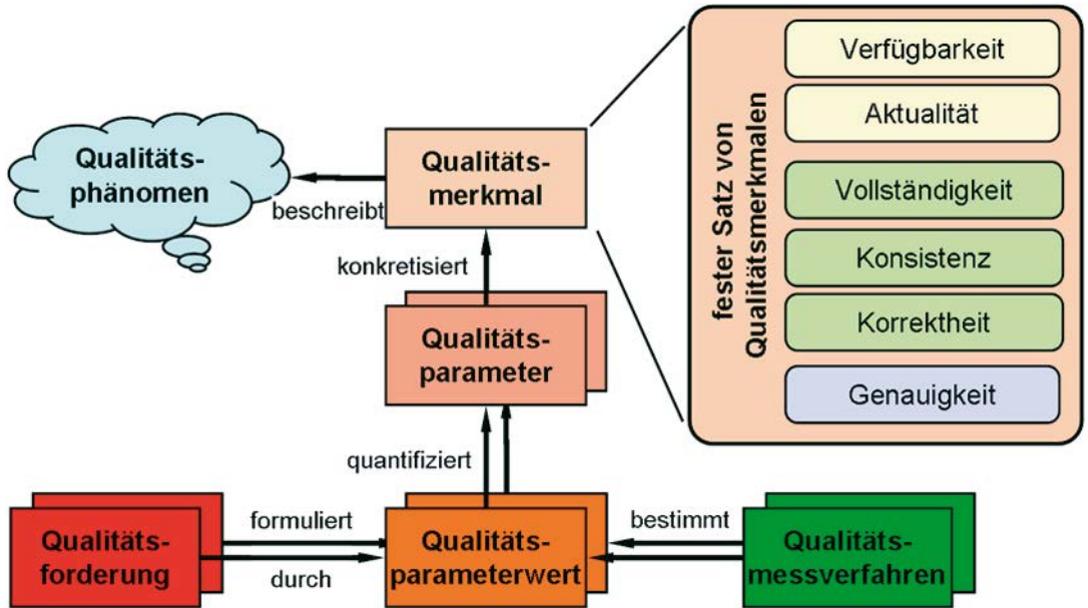


Abb. 4: EuroRoadS-Qualitätsmodell

3. Projekt EuroRoadS

EuroRoadS ist ein von der Europäischen Union im Rahmen des eContent-Programms gefördertes Projekt, welches im März 2003 mit einer Laufzeit von 30 Monaten gestartet wurde. Am Projekt beteiligt sind u. a. Vertreter von Vermessungs- und Kartographiebehörden, verschiedene Dachorganisationen, ein Diensteanbieter.

Das Hauptziel von EuroRoadS ist die Schaffung einer Plattform zur Bereitstellung von Straßendaten. Dazu wird ein Spezifikationsrahmen bestehend aus der Beschreibung der Strukturen und Inhalte der Straßendaten, ein Qualitätsmodell und Austauschmechanismen erarbeitet und anhand von Prototypen getestet. Der Fokus bildet dabei vorhandene Straßendaten aus dem Bereich der öffentlichen Hand (Vermessungs-, Straßenbau- und Kommunalverwaltung) für die Anbieter von Diensten zugänglich zu machen.

In EuroRoadS wird hierzu die gesamte Informationskette von der Datenerfassung bis hin zum Dienst betrachtet. Das Projekt hat nicht zum Ziel eine neue gesamteuropäische Straßendatenbank zu schaffen, sondern möchte vielmehr Interessenten und Nutzer von Straßendaten einen

Zugang zu den lokal vorgehaltenen Straßendatenbeständen geben. Hierzu wird eine standardisierte und harmonisierte Geodaten-Infrastruktur geschaffen über die aktuelle und qualitätsgesicherte Straßendaten entsprechend identifizierter Nutzeranforderungen austauschbar sind. Zu weiteren europäischen Projekten im Bereich Geoinformation (INSPIRE) und ITS¹⁾ (ActMap, SpeedAlert, Map&ADAS) besteht eine enge Verknüpfung.

