

Reihe: Telekommunikation @ Mediendienste · Band 10

Herausgegeben von Norbert Szyperski, Udo Winand, Dietrich Seibt, Rainer Kuhlen,
Rudolf Pospischil und Claudia Löbbbecke

Martin Engelen/Detlef Neumann (Hrsg.)

Virtuelle Organisation und Neue Medien 2000

Workshop GeNeMe2000
Gemeinschaften in Neuen Medien

TU Dresden, 5. und 6. Oktober 2000



JOSEF EUL VERLAG

Lohmar · Köln

Reihe: Telekommunikation @ Mediendienste · Band 10

Herausgegeben von Prof. Dr. Dr. h. c. Norbert Szyperski, Köln, Prof. Dr. Udo Winand, Kassel, Prof. Dr. Dietrich Seibt, Köln, Prof. Dr. Rainer Kuhlen, Konstanz, Dr. Rudolf Pospischil, Brüssel, und Prof. Dr. Claudia Lötbecke, Köln

PD Dr.-Ing. habil. Martin Engelen
Dipl.-Inf. Detlef Neumann (Hrsg.)

Virtuelle Organisation und Neue Medien 2000

Workshop GeNeMe2000
Gemeinschaften in Neuen Medien

TU Dresden, 5. und 6. Oktober 2000



JOSEF EUL VERLAG
Lohmar · Köln

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

GeNeMe <2000 Dresden>:

GeNeMe 2000 : Gemeinschaften in neuen Medien ; Dresden, 5. und 6. Oktober 2000, an der Fakultät Informatik an der Technischen Universität Dresden / Technische Universität Dresden, Fakultät Informatik, Institut für Angewandte Informatik, Privat-Dozentur „Angewandte Informatik“. Martin Engelen ; Detlef Neumann (Hrsg.).

– Lohmar ; Köln : Eul, 2000

(Reihe: Telekommunikation und Mediendienste ; Bd. 10)

ISBN 3-89012-786-X

© 2000

Josef Eul Verlag GmbH

Brandsberg 6

53797 Lohmar

Tel.: 0 22 05 / 91 08 91

Fax: 0 22 05 / 91 08 92

<http://www.eul-verlag.de>

info@eul-verlag.de

Alle Rechte vorbehalten

Printed in Germany

Druck: Rosch-Buch, Scheßlitz

Bei der Herstellung unserer Bücher möchten wir die Umwelt schonen. Dieses Buch ist daher auf säurefreiem, 100% chlorfrei gebleichtem, alterungsbeständigem Papier nach DIN 6738 gedruckt.



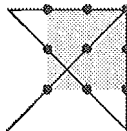
Technische Universität Dresden
Fakultät Informatik • Institut für Angewandte Informatik
Privat-Dozentur „Angewandte Informatik“

PD Dr.-Ing. habil. Martin Englien
Dipl.-Inf. Detlef Neumann
(Hrsg.)



an der
Fakultät Informatik der Technischen Universität Dresden

gefördert von der Klaus Tschira Stiftung,
gemeinnützige Gesellschaft mit beschränkter Haftung,
unter Mitwirkung der Gesellschaft für Informatik e.V., Regionalgruppe Dresden



am 5. und 6. Oktober 2000
in Dresden

<http://www-emw.inf.tu-dresden.de/geneme>
Kontakt: Detlef Neumann (dn3@inf.tu-dresden.de)

A.2. Systemarchitektur und Informationsbeziehungen für ein Straßenmanagement-Informationssystem

Rainer Münster

Karl-Hartmut Blesik

Unternehmensberater, Dresden

1. Einführung

Der Wandel der Industrie- zur Informationsgesellschaft wirkt sich auf alle Bereiche unseres täglichen Lebens aus. Unsere Arbeitswelt ist geprägt durch einen revolutionären Einsatz neuester Informations- und Kommunikationstechnologien. So sind auch die Dienste zur Unterhaltung und Instandhaltung unserer Straßen, die Straßenbetriebsdienste, von Veränderungen geprägt. Erhöhte Anforderungen an einen effizienten und effektiven Straßenbetriebsdienst erfordern ein innovatives, computergestütztes und vernetztes Straßenmanagement. Das ist ein Grundanliegen von Bund, Ländern und Kommunen in Deutschland, die dafür verantwortlich zeichnen.

