



Informationstechnologien in der zukünftigen Gütertransport- wirtschaft

**Forschungspaket UVEK / ASTRA "Strategien zum we-
sensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterver-
kehr der Schweiz", Teilprojekt E**

**Information technology in future freight transportation
management**

**Technologies de l'information du transport de marchan-
dis dans l'avenir**

Verkehrswissenschaftliches Institut an der Universität Stuttgart e.V.
Prof. Dr.-Ing. Ullrich Martin
Prof. Dr.-Ing. Harry Dobeschinsky
Dipl.-Ing. Bernd Raubal

Beratergruppe Verkehr+Umwelt GmbH
Dipl.-Math. Walter Schneider
Dr. rer. pol. Kristina Birn
Dipl.-Volksw. Markus Leible

ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT)
Prof. Dr. Ulrich Weidmann
Dr.-Ing. Dirk Bruckmann
Dipl.-Ing. Stephan Moll
Hermann Orth, M.S.

**Forschungsauftrag SVI 2009/005 auf Antrag der Vereinigung der
Schweizerischen Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen unterstützten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que les auteurs ayant obtenu l'appui de l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 « Clôture du projet », qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

La responsabilità per il contenuto di questo rapporto spetta unicamente agli autori sostenuti dall'Ufficio federale delle strade. Tale indicazione non si applica al modulo 3 "conclusione del progetto", che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e di cui risponde solo quest'ultima.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) supported by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



Informationstechnologien in der zukünftigen Gütertransport- wirtschaft

**Forschungspaket UVEK / ASTRA "Strategien zum we-
sensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterver-
kehr der Schweiz", Teilprojekt E**

**Information technology in future freight transportation
management**

**Technologies de l'information du transport de marchan-
dis dans l'avenir**

Verkehrswissenschaftliches Institut an der Universität Stuttgart e.V.
Prof. Dr.-Ing. Ullrich Martin
Prof. Dr.-Ing. Harry Dobeschinsky
Dipl.-Ing. Bernd Raubal

Beratergruppe Verkehr+Umwelt GmbH
Dipl.-Math. Walter Schneider
Dr. rer. pol. Kristina Birn
Dipl.-Volksw. Markus Leible

ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT)
Prof. Dr. Ulrich Weidmann
Dr.-Ing. Dirk Bruckmann
Dipl.-Ing. Stephan Moll
Hermann Orth, MS.

**Forschungsauftrag SVI 2009/005 auf Antrag der Vereinigung der
Schweizerischen Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Prof. Dr. Ullrich Martin, VWI e.V.

Mitglieder

Prof. Dr. Harry Dobeschinsky, VWI e.V.

Bernd Raubal, VWI e.V.

Walter Schneider, Beratergruppe Verkehr und Umwelt GmbH

Dr. Kristina Birn, Beratergruppe Verkehr und Umwelt GmbH

Markus Leible, Beratergruppe Verkehr und Umwelt GmbH

Prof. Dr. Ulrich Weidmann, ETH-IVT

Dr. Dirk Bruckmann, ETH-IVT

Stephan Moll, ETH-IVT

Hermann Orth, ETH-IVT

Begleitkommission

Präsident

Dr. Rudolf Dieterle

Mitglieder

Thomas Bögli, GS1 Schweiz, Bern

Dr. Willi Dietrich, Vertreter SVI, Zürich

Dr. Frank Furrer, VAP, Uitikon

Kurt Infanger, Bundesamt für Raumentwicklung, Bern

Dr. André Kirchhofer, ASTAG, Bern

Marc Laube, Vertreter VSS, Zürich

Markus Liechti, Bundesamt für Verkehr, Bern

Philippe Marti, Bundesamt für Statistik, Neuchâtel

Tommaso Meloni, Bundesamt für Umwelt, Bern

Martin Pulfer, Bundesamt für Energie, Bern

Hans Kaspar Schiesser, Vertreter VöV, Bern

Thomas Schwarzenbach, Spedlogswiss, Basel

Erwin Wieland, Bundesamt für Strassen, Bern

KO-Finanzierung des Forschungsprojekts

Bundesamt für Verkehr (BAV)

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Gesamtprojektleitung

Christoph Stucki c/o Thalent SA, route de Peney 133, CH-1214 Vernier

Christoph.stucki@talent.com

Antragsteller

Vereinigung der Schweizerischen Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)

Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von <http://www.mobilityplatform.ch> heruntergeladen werden.

Inhaltsverzeichnis

	Impressum	4
	Zusammenfassung	11
	Résumé	12
	Summary	13
1	Problemstellung und Lösungsansatz	14
1.1	Forschungspaket „Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz“	14
1.1.1	Informationstechnische Optimierung	14
1.1.2	Definitionen	16
1.2	Güterverkehr, Prozess- und Transportketten.....	16
1.3	Ziele der Forschung	17
1.3.1	Fragestellungen	17
2	Stand der Forschung und Forschungsbedarf	19
2.1	Ausgangslage.....	19
2.2	Forschungsbedarf	21
2.3	Ziele der Untersuchung.....	21
3	Methodisches Vorgehen	24
3.1	Methodisches Vorgehen – Gesamtstruktur.....	24
3.2	Kurzbeschreibung Methodik „Ausweitung der Marktdurchdringung“	24
3.3	Kurzbeschreibung Methodik „Erweiterung der Funktionalitäten“	26
3.4	Kurzbeschreibung Methodik „Migration und Handlungsempfehlungen“	26
4	Erfassung der IT-Nutzung im Güterverkehr	27
4.1	Erfassung von IT-Systemen.....	27
4.2	Marktanalyse	29
4.2.1	IT-Markt im Güterverkehr	29
4.2.2	Aktueller Markt	37
4.2.3	Ableitung der Funktionalitäten / Funktionen.....	41
4.2.4	IT-Trends im Güterverkehr.....	48
5	Bedarf und Spezifischer Nutzen	54
5.1	Ermittlung der Bedarfe der unterschiedlichen Beteiligten	54
5.1.1	Definition von Bedarf und Bedürfnissen.....	54
5.1.2	Abgeleitete Bedarfe der Akteure	55
5.2	Ableitung der erwarteten spezifischen Nutzen.....	56
5.2.1	Allgemeines.....	56
5.2.2	Nutzeneinschätzung anhand der Befragung.....	57
5.3	Wirkungserwartung aus Literatur und Herstellerangaben	59
5.4	Zuordnung der Funktionalitäten / Funktionen zu Strategien und Ebenen	65
5.4.1	Angebots- und Bedarfsplanung.....	65
5.4.2	Touren- und Transportkettenplanung	65
5.4.3	Transportvorbereitung	65
5.4.4	Disposition von Ladungen und Fahrzeugen	66
5.4.5	Disposition im Betrieb	66
5.4.6	Direkte Kommunikation Disposition Fahrer.....	66
5.4.7	Infrastrukturinformationen	66
5.4.8	Ortung und Kontrolle	67
5.4.9	Information und Visualisierung.....	67
5.4.10	Mehrwertdienste Schnittstellen	67
5.4.11	Trassenkoordination.....	67
5.4.12	Zuordnungen der IT-Funktionalitäten zu den Strategien	68
5.4.13	Zuordnung der Funktionalitäten / Funktionen zu den Ebenen.....	68

6	Bewertung	69
6.1	Allgemeines zur verkehrsträgerübergreifenden Bewertung von IT-Massnahmen.....	69
6.2	Bestehende Verfahren für Verkehrsbeeinflussungsanlagen	69
6.3	Entwicklung eines neuen Verfahrens.....	71
6.3.1	Überprüfung bestehender Verfahren	71
6.3.2	Zielsystem zur Bewertung der IT-Funktionalitäten / Funktionen.....	71
6.3.3	Qualitative Bewertung der IT-Funktionalitäten / Funktionen	73
6.3.4	Quantitative Bewertung der IT-Funktionalitäten / Funktionen.....	77
6.3.5	Zusammenführung der Bewertungen	83
7	Unternehmensbefragung	91
8	Ergebnis: Regelkreisbasierte IT-Optimierung der Güterwirtschaft der Schweiz	93
8.1	Vorgehensweise.....	93
8.2	Ergebnisse	94
8.3	Schlussfolgerungen für den Einsatz vorhandener IT-Produkte	96
9	Prozessorientierte Untersuchung der Infrastrukturwirkungen	98
9.1	Vorgehen und Methodik	98
9.2	Treiber der Infrastrukturnutzung.....	98
9.3	Relevante Prozesse und Funktionen	100
9.3.1	Einleitung.....	100
9.3.2	Prozesse und Funktionen	100
9.3.3	Wirkungen auf die Treiber der Infrastrukturnutzung	104
9.3.4	Entscheidungsspielräume der Akteure	110
9.3.5	Fazit.....	113
9.4	IT-gestützte Optimierung der Infrastrukturnutzung	113
9.4.1	Verbesserungspotentiale durch IT-Einsatz	113
9.4.2	Rolle von IT-Systemen in den relevanten Prozessen und Funktionen	114
9.4.3	Massnahmen.....	117
9.4.4	Entwicklungsbedarf	119
9.5	Stand der Forschung und Technik bei Massnahmen mit grossem Potenzial.....	121
9.5.1	Kapazitätsorientierte Buchungssysteme / automatische Angebotserstellung	121
9.5.2	Mathematische Optimierung in der Umlaufplanung / in der Fahrzeugoptimierung / in der Laderaumnutzung	122
9.5.3	Erstellung und Nutzung zuverlässiger Stauprognosen / Navigation mit proaktiver Umroutung.....	123
9.5.4	Zulaufsteuerung in Terminals.....	123
9.5.5	(Teil-)automatische Fahrplanplanung mittels mathematischer Optimierung	124
9.5.6	Zuglaufoptimierung und Automatisiertes Rescheduling in Echtzeit.....	124
9.5.7	Kapazitätsoptimierte Instandhaltungsplanung	125
9.5.8	Verbindliche Verkehrslenkungs- und Beschränkungsmassnahmen.....	125
9.6	Schlussfolgerungen.....	126
10	Migration	128
10.1	Einleitung.....	128
10.1.1	Migration und Innovationsmanagement.....	128
10.1.2	Vorgehen für die Migrationsbetrachtungen.....	129
10.2	Migrationsmassnahmen	129
10.2.1	Akteure	129
10.2.2	Haltung der Akteure gegenüber den einzelnen Massnahmen.....	131
10.2.3	Finanzielle Umsetzbarkeit.....	136
10.3	Fazit und Empfehlungen	139
10.3.1	Massnahmen mit voraussichtlich grosser Wirkung.....	139
10.3.2	Weitere Massnahmen	141
10.3.3	Umgang mit Akteuren	141
10.3.4	Fazit.....	141
11	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	143
11.1	Schlussfolgerungen.....	143
11.2	Handlungsempfehlungen	143

12	Beitrag von Teilprojekt E zum Gesamtprojekt	146
	Anhänge	147
	Abkürzungen	191
	Literaturverzeichnis	193
	Projektabschluss	199
	Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen	202
	SVI Publikationsliste	212

Aufbau des Forschungspaketes

Organigramm des Forschungspaketes

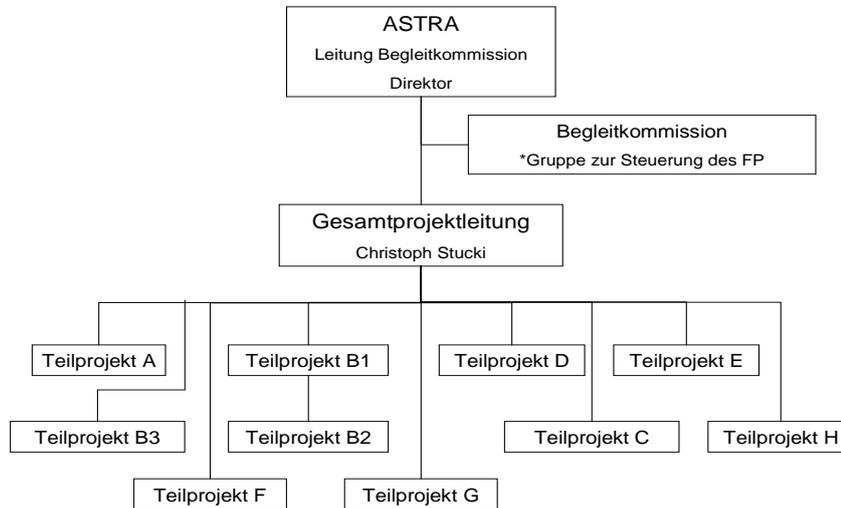


Abb.0.1 Beteiligte Teilprojekte und deren Beziehungen

Liste der Teilprojekte und der beteiligten Forschungsstellen

TP	Titel	Verantwortliche Forschungsstelle	Abschluss	SVI Nr
A	Konzept zur effizienten Erfassung und Analyse der Güterverkehrsdaten	RappTrans, Zürich	Sommer 2011	2009/002
B1	Güterverkehrsintensive Branchen und Güterverkehrsströme in der Schweiz	Lehrstuhl für Logistik Universität St. Gallen	Frühling 2011	2009/003
B2	Branchenspezifische Logistikkonzepte und Güterverkehrsaufkommen sowie deren Trends	ProgTrans, Basel	Frühling 2012	2010/005
B3	Güterverkehr mit Lieferwagen	RappTrans, Zürich	Herbst 2012	2010/001
C	Anforderung der Güterlogistik an die Netzinfrastruktur und die langfristige Netzentwicklung in der Schweiz	IVT, ETH Zürich	Sommer 2012	2009/008
D	Regulierung des Güterverkehrs - Auswirkungen auf die Transportwirtschaft	Infras, Zürich	Sommer 2011	2009/004
E	Informationstechnologien in der zukünftigen Transportwirtschaft	Institut für Verkehrswesen Universität Stuttgart	Herbst 2011	2009/005
F	Beeinflussung der Nutzer durch Regulierung und integrierte Bewirtschaftungskonzepte aus Sicht der Nutzer	ProgTrans, Basel	Frühling 2012	2009/009
G	Effizienzsteigerungspotenziale in der Transportwirtschaft durch integrierte Bewirtschaftungsinstrumente aus Sicht der Infrastrukturbetreiber	Ecoplan, Bern	Sommer 2012	2009/010
H	Ortsbezogene Massnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Güterverkehrs	Infras, Bern	Sommer 2012	2009/011

Gesamtprojektleitung

Christoph Stucki c/o Thalent SA, route de Peney 133, CH-1214 Vernier

Christoph.stucki@talent.com

Zusammenfassung

Ausgehend vom dynamischen Wachstum der Transportströme steht die Schweiz als eines der wichtigsten Transitländer Europas vor grossen Herausforderungen. Ergänzend zum zeit- und kostenintensiven Ausbau der Infrastruktur müssen daher auch die weiteren Möglichkeiten zur Kapazitätsverbesserung und zur verbesserten Nutzung vorhandener Kapazitäten ausgeschöpft werden. In diesem Sinne wurden aktuell vorhandene Prinzipien der IT-Anwendungen im Güterverkehr auf den drei Nutzungsebenen *Infrastrukturbewirtschaftung*, *Prozesskettenbetreiber* und *unternehmensintern* hinsichtlich ihrer Wirkungen untersucht und bewertet. Darüber hinaus wurden erwartete Trends und Entwicklungen im IT-Sektor mit einbezogen. Die Wertung der IT-Funktionalitäten / Funktionen orientiert sich einerseits an den Nutzungsebenen sowie andererseits an den Strategien zur *Verkehrsverlagerung*, *Verkehrsvermeidung* und *Verkehrslenkung/-steuerung*.

Da zu den Wirkungen von IT-Systemen im Güterverkehr keine umfassenden Untersuchungen vorliegen, musste die Studie auf einer vergleichsweise eingeschränkten Datenbasis durchgeführt werden. Dies erlaubt in vielen Bereichen nur qualitative bzw. in der Aussagekraft eingeschränkte quantitative Wertungen zum Einsatz der IT-Systeme im zukünftigen Güterverkehr der Schweiz.

Trotz dieser Einschränkung ist aus den Ergebnissen abzuleiten, dass eine direkte Unterstützung von IT-Systemen im Güterverkehr der Schweiz aus Sicht des Schweizer Staates nicht zu empfehlen ist. Die mit dem IT-Einsatz erzielbaren gesellschaftsbezogenen Vorteile liegen in einer Grössenordnung, die aus Nutzen-Kosten-Überlegungen eine staatliche (Teil-)Finanzierung nicht gerechtfertigt erscheinen lassen. Die erzielbaren, unternehmensbezogenen Gewinne (= Kostenreduktionen, Effektivitätssteigerungen) legen es den Unternehmen nahe, aus eigenem Antrieb tätig zu werden.

Dennoch kommt diese Arbeit zu dem Schluss, dass der Staat eine wichtige Rolle als Katalysator einer Vereinheitlichung einnehmen kann. Die heute – und ohne zusätzliches Handeln wohl auch zukünftig – zum Einsatz kommenden Systeme stellen überwiegend spezifisch auf ein Unternehmen zugeschnittene Einzelanwendungen, sogenannte Insellösungen, dar. Durch die dabei zur Anwendung kommenden unterschiedlichen Datenbeschaffungs- und Informationsgewinnungsprozesse werden in grossem Umfang Mehrfacharbeiten mit hohem Aufwand durchgeführt. Als staatliche Aufgabe ist hier daher die Initiative für eine Vereinheitlichung von Datenbeschaffungsmethoden durch eine gezielte Bereitstellung abrufbarer Daten in einheitlichen Formaten sowie standardisierten Schnittstellen anzusehen. Da die Fahrzeuge bereits zunehmend mittels Mobiltelekommunikation mit den jeweiligen Zentralen verbunden sind, setzen in grossem Masstab zum Einsatz kommende IT-Systeme leistungsfähige Mobilnetze voraus. Auch hier ist staatliche Unterstützung zur Bereitstellung der entsprechenden Kommunikationsinfrastruktur erforderlich. Dabei ist die Zugänglichkeit und Verfügbarkeit für die Belange der am Güterverkehr Beteiligten sicherzustellen und zu gewährleisten.