4. Qualitätsmanagementkonzept für Geodaten

4.1. Qualitätsmodell

Die Basis für ein Qualitätsmanagementkonzept ist eine einheitliche und objektive Beschreibung der Qualität. Hierzu ist ein Qualitätsmodell erforderlich, welches alle Einflüsse und Phänomene auf die Qualität eindeutig beschreiben lässt. Das Qualitätsmodell soll für alle Beteiligten gleichermaßen anwendbar sein. Im Hinblick auf die Betrachtung der Qualität innerhalb von informationsverarbeitenden Prozessen muss außerdem die Möglichkeit bestehen Abhängigkeiten zwischen Qualitätsmerkmalen zu beschreiben.

Für EuroRoadS wurde ein Qualitätsmodell entwickelt, welches aus einem festen Satz von sechs inhärenten Qualitätsmerkmalen besteht.

1) ITS steht für Intelligent Transport System und umfasst u.a Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) wie Geschwindigkeitswarner (Speed Alert), Kurvenwarner, Kreuzungsassistentz, Spurhalte- und -wechselassistentz etc.

Eine Konkretisierung erfolgt über die Qualitätsparameter. Eine Festsetzung auf bestimmte Parameter ist hierbei nicht gefordert. Die Quantifizierung erfolgt über die Qualitätsparameterwerte, die durch geeignete Evaluationsmethoden zu erheben sind. Ebenso werden die Qualitätsparameterwerte genutzt, um Qualitätsanforderungen zu formulieren.

Die Definition eines festen Satzes von Qualitätsmerkmalen legt einen Rahmen fest und sichert damit die Einheitlichkeit der Qualitätsbeschreibung. Durch die Möglichkeit der Nutzung verschiedener Qualitätsparameter ist wiederum die notwendige Flexibilität gegeben, die erforderlich ist um die unterschiedlichen Daten und Datentypen in ihrer Qualität zu beschreiben.

4.2. Analyseverfahren

Ein weiteres wichtiges Element in einem Qualitätsmanagementkonzept ist die Beschreibung und Analyse der Prozesse. Das im Rahmen von EuroRoadS entwickelte Analyseverfahren dient zur Beschreibung und Bewertung der Datenqualität innerhalb informationsverarbeitenden Prozessen, wie sie bei der Erfassung, Fortführung, Analyse, Übertragung von Geodaten etc. auftreten. Bestandteile des Verfahrens sind ein grafischer Teil zur Modellierung der Datenverarbeitungsprozesse und ein rechnerischer Teil zur Bewertung der Datenqualität.

Das Analyseverfahren basiert auf der Ereignisablaufanalyse und der Fehlerbaumanalyse, die u.a. im Maschinenbau im Rahmen der Zuverlässigkeitsanalyse angewandt werden [2]. Neben einer grafischen Darstellung kann mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung die Ausfallwahrscheinlichkeit des Systems in Abhängigkeit der Verfügbarkeit der Systemkomponenten und deren logischen Verknüpfung berechnet werden.

Übertragen auf die Bewertung der Datenqualität wird als Rechengröße die Wahrscheinlichkeit der Erfüllung der Anforderungen an die

einzelnen Qualitätsmerkmale genutzt. Im Gegensatz zu der Zuverlässigkeitsanalyse sind somit mehrere Größen parallel zu betrachten. Dieser Umstand bedarf neben einer Anpassung der Rechenvorschriften insbesondere die Berücksichtigung der Abhängigkeiten und Übergänge zwischen den Qualitätsmerkmalen.

Ein Beispiel für die Übergänge und Abhängigkeiten zwischen den Qualitätsmerkmalen findet sich in Abbildung 5. Hierbei zeigt sich, dass im Falle eines übervollständigen Straßennetzes die darauf berechnete Route unkorrekt ist. Im Fall einer Untervollständigkeit, die Netzteile des Startpunkts umfasst, ist eine Berechnung der Route überhaupt nicht ausführbar und somit resultiert der Mangel in einer Untervollständigkeit der Eingangsdaten in eine Unverfügbarkeit der Ausgangsdaten.