Die Systemstruktur und die Beschreibung der Kommunikations- und Informationsbeziehungen zwischen den beteiligten Anwendern des hier beschriebenen Straßenmanagement-Informationssystem (SMIS) sind das Ergebnis jahrelanger Beratertätigkeit auf dem Fachgebiet der Straßenbetriebsdienste.

Die Systemidee würdigte das Land Sachsen mit der Auszeichnung als „Beste Geschäftsidee“ im Existenzgründerwettbewerb für Sachsen „futureSAX 2000“ des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Arbeit.

2. Bedeutung des Straßenmanagements

2.1 Anforderungen an das moderne Straßenmanagement

Vier wesentliche Aussagen zum Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien im Straßenbetriebsdienst bestimmen die moderne Entwicklung des Straßenmanagements in Deutschland.

- a) Durch den zunehmenden Kostendruck im öffentlichen Sektor sind auch die Straßenbetriebsdienste gefordert Einsparungen zu leisten. Die Anwendung effizienter Verfahren des Operation Research sowie der Informationsübertragung für die Durchführung der Aufgaben zur Unterhaltung und Instandhaltung des Straßennetzes gestatten es Bund, Ländern und Kommunen die Kostenbelastung zu senken.
- b) Durch die Einführung eines aussagefähigen Controllings für die Straßenbetriebsdienste lassen sich Potentiale zur Optimierung und Rationalisierung aufdecken. Der

zeitnahe und dauerhafte Nachweis der erbrachten Leistungen ist hier ebenfalls eingeschlossen.

- c) Durch eine hohe Verfügbarkeit von Technik und Technologien für genaueste Positionsbestimmung, für die Datenübertragung zu und von mobilen Empfangs- und Sendergeräten und für eine nutzerfreundliche, adaptierbare Informationsvermittlung (WWW-Dienst, WAP, mobile Internet, etc.) wird es möglich Daten und Informationen zwischen den verschiedenen Nutzergruppen von Straßenbetriebsdienst und öffentlichem Straßenverkehr auszutauschen. Im gleichen Maße wie sich die Kommunikationstechnologien entwickeln, steigt die verfügbare Rechnerleistung für den Einsatz leistungsfähiger mathematischer Algorithmen an lokalen Standorten außerhalb von Rechenzentren. Diese Algorithmen sind ein wesentlicher Bestandteil einer effizienten, operativen Einsatzplanung der Straßenbetriebsdienste.
- d) Durch den Einsatz Neuer Medien entstehen neue Formen der Informationsübertragung innerhalb der Organisationsebenen des Straßenbetriebs sowie zum „Kunden“ dem Autofahrer. Es ist möglich Daten und Informationen nicht nur verbal mit mobilen Informationsteilnehmern (Einsatzkräfte, Autofahrer) auszutauschen, sondern auch Daten computergestützt zu sammeln und zu generieren. Die Informationsqualität steigt. Weiterhin erhöht sich die Geschwindigkeit und zeitgerechte Übertragung (on-time) der Daten und Informationen innerhalb des Informationssystems Straßenbetriebsdienst/Straßenverkehr.

2.2 Entwicklung und Situation im Straßenmanagement

Mit dem Aufbau des ersten Straßennetzes in Europa durch die Römer entstand erstmals die Notwendigkeit dieses auf Dauer ausreichend benutzbar zu halten. Neben der Reparatur gehörte die systematische Kontrolle zu den ersten Aufgaben des frühzeitlichen Straßenmanagements. Auf Grund der Langlebigkeit der Materialien und der relativ geringen Lasten war der Aufwand weitgehend auf Gewalt- und Naturschäden beschränkt. Erst durch das Aufkommen des Automobils, und vor allem der schweren Lastwagen, gewannen die nutzungsabhängigen (Verschleiß, Verschmutzung, Verfügbarkeit etc.) Unterhaltungsarbeiten zunehmende Bedeutung. Ebenfalls erschwerten erhöhte Verkehrsmengen und gesellschaftspolitische Entwicklungen (Ökologie) die Bedingungen im Straßenbetriebsdienst.