Résumé

Si l'on considère la croissance dynamique des flux des transports, la Suisse, qui est l'un des pays de transit les plus importants d'Europe, se trouve confrontée à d'importants défis. De manière complémentaire à l'aménagement des infrastructures, coûteux en termes de temps et de frais, les autres possibilités d'amélioration des capacités ainsi que les moyens permettant une meilleure utilisation des capacités disponibles doivent en conséquence être exploités au maximum. En ce sens, les principes des applications IT actuellement disponibles pour le trafic de marchandises sur leurs trois niveaux d'utilisation, *exploitation des infrastructures*, *exploitants de processus en chaîne* et *internes à l'entreprise* ont été examinés et évalués au niveau de leurs effets. En outre, les tendances et les développements prévus ont été intégrés dans le secteur IT. L'évaluation des fonctionnalités / fonctions IT s'oriente d'une part vers les niveaux d'utilisation ainsi que d'autre part vers les stratégies pour un *déplacement du trafic*, des *évitements de circulation* et un *contrôle / direction de la circulation*.

Étant donné qu'il n'existe pas de recherches étendues sur les effets des systèmes IT sur le trafic des marchandises, l'étude a dû être effectuée sur une base de données comparativement limitée. Dans de nombreux domaines, cela n'a permis que des évaluations qualitatives ou des évaluations quantitatives limitées dans leur force d'expression sur la mise en œuvre des systèmes IT dans le futur trafic de marchandises en Suisse. Malgré cette restriction, il est possible de déduire des résultats qu'un soutien direct des systèmes IT n'est pas recommandable pour le trafic de marchandises en Suisse du point de vue de l'État suisse. Les avantages liés à la société que l'on peut espérer par la mise en œuvre des IT se situent dans un ordre de grandeur qui, pour des raisons de comparaison entre avantages et prix, ne justifierait pas un financement (partiel) de l'État. Les profits que l'on peut attendre au niveau des entreprises (= réductions de frais, amélioration de l'efficacité) incitent les entreprises à agir de leur propre initiative.

Il y a tout de même une tâche importante qui revient à l'État en ce domaine. Les systèmes appliqués aujourd'hui - et sans intervention supplémentaire, ils le seront aussi à l'avenir - représentent pour la plupart des applications développées spécifiquement pour chaque entreprise, que l'on pourrait qualifier de solutions isolées. En raison des divers processus d'approvisionnement en données et en informations utilisés à cet égard, certains travaux de grande envergure sont effectués de manière multiple et à grands frais. Ce qu'il faudrait considérer ici comme un devoir de l'État est une initiative visant une unification des méthodes de collecte des données par une mise à disposition précise des données dans des formats homogènes ainsi que par des interfaces standardisées. Étant donné que de plus en plus de véhicules sont déjà liés à leurs bureaux centraux respectifs grâce aux télécommunications mobiles, une importante partie des systèmes IT mis en œuvre suppose l'existence de réseaux mobiles efficaces. Ici également, le soutien de l'État est nécessaire pour la mise à disposition des infrastructures de communication correspondantes. À cet égard, l'accès et la disponibilité pour les intérêts des parties prenantes du trafic de marchandises doivent être assurés et garantis. Cela est par exemple aussi valable sur le plan de la priorisation de l'utilisation des infrastructures de communication par les participants.

Summary

With the on-going and dynamic growth of freight flows, Switzerland as one of Europe's main transit countries is facing significant challenges in serving this transport demand. As infrastructure expansion is costly and time consuming, further ways to improve capacity and use of existing infrastructure have to be found. Therefore, this study considers IT-applications on three application and usage levels: *Infrastructure management*, *transport process operation* and *intra-company*. Furthermore, current developments and trends in the IT-sector are analysed and an evaluation of IT-functions and functionalities is conducted based on the three application layers, as well as their potential to drive the strategies *transport modal shift*, *transport demand management* and *transport flow management and control*.

Due to the fact that there are no comprehensive studies on the role of IT-systems in freight transport, this study had to be based on a limited amount of input data. Therefore in many cases, the evaluation of systems that has been made is qualitative and quantitative results, where found, are of reduced reliability. Notwithstanding such limitations, an overall finding is that at this point, financial government support for the implementation of IT-systems in freight transport is not recommended. The society benefits that are likely achievable with an increased use of such IT-systems are of a magnitude that is in no relation to the cost associated and therefore cannot be expected to withstand a cost-benefit-analysis. However, on the company-level of applications, cost-saving benefits are likely large in relation to implementation cost, so it can be expected that on this level, systems introduction will commence without further external incentives.

Still, government agencies should play a vital role in these developments. Current systems – and without the according steps taken, this will apply to future systems, too – are largely custom designs for individual applications and customers and therefore oftentimes difficult to interface with. This leads to many costly duplicate tasks in information management for freight transport. Here, it would be the task of a government entity to drive standardization initiatives for data collection and exchange interfaces, as well as the provision of relevant data for planning and operation purposes.

As the majority of vehicle management and communication systems are based on cellular communications networks, high capacity cellular networks are necessary. In this realm, government tasks would be to ensure that the required infrastructure and networks are available to all parties involved in freight transport at a high reliability. Since the provision and operation of such networks is a private enterprise, such actions would likely be of legislative nature and need to be aimed at reserving part of the bandwidth or prioritizing this type of communication.

1 Problemstellung und Lösungsansatz

1.1 Forschungspaket „Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz“

Im April 2004 hat das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) das Forschungspaket (UVEK/ASTRA) „Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz“ mit insgesamt fünf Teilpaketen lanciert. Die Zielsetzung des gesamten Forschungspaketes ist dabei wie folgt definiert:

„Der Güterverkehr auf Strasse und Schiene hat bezüglich Verkehrsfluss, Beanspruchung der Infrastruktur, Umweltbelastung sowie Verkehrssicherheit im Vergleich zum Personenverkehr in den letzten Jahren stark an Relevanz gewonnen. Dies geht insbesondere auf die deutlich höheren Wachstumsraten zurück und führt zu einiger verkehrspolitischer Brisanz. ... Die durch das ARE ausgearbeiteten Perspektiven erwarten im Zeitraum 2002 – 2030 ein Wachstum der Transportleistung von 32 – 78%. ... Wie soll diese wachsende Transportnachfrage nachhaltig befriedigt werden? Was ist zu tun, damit der Güterverkehr auch künftig seinen Beitrag zur Sicherung des Wirtschaftsstandortes Schweiz leisten kann?...“

Das hier bearbeitete Teilpaket E hat dann – ergänzend zu den Anforderungen des gesamten Forschungspaketes folgende Zielsetzungen:

„Im Teilprojekt E „Informationstechnologien in der zukünftigen Gütertransportwirtschaft“ sollen die grundlegenden Anforderungen an eine zukünftige informationstechnische Infrastruktur ermittelt werden, wobei in erster Priorität Massnahmen zur IT-gestützten Optimierung und effizienteren Nutzung der Infrastrukturen und Prozessketten zu entwickeln und zu beurteilen sind.“

1.1.1 Informationstechnische Optimierung

Angesichts des dynamischen Wachstums der grenzüberschreitenden Transportströme in den letzten Jahren und dem sich liberalisierenden Bahnmarkt steht die Schweiz als eines der wichtigsten Transitländer Europas vor neuen und drängenden Herausforderungen. Die Ausbaumöglichkeiten der Infrastruktur stösst sowohl von der Flächenverfügbarkeit als auch von der Finanzierbarkeit an ihre Grenzen. Sowohl im Strassen- als auch im Schienennetz wird für die Zukunft ein erheblicher Nachfrageüberhang erwartet (BAV 2012). Daher müssen ergänzend zum zeit- und kostenintensiven Ausbau der Infrastruktur auch „weiche“ Möglichkeiten der Kapazitätserweiterung durch ein verbessertes Verkehrsmanagement ausgeschöpft werden. Hierzu kann und muss die Informationstechnologie (IT) einen wichtigen Beitrag leisten. Um die Potenziale zu ermitteln soll im Rahmen dieser Studie die Prozesskette im Gütertransport systematisch auf ihre Optimierungspotenziale durch den IT-Einsatz hin untersucht werden.

Erste Ansätze für eine Optimierung können aber beispielsweise die Flexibilisierung und Vernetzung von Verkehrsinformation und Disposition sein, so dass Engpässe durch räumliche oder zeitliche Verlagerung der Transporte gemildert oder vermieden werden können. Oder aber die Disposition und Durchführung einzelner Transportvorgänge bietet Möglichkeiten, die Auslastung der Fahrzeuge zu optimieren und so bei gleicher Fahrleistung mehr Transportleistung zu erbringen.

Allein aufgrund der Komplexität der bei einer Optimierung des Gütertransports auftretenden Probleme, ist eine manuelle Optimierung wenig aussichtsreich. Hier ist es sinnvoll, die Optimierung durch geeignete IT-basierte Systeme zu unterstützen. Deren Einsatzbereich kann von der reinen Informationsbereitstellung über die Unterstützung und Vereinfachung der Umsetzung bzw. Visualisierung von manuellen Optimierungsentscheidungen bis hin zu automatischen Optimierungsverfahren mit Hilfe von Methoden des Operations Research variierten.

Die Untersuchung besteht aus drei Teilen (siehe Abb.1.2)

In einem ersten Teil mit den Kapiteln 4 bis 8 – im Wesentlichen bearbeitet durch das VWI Stuttgart und BVU Freiburg – erfolgt eine Analyse der heute vorhandenen Tools für logistische Anwendungen, deren Marktdurchdringung und eine quantitative Analyse der Optimierungspotenziale bei der Infrastrukturnutzung. Im Fokus steht dabei die Frage, welche Optimierungen bei der Infrastrukturnutzung möglich sind, wenn die Marktdurchdringung dieser Produkte erhöht werden kann.

In einem zweiten Teil mit dem Kapitel 9 – im Wesentlichen durchgeführt durch das IVT ETH Zürich – erfolgt unter Berücksichtigung der Ergebnisse des ersten Teils eine prozessorientierte Analyse der Optimierungspotenziale. Dabei werden alle Transportprozesse systematisch auf ihre Infrastrukturwirksamkeit hin gescannt. Anschliessend werden für die relevanten Prozesse die Optimierungspotenziale qualitativ ermittelt. Da hier das Ziel ist, den Entwicklungsbedarf von heute noch nicht existenten Produkten zu ermitteln, kann hier keine quantitative Analyse erfolgen, vielmehr beschränken sich die Ergebnisse auf quantitative Grössen und daraus abgeleitete Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung von IT-Produkten.

Schlussendlich werden die Ergebnisse beider Teile im einem dritten Berichtsteil mit den Kapiteln 10 bis 12 konsolidiert und in harmonisierte Empfehlungen an den Auftraggeber für die Migration und das weitere Vorgehen zusammengefasst.

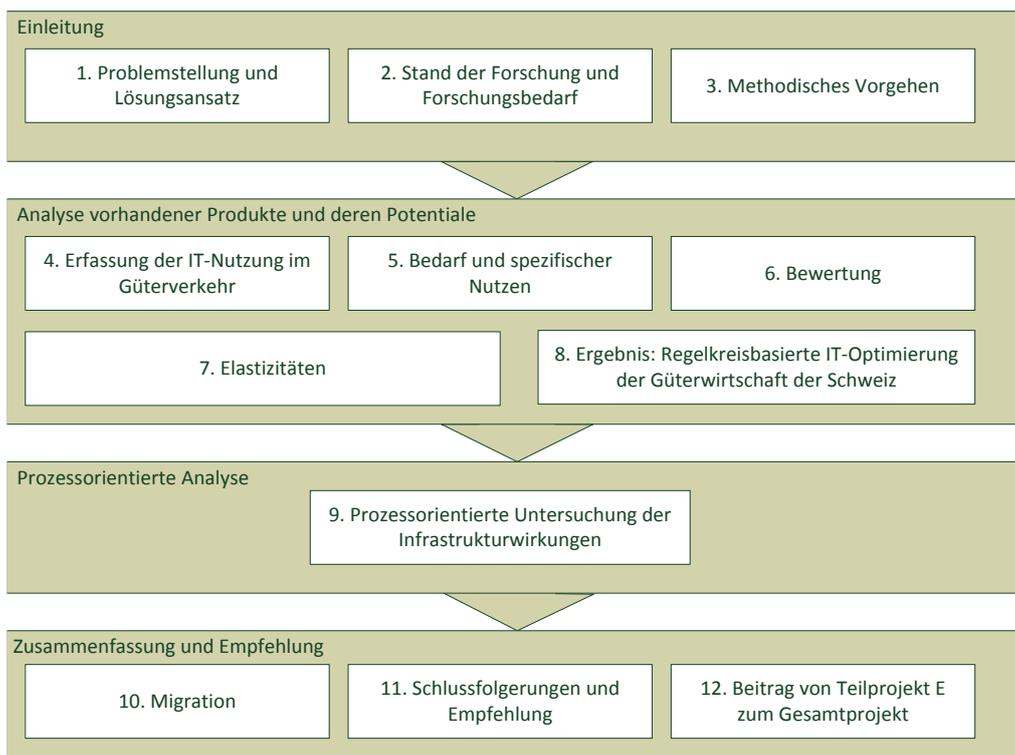


Abb.1.2: Aufbau der Arbeit

1.1.2 Definitionen

Die hier vorgelegte Definition wesentlicher Begriffe dient dazu, die einzelnen Begrifflichkeiten und deren Verwendung in dieser Untersuchung abzugrenzen.

Treiber der Infrastrukturnutzung: Einflussgrösse, die eine unmittelbare Wirkung auf den Infrastrukturbedarf eines oder einer Anzahl von definierten Transportvorgängen besitzt.

Infrastrukturnutzung: Anzahl von Transportvorgängen, die in einer definierten Zeit auf einer definierten Infrastruktur durchgeführt wird.

Funktion: Beschreibung von Art und Umfang, in dem einer oder mehrere Prozesse durch die IT unterstützt werden (können), unabhängig vom konkreten IT-Produkt.

Funktionalität: Es handelt sich hierbei um Funktionen, die von einem IT-System erfüllt werden. Unterschiedliche Funktionalitäten sollten voneinander unabhängig und eindeutig unterscheidbar sein. In Bezug auf IT-Systeme werden Funktionalitätsklassen unterscheiden (siehe (Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, 1991)).

Ausprägung einer Funktionalität: Die Konkretisierung von Funktionen, die von einem IT-System erfüllt werden. Ausprägungen einer Funktionalität realisieren in aller Regel einen Teil der Funktion.

IT-Produkt: Eine real vorhandene Hard- oder Software, die in der Regel am IT-Markt oder bei einem Hersteller erworben werden kann.

Anwendungsfall eines IT-Produkts: IT-Produkte sind häufig so ausgelegt, dass sie mehrere Funktionalitäten gleichzeitig realisieren können. Daraus resultieren für eine Funktionalität mehrere Anwendungsfälle.

1.2 Güterverkehr, Prozess- und Transportketten

Der Güterverkehr wird unter Mitwirkung einer Vielzahl von Verkehrsträgern durchgeführt. In dieser Untersuchung werden hauptsächlich der Schienengüterverkehr, der Strassengüterverkehr, der kombinierte Verkehr behandelt. Der Güterverkehr mit dem Binnenschiff sowie die Luftfracht werden, da sie auf dem Territorium der Schweiz nur auf sehr wenigen Infrastrukturen stattfinden, nur am Rande mit einbezogen.

Im Kontext dieser Untersuchung wird der **Schienengüterverkehr** verstanden als Transport, der ausschliesslich auf der Schiene erfolgt. Dabei erfolgt der Transport von einem Anschlussgleis oder einem Freiverlad zu einem anderen Anschlussgleis oder Freiverlad. Die Fahrzeuge können dabei sowohl vom Eisenbahnverkehrsunternehmen als auch vom Verloader (oder Dritten) gestellt werden. Es sind dabei zwei Produktionssysteme zu unterscheiden: Der Einzelwagenladungsverkehr, der gemäss Definition des BAV der „Bahntransport von Gütern in Einzelwagen oder Wagengruppen mit mindestens einer Rangierbewegung“ (BAV, 2011) ist. Im Gegensatz dazu wird im Ganzzugverkehr die Zugskomposition unverändert vom Versender zum Empfänger transportiert. Aus Sicht der Prozessoptimierung gestaltet sich der Einzelwagenverkehr deutlich komplizierter als der Ganzzugverkehr, da im Einzelwagenverkehr auch eine Zuordnung der Wagen zu Zügen erforderlich ist und mit dieser Zuordnung die Auslastung der Züge und damit der Infrastruktur verbunden ist.

Der **Strassengüterverkehr** beinhaltet eine breite Spanne an unterschiedlichen Formen des Gütertransports. Dazu gehören:

- Der „gewöhnliche“ Strassengüterverkehr, umgesetzt mit verschiedenen Arten von Lastkraftwagen.
- Der Luftfrachtersatzverkehr, also Güterverkehr, die kommerziell dem Luftverkehr zugeordnet wird, aber tatsächlich auf der Strasse transportiert wird.

- Strassengüterverkehr, der mit Personenwagen oder Kleintransportern (d.h. mit Fahrzeugen von weniger als 3,5 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht, ggf. mit Anhänger) durchgeführt wird. Dabei handelt es sich oft um Post- oder Paketdienste, die in ihren Charakteristika dem PW-Verkehr zuzuordnen sind.