4.3. Qualitätssicherungsmaßnahmen

Ausgehend von der Analyse der Prozesse sind geeignete Qualitätssicherungsmaßnahmen zu entwickeln und zu implementieren. Diese Maßnahmen lassen sich einteilen in:

- Maßnahmen zur Fehlervermeidung
- Maßnahmen zur Fehlerbeherrschung.

Durch Maßnahmen zur Fehlervermeidung soll die Auftretenswahrscheinlichkeit von Fehler reduziert werden. Hierzu sind Komponenten zu verwenden, die eine höhere Qualität aufweisen, wie z.B. Eingangsdaten mit besserer Qualität, höherwertiges Instrumentarium, besser geschultes Personal.

Zur Fehlerbeherrschung sind entweder Redundanzen zu nutzen oder Kontrollen in den Verarbeitungsprozess zu integrieren, um fehlerhafte Daten zu erkennen und geeignete Sicherungsmaßnahmen zu ergreifen. So können beispielsweise fehlerhafte Daten einer Überarbeitung zugeführt werden.

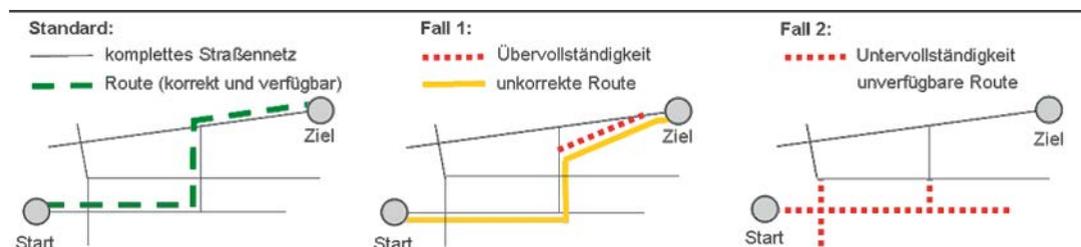


Abb. 5: Beispiel für den Einfluss der Über- und Untervollständigkeit in der Kartenbasis auf die berechnete Route

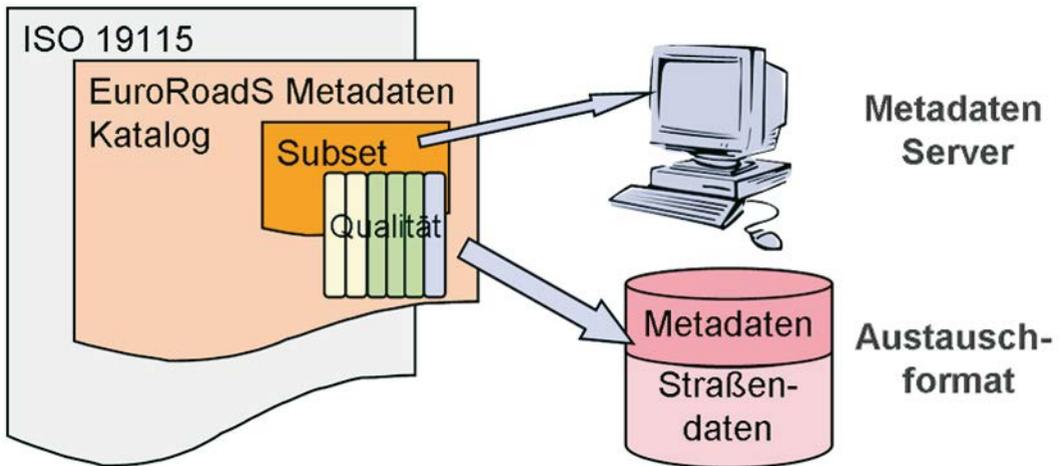


Abb. 6: Implementierung des Metadatenkatalogs in einem Auskunftssystem und im Austauschformat