Der Straßenbetriebsdienst hat die Aufgabe das Straßennetz sicher befahrbar zu erhalten und zur Verfügung zu stellen. Während in den Kommunen diese Aufgaben in der Regel in Bauhöfe oder vergleichbare Einheiten integriert sind, haben Bund und Länder für die Straßen in ihrer Baulast eigene Organisationseinheiten, die Autobahn- und Straßenmeistereien.

Den steigenden Anforderungen durch zunehmende Verkehrsmengen und die Ansprüche der Verkehrsteilnehmer auf sicheres und schnelles Vorankommen stehen stagnierende Finanzmittel für den Straßenbetriebsdienst gegenüber. Die Erhöhung der Effektivität durch technische Lösungen ist wirtschaftlich nur noch beschränkt möglich.

In Deutschland hat sich an der TU Darmstadt das Fachgebiet Straßenentwurf und -betrieb unter Leitung von Prof. Walter Durth Anfang der 80er Jahre erstmals wissenschaftlich mit der Einführung moderner Methoden des Operations Research in den Straßenbetriebsdienst befasst. Zunächst wurden Verfahren zur optimierten Einsatzplanung für den Straßenwinterdienst entwickelt [Han85], die über die manuelle Anwendung hinaus durch Softwarelösungen verbessert wurden.

Der Einzug von Computertechnik und Informationstechnologien in den Straßenbetriebsdienst erfolgte dennoch sehr schleppend und hat insgesamt noch keinen allgemein befriedigenden Status erreicht. Während der Einsatz von technischen Softwarelösungen meist an fehlender IT-Infrastruktur scheiterte, haben die Diskussionen über Wirtschaftlichkeit und Privatisierung zur Einführung erster kaufmännischer Lösungen geführt. Aktuell spielt die Einführung des Controlling als Grundlage der weiteren Optimierung eine bedeutende Rolle. Dabei ist allerdings die Phase der Datendefinition noch nicht abgeschlossen.

Die Verknüpfung der verschiedenen Datenbestände aus Vermessung und Bau hat ebenfalls begonnen und wird zur Visualisierung genutzt, wie zum Beispiel bei der Darstellung der Verkehrsmengen im Straßennetz (Verkehrsmengenkarte).

Einheitliche Datenbasen und EDV-Werkzeuge existieren jedoch für dieses spezielle Anwendungsfeld nicht. Vielmehr gibt es Konglomerate von meist nebeneinander existierenden Teillösungen. Eine Systemoptimierung bleibt daher oberflächlich.

2.3 Ziele des Straßenmanagements

Ziel des computergestützten Straßenbetriebs ist die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit bei mindestens gleichbleibendem Bedienungsstandard. Dieses Ziel ist nur durch den optimalen Einsatz der vorhandenen Ressourcen zu erreichen. Hierfür müssen aber noch einheitliche Datenbasen, Auswertelgorithmen und Informationsflüsse geschaffen werden.

Die operative Ebene der Bauhöfe, Autobahn- und Straßenmeistereien muss ein auswertbares Datenmodell für die eigene Betriebsorganisation haben, aus dem die übergeordneten Ebenen (Bauämter, Straßenbauämter, Ministerien) Informationen für strategisch Entscheidungen ableiten können. Die operative Ebene ist dabei auf externe Datenzufuhr angewiesen, da Informationen über Wettergeschehen oder Verkehrszustände ihre Arbeit maßgebend beeinflussen.

Letztendlich kann der Straßenbetriebsdienst aus seiner Tätigkeit wichtige Informationen für die Verkehrsteilnehmer bereitstellen. Neben der Behinderung durch Baustellen gehört hierzu auch die Information über den aktuellen Straßenzustand.

Die computergestützte Datenerfassung innerbetrieblicher Vorgänge ist zudem Voraussetzung für Kostensenkungen durch die Verlagerung von Arbeiten an Dritte. Neben der Planung und Überwachung spielt hierbei vor allem die wirtschaftliche Abwicklung eine große Rolle, da die Transaktionskosten Einsparungen zunichte machen können.