Im Kontext dieser Untersuchung beschränkt sich der Strassengüterverkehr auf den „gewöhnlichen“ Strassengüterverkehr und die „getruckte“ Luftfracht. Der Strassengüterverkehr mit Fahrzeugen unter 3,5 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht wird nicht berücksichtigt, da er in der Regel in integrierte und geschlossene Logistikkonzepte (z.B. KEP) eingebunden ist.

Kombinierter Verkehr ist der Transport von Gütern in einem Lastkraftwagen oder in Ladeeinheiten (insbesondere Wechselbehälter, Container oder Sattelanhänger), wobei der Transport auf dem überwiegenden Teil der Gesamtstrecke mit der Eisenbahn, dem Binnen-, Küsten- oder Seeschiff und auf dem anderen, in der Regel kürzeren Teil mit dem Kraftfahrzeug durchgeführt wird und zudem beim Wechsel der Verkehrsträger nicht die Güter selbst, sondern die beladenen Ladeeinheiten umgeschlagen werden oder die beladenen Lastkraftwagen auf dem Eisenbahnwaggon oder auf dem Schiff mitgeführt werden. (siehe: (BMVBS, 2010)).

Güterverkehr mit dem Binnenschiff wird verstanden als Transport unterschiedlichster Güter ausschliesslich mit dem Binnenschiff.

Der **Güterverkehr mit dem Flugzeug** wird verstanden als ausschliesslich geflogener Gütertransport. Die so genannte „getruckte“ Luftfracht wird dem Strassengüterverkehr zugeordnet.

Eine **Prozesskette** ist eine Reihe von Prozessen, die im Hintergrund eingeplant auf einen Event warten. Einige dieser Prozesse lösen einen eigenen Event aus, der wiederum andere Prozesse starten kann. (siehe: (SAP, 2011)).

Ein Entwurfsmodell zur Abbildung von Abläufen und Vorgängen wird als **ereignisgesteuerte Prozesskette** bezeichnet. Grundelemente einer ereignisgesteuerten Prozesskette sind Ereignisse und dadurch ausgelöste Funktionen, die durch logische Operatoren miteinander in Beziehung gesetzt werden. Neben Ereignissen als Ergebnis von Funktionen können Datenobjekte als Ein- und Ausgabe der Funktionen modelliert werden, die über Informationsobjekte erhältlich sind. (siehe: (Gabler, 2011)).

Gebrochene Verkehre sind solche Verkehre, bei denen der Transport nicht durchgängig erfolgt, sondern Prozesse wie Umladen oder Kommissionierung stattfinden.

Eine **Transportkette** stellt in Anlehnung an DIN 30781 eine Folge technisch und/oder organisatorisch verknüpfter Vorgänge dar, bei denen Güter von einem Lieferpunkt (Quelle) zu einem Empfangspunkt (Senke) bewegt werden.

Im Rahmen von Teilprojekt E stehen Transportketten und ihre Organisation im Mittelpunkt.

1.3 Ziele der Forschung

1.3.1 Fragestellungen

Um die Zusammenhänge zwischen den Berichtsteilen zu verdeutlichen, werden nachfolgend noch einmal die zentralen Fragestellungen dargestellt, die in den einzelnen Berichtsteilen beantwortet werden:

In Teil 1 (Kapitel 4 bis 8):

Welche IT-Produkte für Logistikanwendungen sind heute am Markt erhältlich, welche Funktionen und Funktionalitäten werden von Ihnen abgedeckt und wie ist ihre Verbreitung bei den Akteuren der betrachteten Transportketten?

Welche Auswirkungen auf die Infrastrukturnutzung hat der Einsatz der heute am Markt erhältlichen IT-Produkte?

Wie kann eine verstärkte Nutzung dieser IT-Produkte durch die Akteure in der Transportkette den Infrastrukturbedarf verändern?

Welche Produkteigenschaften haben einen Einfluss auf den Nutzungsgrad von logistikbezogenen IT-Produkten durch die Akteure in der Transportkette?

In Teil 2 (Kapitel 9):

Welche Treiber (Faktoren) beeinflussen den Infrastrukturbedarf im Rahmen der Transportkette?

Im Rahmen welcher Prozesse der Transportkette kann man diese Treiber beeinflussen?

Welche Funktionalitäten sind an welcher Stelle der Transportkette erforderlich, um diese Treiber zu beeinflussen?

Welche Funktionalitäten werden durch heute am Markt vorhandene IT-Produkte abgedeckt?

Für welche Funktionalitäten sind zusätzliche IT-Produkte erforderlich, um hierüber die Treiber für die Infrastrukturnutzung so zu beeinflussen dass die Infrastrukturnutzung optimiert wird.

In Teil 3 (Kapitel 10 bis 12):

Welche Haltung besteht seitens der Stakeholder in der Logistik zu einem Einsatz von IT-Produkten?

Wie lässt sich die Haltung der Stakeholder positiv beeinflussen?

Welche flankierenden Massnahmen sind erforderlich, um die erforderlichen IT-Produkte einzuführen?

2 Stand der Forschung und Forschungsbedarf

2.1 Ausgangslage

Die Nutzung der Infrastruktur und die Gestaltung der Prozessketten im Güterverkehr sind seit geraumer Zeit Gegenstand weltweiter Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten.

Die informationstechnische Entwicklung reicht bis an den Anfang der 1990er-Jahre zurück, als sich die Automatisierung der Informationssysteme in grösserem Umfang durchzusetzen begann. In diesem Zeitraum entstand im Rahmen der "Forschungsarbeiten des Verkehrswissenschaftlichen Instituts an der Universität Stuttgart" eine Arbeit über „Automatisierte verkehrsträgerübergreifende Informationssysteme“ (Dobeschinsky, 1991), die sich allerdings primär mit Fragen des Personenverkehrs befasst hat. Diese wissenschaftliche Arbeit beinhaltet eine überschlägige wirtschaftliche Bewertung von Informationssystemen. Stand anfangs noch alleine die Information der am Verkehrsgeschehen Beteiligten im Zentrum der Forschung, so wurden in der Folge immer komplexere Systeme entwickelt. Speziell mit satellitenbasierten Ortungssystemen, aber auch der Mobilfunktechnologie, wurde es möglich, die genaue Position eines Verkehrsteilnehmers zu ermitteln und diesen Standort an Dritte, zum Beispiel eine Dispositionszentrale, zu übermitteln. Parallel dazu konnten nun auch Informationen, Gebote und Verbote sowie Dispositionsentscheidungen an den Verkehrsteilnehmer übermittelt werden. Im Öffentlichen Personenverkehr führte diese Entwicklung zur Einrichtung von Betriebsleitstellen, die durch Zusammenführung mit Einrichtungen des motorisierten Individualverkehrs zur integrierten Verkehrsleitzentrale (IVLZ) führte. Gegenwärtig wird an der Weiterentwicklung von IVLZ gearbeitet, z. B. mit dem Ziel einer immissionsabhängigen Verkehrssteuerung. Dabei gibt es jedoch bedeutende strukturelle Unterschiede zwischen der Strasse und der Schiene. So ist die Infrastrukturbewirtschaftung bei der Strasse auf Grund der Zufälligkeit der Nutzung deutlich schwieriger als bei der Schiene, wo die Verkehre viel genauer planbar und beherrschbar sind. Dafür sind dort die Prozessketten zwischen den beteiligten Akteuren im Vergleich zur Strasse noch wenig vernetzt.

Im Güterverkehr ist im Gegensatz zum Personenverkehr mit dem Spediteur (oder vergleichbar der Transport- und Logistikabteilung eines Versenders bzw. Empfängers) ein Akteur in der Transportkette vorhanden, dessen Aufgabe eine Optimierung des gesamten Transportvorganges ist. Sein Ziel ist jedoch das Nutzeroptimum und damit nicht eine insgesamt effiziente Infrastrukturnutzung oder andere gesamtwirtschaftliche Ziele. Eine wichtige Randbedingung im Güterverkehr ist, dass der Spediteur gewerblich Transporte organisiert, und damit ein gewisses Grundwissen um Optimierungspotenziale besitzt und ihm die Randbedingungen der Transportabwicklung vertraut sind. Damit sind für den Güterverkehr reine Informationssysteme – wie sie im Personenverkehr bei der integrierten Verkehrsleitzentrale eingeführt worden sind – von eher untergeordnetem Interesse. Im Güterverkehr sind vermutlich eher Systeme von Nutzen, die entweder über das bestehende Know-how hinaus durch Optimierungsalgorithmen wirtschaftliche Effekte bei der Transportabwicklung generieren oder aber Systeme, die, zum Nutzen der Gesamtwirtschaft, anweisenden Charakter besitzen.

Vor allem im Strassengüterverkehr sind bereits seit Jahrzehnten Systeme im Einsatz, die der Gestaltung von Prozessketten dienen (Produktionsprozessmanagement lt. (Berndt, 2001)). Mit dem Transport der Güter ist im Regelfall auch ein Transport von Information verbunden. Diente früher ein einfacher „Laufzettel“ zur Identifikation der Ware, so wird durch die Anwendung der RFID-Technologie (Deutsches Verkehrsforum, 2005) eine nachhaltige Verwendung der Information möglich.

Im Bereich des Gütertransports wird intensiv an EDV-Systemen zur Steigerung der Effizienz geforscht (siehe (Pape & Virgin, 2008), (SKY EYE, 2010), (Ruhnow, 2008), (Schweng, 2008)). Ein wesentlicher Aspekt aktueller Forschungen besteht in der Identifikation von Zeitineffizienzen von Güterverkehren auf der Schiene (siehe (Schulz, 2008)). Im Rahmen des Projektes CORRECT (VWI, IWW, ISE-E, & NESTEAR, 2007) zeigte sich, dass grosse

Potenziale zur Optimierung der Prozessketten im Eisenbahngüterverkehr beim Durchlaufen von Knoten zu finden sind. Dennoch sind besonders im Bereich des grenzüberschreitenden Eisenbahngüterverkehrs und beim kombinierten Verkehr noch Fragen der Informationsweitergabe über Systemgrenzen hinweg zu klären. Auch im Strassengüterverkehr spielt die Telematik eine wesentliche Rolle (siehe (Janker, 2001)). Gegenwärtig bietet die Telematik im Güterverkehr grundsätzlich ein reiches Spektrum an Anwendungsmöglichkeiten:

- Ortung von Fahrzeugen, allgemein von mobilen Einheiten
- (Digitale) Kommunikation zwischen Fahrer und Disponenten
- Tourenplanung und Routenplanung (Navigation)
- Disposition der Fahrzeuge, Fahrer und Ladungen
- Überwachung der Tour- und Auftragsarbeiten
- Erfassung und sofortige Übermittlung von Auftragsdaten und -status
- Fahrzeug- und Ladungsidentifikation
- Be- und Entladungskontrolle
- Erfassung und Auswertung des Fahrzeug- und Ladungszustandes (technisch und/oder betrieblich)
- Datenerfassung für Personalabrechnung

Aus den Möglichkeiten der Telematik lassen sich vielfältige Nutzen ableiten. Diese betreffen den Bereich Kostenreduktion (Kontrolle der Aufträge in Echtzeit, zeitoptimiertes Auftragsmanagement, effiziente Fahrzeugnutzung und Steuerung, Prozessoptimierung der gesamten Transportkette, Minimierung der Leerfahrten, geringerer Fahrzeugverschleiss, geringerer Erfassungs- und Dispositionsaufwand pro Auftrag) aber auch die Dokumentation (automatischer, objektiver Leistungsnachweis mit Zeit- und Ortsstempel, Arbeitszeiterfassung, Spesenerfassung, Lenk- und Ruhezeiten, Fahrtroutendokumentation, Fahrverhalten, Verbrauchskosten). Auch im Bereich Qualität lassen sich Nutzen generieren (höhere Kundenzufriedenheit, Effizienzsteigerung, Strukturierung der Arbeitsabläufe, Kontrolle von Subunternehmen, Fehlervermeidung bei der Auftragsabarbeitung, lückenlose Informationskette ohne Medienbruch, frühzeitiges Erkennen von Verzögerungen im Tourablauf). Nicht zu vergessen sind die Nutzen für die Effizienz bei Anwendung von Telematiksystemen (Vermeidung von Standzeiten, Reduktion von Suchzeiten, Vermeidung von Mehrfacheingaben, Vermeidung von Unruhekosten d.h. Zusatzkosten, die durch planabweichende Situationen entstehen, korrektive und objektive Datenerfassung und Datenkonsistenz, schnelle Auftragsübermittlung und -abwicklung, schnelle Fakturierung).

Darüber hinaus gibt es Bestrebungen, den Güterverkehr über die rein wirtschaftlichen Aspekte hinaus in Bezug auf Umweltaspekte zu optimieren (siehe (ÖKO INSTITUT e.V., 2010), (BMU, 2010)) und zu bewerten (VWI, IWW, ISE-E, & NESTEAR, 2007). In der Schweiz standen im Jahr 2000 Fragen der Wirksamkeit und des Nutzens der Verkehrsinformation im Mittelpunkt der Forschung (SVI, 2000). Es wurden zwar erste Schätzungen zum Nutzen der Verkehrsinformation vorgenommen, dennoch blieben einige Fragen offen. Diese betreffen die Abklärung der Nutzen im Bereich Verkehrssicherheit, die vertiefte Erforschung der Einflussfaktoren auf das Verkehrsverhalten und die Erfassung der Wirkungen von Telematikmassnahmen.

Ergänzend zur Auswertung der Literatur wurden aktuell laufende oder bereits abgeschlossene Projekte näher betrachtet. Daraus lassen sich zwar die Bemühungen in diesem Sektor erkennen und es zeigt sich auch, dass die Ziele der Projekte teilweise sehr ähnlich sind oder Projekte aufeinander aufbauen. Eine einheitliche, zur Umsetzung kommende Strategie konnte dabei bisher nicht entwickelt werden. Im Vordergrund vieler Untersuchungen standen jeweils konkrete Einzelanwendungen und Einzellösungen. Selbst Standardisierungen zur Verbesserung der Zusammenarbeit unterschiedlicher Systeme konnten bisher nicht in grösserem Masse durchgesetzt werden.

Auf Fachkongressen werden derzeit in grosser Zahl neue IT-Lösungen vorgestellt. Auch dabei handelt es sich meist um Einzellösungen, bei denen für die individuell zugeschnittene

Lösung die entstehenden (bzw. zumindest vermuteten oder erwarteten) Nutzen stark herausgestellt werden. Die vor allem aus der jeweiligen Datenbeschaffung resultierenden Kosten werden demgegenüber häufig nicht problematisiert. Bei einem Workshop zum Seehafenhinterlandverkehr zeigte sich, dass aus Sicht der Spediteure und Verlager eine möglichst konsequent abgewickelte, durchgehende und von einer Einrichtung überblickte Prozess- und Transportkette gewünscht wird. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Kontrolle des Prozesses durch „eine“ Einrichtung, deren Interesse an der Weitergabe von Informationen bzw. Informationsmöglichkeiten sehr gering ist, da diese gegenüber alternativen Anbietern den Wettbewerbsvorteil sichern. Als Informationstechnologie wurde speziell hier vielfach das Telefon als einzig erforderlich genannt. Beim Schienengüterverkehr zeigte sich der Schutz sensibler Daten als sehr zentrale Problemstellung. Aus diesem Grunde ist die Verbreitung zentraler Plattformen eher gering, da (noch?) kein Vertrauen zu ihnen besteht.

2.2 Forschungsbedarf

Aus dem Stand der Forschung lässt sich folgender Forschungsbedarf ableiten:

Es gibt zwar eine umfassende Anzahl an Telematikanwendungen im Güterverkehr, die vielfältigen Nutzen generieren, jedoch haben sie noch keine hinreichende Verbreitung und Verknüpfung gefunden.

Für einzelne Zweige im Güterverkehrsbereich wurden Prozesskettenanalysen durchgeführt, so zum Beispiel im Rahmen des Projektes CORRECT (VWI, IWW, ISE-E, & NESTEAR, 2007), doch war eine verkehrsträgerübergreifende Analyse von Prozessketten mit nachgereihter Bewertung und Optimierung kein Bestandteil dieser Untersuchungen.

Die Schnittstellen zwischen den Systemen innerhalb der Verkehrsträger – vor allem aber verkehrsträgerübergreifend – sind deshalb noch wenig abgestimmt. Dies ist aber insbesondere beim kombinierten Verkehr von grosser Bedeutung, da hier praktisch immer verschiedene Akteure an einem Transport beteiligt sind.

Auch bei den Systemverknüpfungen und -architekturen besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf, was vor allem aus Sicht der verschiedenen Akteure der Schienengüterlogistik noch näher beleuchtet werden sollte.

Auch die involvierten Akteure und deren funktionale technischen Anforderungen an die IT-Systeme sind in der Literatur ungenügend dokumentiert. Insbesondere zeigt sich, dass immer mehr Insellösungen zur Verbesserung eher innerbetrieblicher Abläufe entstehen, eine übergreifende Verknüpfung spielt jedoch nur eine untergeordnete Rolle.

Es stellt sich die Frage, in welche Richtung die Entwicklung von IT-Produkten vorangetrieben werden muss, um weitere Effizienzpotenziale in der Infrastrukturnutzung generieren zu können. Dabei ist sowohl die Frage einer weitergehenden Verbreitung der heute vorhandenen Systeme in Form zusätzlicher Nutzer als auch die Frage welche neuen Funktionalitäten erforderlich sind, von Interesse.

Abschliessend ist zu klären, wie der Einsatz von IT-Produkten in der Transportwirtschaft beeinflusst werden kann. Dazu ist zu klären, welche Produktmerkmale die einzusetzenden Produkte haben müssen, damit sie von den Akteuren in der Transportkette als nutzbringend empfunden und eingesetzt werden. Es ist die Haltung der Stakeholdern zu den einzelnen IT-Produkten zu klären und es ist zu ermitteln, wie mit regulatorischen und anderen Massnahmen, der Einsatz dieser Produkte positiv beeinflusst werden kann.