Das in Kapitel 4.2 beschriebene Analyseverfahren kann die Entwicklung von Qualitätssicherungsmaßnahmen hilfreich unterstützen. Durch die Modellierung des Informationsflusses und die rechnerische Auswertung können Schwachstellen identifiziert werden. Ebenso lassen sich die Qualitätssicherungsmaßnahmen in das Informationsflussdiagramm integrieren und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit überprüfen. Da dies alles in einer Simulation durchgeführt wird, kann die Integration der Qualitätssicherungsmaßnahmen in den realen Datenverarbeitungsprozess auf besonders effiziente Maßnahmen beschränkt werden.

4.4. Metadaten

Neben der Beschreibung und Bewertung der Datenqualität ist für ein umfassendes Qualitätsmanagementkonzept erforderlich, die erreichte Qualität auch zu dokumentieren und in Verbindung mit den Daten auszutauschen. Hierzu wurde im Rahmen von EuroRoadS ein entsprechender Metadaten-Katalog als Profil der ISO 19115 [3] entworfen [4].

Für das Profil sind die wichtigsten Metadaten-elemente aus dem umfangreichen Metadaten-Standard ISO 19115 übernommen worden. Des Weiteren ist der Katalog um Elemente, die von besonderer Bedeutung für amtliche Straßendaten im europäischen Kontext und zu deren Qualitätsbeschreibung sind, ergänzt worden. Für eine einfache Anwendbarkeit soll der Katalog eine einfache Struktur mit überschaubarer Anzahl von Elementen aufweisen, um dem Kunden eine einfache Suche über ein Auskunftssystem zu

ermöglichen. Zum anderen ist der gesamte Metadatenkatalog in dem Austauschformat (XML/GML) realisiert. Über eine logische Verknüpfung der Metadaten mit den Straßendaten ist eine detaillierte objektspezifische Dokumentation der Datenqualität ermöglicht (vgl. Abbildung 6).

**5. Anwendungsbeispiel
Geschwindigkeitswarner**

Am Beispiel der Datenbereitstellung von Geschwindigkeitsinformation soll die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Qualitätssicherung und -verbesserung erläutert werden. Das Assistenzsystem soll den Fahrer über die zulässige Höchstgeschwindigkeit, wie sie sich aus der Beschilderung ergibt, informieren. Hierzu ist eine Straßenkarte mit einer ergänzenden Attributierung von Geschwindigkeitsbeschränkungen erforderlich.

Der Informationsprozess lässt sich wie folgt charakterisieren: Vom Datenanbieter werden eine Straßenkarte und eine Datenquelle zu den Verkehrszeichen mit Geschwindigkeitsregelung bereitgestellt. Der Content-Anbieter verknüpft diese beiden Datenquellen zu einem homogenisierten Datenbestand. Ohne Qualitätssicherungsmaßnahmen würde sich mit der gegebenen Qualität der Datenquellen für die Karte das folgende Qualitätstupel ergeben:

$$I_{Karte} = [I_{Karte}^{AV}, I_{Karte}^{CM}, I_{Karte}^{CR}] = [1.0, 0.968, 0.931] \tag{1}$$

Ausschließlich aus Gründen einer besseren Übersichtlichkeit wird im Rahmen des Beispiels

das Qualitätstapel auf die drei Merkmale Verfügbarkeit (AV), Vollständigkeit (CM) und Korrektheit (CR) beschränkt. Durch die Integration einer Qualitätssicherungsmaßnahme in Form einer Überprüfung der Vollständigkeit und Korrektheit des Datenbestands und einer Nachbearbeitung, kann eine deutliche Steigerung der Qualität erreicht werden:

$$I_{Karte} = [I_{Karte}^{AV}, I_{Karte}^{CM}, I_{Karte}^{CR}] = [1.0, 0.993, 0.984] \quad (2)$$