3. Beteiligte des Dienstes „Straßenverkehr“

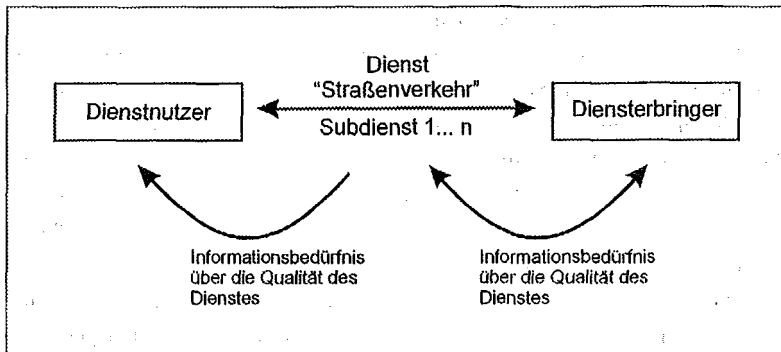


Abbildung 1: Dienst "Straßenverkehr"

Einer der allgegenwärtigen und hinlänglich bekannten Dienste unserer täglichen Lebens ist der „Straßenverkehr“. Jede Person, ob als Fußgänger, Fahrrad- oder Autofahrer, wird tagtäglich damit konfrontiert. Der Dienst „Straßenverkehr“ wird über Verkehrswege (Gehwege und Straßen) den Benutzern angeboten und über diese abgewickelt. Damit der Dienst reibungslos funktioniert, sind einerseits Regelungen getroffen worden und durch alle Dienstteilnehmer einzuhalten. Diese Regelungen sind in der Straßenverkehrsordnung und mit geltenden Gesetzen dokumentiert. Andererseits ist der Staat dazu verpflichtet, die Sicherheit und Qualität der Dienstnutzung zu gewährleisten. Das bedeutet zum Beispiel, dass Subdienste in der kalten Jahreszeit für Eis- und Schneefreiheit zu sorgen haben (Winterdienste) oder eine Kontrolle der Verkehrswege auf ihren Bauzustand zu erfolgen hat (Streckenkontrolle) und ggf. Instandhaltungsmaßnahmen koordiniert werden müssen (Streckenwartung, Baudienste).

Aus dieser Dienstbeschreibung lassen sich zwei Hauptkategorien von Benutzergruppen ableiten:

- a) Nutzer der Verkehrswege (hier Dienstnutzer)
- b) Nutzer für die Sicherstellung des Dienstes (hier Dienstbringer)

Anmerkung: Wobei oft der Dienstbringer innerhalb seiner Aufgaben als Dienstbringer auch Dienstnutzer ist. Bsp.: Der Fahrer eines Schneepfluges nutzt in gleichem Sinne den Verkehrsweg um den Subdienst Winterdienst zu erbringen.

Die Dienstnutzer und Dienstbringer bilden die Gemeinschaft aller am Dienst „Straßenverkehr“ Beteiligten.

Auf Grund ihrer unterschiedlichen zweckorientierten Dienstteilnahme ergeben sich unterschiedliche Informationsbedürfnisse an den Dienst.