2.3 Ziele der Untersuchung

Als Resultate der Untersuchung werden konkrete Ergebnisse und Handlungsempfehlungen hinsichtlich der Anwendungsmöglichkeiten und Trends sowie des weiteren Entwicklungsbedarfs bei der Kommunikations- und Informationstechnologie zur Prozessoptimierung und Infrastrukturbewirtschaftung bei den einzelnen Verkehrsträgern im Güterverkehr

erwartet. Darüber hinaus sollen die zu erwartenden Trends und Entwicklungen im IT-Sektor einbezogen und hinsichtlich der daraus zu erzielenden Wirkungen und Nutzen berücksichtigt werden.

Die Untersuchung sieht eine Betrachtung der IT im Güterverkehr auf drei Nutzungsebenen vor, die gemeinsam einen Regelkreis in der Gütertransportwirtschaft ergeben (siehe Abb. 2.3)

Ebene 1: **Infrastrukturbewirtschaftung**

Hier werden IT-Anwendungsmöglichkeiten bearbeitet, die eine optimierte Nutzung der Transportinfrastruktur zum Ziel haben. In dieser Ebene liegt auch der Hauptfokus der Untersuchung des weiteren Entwicklungsbedarfs, da an dieser Stelle die Infrastrukturnutzung mutmasslich am stärksten beeinflusst werden kann.

Ebene 2: **Prozesskettenbetreiber**

Hier liegt die Zielrichtung bei den Organisatoren der Logistikprozesse zum Gestalten optimierter Transportketten unter Nutzung eines oder mehrerer Verkehrsträger/s.

Ebene 3: **Unternehmensintern**

Ziel ist es hier, für die einzelnen Unternehmen optimierte Transporte zu ermöglichen (Planung und Durchführung) sowie die kurzfristige Lenkung und Disposition mit weiteren Daten zu versorgen. Die verbesserte Infrastrukturnutzung kann hier ein Nebeneffekt sein.

Während in der Ebene 1 eine Optimierung der Infrastrukturnutzung häufig die zentrale Zielsetzung ist, sind auf den Ebenen 2 und 3 Infrastruktureffekte in der Regel nur die Folge anderer, vor allem betriebswirtschaftlicher Optimierungen.

Eine gesamtwirtschaftliche Optimierung wird durch eine ebenenübergreifende Rückkopplung ermöglicht. Dazu ist es insbesondere erforderlich, die auf den Ebenen Prozesskettenbetreiber und unternehmensintern gewonnenen Daten, der Infrastrukturbewirtschaftung zugänglich zu machen bzw. umgekehrt, die Informationen aus der Infrastrukturbewirtschaftung den Prozesskettenbetreibern und beteiligten Unternehmen zugänglich zu machen. Dabei ist besonderes Augenmerk darauf zu richten, dass keine spezifischen Daten eines Einzelnen dem/den jeweiligen Konkurrenten zugänglich werden. Hierfür ist die Anonymisierung der Daten bzw. deren Umwandlung z. B. in nicht rückverfolgbare „Belastungseinheiten“ erforderlich. Innerhalb der Ebenen 2 und 3 wird eine derartige Anonymisierung nicht möglich sein, so dass dort eine unternehmensübergreifende Optimierung ohne Einbezug der Ebene 1 nicht möglich sein wird.

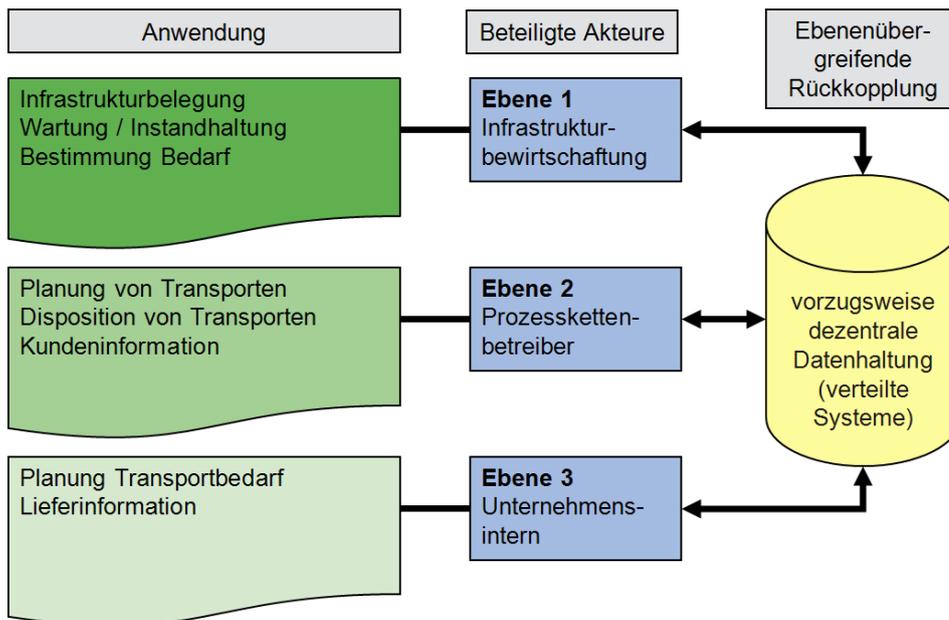


Abb. 2.3: Vision des Regelkreises „IT-Optimierung in der Güterwirtschaft“

Anhand dieses auf drei Betrachtungsebenen basierenden Ansatzes werden grundsätzliche Anforderungen an IT-Optimierung der Gütertransportwirtschaft untersucht und Massnahmen zur Infrastruktur- und Prozesskettenoptimierung entwickelt. Dabei erfolgt die Untersuchung zuerst getrennt nach einzelnen Ebenen und Verkehrsträgern, die in einem anschließenden Schritt miteinander verknüpft werden.

3 Methodisches Vorgehen

3.1 Methodisches Vorgehen – Gesamtstruktur

Ausgangspunkt für das methodische Vorgehen (siehe Abb. 3.4) ist eine Analyse der heutigen Situation bei der IT-Nutzung in der Logistik. Darauf aufbauend wird im Rahmen der Arbeiten von VWI Stuttgart und BVU ermittelt, inwiefern sich die Ausweitung der Marktdurchdringung (Nutzung) der heute vorhandenen IT-Produkte auf die Infrastrukturnutzung auswirkt und welche Einflussfaktoren die Marktdurchdringung beeinflussen. Das IVT ermittelt, durch welche zusätzlichen Funktionalitäten, die heutige Produkte nicht oder nur unzureichend aufweisen, die Infrastrukturnutzung positiv beeinflusst werden kann. Durch Zusammenführen der Ergebnisse dieser beiden Herangehensweisen wird dann ein gewünschter Zielzustand mit den zur optimierten Infrastrukturnutzung erforderlichen Funktionalitäten und einer hohen Marktdurchdringung der mit diesen Funktionalitäten ausgestatteten Produkte definiert und es können die zur Erreichung dieses Zielzustandes erforderlichen Massnahmen abgeleitet werden.

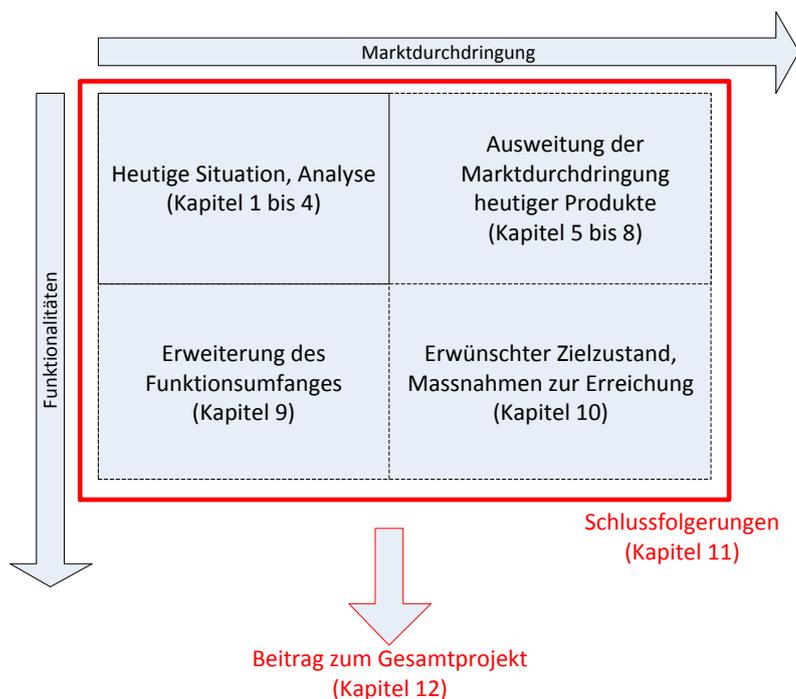


Abb. 3.4: Struktur des methodischen Vorgehens

3.2 Kurzbeschreibung Methodik „Ausweitung der Marktdurchdringung“

Die Untersuchung wurde mit den nachfolgend beschriebenen Arbeitsschritten durchgeführt. Abb. 3.5 zeigt die Abfolge der Arbeitsschritte als Übersicht, die verdeutlicht, wie die einzelnen Schritte miteinander verknüpft sind. Zusätzlich zu den hier dargestellten Arbeitspaketen wurde ergänzend eine nicht repräsentative Befragung von Akteuren durchgeführt.

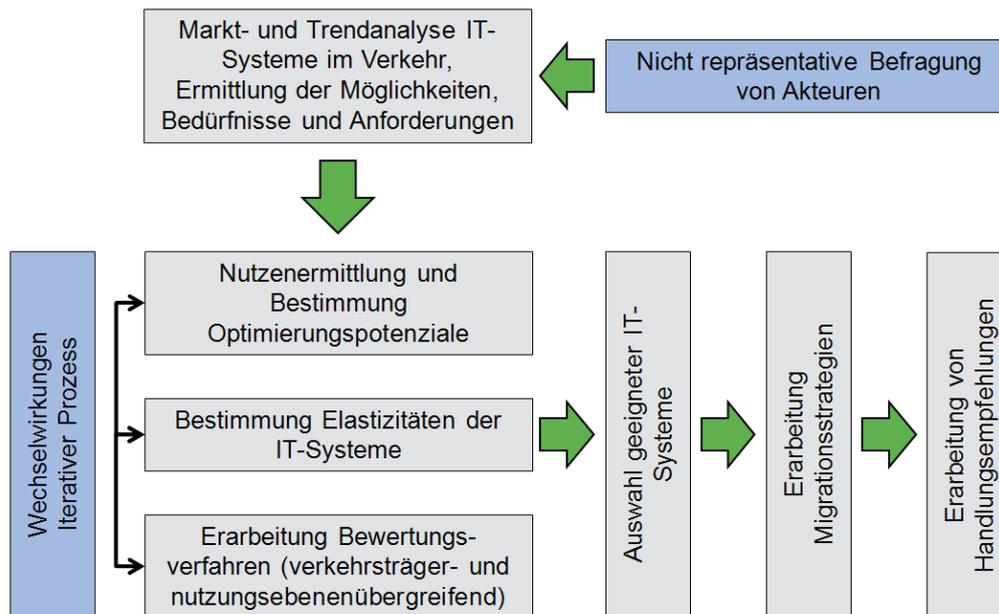


Abb. 3.5: Ablaufschema der Arbeitsschritte von Teilprojekt E

Ausgangspunkt für Teilprojekt E ist die Kenntnis, welche IT-Systeme im Güterverkehr im Einsatz sind. Die IT-Systeme sind einschliesslich ihrer Funktionalitäten zu erfassen, da nur so beurteilt werden kann, in welchen Bereichen (Infrastruktur, Prozessketten, unternehmensintern) diese Systeme eingesetzt werden können. Die IT-Systeme bilden somit die Basis für die Umsetzung des Regelkreises nach Abb. 2.3.

Bei der Erfassung des Istzustandes wurden in der **Situationsanalyse** zunächst die heute eingesetzten IT-Systeme mit ihren Funktionalitäten erfasst und die beteiligten Akteure mit ihren Anforderungen identifiziert.

Mit der **Sachstandsermittlung der aktuellen Trends** wurden zukünftige Anwendungsmöglichkeiten zur IT-gestützten Optimierung und effizienteren Nutzung der Infrastrukturen und Prozessketten ermittelt.

Bei der anschliessenden Bestimmung der **Bedürfnisse und spezifischen Nutzen** sowie der Ermittlung der Potenziale für eine weitere **Optimierung** stand die differenzierte Auswertung der gewonnenen Informationen zu den IT-Produkten und IT-Trends im Mittelpunkt.

Sowohl die Nutzen als auch die Optimierungspotenziale wurden differenziert nach den Ebenen

- Infrastrukturbewirtschaftung,
- Prozessketten und
- unternehmensinterne Angelegenheiten

betrachtet.

Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen erfolgt eine **Bewertung** der Optimierungspotenziale, bei der – im Sinne einer ganzheitlichen Lösung – ein verkehrsträgerübergreifender Bewertungsansatz verfolgt wurde. Als Ansatz zur monetären Bewertung der Optimierungspotenziale der Infrastruktur wurde die Bewertung anhand von Zeitgewinnen durch den Einsatz von IT-Systemen gewählt.

Der Ermittlung der Wirkungen der IT-Systeme wurden **Elastizitäten** zu Grunde gelegt, da bislang keine anwendbaren Erkenntnisse hinsichtlich Modal-Split-Änderungen bzw. Veränderungen der zeitlichen/räumlichen Abwicklungen im Güterverkehr durch IT-Systeme vorliegen.

Das Ergebnis der Arbeiten sind Hinweise, wie sich die Infrastrukturnutzung durch eine verstärkte Nutzung bestehender Softwareprodukte positiv beeinflussen lässt und welche Softwareanwendungen in dieser Hinsicht besonders voranzutreiben sind.

3.3 Kurzbeschreibung Methodik „Erweiterung der Funktionalitäten“

Die Auswirkungen einer Erweiterung des Funktionsumfangs werden anhand einer Prozessanalyse der Transportprozesse ermittelt. Diese werden in einem fünfschrittigen Verfahren auf ihre Infrastrukturnutzungen hin untersucht:

Schritt 1: Identifikation der Treiber der Infrastrukturnutzung

Schritt 2: Ermittlung der relevanten Prozesse bei der Transportdurchführung, die einen Einfluss auf die Treiber der Infrastrukturnutzung besitzen.

Schritt 3: Analyse der Funktionen von Softwareprodukten

Schritt 4: Ableitung der qualitativen Optimierungspotenziale

Schritt 5: Vergleich der erforderlichen Funktionen mit den heute vorhandenen Funktionen bei den Software-Produkten und Ableitung des Bedarfs zusätzlicher Funktionalitäten.

Das Ergebnis dieses Vorgehens ist ein Set von zusätzlichen Software-Funktionalitäten, die die Infrastrukturnutzung positiv beeinflussen können.

3.4 Kurzbeschreibung Methodik „Migration und Handlungsempfehlungen“

Mit den Ergebnissen aus den Analysen zur Ausweitung der Marktdurchdringung und den erforderlichen Erweiterung der Funktionalitäten sind nun diejenigen Massnahmen bekannt, die IT-seitig die Infrastrukturnutzung besonders positiv beeinflussen können. Für eine erfolgreiche Implementierung ist nun zu prüfen, wie der tatsächliche Einsatz dieser IT-Produkte und IT-Funktionalitäten gefördert werden kann.

Hierzu erfolgt eine Ableitung von **Migrationsstrategien** mit dem Ziel, eine schnelle Markteinführung der besonders wirksamen IT-Anwendungen zu beschleunigen. Dabei werden sowohl die Haltung der Stakeholder als auch der Zeitbedarf für Entwicklung und Einführung der Massnahmen berücksichtigt.

Letztendlich werden auf Grundlage der Ergebnisse **Handlungsempfehlungen** für eine weitere Vorgehensweise in der Schweiz erarbeitet.

4 Erfassung der IT-Nutzung im Güterverkehr

4.1 Erfassung von IT-Systemen

In einem ersten Schritt erfolgt die Erfassung der im Weiteren zu untersuchenden IT-Systeme anhand von

- Literaturrecherchen inklusive Internetrecherchen,
- Besuch von Kongressen und Auswertung von Kongressunterlagen sowie
- durch eine direkte Befragung von Akteuren.

Im Rahmen der Literaturrecherche (einschliesslich einer Internetrecherche) wurden zahlreiche IT-Systeme identifiziert. Diese reichten von der Sendungsverfolgung über die Tourenplanung, die flexible Disposition und die Navigation bis zur Steuerung und Regelung sowie die Optimierung des Dispositionsumfeldes.

Zusätzliche Informationen über IT-Systeme wurden aus der Teilnahme an Kongressen bzw. aus der Auswertung von Kongressunterlagen gewonnen. Hier standen insbesondere IT-Systeme für satellitengestützte Navigation und Wagenlaufverfolgung, IT-basierte Expresslogistik-Lösungen, Software basierte Planungsmodule zur Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr, On Board Routenplanungssoft- und -hardware sowie neuartige Formen der Datenübertragung im Bereich der Logistik im Vordergrund. Ergänzend wurden Informationen zu IT-Systemen zur Überwachung (insbesondere des Rollmaterials), für Track and Trace, für die Zustandskontrolle und das Flottenmanagement gewonnen. Darüber hinaus wurde deutlich, dass – neben allen modernen IT-Systemen – das Telefon als bewährtes und vielfach verwendetes System auch heute eine hohe Praxisbedeutung aufweist.

Da diese Auswertungen überwiegend sehr allgemeine, nicht jedoch spezifische Aussagen für die Schweiz zulassen, wurde ergänzend eine Akteursbefragung durchgeführt.