Bei den Kontrollschritten erfolgt eine Überprüfung der Daten auf Vollständigkeit bzw. Korrektheit. Die Modellierung der Prüfroutinen berücksichtigt dabei, dass nicht alle fehlerhaften Daten erkannt werden. So wird bei der Vollständigkeit von einer Fehlererkennungsrate von 90% ausgegangen. Alle als fehlerhaft erkannten Daten werden einer manuellen Nachbearbeitung zugeführt. Dies tritt mit einer Wahrscheinlichkeit von $p_{Nein} = 2,9\%$ ein. Die manuelle Nacharbeit wird ebenso als nicht absolut fehlerfrei angenommen.

Über die exklusive ODER-Verknüpfung werden den zwei disjunkten Systemzustände zusammengeführt. Im Ergebnis zeigt sich eine Steigerung der Qualität hinsichtlich der Vollständigkeit von 97,0% auf 99,56%. Ebenso erfolgt die Korrektheitsprüfung der Daten und damit wird eine Steigerung von 93,2% auf 98,6% erreicht.

6. Zusammenfassung

Durch EuroRoadS wird eine Plattform zum Austausch von Straßendaten geschaffen. Hierdurch eröffnet sich insbesondere für die Vermessungs- und Straßenbauverwaltung die Chance ihre für Verwaltungs- und Planungszwecke vorliegende Daten einem erweiterten Anwendungsspektrum zugänglich zu machen. Durch eine enge Kopplung an den Verwaltungsprozess lassen sich zum einen Dateninhalte bereitstellen die von einem kommerziellen, europaweit agierenden Kartenhersteller nicht wirtschaftlich erfassbar und fortführbar sind. Zum anderen können die Daten mit hoher Aktualität bereitgestellt werden.