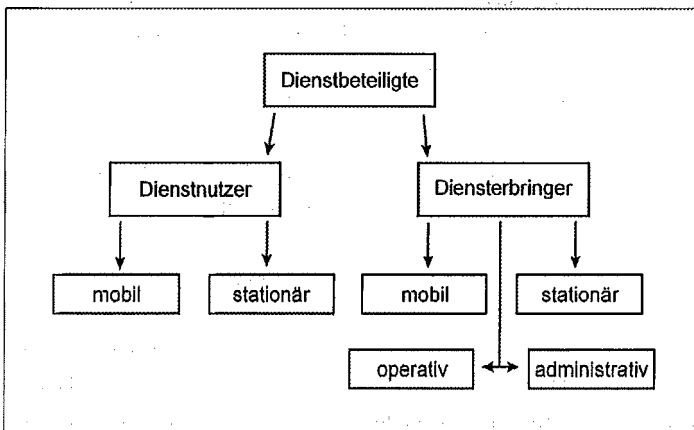


Abbildung 2: Unterteilung der Dienstbeteiligten nach ihrer Stellung im Dienst

3.1 Dienstnutzer

Der Straßenverkehrsteilnehmer will als Dienstnutzer i.d.R. nur über die Dienstqualität informiert sein, über den Straßenzustand, d.h. ist eine Autobahn schnee- und eisfrei oder gibt es auf einer geplanten Fahrtroute Einschränkungen auf Grund von Baustellen oder Unfällen. Letzteres zeigt recht deutlich die Zeitbezogenheit des Dienstes „Straßenverkehr“. Die Befriedigung der Informationsbedürfnisse der Dienstnutzer werden als Subdienste realisiert.

Die Subdienste sind durch charakterisierende Eigenschaften geprägt und stellen dem Dienstnutzer u.a. unterschiedliche Informationsqualitäten zur Verfügung. Da die

Dienstbeschreibung und die Struktur der Subdienste sehr komplex ist, soll hier nur anhand eines Beispiels die Anforderung eines Dienstnutzers stellvertretend erläutert werden.

Beispiel: Die Schneefreiheit eines Autobahnabschnittes kann einerseits über Rundfunk in einem durch den Rundfunksender definierten Intervall abgerufen oder via WAP oder mobile Internet direkt on-time im Fahrzeug erfragt werden.

Diese Informationszugangsvarianten verdeutlichen die Komplexität der Informationsbeziehungen des Dienstes „Straßenverkehr“. Für die Befriedigung der mobilen Informationsdienstnutzung ist somit eine mobile Erfassung der Positionsdaten der Schneepflüge erforderlich.

3.2 Dienstbringer

Die Benutzergruppe der Dienstbringer lässt sich weitergehend untergliedern, dass in operative Dienstbringer und Dienstbringer mit übergeordneten Verwaltungsaufgaben unterschieden werden kann.

Operative Dienstbringer sind die Kräfte der Straßen- und Autobahnmeistereien sowie der Kommunen, die direkt mit den Tätigkeiten zur Sicherung der Dienstqualität betraut sind. Diese Dienstbringer lassen sich weiter unterteilen in mobile Dienstbringer - Besetzungen von Schneepflügen oder Streckenkontrollfahrzeugen - und stationäre Dienstbringer. Stationäre Dienstbringer nehmen administrative Aufgaben wahr. Das sind die Aufgaben zur Koordination der Einsatzkräfte sowie technische Wartungsaufgaben.

Dienstbringer der übergeordneten Verwaltungsaufgaben realisieren die Planung und Kontrollfunktionen. Diese administrativen Aufgaben umfassen auch konzeptionelle Tätigkeiten zur effektiveren Durchführung der Dienstbringung und den damit verbundenen Untersuchungen zu Möglichkeiten der Verlagerung von Aufgaben.

4. Architektur des Straßenmanagement-Informationssystems

4.1 Aufbau des Systems

Die Komponenten des System kann man entsprechend ihrer Funktionalität in vier Kategorien unterteilen. Komponenten für die:

- a) Datensammlung
- b) Datenhaltung
- c) Datenverarbeitung
- d) Datenpräsentation

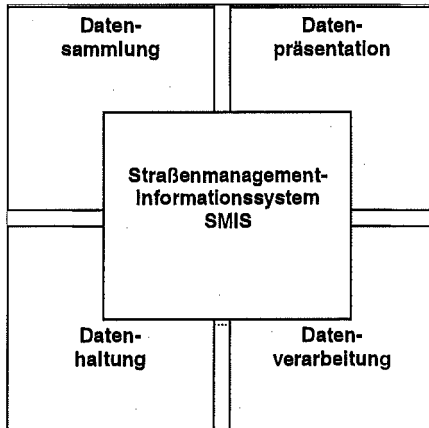


Abbildung 3: Klassifizierung nach Funktionalität

Für die Datensammlung werden u.a. externe Dienste wie das Straßenwetterinformationssystem oder geografische Daten genutzt. Zur Datensammlung gehören auch Module zur Betriebsdatenerfassung und des Fuhrparkmanagements.