Eine generelle Strukturierung der Beteiligten lässt sich zunächst mit

- Systembetreibern und
- Systemnutzern

vornehmen. In vielen Fällen sind Betreiber und Benutzer identisch, so z. B. bei nahezu allen innerbetrieblich genutzten Systemen.

Bei kollektiv nutzbaren Systemen sind vor allem die Betreiber zu berücksichtigen, die Daten, Informationen oder technische Systeme für die Nutzung zur Verfügung stellen.

Hierzu gehören insbesondere

- Strassenverwaltung und Eisenbahninfrastrukturbetreiber,
- Mobilfunkanbieter,
- Rundfunkanstalten,
- andere nichtmilitärische öffentliche Anbieter (z. B. bei GALILEO),
- militärische Einrichtungen (z. B. bei GPS/GLONASS)

Die in den Bereichen Strasse, Eisenbahn und kombinierten Verkehr genannten Akteure sind hauptsächlich Nutzer der Informationssysteme.

Dabei sind folgende Akteursgruppen zu unterscheiden:

- Verlader
- Spediteure
- Transporteure
- Rollmaterialvermieter

- Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU)
- Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU)
- Strassenverwaltung als Infrastrukturbetreiber

Die Erhebung – vor allem bei Versendern, Empfängern, Verladern, Spediteuren und Transporteuren – erfolgte durch eine nicht repräsentative Befragung, ausschliesslich zur Informationsgewinnung hinsichtlich der angewendeten IT-Produkte. Da im Rahmen des gesamten Forschungspaketes in den Teilprojekten A und B1 ebenfalls Befragungen stattfanden und Mehrfachbefragungen im Gesamtprojekt vermieden werden sollten, verständigten sich die Teilprojekte auf ein gemeinsames Vorgehen mit

- einem Anschreiben der Teilprojekte A, B1 und E sowie
- einem gemeinsamen Auftritt bei der vorgesehenen Online-Befragung

Die Vorgehensweise wurde mit der Gesamtprojektleitung abgestimmt.

In der Diskussion im Projektkonsortium von Teilprojekt E stellte sich die Arbeit von Fries (Fries, 2009) als hilfreich heraus. Im Rahmen dieser aktuellen wissenschaftlichen Arbeit wurde ebenfalls eine Akteursbefragung durchgeführt. Der Fokus der Befragung lag allerdings nicht beim Thema Nutzung von Infrastruktur sondern im Bereich Güterverkehr und Umwelt (Nachhaltigkeit, Sustainability). Die Befragung von Fries (Fries, 2009) erfolgte mit der folgenden Struktur des Fragebogens:

- Teil 1: Fragen zu Logistikaktivitäten des angesprochenen Unternehmens
- Teil 2: Bewertung konkreter Logistikangebote (incl. stated preference games)

Für Teilprojekt E wurde die Gliederung des Gesprächsleitfadens wie folgt gewählt:

1. Beschreibung des Unternehmens
2. Unternehmen und Güterverkehr
3. Nutzung von unternehmensinternen IT-Werkzeugen (incl. stated preference games)
4. Bewertung von übergreifenden IT-Systemen

Schliesslich hatte der Fragebogen folgendes Design:

Der erste Teil „Beschreibung des Unternehmens“ des Gesprächsleitfadens beinhaltet den Namen des Unternehmens, die Kategorie (Produktion/Handel und Spedition/Logistik) sowie die Unternehmensgrösse (Anzahl der Mitarbeiter).

Der zweite Teil „Unternehmen und Güterverkehr“ beinhaltet die Art der Organisation und Durchführung der Warentransporte, die wichtigste transportierte Ware (Gutart, Wert, Volumen und Gewicht) sowie die Verteilung des Transportaufkommens auf Zielgebiete, Sendungsgrössen und Transportweiten. Anschliessend erfolgt die Abfrage des letzten typischen Transports, wobei die Art der Transportkette sowie Distanz, Dauer, Kosten und das Zeitfenster für die Zustellung erfasst werden. Im letzten Block des Fragenkomplexes wird die Bedeutung der Einflussfaktoren Preis, Pünktlichkeit, Transportzeit, Zuverlässigkeit, Flexibilität und Information/Überwachung für die Transportmittelwahl ermittelt.

Der dritte Teil „Nutzung von unternehmensinternen IT-Produkten“ beinhaltet die Art und Häufigkeit der genutzten IT-Produkte, die Gründe für die Nutzung bzw. Nicht-Nutzung, die Bedeutung spezieller Eigenschaften für die Auswahl der Produkte und die Erfüllungsgrade dieser Eigenschaften. Anschliessend werden konkrete Daten zum wichtigsten IT-Produkt abgefragt und auf Basis dieser Daten fünf Szenarien betrachtet. Dabei werden die Daten jeweils variiert und die Szenarien vom Befragten bewertet (siehe Abb. 4.6).

Im letzten Teil „Bewertung von übergreifenden IT-Systemen“ erfolgt die Bewertung eines die gesamte Schweiz umfassenden elektronischen Fahrleitsystems sowie eines die gesamte Schweiz umfassenden zentralen Logistiksystems.

Ein besonderes Augenmerk bei der Befragung wurde auf die Dispositionssoftware (lokal oder webbasiert), auf die Routenplanungssoftware (zentral oder im Fahrzeug), auf die Sendungsverfolgung (Tracking and Tracing) sowie auf Verkehrsleitsysteme gelegt. Ausserdem wurden die Probanden aufgefordert, sich zu einem elektronischen Fahrleitsystem für die ganze Schweiz sowie über ein Logistiksystem für die ganze Schweiz zu äussern.

Universität Stuttgart Teilprojekt E

Szenarien zu IT im Güterverkehr

Szenario 3

Monatliche Ausfallzeit des Systems: 6,0 Stunden/Monat (war: 1 Stunden/Monat)
 Updates: kostenpflichtig
 Ø Fahrtenauslastung: 85,5 % (war: 95 %)

Unter den gegebenen Randbedingungen würde ich ...

ein IT-System für den Gütertransport in jedem Fall nutzen.
 ein IT-System für den Gütertransport nutzen, aber nur, wenn die Ausfallwahrscheinlichkeit des Systems um 1 Promille (das entspricht 0,75 Stunden pro Monat) sinkt.
 ein IT-System für den Gütertransport nutzen, aber nur, wenn die Updates kostenlos sind.
 ein IT-System für den Gütertransport nutzen, aber nur, wenn die Fahrtenauslastung um weitere 10% steigt.
 die Nutzung des IT-Systems für den Güterverkehr in jedem Fall ablehnen.

Zurück Weiter 21 Fortschritt

Abb. 4.6: Screenshot der elektronischen Befragung Teilprojekt E (Szenarien)

Die Zusammenfassung der deskriptiven Auswertung der Befragung hinsichtlich der verwendeten IT-Produkte, deren für die Befragten relevanten Eigenschaften sowie bezüglich des Erfüllungsgrades der Auswahleigenschaften der IT-Produkte findet sich in Kap. 7.

4.2 Marktanalyse

Auf dem IT-Markt sind zahlreiche Produktlösungen unterschiedlichster Hersteller zur Anwendung im Transportsektor erhältlich. Der Markt ist zudem sehr dynamisch. Ein Indikator dafür sind beispielsweise die kontinuierlich weiterentwickelten Produkte im Bereich der Navigationssysteme. In diesem Kapitel erfolgt eine Analyse des IT-Marktes mit Schwerpunktsetzung auf Produktlösungen im Bereich des Güterverkehrs.

4.2.1 IT-Markt im Güterverkehr

Der IT-Markt im Güterverkehr ist ein sehr spezifischer Teil des generellen IT-Marktes. Eine Querschnittsbetrachtung für das Jahr 2008 für die Schweiz kommt zunächst zu der Einschätzung, dass der IT-Markt insgesamt aus drei Teilmärkten besteht, deren Marktanteile im Jahr 2008¹ folgende Grösse hatten (Aussagen hierzu sind verschiedenen Ausgaben derselben Quelle entnommen: (Computerworld, 2010a)).

- Hardwaremarkt: 29,7 % Marktanteil
- Softwaremarkt: 25,4 % Marktanteil

¹ Das Jahr 2008 ist auch gleichzeitig das Jahr der Erhebung der Marktanteile.

- Servicemarkt: 44,9 % Marktanteil

Laut (Computerworld, 2010b) sind für die einzelnen Teilmärkte unterschiedliche Entwicklungen zu erwarten (siehe dazu auch Abb. 4.7). Beim Hardwaremarkt kam es in den Jahren 2007 bis 2009 zu einem deutlichen Rückgang. Für das Jahr 2010 wird ein Rückgang von etwa -2,0 % prognostiziert. Ab dem Jahr 2011 ist wieder ein leichtes Wachstum des Hardwaremarktes zu erwarten. Beim Softwaremarkt wurden keine Rückgänge in der Zeit von 2007 bis 2009 beobachtet. Während der Softwaremarkt im Jahr 2007 noch um 9 % wuchs, betrug das Wachstum 2009 nur noch 2,4 %. Ab 2010 wird der Softwaremarkt der Schweiz vsl. wieder etwas stärker wachsen als in den Jahren davor. Beim Schweizer IT-Servicemarkt - er besitzt mit einem Gesamtvolumen von 7,7 Milliarden Franken (2008) das grösste Marktsegment - sieht dies ähnlich aus. Im Jahr 2009 betrug die Steigerung 2,6 %. Für 2010 und 2011 wird erwartet, dass das Wachstum des Servicemarktes wieder anzieht (2010: 3,5 %, 2011: 4,1 %).

Aus diesen Quellen geht auch hervor, dass bestimmte Aspekte für den IT-Markt der Schweiz bedeutend werden. Neben der Kundenerwartung hinsichtlich eines guten Preis-Leistungsverhältnisses für die unterschiedlichen IT-Produkte und einer weitgehend fehlerfrei ausgelieferten Software sowie einer verstärkten Kunden- und Problemorientierung vom Hersteller, sind dies:

- Spezialisierte Branchenlösungen werden zukünftig wieder verstärkt gefragt sein
- Die Nachfrage nach Outsourcing-Dienstleistungen wird weiter merklich zulegen, da Rationalisierungs- und Kosteneinsparungsargumente an Bedeutung gewinnen. Der Trend zur Reduzierung der IT-Fertigungstiefe setzt sich fast ungebrochen fort und Outsourcing wird immer wichtiger. Innovative Modelle wie Cloud Computing zählen ebenfalls zu den Gewinnern der aktuellen Entwicklungen.
- SaaS (Software as a Service) und Baukastenlösungen für individuelle Softwarelösungen werden zukünftig verstärkt nachgefragt.

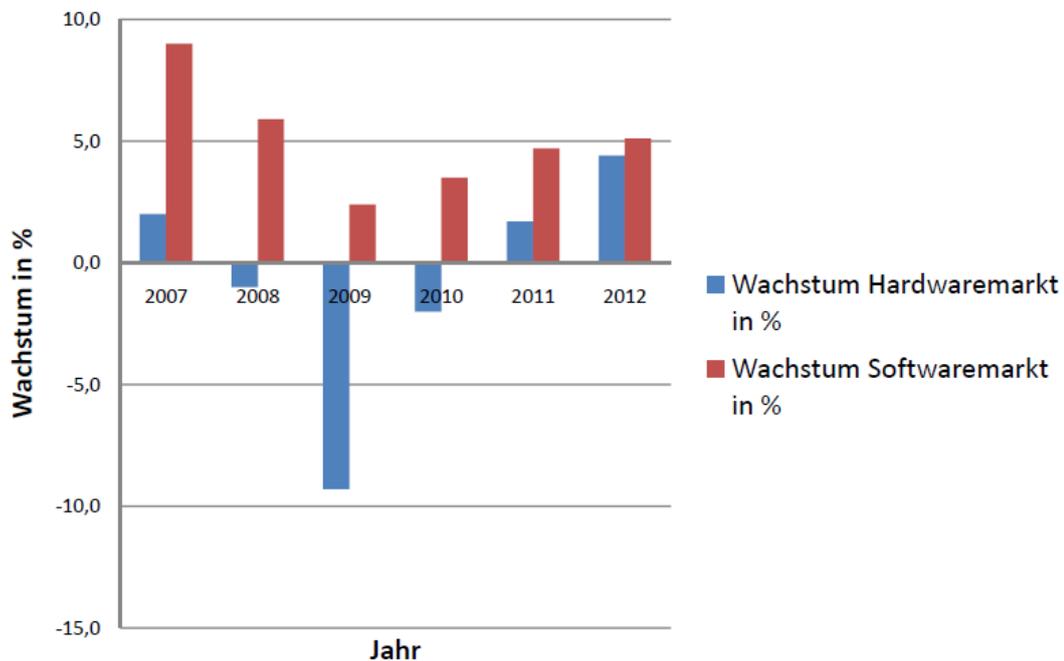


Abb. 4.7: Wachstum des Hardware- und Softwaremarktes in der Schweiz 2007/2012
Quelle: (Computerworld, 2010c), eigene Darstellung

Insbesondere Unternehmen mit einer Mitarbeiteranzahl zwischen 100 und 1.000 Mitarbeitern sind bereit, überproportional viel Geld für Informationstechnologie auszugeben (Computerworld, 2010c).

Über die schweizerische IT-Marktstudie hinaus wird der IT-Markt der Schweiz auch an anderer Stelle untersucht. Hierzu sei auf (Lünendonk & Brand, 2010) verwiesen. Diese Studie sieht bis zum Jahr 2012 eine ähnliche Entwicklung des Marktwachstums. Für die Zeit bis zum Jahr 2015 wird jedoch ein deutlicher Rückgang des Marktwachstums prognostiziert. Im Rahmen von (ÖKO INSTITUT e.V., 2010) wurde im Hinblick auf technische Innovationen untersucht, wie ein „Fahrerassistenzsystem für die Logistik der Letzten Meile“ und eine „Internet-Serviceplattform für den Schienengüterverkehr“ hinsichtlich der Kriterien Geschwindigkeit, Flexibilität, Kostenminderung und Umwelt beurteilt werden.

Insgesamt konnte aus der gesichteten Literatur jedoch nicht abgeleitet werden, welche Informationstechnologie im Güterverkehr der Schweiz favorisiert werden sollte.

In Deutschland wurde – beginnend mit dem Jahr 2001 – der Markt an IT-Produkten für die Verkehrstelematik im Strassenverkehr sehr detailliert untersucht. Federführend bei den Studien war die Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik (GVB e.V.). Im Jahre 2002 wurde vom GVB-Studienkreis Telematikanwendungen im Güterverkehr eine Befragung unter Speditions- und Transportunternehmen durchgeführt. Aus der Studie (siehe (GVB, 2007) lassen sich bestimmte Ergebnisse hinsichtlich der IT-Funktionalitäten im Strassengüterverkehr in Deutschland ableiten. Dabei wurden insbesondere die folgenden Funktionalitäten nachgefragt:

- Kommunikation
- Ortung
- Navigation
- Überwachung Fahrzeugtechnik / Fahrzeugdaten
- Überwachung von Kühl-, Wert-, und sonstigen Spezialtransporten
- Fahrerdaten / Fahrweisenbeurteilung
- Auftragserfassung im Fahrzeug
- Tourenüberwachung / Fahrzeugplanung
- Tourenhistorie / -aufzeichnung
- Sendungs- und Auftragsverfolgung
- Tourenausswertung

Folgenden Nutzen erwarteten die Befragten:

- Steigerung der Qualität der Dienstleistung
- Minimierung von Leerfahrten
- Reduzierung der Be-/Entladezeiten
- Kostenreduzierung
- Höhere Transparenz
- Erhöhung der Fahrsicherheit
- Vermeidung von Doppelerfassungen
- Höhere Termintreue, Flexibilität
- Effizienteres Fuhrparkmanagement
- Entlastung / Zeitersparnis für das Fahrpersonal
- Entlastung der Disponenten
- Steigerung der Kundenzufriedenheit
- Verbesserte Nachkalkulation
- Weniger Kommunikationsfehler
- Höhere Automatisierung

Bei der Befragung zeigte sich, dass 80 % der befragten Unternehmen über maximal zwei Niederlassungen verfügen. 55 % der Befragten betreiben bis zu 20 Fahrzeuge. Nur wenige Unternehmen besitzen jedoch mehr als 70 Fahrzeuge. Die Befragten kommen aus höchst unterschiedlichen Bereichen des Strassengüterverkehrs (hauptsächlich aus den Bereichen

Komplettladungen und Teilladungen). Besonders Spezialtransporte wie Kühlverkehre benötigen Telematiksysteme mit besonderen Anforderungen. Rund 22 % der Befragten besaßen 2001 Erfahrungen mit Telematiksystemen. Für die Hälfte erfüllten sich die Erwartungen in die Telematiksysteme nicht oder nur teilweise. Für ca. 40 % der befragten Unternehmen mit Erfahrung in Telematiksystemen wurden die Erwartungen erfüllt, etwa 10 % machten keine Angabe. Hauptgründe für Unzufriedenheit waren die Kosten (Anschaffungs- und Unterhaltungskosten). Die folgende Tabelle (Tab. 4.1) gibt einen Überblick über den Funktionsumfang der eingesetzten Telematiksysteme.

Tab. 4.1: Funktionsumfang eingesetzter Telematiksysteme aus (GVB, 2007)

Funktion	Anteil (Grundgesamtheit entspricht Unternehmen mit Erfahrung in Telematiksystemen, d.h. 22 % der Befragten)
Kommunikation	69,5 %
Ortung	76,3 %
Navigation	27,1 %
Temperaturüberwachung	6,8 %
Sicherheitsbereich	6,8 %
Überwachung Lkw-Technik/-Daten	39,0 %
Sonstige	22,0 %

Von Telematiksystemen erwarteten die Befragten 2001 hauptsächlich, dass sie imstande sind die Qualität der Dienstleistungen zu steigern und Kosten zu reduzieren. Die Effektivitätssteigerung spielt in der Erwartungshaltung ebenfalls eine wichtige Rolle. Es wird davon ausgegangen, dass die oben gemachten Aussagen grundsätzlich auch für die Schweiz gelten.