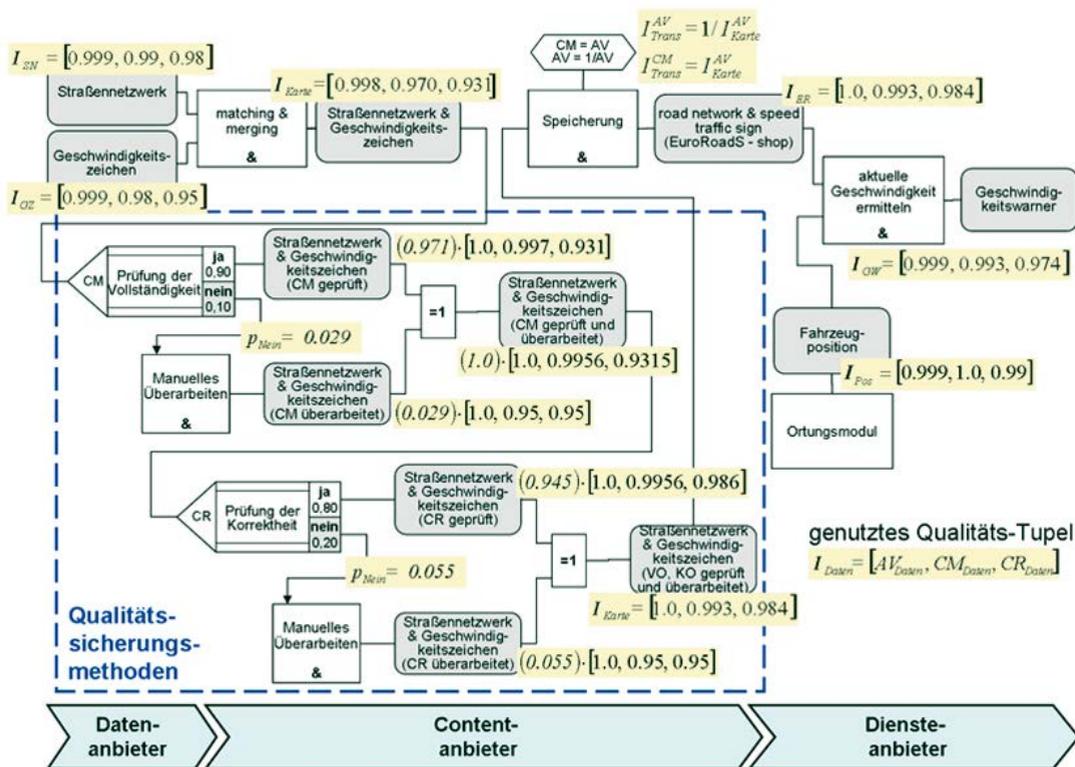


Abb. 7: Informationsfluss für die Bereitstellung qualitätsgesicherte Straßendaten für einen Geschwindigkeitswarner

Für die Kommerzialisierung von Geodatenbeständen sind folgende Punkte von herausragender Bedeutung:

- eine Qualitätssicherung über den gesamten Informationsprozess bis hin zum Endnutzer
- eine Quantifizierung der Qualität der Kartendaten und eine Beschreibung in einer auch für den Anwender nachvollziehbaren Form
- die Erfüllung der Qualitätsforderung sowie die inhaltlichen Anforderungen der Nutzer.

Die Erarbeitung von Qualitätssicherungskonzepten (vgl. [5], [6], [7]) erlaubt mit dem hier beschriebenen Analyseverfahren bereits während des Systemdesigns eine Abschätzung der Qualitätsanforderungen an Geoinformationen und eine Bewertung der Wirksamkeit der Qualitätssicherungsmaßnahmen innerhalb der Datenbereitstellung. Daraus ergeben sich für weitere Anwendungsfelder neue Anforderungen an Geoinformationen, die in der Geodäsie und Geoinformatik bisher kaum diskutiert wurden.

Literaturverzeichnis

- [1] Löwenau, J. et al. (2002): Final enhanced map database requirements. NextMap project deliverable D2.2.
- [2] Birolini, A. (1991): Qualität und Zuverlässigkeit technischer Systeme. Berlin: Springer.
- [3] ISO 19115 (2003): Geographic Information – Metadata.
- [4] Kaufmann, T. und Wiltshcko, T. (2005): Metadata catalogue. EuroRoadS project report D6.8
- [5] Möhlenbrink, W. und Wiltshcko, T. (2001): Kraftfahrzeug-Infrastruktur-Kopplung durch Telematiksysteme: Ein Beitrag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit? Tagungsband zu den 18. Verkehrswissenschaftliche Tage in Dresden, 17. und 18. September 2001. 370-379.
- [6] Wiltshcko, T. (2004): Sichere Information durch infrastrukturgestützte Fahrerassistenzsysteme zur Steigerung der Verkehrssicherheit an Straßenknotenpunkten. Dissertation. Fortschritt-Bericht VDI, Reihe 12, Nr. 570. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- [7] Wiltshcko, T. und Möhlenbrink, W. (2003): Analyse der Informationsqualität von Telematikanwendungen anhand des Systementwurfs. atp Automatisierungstechnische Praxis 45 (2003), Heft 6. 69-76.

Anschrift der Autoren:

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Möhlenbrink: Universität Stuttgart, Institut für Anwendungen der Geodäsie im Bauwesen (IAGB), Geschwister-Scholl-Str. 24D, D-70174 Stuttgart
e-Mail: wolfgang.moehlenbrink@iagb.uni-stuttgart.de

Dr.-Ing. Thomas Wiltshcko: Universität Stuttgart, Institut für Anwendungen der Geodäsie im Bauwesen (IAGB), Geschwister-Scholl-Str. 24D, D-70174 Stuttgart.
e-Mail: thomas.wiltshcko@iagb.uni-stuttgart.de

Dipl.-Geogr. Thilo Kaufmann: Universität Stuttgart, Institut für Anwendungen der Geodäsie im Bauwesen (IAGB), Geschwister-Scholl-Str. 24D, D-70174 Stuttgart.
e-Mail: thilo.kaufmann@iagb.uni-stuttgart.de