Die Datenhaltung beschreibt die Verfügbarmachung von Daten der Straßendatenbank. In der Straßendatenbank sind alle Straßen verzeichnet, wobei jede Straße mit ihren Eigenschaften beschrieben ist.

Aus diesen Daten werden Informationen gewonnen, die z.B. für die operative Einsatzplanung der Kräfte des Straßenbetriebsdienstes benötigt werden. Das Resultat der Informationsverarbeitung sind schematische Karten und Routenpläne.

Entsprechend der Informationsbedürfnisse der Dienstanutzer sind die verfügbaren Daten dem Dienstanutzer über die Präsentationskomponenten zugänglich.

4.2 Komponenten für die Dienstanutzer

Wie bereits oben erwähnt sind die Dienstanutzer i.d.R. daran interessiert Daten und Informationen über die verfügbare Qualität des Dienstes „Straßenverkehr“ zu erhalten. Dabei gibt es zwei Interessensgemeinschaften: Eine Gruppe benötigt die Informationen direkt für die Teilnahme am Dienst, die andere Gruppe ist selbst wiederum Dienstanbieter und verarbeitet zuerst die gewonnenen Daten und Informationen.

Letztere bereiten die Daten für Ihren Zweck auf und verdichten diese ggf., so z.B. Fernseh- und Rundfunkanstalten. Nachfolgend werden diese Dienstanutzer zu Dienst Anbietern und bieten die gesammelten Informationen dem Straßenverkehrsteilnehmer indirekt zur Nutzung an.

Der direkte Dienstanwender, der Verkehrsteilnehmer, kann nun über verschiedene Zugangswege die Informationen zum Dienst erfragen. Dazu stehen die Informationskanäle der oben erwähnten indirekten Informationsdienstleister oder direkt die Datenpräsentationskomponenten des Dienstes zur Verfügung.

Der Dienstanwender kann die Informationen des Straßenmanagement-Informationssystems über Telefon, Fax, WWW-Dienst, WAP oder über mobile Internet direkt im Fahrzeug, etc. abrufen. Er nutzt die Anwendungsebene des Systems.

4.3 Komponenten für die Dienstleister

Zu den Komponenten für die Dienstleister zählen grundsätzlich auch die Komponenten zur Information über die Qualität des Dienstes. Diese Informationen werden einerseits für die eigene Dienstanwendung während der Dienstleistung und andererseits für die Entscheidungsfindung zur Koordination der Straßenbetriebsdienste benötigt.

Diese Komponenten lassen sich hinsichtlich der Zuordnung zu den wahrzunehmenden Aufgaben unterteilen in Komponenten für

- a) betriebliche,
- b) technische,
- c) kommerzielle und
- d) sonstige Tätigkeiten.

Für die betrieblichen und technischen Aufgaben stehen dem Nutzer Komponenten zur operativen Durchführung des Straßenbetriebsdienstes, d.h. zur Ressourcenplanung von Technik und Verbrauchsmaterialien, zur langfristigen und operativen Einsatzplanung sowie der Dokumentation der Dienste, zur Verfügung.

Für das Controlling, die Buchhaltung und andere betriebswirtschaftliche Prozesse stehen kommerziell ausgerichtete Komponenten im System zur Verfügung.

Unter sonstige Komponenten werden die Subdienste, wie das Straßenwetterinformationssystem integriert oder die Informationssysteme, von höheren Verwaltungsorganen geführt. Die Nutzung externer Dienstleister stellt für das Straßenmanagement eine Verlagerung von ursächlichen Tätigkeiten an andere Dienstleister dar. Dadurch wird die Gemeinschaft der am Dienst Beteiligten wiederum erweitert. Unter wirtschaftlichen Aspekten kann die Verlagerung von Arbeit positiv betrachtet werden.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Das Zusammenwirken der internen Komponenten des Straßenmanagement-Informationssystemes sowie die Nutzung von externen Diensten wird langfristig die Qualität des Dienstes „Straßenverkehr“ erhöhen. Der Dienstanutzer wird in einen effizienten Informationsprozess eingebunden und die Wirtschaftlichkeit des Dienstes verbessert worden sein. Doch dazu ist der konsequente Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien auf allen Dienstebenen notwendig. Die Datenhaltung ist zu vereinheitlichen, effiziente Controllingwerkzeuge sind zu implementieren und die Kommunikationssysteme sind miteinander zu verbinden. Damit die Gemeinschaft der Beteiligten des Dienstes „Straßenverkehr“ langfristig einen gesicherten Dienst nutzen können, ist das hier erläuterte Straßenmanagement-Informationssystem ein erster Anfang.