Im Jahr 2002 (Buscholl, 2007) und von 2004 auf 2005 (GVB, 2007) führte die Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik (GVB e.V.) gemeinsam mit der Fachhochschule Heilbronn (Lehrgebiet Industrie- und Handelslogistik) jeweils Marktstudien zum IT-Markt im Strassengüterverkehr in Deutschland durch. Im Mittelpunkt dieser Marktstudie standen die Anbieter von IT-Produkten, wobei vor allem interessierte, welche Firmen anbieten und welche IT-Produkte von ihnen angeboten wurden (Tab. 4.2). Die Aufstellung ist mit Sicherheit nicht vollständig, da auch Unternehmen aus der Schweiz selbst und aus anderen Ländern IT-Produkte für den Strassengüterverkehr anbieten. Allerdings kann mit dieser Aufstellung das Spektrum der am Markt angebotenen Produkte zumindest grob abgebildet werden.

Tab. 4.2: Deutsche IT-Unternehmen mit Präsenz in der Schweiz

Unternehmen		Marktstudie 2002	Marktstudie 2004/05
AIS GmbH	A	●	-
Euro Telematik AG	B	●	-
plettac mobile radio GmbH	C	●	-
transportdata AG	D	●	-
Truck24 AG	E	●	-
FUGON GmbH	F1/F2	●	●
Corbiconnect AG	G	-	●
Datafactory AG	H	-	●
OHB Teledata GmbH	I	-	●
Salt Mobile Systems GmbH	J	-	●

Darüber hinaus wird Auskunft gegeben, welche Funktionalitäten die einzelnen Firmen angeboten hatten. In den folgenden Tabellen (Tab. 4.3 bis Tab. 4.9) wird diese Systematik der Funktionalitäten übernommen. Diese liefern in Bezug auf die hier untersuchten Funktionalitäten Hinweise, inwieweit die Funktionalitäten von den Anwendern nachgefragt werden. Dabei dienen die genannten Produkte oder Firmennamen nur der Identifizierung der unterschiedlichen Angebote und stehen auch stellvertretend für neue bzw. andere Produkte.

Tab. 4.3: Funktionalität Flottenmanagement

	A	B	C	D	E	F1	F2	G	H	I	J
Flottenmanagement											
Touren/Fahrzeugplanung manuell	-	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-
Touren/Fahrzeugplanung automatisch	•	•	•	•	-	-	•	•	•	-	•
Zeitfenster	•	•	•	•	•	-	-	-	•	-	•
Weitere Restriktionen	•	•	•	•	-	-	•	•	•	-	•
Tourenüberwachung	-	•	•	•	•	•	•	-	•	•	•
Auftragsstatus											
Statusmeldung durch Fahrer	•	•	•	-	•	•	-	-	•	•	•
Scannung	•	•	•	-	-	•	-	-	•	•	•
Barcodes	•	•	•	-	-	•	-	-	•	•	•
Unterschrift	•	•	•	-	•	-	-	-		•	•
Anzeige Verkehrsinformation											
Berechnung der Ankunftszeit	-	•	•	-	•	•	-	-	•	•	•
Berechnung mit Verkehrsstatus	-	•	•	-	-	-	-	-	•	-	-
Alarm bei drohender Verspätung	•	•	•	•	-	•	-	-	•	-	•
Fahrzeugdisposition	-	•	•	-	-	•	-	-	•	-	•
Fahrzeugdisposition mit Verkehrsstatus	•	•	•	-	-	-	-	-	•	-	•
Information an Anlieferstelle	•	•	•	-	•	•	-	-	•	•	•
Eingriff in laufende Touren											
Auftragsübermittlung an Fahrer	•	•	•	-	•	•	•	-	•	•	•
Eingriff durch Fahrer	-	•	•	-	•	•	•	-	•	•	•

Tab. 4.4: Funktionalität Fahrzeugdatenmanagement

	A	B	C	D	E	F1	F2	G	H	I	J
Fahrzeugdaten-management											
Zustandskontrolle											
Bremsbeläge	-	•	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reifen	-	•	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lampen	-	•	-	-	-	-	-	-	-	•	-
Ölstand	-	•	-	-	-	-	-	-	-	•	-
Kühlwasser	-	•	-	-	-	-	-	-	-	•	•
Luftfederung	-	•	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kilometerstand	-	•	-	-	•	-	-	-	•	•	•
Treibstoffverbrauch	-	•	-	-	-	-	-	-	-	•	•
Wartung - / Serviceplanung	-	•	-	•	-	-	-	-	•	•	•
Funktion elektrische Systeme	-	•	-	-	-	-	-	-	-	•	-
Störungsmanagement											
Telediagnose	-	•	-	-	-	-	-	-	-	•	-
Pannruf	-	•	•	-	•	-	-	-	•	•	-
Automatische Diebstahlsmeldung	-	•	•	-	-	-	-	-	•	-	•

Tab. 4.5: Funktionalität Fahrermanagement

	A	B	C	D	E	F1	F2	G	H	I	J
Fahrermanagement											
Fahrweisenbeurteilung	-	•	-	-	•	-	-	-	-	•	-
Anzahl der Bremsvorgänge	-	•	-	-	-	-	-	-	-	•	-
Anzahl der Schaltungen	-	•	-	-	-	-	-	-	-	•	-
Anzahl der Tempomat-Einsätze	-	•	-	-	-	-	-	-	-	•	•
Durchschnittsgeschwindigkeit	•	•	-	-	•	-	-	-	-	•	•
Motordrehzahl	-	•	-	-	-	-	-	-	-	•	-
Kennfeldgerechtes Fahren	-	•	-	-	-	-	-	-	-	•	-
Fahreridentifikation / Startblockierung	•	•	•	-	•	•	•	•	•	-	•
Lenkzeit- / Arbeitszeiterfassung	•	•	•	•	•	-	-	-	•	•	•

Fahrereinsatzplanung	•	•	•	-	-	-	-	-	•	•	•
----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tab. 4.6: Funktionalität Ladungsmanagement

	A	B	C	D	E	F1	F2	G	H	I	J
Ladungsmanagement											
Überwachung von Kühltransporten	•	•	-	•	-	-	-	-	•	•	•
Übermittlung von Temperaturdaten	•	•	-	•	-	-	-	-	•	•	•
Überwachung der Türkontakte	•	•	-	•	-	•	-	•	•	•	•
Alarm bei Temperaturabweichungen	•	•	-	•	-	-	-	-	•	•	•
Überwachung der Türöffnungszeiten	•	•	-	•	-	-	-	-	•	•	•
Speicherung der Temperaturhistorie	•	•	-	•	-	-	-	-	-	•	•
Traileranbindung	-	•	-	•	-	-	-	-	•	•	•

Tab. 4.7: Funktionalität Dispositionsmanagement (Teil 1)

	A	B	C	D	E	F1	F2	G	H	I	J
Dispositions-management											
Fahrzeug-Ortung											
Fahrzeug	-	-	-	-	-	-	•	•	•	•	•
Fahrzeug einzeln	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Gesamte Flotte	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Anhänger	•	•	•	•	-	•	•	-	•	•	•
Wechselbehälter	•	•	•	•	-	•	•	-	•	•	•
Sendung	•	•	-	•	•	•	•	-	•	•	•
Positionsdarstellung											
Sprachliche Führung	-	-	-	-	-	-	-	•	•	•	-
Digitale Karten	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Text	•	•	•	•	•	•	•	-	•	•	-
Spurverfolgung	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Kommunikation											
Freisprecheinrichtung	•	•	•	-	•	•	•	-	•	•	•
Vorkonfigurierte Texte	•	•	•	-	•	•	•	-	•	•	•
Davon monodirektional	-	-	-	-	-	•	-	-	•	-	-
bidirektional	•	•	•	-	•	•	•	-	•	•	•
Freie Texteingabe	•	•	•	-	•	•	•	-	•	•	•
Davon monodirektional	-	-	-	-	-	•	•	-	•	-	-
bidirektional	•	•	•	-	•	-	-	-	•	•	•
Quittierung	•	•	•	-	•	•	•	-	•	•	•

Tab. 4.8: Funktionalität Dispositionsmanagement (Teil 2)

	A	B	C	D	E	F1	F2	G	H	I	J
Dispositionsmanagement											
Zielführung											
Zielführung dynamisch	●	●	●	-	●	●	●	-	●	●	●
Zielführung mit Verkehrsstatus	-	●	●	-	-	-	-	-	●	●	●
Programmierung Navigation über Aufträge	●	●	●	-	●	●	-	-	●	●	●
Kartenmaterial Europa (im Lieferumfang)	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	-
Auftragsbezogene Tourenaufzeichnung	●	●	●	●	●	●	●	-	●	●	●
Fahrzeugbezogene Tourenaufzeichnung	-	●	●	●	●	-	-	-	●	●	●
Statistiken											
Nach Fahrzeug	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Nach Fahrer	●	●	●	-	●	-	-	-	●	●	●
Nach Auftraggeber	-	●	-	-	-	-	-	-	●	●	-
Nach Verbrauchswerten	-	●	-	-	●	-	-	-	-	●	-
Nach zeitlichen Aspekten	●	-	-	-	●	●	-	-	●	●	●
Nach Auslastung	-	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-
Nach Subunternehmer	-	●	-	-	-	-	-	-	●	-	●
Faktura											
Integriert	●	●	●	●	●	●	●	-	●	●	●
Lademittelverwaltung	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schnittstelle an Abrechnungssystem	●	●	●	●	●	●	●	-	●	●	●
Zeitmanagement SOLL / IST	●	●	●	-	-	●	●	-	●	●	-

Tab. 4.9: Funktionalität Auftragsmanagement

	A	B	C	D	E	F1	F2	G	H	I	J
Auftragsmanagement											
Auftragserfassung											
Manuell	●	●	●	●	●	-	-	-	●	●	●
Automatisch (Datenimport)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Schnittstellen zu Speditionsoftware	●	●	-	●	●	●	●	●	●	●	●
Datenfluss / Nachrichtenaustausch	●	●	-	●	●	●	●	-	●	●	●
Davon monodirektional	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
bidirektional	●	●	-	●	●	●	●	-	●	●	●
Internet basiert	-	●	●	-	●	-	-	●	●	●	●
Tracking und Tracing / Zugriff											
Durch Internet	●	●	●	●	●	-	-	-	●	●	●
Durch Einwahl in Speditionsoftware	-	●	-	-	-	●	-	-	●	●	-
Per WAP	-	●	-	-	-	-	-	-	-	●	-
Per SMS	●	●	-	-	●	-	-	-	●	●	●
Per Fax	●	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-
Per Email	●	●	-	●	●	-	-	-	●	●	●
Senden von kundenindividuellen Statusmeldungen	-	-	●	●	●	-	-	-	●	●	●

In der folgenden Abbildung (Tab. 4.10) sind die Darstellungen der vorhergehenden Abbildungen für einen besseren Überblick aggregiert zusammengefasst:

Tab. 4.10: Aggregierte Darstellung der Funktionalitäten

	A	B	C	D	E	F1	F2	G	H	I	J
Flottenmanagement 17 untersuchte Ausprägungen, davon erfüllt der Anbieter ...	11	17	17	6	9	11	6	3	17	10	15
Fahrzeugdatenmanagement 13 untersuchte Ausprägungen, davon erfüllt der Anbieter ...	-	13	2	1	2	-	-	-	4	9	5
Fahrermanagement 10 untersuchte Ausprägungen, davon erfüllt der Anbieter ...	4	10	3	1	4	1	1	1	3	9	5
Dispositionsmanagement 35 untersuchte Ausprägungen, davon erfüllt der Anbieter ...	24	29	24	14	23	25	21	7	33	31	25
Auftragsmanagement 14 untersuchte Ausprägungen, davon erfüllt der Anbieter ...	10	11	5	8	10	5	4	3	12	13	11
Ladungsmanagement 7 untersuchte Ausprägungen, davon erfüllt der Anbieter ...	6	7	-	7	-	1	-	1	6	7	7
Gesamt (Maximale Anzahl der Ausprägungen: 96)	55	87	51	37	48	43	32	15	75	79	68
Anteil in [%]	57,3	90,6	53,1	38,5	50,0	44,8	33,3	15,6	78,1	82,3	70,8

Aus den Tabellen (Tab. 4.3 bis Tab. 4.9) zum

- Flottenmanagement
- Fahrzeugdatenmanagement
- Fahrermanagement
- Dispositionsmanagement
- Auftragsmanagement
- Ladungsmanagement

lässt sich ableiten, dass einzelne Anbieter das gesamte Spektrum an Funktionalitäten abdecken können, andere Hersteller haben sich ausschliesslich auf gewisse Funktionalitäten spezialisiert. Das Fahrzeugdatenmanagement und das Fahrermanagement sind – bezogen auf die hier aufgeführten Anbieter – nur sehr schlecht abgedeckt. Alle anderen Funktionalitäten werden vergleichsweise umfassend angeboten.

Da in diesen Untersuchungen jedoch weder IT-Systeme für den Schienenverkehr noch solche für die Binnenschifffahrt und den Luftverkehr berücksichtigt wurden, wurde in der vorliegenden Untersuchung die Gliederung der Funktionalitäten in anderer Form gewählt.

4.2.2 Aktueller Markt

Wie im vorhergehenden Abschnitt dargestellt, existiert bereits eine breite Palette an Lösungen für einzelne Funktionen der Datenerfassung, -übertragung und -verarbeitung im Güterverkehr. Viele dieser Anwendungen sind für einen klar umgrenzten Teilbereich des Transportprozesses entwickelt, so etwa die Flotten- und Fahrplanplanung, die Transportüberwachung oder die Erstellung von Angeboten. Die Verlagerung nennenswerter Anteile der Güterverkehrsströme auf die Schiene ist erklärtes Ziel der Schweizer Verkehrspolitik. Die Verwendung von bestimmten IT-Produkten könnte helfen, dieses Ziel zu erreichen. Tab. 4.11 gibt einen Überblick über die Aufgaben im Schienengüterverkehr, für die zahlreiche IT-Produkte verfügbar sind.

Tab. 4.11: Liste möglicher Funktionalitäten und zugehörige IT-Produkte im Schienenverkehr

Funktionalität	Zur Funktionalität gehörende IT-Produkte
Kostenkalkulation	Vorwiegend als Erweiterung von Prozessteuerungssystemen, teilweise auch aus verkehrsmittelspezifischen Systemen
Transportkettenplanung	Prozessteuerungssoftware, einige Systeme von EVUs bzw. auf solche zugeschnittene Produkte
Tourenplanung/Fahrplanerstellung	Verkehrsmittelspezifische Anwendungen (Ausnahme Oracle TM), die Touren bzw. Fahrpläne erstellen und teilweise Schnittstellen zu Flottenmanagementsystemen bieten
Disposition von Ladungen	Vor allem als Teil grösserer Anwendungspakete, eines davon schienenverkehrsspezifisch
Disposition Fahrzeuge und Personal	Systeme auf Seiten von Transporteuren, oft systemspezifisch und mit Schnittstellen zu Flottenmanagement
Überwachung / T&T	Integriert in viele IT-Produkte, in den meisten Fällen mit Weiterleitung der Informationen an Kunden (Transporteure bzw. Verloader) sowie in einigen Produkten mit Schnittstellen zu Behörden, etwa für Gefahrguttransporte
Steuerung	vorwiegend schienenverkehrsspezifische Systeme, integriert in Bahnbetrieb/-Produktion und operationelle Gegebenheiten, insbesondere für Störungsfälle
Abrechnung	Systemspezifische Software, Prozessteuerungssoftware
Flottenmanagement und -instandhaltung	Systemspezifische Software, da diese Prozesse von den Gegebenheiten des jeweiligen Verkehrsmittels abhängig sind, allesamt als Komponente von Produktionsplanungs- und -Überwachungssystemen für EVUs
Auftragsmanagement/-verarbeitung	Prozesssoftware, teilweise systemspezifische Entwicklungen sowie Eigenentwicklungen des EVU

Schnittstellen zu Kunden bzw. Auftragnehmern finden sich dabei vor allem in Softwareprodukten, die von vornherein für die gesamte Unternehmens-IT oder gezielt für Grossunternehmen im Transportsektor, wie etwa grosse EVUs, entwickelt wurden. Anwendungen, welche Daten aus verschiedenen Bereichen erfassen, verarbeiten und aufbereiten können oder solche, die einen grossen Teil der Transportkette abdecken, sind weniger zahlreich. Bei diesen Produkten können drei Entwicklungspfade differenziert werden:

- Erweiterungen von bestehenden Prozesssystemen (ERP) um Transportplanungs- und Überwachungsfunktionen,
- Eigenentwicklungen oder unternehmensspezifische Software von Eisenbahnverkehrsunternehmen, die neuentwickelte Schnittstellen zu Kunden bieten und
- Softwareanbieter, deren Zielgruppe vorwiegend Transporteure des Mittelstands sind, die ihre Systeme um Schnittstellen erweitern und die Integration von Kunden auf der einen Seite und Subunternehmern auf der anderen Seite verfolgen

Besonders Produkte, deren Funktionalitäten für das Transportwesen als Erweiterung von Geschäftsprozesssoftware entwickelt wurden, bieten hierbei eine Vernetzung mit den internen Prozessen des Verladers. So kann beispielsweise die Nachfrageseite der Transportplanung durch die Integration mit der Produktions- und Absatzplanung besser einbezogen werden.

Es ist insgesamt erkennbar, dass IT-Funktionen im Schienengüterverkehr bereits weit verbreitet sind. Dies gilt besonders für unternehmensinterne Prozesse wie etwa bei der Fahrplanerstellung und Disposition. Die Vernetzung über verschiedene Unternehmen, welche an einer Transportkette beteiligt sind, ist jedoch weniger ausgeprägt. In den meisten Fällen, wo eine entsprechende Funktionalität verfügbar ist, beschränkt sich dies auf Weitergabe von Anweisungen und Informationen, die ein Auftragnehmer benötigt, um den ihm erteilten Transportauftrag gemäss der Planung auszuführen. In die Gegenrichtung verlaufende Informationsflüsse dienen der Information von Kunden über den Status des Transportauftrages. Ein Informationsfluss in beide Richtungen und eine entsprechende Planung und Steuerung, die über Unternehmensgrenzen hinweg abläuft, wäre der naheliegende nächste Schritt in der Entwicklung.

Ausgewählte IT-Produktlösungen

IT-Produkte sind grundsätzlich für die Verkehrsträger Strasse, Schiene, Binnenschifffahrt und Luftfahrt erhältlich. Dabei gibt es IT-Produkte, die für die Nutzung für nur einen Verkehrsträger entwickelt wurden und solche, die eine Nutzung durch mehrere Verkehrsträger erlauben.

Ein Beispiel für eine Mehrfachnutzung ist das Kundenabrechnungserstellungssystem **Oracle Transportation Management** (Oracle TM, siehe dazu (ORACLE, 2010)). Dieses System kommt sowohl im Strassen- als auch im Bahnbereich für die Transportplanung zum Einsatz. Oracle TM integriert die Transportplanung, die Durchführung der Transporte, die Frachtkostenabrechnung und die Automatisierung der Geschäftsprozesse und ist nicht nur für mehrere Verkehrsträger ausgelegt, sondern vereinigt auch mehrere Funktionalitäten in sich. Hauptsächlich dient Oracle TM der Funktionalität Transportplanung.

cargoRent dient dazu, Änderungsaufträge direkt zum Fahrer bzw. zum Techniker zu übermitteln. Betreiber dieser Plattform ist die Firma SALT Mobile Systems GmbH (SALT Mobile Systems, 2010). Dabei bekommt und liefert die Plattform cargoRent sowohl dem Speditionsunternehmen als auch den Kunden des Speditionsunternehmens Informationen. Diese Informationen sind über das Internet verfügbar. Die Plattform cargoRent wird mit Ortungsinformationen von Lkws des Speditionsunternehmens gespeist. Der Spediteur bekommt dank cargoRent den Überblick über die gesamte Fahrzeugflotte und kann ausserdem jedes einzelne Fahrzeug gezielt ansprechen. Die Änderungsaufträge betreffen hauptsächlich das Ansteuern neuer Ziele. Ausserdem kann auch der elektronische Frachtbrief mit cargoRent übermittelt werden. Das IT-System cargoRent ist ein typischer Vertreter eines Dispositionssystems und damit der Funktionalität Disposition zugeordnet.

Unter der Bezeichnung **GPSoverIP** (GPSOVERIP, 2010) wurde eine Technologie zur Übertragung von Geokoordinaten ins Internet entwickelt. Diese erlaubt es, die Datenübertragung besonders schnell durchzuführen. In Kombination mit GPSAuge (GPSAUGE, 2010) können Fahrzeugflotten überwacht werden. Dies geschieht dadurch, dass dem Disponenten auf einem Bildschirm die Position seiner Lkws mitgeteilt wird und dieser nun nicht mehr nur auf den diskontinuierlichen Kontakt mit den Lkw-Fahrern angewiesen ist. Die Überwachungsmöglichkeiten bei GPSAuge gehen weit über die Ortungsinformation hinaus. So ist es mit dieser Technologie möglich, die Lenk- und Ruhezeiten des Lkw-Fahrers lückenlos zu überwachen, um so die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften sicher zu stellen. Damit wird die Funktionalität Verknüpfung von Disposition und Überwachung realisiert.

Die Ortung von Fahrzeugen (sei es für die Strasse, die Schiene, das Binnenschiff oder das Flugzeug) gewinnt immer mehr an Bedeutung. In den 1970er-Jahren für den militärischen Einsatz konzipiert, erfolgte im Jahr 2000 die Öffnung des US-amerikanischen GPS-Systems für zivile Zwecke. Mittlerweile wird ein eigenes europäisches Navigationssystem auf Satellitenbasis realisiert (Galileo). Insgesamt wird angestrebt, eine maximale Genauigkeit bei der Ortung von Fahrzeugen zu erhalten. In diesem Zusammenhang ist EGNOS von Interesse, das momentan von der europäischen Flugsicherung genutzt wird und das auch im Strassenverkehr und beim kombinierten Verkehr eine wichtige Rolle spielt. EGNOS, ein Gemeinschaftsvorhaben der Europäischen Weltraumorganisation (ESA), der Europäischen Kommission und der Europäischen Organisation zur Sicherung der Luftfahrt (EU-

ROCONTROL), ist Europas Beitrag zur ersten Stufe des Globalen Navigationssatellitensystems (GNSS) und Vorläufer des von Europa in Angriff genommenen Satellitennavigationssystem Galileo. EGNOS steigert lokal begrenzt auf Europa die Positionsgenauigkeit der Systeme GPS, GLONASS² und nach dessen Inbetriebnahme 2013 auch Galileo von 10 bis 20 Meter auf 1 bis 3 Meter.

Seit 1. Oktober 2009 ist EGNOS im offiziellen Betrieb (Quelle: (Wikipedia, 2010)). Eine Erweiterung des Systems für Kraftverkehrsunternehmen (z. B.: Lokalisierung des digitalen Fahrtenschreibers, elektronische Fahrzeugidentifikation, elektronische Mautsysteme,...) ist geplant. Damit wird es möglich, den europäischen Landverkehr auf Strasse und Schiene sowie die Binnenschifffahrt zu überwachen. Kapazitätssteigerungen bei gleichzeitiger Verbesserungen der Sicherheit des Verkehrs werden erwartet. EGNOS ist ein Repräsentant eines IT-Systems für die Funktionalität Track and Trace (Ortung).

Night Star Express dient der Erfassung und sofortigen Übermittlung von Auftragsdaten und von Statusmeldungen. Night Star Express (siehe (Night Star Express GmbH Logistik, 2010)) zählt zu den Beispielen des Einsatzes der Satellitennavigation in der Expresslogistik³ (KEP). Die Verkehrsorganisation dieses KEP-Dienstes basiert auf einem Liniennetzwerk, das auch flexible Bedienung zulässt. Alle sogenannten Key Performance Indikatoren werden über die IT erfasst, wobei GPRS⁴-fähige Scanner zum Einsatz kommen. Damit können imaginäre Ablieferquittungen generiert werden. Diese Daten sind im Internet verfügbar. Informationstechnisch von Interesse ist, dass

- Sendungsdaten,
- Geokoordinate,
- Sendungsbarcode und
- „Zeitstempel“

integriert werden. Night Star Express zeigt die Zusammenarbeit von Satellitennavigation, mobiler Datenerfassung und Berechnungsroutinen für die Abrechnung des durchgeführten Transportes. Diese Verknüpfung unterschiedlicher IT-Systeme dokumentiert die Transportketten lückenlos. Dies ist Basis für eine korrekte Transportabrechnung und – dem nachgereicht – für ein erfolgreiches Controlling. Speziell durch die Möglichkeit imaginäre Ablieferquittungen erzeugen zu können, wird dieses IT-System zu einem Repräsentanten der Funktionalität Abrechnung / Controlling.

Mit entsprechenden IT-Lösungen sind die Güterbahnen im Stande, zur **Überwachung und Steuerung der Ausführung** regelmässig aktuelle Statusmeldungen zu Zuglauf und etwaigen Unregelmässigkeiten zu erhalten. Damit ist es möglich, Ankunftszeiten genau zu errechnen und so Umschlagressourcen besser auszulasten (**Meissner, 2010**). Auf Seiten der Kunden erlaubt dies eine bessere Verfolgung des Transportes und die frühzeitige Kenntnis von Problemen.

Darüber hinaus wird die Disposition der begleitenden Aktivitäten ermöglicht. Bei der **Optimierung des Rollmaterialeinsatzes** erstreckt sich dies von der Planung des Einsatzes von Rangierdiensten bis zur Disposition von Fahrplänen zur Bedienung von Anschlussgleisen. Im Rahmen der Freizügigkeit von Rollmaterial zwischen mehreren EVUs im Rahmen des Allgemeinen Verwendungsvertrages (AVV) ist es möglich, die Verwendung technisch detailliert zu verfolgen und etwa Abrechnung und Wartung zu automatisieren bzw. zu optimieren oder ineffiziente Vorgänge im Umlauf, z. B. langen Stillstandszeiten, zu erkennen. Die detaillierte Überwachung von Transporten hat bereits jetzt eine grosse Bedeutung bei

² GLONASS ist ein Satellitennavigationssystem, das vom Verteidigungsministerium der Russischen Föderation betrieben wird.

³ KEP-Dienste werden im TP E nicht berücksichtigt, da sie statistisch nicht ausreichend erfasst sind. Night Star Express stellt jedoch ein Beispiel für eine IT-Anwendung dar, die auch in anderen Bereichen des Strassengüterverkehrs angewendet werden kann.

⁴ GPRS steht für "General Packet Radio Service" (deutsch: „Allgemeiner paketorientierter Funkdienst“)

den EVUs. Bei der DB Schenker Rail sind zum Beispiel derzeit, allerdings mit abnehmender Tendenz hinsichtlich der Anzahl, rund 14.000 Güterwagen mit autar-

ken Telematiksystemen⁵ ausgerüstet, die einen Abgleich von Soll- und Ist-Transportplan ermöglichen.

Die Möglichkeiten von IT-Produkten zur Überwachung und Steuerung erlauben eine breite Palette von Anwendungen, intermodale Transportketten effizienter zu gestalten. Mittels einer lückenlosen Überwachung und Statusmeldungen des Transportes können etwa Unregelmäßigkeiten schnell erkannt und, zum Beispiel, durch eine neue Route oder Wahl eines anderen Verkehrsträgers behoben werden. Eine laufend aktualisierte Berechnung von Ankunftszeiten ermöglicht ebenfalls eine bessere Auslastung von Lager- und Abfertigungsressourcen (Meissner, 2010). Darüber hinaus ist es so möglich, das Umlaufverhalten der einzelnen Ladungsträger detailliert zu erfassen und dadurch die Verfügbarkeit zu erhöhen (Baranek, Caila-Müller, & Wirsing, 2010).

Bei entsprechender Integration ist es zur **Auftragsvergabe und -abrechnung** darüber hinaus möglich, Aufträge automatisch zu generieren und zu vergeben. Damit können viele manuelle Schritte eingespart und ein Zeitgewinn realisiert werden (Meissner, 2010). Erforderlich ist dabei eine automatisierte Auftragsbearbeitung durch den Transporteur. Während des Transports entstehende Kosten (z. B. Zoll) können dabei ebenfalls sofort in die Abrechnung weitergeleitet werden.

Informationstechnische Lösungen zur Effizienzsteigerung der Verkehrsinfrastruktur

Aufgrund der schnellen Prozessoren und der Verfügbarkeit der Mobilfunkanbindung ist es mittlerweile möglich, dass IT-Systeme sich nicht mehr nur auf Basisfunktionen beschränken müssen. Bei Navigationssystemen wird also dem Nutzer nicht nur die Routenführung mitgeteilt, sondern – vorausgesetzt es ist eine entsprechende Software vorhanden – auch weitere Informationen, die mit der Ortsveränderung nicht unmittelbar etwas zu tun haben müssen. Navigon (NAVIGON, 2010) bietet zusätzlich zur Information über die zu wählende Route Wetterinformation entlang dem potenziellen Fahrtverlauf. Die Software von Navigon repräsentiert somit die Funktionalität Mehrwertdienste.

Zedas cargo (PCSoft, 2010) ist ein IT-System, das prinzipiell eine Vielzahl an Funktionen realisieren kann (Logistikmanagement Rangier- und Fernverkehr, Leistungsabrechnung, Auftragsmanagement, Ressourcenmanagement, Operative Transportabwicklung, grafische Gleisbelegung, Fristen- und Schadwagenbehandlung, Mobile Prozessunterstützung, Leistungsabrechnung, Kundenplattform, Business Intelligence [Reporting und Statistik], Schnittstellen). Besonders hervorgehoben sei an dieser Stelle die grafische Gleisbelegung. Mit ihrer Hilfe kann beurteilt werden, ob sich Fahrzeuge in einem Gleis befinden. Diese Information erlaubt eine einfache Bewirtschaftung der Infrastruktur, womit Zedas cargo auch die Funktionalität Infrastrukturbewirtschaftung repräsentiert.

Praktische Beispiele für Informationstechnologien zur effizienten Nutzung der Strasseninfrastruktur sind Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA) im Strassenverkehr. Bei der VBA wird dem Verkehrsteilnehmer mitgeteilt, wie und mit welcher Geschwindigkeit er den folgenden Strassenabschnitt zu befahren hat. Dies wird in der Regel durch auf Signalbrücken angebrachte wechselnde Verkehrszeichen realisiert. Schick beschreibt in seiner Arbeit kapazitätssteigernde Wirkungen der Informationstechnologie VBA, die durch die temporäre Freigabe des Pannestreifens erreicht wird. Ebenfalls zeigt Schick, dass die VBA zu einer gleichmässigeren Auslastung der Fahrstreifen auf der Autobahn dient.

Eine Homogenisierung der Auslastung der Infrastruktur im zeitlichen Verlauf lässt sich durch Mautsysteme erreichen, bei denen je nach zu erwartender Verkehrsstärke unterschiedlich hohe Mautgebühren zu entrichten sind. Anzumerken ist, dass Mautsysteme an

⁵ Ein autarkes Telematiksystem besitzt eine eigene, unabhängige Energieversorgung und kann mehrere Jahre wartungsfrei einen Güterwagen begleiten. Es ist imstande, eine eigenständige Ortung vorzunehmen.

sich noch keine IT benötigen.

Nach (Schiehser, 2010) erlaubt der Einsatz von IT-Systemen einen effizienteren Betrieb der Eisenbahninfrastruktur durch einen erhöhten Automatisierungsgrad bei der Betriebsführung. Damit können Entscheidungen schneller gefällt sowie die Produktivität erhöht werden. Für Kunden (EVUs) kann sich dies in einer höheren Verfügbarkeit von Trassen oder in Einzelfällen in niedrigeren Preisen niederschlagen. Besonders bei Störungen sind ausserdem durch effizientere Bewältigung Zeitersparnisse zu erwarten.

Die Anwendungsfälle für Informationstechnologie in den einzelnen Verkehrsträgern führen zu Verbesserungen im intermodalen Verkehr, da die einzelnen Segmente je für sich bereits profitieren. Speziell im intermodalen Verkehr sind darüber hinaus bessere Auslastungen der Infrastruktur der Umschlaganlagen möglich. Wenn mehr Informationen über die tatsächlichen Ankunfts- bzw. Abfahrtszeiten der einzelnen beteiligten Verkehrsmittel bekannt sind, lassen sich diese untereinander besser abstimmen, um etwa den Bedarf an Zeitpuffern in den Umschlaganlagen zu verringern.

Weitere IT-Produktlösungen

Beim Binnenschiff kommen Telematikanwendungen zum Einsatz, die der besseren Navigation dienen, wie beispielsweise der NIF (Nautischer Informationsfunk) oder auch Inland ECDIS - Information/Navigation mittels elektronischer Wasserstrassenkarte. Über den NIF werden mehrmals täglich Lage-, Wasserstands- und Einzelmeldungen herausgegeben. Die Schiffsführer kommunizieren über den NIF mit den Verkehrszentralen und Betriebsstellen z. B. zur Erfüllung von Standortmeldungen, für die Durchführung von Schleusungen, Meldungen von Havarien. Inland ECDIS ist ein System zur elektronischen Darstellung von Binnenschifffahrtskarten und zusätzlichen Informationen. Es soll zur Sicherheit und Effizienz der Binnenschiffahrt und damit auch zum Schutz der Umwelt beitragen.

Navigation ist im Bereich der Logistik aber wesentlich umfassender als in Verbindung mit Seeschiffahrt und Luftfahrt. In (Hossner, 1996) wird Navigation auch mit Prozessen in Verbindung gebracht, die innerhalb eines Warenlagers ablaufen. Mittlerweile ist die Satellitentechnologie soweit fortgeschritten, dass sie vergleichsweise kostengünstig nahezu jedermann zur Nutzung zur Verfügung steht. Praktisch alle Navigationssysteme setzen auf Satellitentechnologie.

Umweltbewusstsein und nachhaltiges Handeln hat mittlerweile auch in der Logistik einen nicht unbedeutenden Stellenwert. Dem zufolge sind auch hier Softwarelösungen entstanden, die die Umweltwirkungen von Gütertransporten abschätzen. Ein Beispiel für ein solches Programm ist die frei im Internet verfügbare Software EcoTransIT (siehe (EcoTransIT, 2010)). Hier werden für eine vorgegebene Quelle-Ziel-Relation und für verschiedene Verkehrsträger jene Umweltbelastungen ermittelt, die entscheidungsrelevant sind (Energieverbrauch, Abgase).

Hieraus ergibt sich für die weitere Untersuchung der Referenzfall, bei dem die heutigen IT-Anwendungen mit dem ermittelten Durchdringungsgrad im Transportmarkt für den Strassengüterverkehr berücksichtigt werden. Beim Eisenbahngüterverkehr werden – neben den technischen Randbedingungen – vor allem die heutigen Systeme bei der Netzbelastung, der Transportbuchung und dem Leerwagenmanagement einbezogen.