Die hier erläuterten Komponenten des SMIS befinden sich in einer prototypischen Erprobungsphase und werden im Zusammenwirken mit Organisationseinheiten des Straßenbetriebsdienstes getestet.

Weitere Untersuchungen erfolgen zur Architektur des SMIS, zur Verlagerung von Arbeit sowie zur genaueren Klassifizierung und Charakterisierung der am Dienst „Straßenverkehr“ Beteiligten.

6. Literaturangaben

- [DuBa97] Durth, W.; Bald, S.: Risikoanalyse im Straßenwesen; Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Schriftenreihe des Bundesministeriums für Verkehr, Heft 531, Bonn, 1997
- [DuHa86] Durth, W.; Hanke, H.: Entwicklung einer Anleitung zur Aufstellung optimierter Räum- und Streupläne im Straßenwinterdienst; Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Schriftenreihe des Bundesministeriums für Verkehr, Heft 461, Bonn, 1986
- [DuHa89] Durth, W.; Hanke, H.: Optimierung der Einsatzplanung für den Straßenwinterdienst in Städten und Gemeinden; Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Schriftenreihe des Bundesministeriums für Verkehr, Heft 548, Bonn, 1989
- [DuHaLe85] Durth, W.; Hanke, H.; Levin, C.: Optimierung des Winterdienstes in der Stadt Darmstadt; Untersuchung im Auftrag der Stadt Darmstadt; Darmstadt; 1985

- [DuHaLe85] Durth, W.; Hanke, H.; Levin, C.: Wirksamkeit des Straßenwinterdienstes auf die Verkehrssicherheit und die Wirtschaftlichkeit des Verkehrsablaufes; Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Schriftenreihe des Bundesministeriums für Verkehr, Heft 550, Bonn, 1989
- [DUHaRo85] Durth, W.; Hanke, H.; Roos, R.: Anleitung zur Aufstellung optimierter Streckenwarttrouten; Untersuchung im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Straßenbau, Darmstadt; 1987
- [Do85] Domschke, W.: Logistik: Rundreisen und Touren; Reihe: Oldenbourg Lehr- und Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, 2. Auflage; Oldenbourg; 1985
- [Fl62] Floyd, R.W.: Algorithm 97: Shortest Path; Communications of the Association for Computing Machinery 5; p. 345; 1962
- [GaFrWa95] Gallenkemper, B.; Fritsche, M.; Walter, G.: Auswirkungen des Umweltgesetzgebung auf den Straßenbetriebsdienst; Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen: Verkehrstechnik; V17; Bremerhaven; 1995
- [Ha85] Hanke, H.: Optimierte Routenplanung im Straßenwinterdienst; Dissertation; Darmstadt; 1985
- [Kn87] Knieling, S.: Tourenplanung für den Straßenwinterdienst – Entwicklung und Implementierung von OR-Verfahren; Diplomarbeit; TH Darmstadt; 1987
- [Ne75] Neumann, K.: Operations Research Verfahren; Band III; Hanser Verlag; München, Wien; 1975
- [Pü79] Pütz, W.: Numerische Untersuchung zum chinesischen Postbotenproblem; Diplomarbeit; Köln; 1975
- [RoSchBo97] Roos, R.; Schlund, M.; Boehm, M.: Optimaler Fahrzeugeinsatz im Winterdienst auf Bundesautobahnen; Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Schriftenreihe des Bundesministeriums für Verkehr, Heft 752, Bonn, 1997
- [Zh86] Zhu, P.: Chinese-Postman-Problem auf dem Land; World University Service: Tagungsbericht GCI; 1986
- [Zh89] Zhu, P.: Ein flexibles Verfahren zur Lösung kantenorientierter Tourenplanungsprobleme in Straßenbetriebsdienst; Dissertation; Darmstadt; 1989