4.2.3 Ableitung der Funktionalitäten / Funktionen

Aus den für alle Verkehrsträger angestellten Betrachtungen lassen sich für die vorhandenen IT-Systeme folgende Funktionalitäten / Funktionen identifizieren:

- A Angebots-/Bedarfsplanung**
- B Touren-/Transportkettenplanung**
- C Transportvorbereitung**
- D Disposition von Ladungen und Fahrzeugen**

- E Disposition im Betrieb**
- F Direkte Kommunikation Disposition und Fahrer**
- G Infrastrukturinformationen**
- H Ortung und Kontrolle**
- I Information und Visualisierung**
- J Mehrwertdienste Schnittstellen**
- K Trassenkoordination**

Diese Funktionalitäten / Funktionen sind weitestgehend unabhängig voneinander und decken ein weites Spektrum möglicher IT-Systeme im Güterverkehr ab. Im Folgenden werden die 11 genannten Funktionalitäten / Funktionen definiert und klar voneinander abgegrenzt. Die Funktionalitäten / Funktionen werden näher charakterisiert und anhand deren Ausprägungen detailliert und präzisiert.

Funktionalität / Funktion A Angebots-/Bedarfsplanung – IT zur Optimierung der Planung bzw. Vorbereitung und Durchführung von Transporten.

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Luftverkehr, Kombiverkehr

Die Angebots- und Bedarfsplanung stellt einen Teilaspekt der Transportplanung dar. Hintergrund ist die Planung von Transportaufträgen als effiziente Zuteilung und Nutzung der Transportkapazitäten. Das Ziel ist dabei die Koordination von Transportströmen von Versendern zu Empfängern so zu organisieren, dass die Transportkosten und Wege minimal sind.

Ausprägungen der Funktionalität / Funktion A

A1 Absatzplanung

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Kombiverkehr

Hier gehören all jene IT-Systeme dazu, mit denen Mengen an zu transportierenden Gütern sowie die Anzahl der für den Transport benötigten Personen bestimmt werden können (Bedarfsmengenplanung, Bereitstellungsplanung, Materialbedarfsplanung, Personalbedarf, Personalbereitstellungsplanung (siehe (Wirtschaftlexikon24, 2011))).

A2 Distributionsplanung

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Kombiverkehr

Hier werden die IT-Systeme einsortiert, die räumliche und zeitliche Verteilungen von Gütern (sowie der am Transport der Güter beteiligten Personen) berechnen können.

A3 Kostenkalkulation

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Luftverkehr, Kombiverkehr

Hier sind die IT-Systeme berücksichtigt, mit denen eine Kostenrechnung durchgeführt werden kann, sei es als Kostenarten-, Kostenstellen- oder Kostenträgerrechnung.

A4 Angebotserstellung

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Luftverkehr

Diese IT-Systeme sind geeignet, im Rahmen der Angebotserstellung die verantwortlichen Mitarbeiter bei der Personal-, Zeit- und Kostenplanung sowie bei der Preisermittlung für Transportangebote zu unterstützen.

A5 Auftragsmanagement

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Kombiverkehr

Die im Bereich der Logistik gegenwärtig im Einsatz befindlichen komplexen Softwaresysteme können neben den Grundfunktionen in grossem Umfang weitere Zusatzfeatures realisieren und innerhalb der gesamten Prozesskette nachgeordnete Aufträge automatisch auslösen. Für den direkten Verkehrsbereich sind diese Funktionen allerdings eher zweitrangig.

Funktionalität / Funktion B Touren-/Transportkettenplanung – IT zur Optimierung des Einsatzes und der Planung der Betriebsmittel, des Personals für Transporte

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Luftverkehr

Hier steht explizit der optimierte Einsatz des Personals und der Transportmittel im Umlauf sowie in der Kombination von Verkehrsträgern zu einer vollständigen Transportkette im Vordergrund.

Ausprägungen der Funktionalität / Funktion B

B1 Transportkettenplanung

Verkehrsträger: Strasse, Schiene

IT-Systeme zur Transportkettenplanung kombinieren – unter verschiedenen Optimierungsansätzen – die aus einer Vielzahl von Elementen bestehenden Transportketten in möglichst optimaler Weise.

B2 Tourenplanung (Strasse) / Fahrplanerstellung (Schiene)

Verkehrsträger: Strasse, Schiene

Die hier angesprochenen IT-Systeme sind imstande, eine optimale Zuordnung von Fahrzeugen zu Aufträgen und für diese Fahrzeuge eine optimale Abfolge der Auftragsstandorte zu finden. Für den Schienenverkehr sind mit Hilfe von Software zur Fahrplanerstellung ähnliche Probleme zu lösen, wobei im Schienenverkehr engere Restriktionen gelten als im Strassenverkehr.

Funktionalität / Funktion C Transportvorbereitung – IT zur Erstellung von Vor- und/oder Nachbereitungsunterlagen des Transportgeschehens

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Luftverkehr

Ausprägung der Funktionalität / Funktion C

C1 Prognostische Erstellung einer Umweltbilanz des Transportes unter Berücksichtigung alternativer Transportmittel und Routen

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Luftverkehr

Im Vorfeld eines Transportes wird hiermit simuliert und berechnet, welche Energiemengen beim Transport verbraucht werden und welche Schadstoffmengen durch den Transport entstehen. Dies kann als Grundlage einer ökologisch verträglicheren Güterverkehrsmobilität eine wichtige Basis bei der Entscheidung für oder gegen einen bestimmten Transportträger darstellen.

Funktionalität / Funktion D Disposition von Ladungen und Fahrzeugen – IT zur Optimierung des Einsatzes und der Planung der Betriebsmittel, des Personals für Transporte

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Luftverkehr

Bei der Disposition fällt dem Disponenten eine zentrale Rolle zu. Hier liegt die Zuständigkeit für die Zuteilung und Überwachung von Diensten und Waren. Disposition verfolgt das Ziel, dass alle Aufträge zu möglichst geringen Kosten zum vereinbarten Liefertermin beim Kunden angeliefert werden. Es kann zwischen der verbrauchsgesteuerten und der bedarfsgesteuerten Disposition unterschieden werden. IT-Systeme unterstützen den verantwortlichen Disponenten zum Beispiel durch die Errechnung mehrerer Varianten, aus der er eine Wahl treffen kann.

Ausprägungen der Funktionalität / Funktion D

D1 Disposition der Ladungen

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Luftverkehr

Disponiert werden Ladungen, also unterschiedliche Güter bzw. Sendungsgrößen (z. B. Pakete, Container). Die IT-Systeme greifen auf die Ladungen zu, indem diese an definierten Punkten identifiziert werden und der Laufweg der Ladungen dort verändert wird.

D2 Disposition der eingesetzten Fahrzeuge

Verkehrsträger: Strasse, Schiene

Disponiert werden vorrangig Strassenfahrzeuge, aber teilweise auch Schienenfahrzeuge (z. B. einzelne Güterwagen), wobei hier der Einsatz des einzelnen Fahrzeuges im Fokus steht.

D3 Flottenmanagement / Flotteninstandhaltungsplanung

Verkehrsträger: Strasse, Schiene

Das Flottenmanagement umfasst das Verwalten, Planen, Steuern und Kontrollieren von Fahrzeugflotten. Hauptziele des Flottenmanagements sind Entlastung der Disposition, optimierte Wegstreckenplanung und damit einhergehende Kostensenkungen. Die Instandhaltungsplanung umfasst die systematische Vorbereitung und Festlegung aller Aktionen, die erforderlich sind, um die Funktionsfähigkeit zu schützen bzw. wiederherzustellen.

D4 Personalmanagement / -Planung

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Luftverkehr

Die hier zur Anwendung kommenden IT-Systeme dienen vor allem unternehmensintern dazu, die Personalkapazitäten zu organisieren. Dies beginnt bei globalen Fragestellungen wie der Urlaubsplanung und reicht bis hin zum Personaleinsatzplan für einzelne Fahrzeuge unter Einhaltung von Ruhe- und Lenkzeiten.

Funktionalität / Funktion E Disposition im Betrieb

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Luftverkehr

Bei der Disposition im Betrieb fällt dem Disponenten ebenfalls eine zentrale Rolle zu. Die betriebliche Disposition verfolgt das Ziel, den betrieblichen Ablauf an aktuelle Gegebenheiten anzupassen.

Ausprägung der Funktionalität / Funktion E

E1 Steuerung

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Luftverkehr

Hier werden IT-Systeme zum korrigierenden Eingreifen in Transportketten verstanden. Mit diesen IT-Systemen werden Transportabläufe insgesamt innerbetrieblich geregelt. Die Führung der Fahrzeuge wird entlang vorher definierter Routen überwacht. Die Optimierung dieser Fahrtrouten ist Bestandteil der Steuerung.

Funktionalität / Funktion F Direkte Kommunikation Disposition und Fahrer – IT zur Nutzung von (Echtzeit-)Informationen zur Optimierung von laufenden Transporten

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Luftverkehr

Im Unterschied zur reinen Disposition wird bei dieser Funktionalität der Regelkreis insofern geschlossen, als dass der Disponent direkte situationsspezifische Informationen erhält und die disponierten Abläufe überwachen kann.

Ausprägungen der Funktionalität / Funktion F

F1 Erfassung und sofortige Übermittlung von Auftragsdaten und -status:

Verkehrsträger: Strasse

Transportaufträge bestehen darin, ein bestimmtes Transportgut von einem Versendungs-ort zu einem Empfangsort zu transportieren. Die hier betrachtete Informationstechnologie erfasst die Aufträge und übermittelt die Auftragsdaten an alle Beteiligten.

F2 Änderungsaufträge direkt zum Fahrer / Techniker

Verkehrsträger: Strasse, Schiene

Hier ist der Kommunikationsweg vom Disponenten zum Fahrer bzw. Techniker (und zwar nur in diese Richtung) unterstellt. Die hier eingesetzte IT ist imstande Veränderungen bei den Transportaufträgen dem Fahrer (eines Lkw) oder einem Wartungsmitarbeiter direkt zu übermitteln.

F3 Kommunikation zwischen Fahrer und Disponenten

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff

Für diese Ausprägung ist die Zweirichtungskommunikation (d.h. vom Disponenten zum Fahrer und umgekehrt) unterstellt.

Funktionalität / Funktion G Infrastrukturinformationen

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Luftverkehr

Es kommen IT-Systeme zum Einsatz, die eine aktuelle Information über verschiedene Zustandsaspekte der Infrastruktur gewährleisten.

Ausprägung der Funktionalität / Funktion G

G1 Nutzung aktueller statischer Infrastrukturinformation (Baustelleninformation)

Verkehrsträger: Strasse, Schiene

Die räumlich und zeitlich unveränderte Information bezogen auf den Zustand einer bestimmten Verkehrsinfrastruktur wird berücksichtigt. Dies schliesst die Information über infrastrukturbedingte längerfristige Beeinträchtigungen (z. B. Baustellen) mit ein.

G2 Nutzung aktueller dynamischer Infrastrukturinformationen (Belegungs-/Stauinformation)

Verkehrsträger: Strasse, Schiene

In Erweiterung von G1 wird hier die räumlich und zeitlich veränderliche Information – bezogen auf den Zustand einer bestimmten Verkehrsinfrastruktur – mit einbezogen. Dies betrifft schwerpunktmässig vor allem die Staubereiche auf der Strasse, kann aber z. B. bei der Eisenbahn auch die Gleisbelegung (bei Umschlaggleisen) umfassen.

G3 Parkplatzinformation

Verkehrsträger: Strasse

Verschiedene Navigationssysteme bieten als zusätzlichen Dienst Auskünfte über Parkplätze an. Die Entfernungen zu alternativen Parkplätzen vom Standort des Nutzers werden ebenso angegeben wie die Information, wie viele Parkplätze noch frei sind. Im Güterverkehr bieten diese Systeme für Fahrer zur Einhaltung der Lenk- und Ruhezeiten eine wichtige Information für die Planung seiner weiteren Fahrt.

Funktionalität / Funktion H Ortung und Kontrolle – IT zur Überwachung von Transporten, Sendungen, Fahrzeugen

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Luftverkehr, Kombiverkehr

Die hier eingesetzten Informationstechnologien dienen der Ortung und Überwachung von Transporten, Sendungen und Fahrzeugen. Ziel ist es, zu jedem Zeitpunkt zu wissen, wo sich Transporte, Sendungen oder Fahrzeuge befinden. Die Ortung und Überwachung fliesst – wie bei Funktionalität C beschrieben – auch in die Verknüpfung von Disposition und Überwachung ein.

Ausprägungen der Funktionalität / Funktion H

H1 Ortung von Fahrzeugen, allgemein von mobile Einheiten und Gütern

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Luftverkehr

Mit Hilfe geeigneter informationstechnologischer Instrumente, wird festgestellt, wo sich Fahrzeuge, mobile Einheiten (z. B. Container) oder Güter (z. B. Pakete) befinden (Angabe des Ortes und des zum jeweiligen Ort gehörenden Zeitpunktes).

H2 Überwachung der Tour- und Auftragsarbeiten

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Kombiverkehr

Mit Hilfe geeigneter informationstechnologischer Instrumente, wird festgestellt, wo sich Fahrzeuge, mobile Einheiten (z. B. Container) oder Güter (z. B. Pakete) oder Fahrzeuge befinden (Angabe des Ortes und des zum jeweiligen Ort gehörenden Zeitpunktes). Zusätzlich wird ein Soll-Ist-Vergleich durchgeführt. Überwachung wird hier als das passive Beobachten des Transportverlaufs der mobilen Einheiten verstanden. Im Gegensatz dazu schliesst die Disposition das aktive Eingreifen des Disponenten in das Geschehen ein.

H3 Statusmeldungen zum/vom Fahrzeug (mit Quittierung) in Echtzeit

Verkehrsträger: Strasse

Die verwendete Informationstechnologie ist imstande, den aktuellen Bearbeitungsstand eines Transportvorgangs innerhalb einer Transportkette vom Disponenten zum bzw. vom Fahrzeug (Lkw, Triebfahrzeug) zum Disponenten zeitnah zu übermitteln. Sowohl der Disponent als auch der für den Transport zuständige Mitarbeiter am Fahrzeug können den aktuellen Stand des Transportvorganges bestätigen.

H4 Ladungskontrolle / -abgleich mit internen Systemen**Verkehrsträger: Strasse, Schiene**

Im Bereich des Eisenbahnpersonenverkehrs sind Systeme in Anwendung, mit denen permanent sichergestellt werden kann, dass das Schienenfahrzeug nicht überladen ist. Die Messung der Beladung erfolgt über Federwege. Im Strassengüterverkehr kommen dazu Wägezellen zum Einsatz, die ebenfalls im entsprechenden Fahrzeug installiert sind (siehe dazu (TamTron, 2010)) und die auch eine elektronische Information über den Beladestand eines Fahrzeugs übermitteln können. Dabei handelt es sich um eine hilfreiche Zusatzinformation, insbesondere dort, wo die Einhaltung von Gewichtslimits streng geregelt ist.

H5 Be-/Entladungskontrolle**Verkehrsträger: Strasse**

Um die Güter in bzw. aus dem Transportfahrzeug zu bringen, sind Belade- bzw. Entladevorgänge erforderlich. Die Informationstechnologie ist imstande, den Beladungs-/Entladungsstand zu identifizieren und dem Disponenten Informationen über die Zeitpunkte der weiteren Nutzung der Infrastruktur zu geben.

Funktionalität / Funktion I Information und Visualisierung – IT für Echtzeitinformationen zur Transportdurchführung und zur Visualisierung des Transportablaufs

Verkehrsträger: Strasse, Schiene**Ausprägungen der Funktionalität / Funktion I****I1 Echtzeitinformation über Ladungen und Rollmaterial****Verkehrsträger: Schiene, Strasse**

Technische Identifikation von Ladungen und Rollmaterial mit Datenerfassung und Übermittlung von Peripheriegeräten wie digitaler Tachographie, Temperaturfühler, Registrierung der Ladeguttemperatur, Türöffnungen, Alarmen usw.

I2 Visualisierung der Fahrzeugbewegung**Verkehrsträger: Strasse**

Hier sind zwei verschiedene Typen von IT-Systemen zu unterscheiden. Zunächst die Visualisierung der Fahrzeugbewegung im Fahrzeug, die dem Fahrzeugführer die umgebende Infrastruktur anzeigt sowie im Weiteren die Visualisierung der Fahrzeugbewegung am Bildschirm des Disponenten um Steuerungs- bzw. Lenkungseingriffe zu ermöglichen.

Funktionalität / Funktion J Mehrwertdienste Schnittstellen – IT, die Zusatzinformationen und Zusatzdienste anbietet

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff, Luftverkehr, Kombiverkehr

Die hier betrachteten IT-Systeme weisen über die Basisfunktionen hinausgehend Funktionen auf, zumeist ohne grossen Aufwand auf die Basisfunktionen aufsetzen. Für den Nutzer bringen die Zusatzfunktionen hilfreiche, aber nicht zwangsläufig und essentiell notwendige Dienste, die ein Add-on im Sinne des „nice to have“ sind.

Ausprägungen der Funktionalität / Funktion J**J1 Zugriff auf das Internet****Verkehrsträger: Strasse, Schiene**

Das Internet erlaubt einen Zugriff auf Information jeglicher Art global und zu (nahezu) jedem Zeitpunkt. Über Suchmaschinen kann gezielt nach bestimmter Information gesucht

werden. Sofern kein direktes, dynamisches Navigationssystem zur Verfügung steht können über das Internet Informationen hinsichtlich der Routenwahl für einen Gütertransport abgerufen werden, die über die Verkehrsbelastung in Verkehrsnetzen Auskunft geben.

J2 Schnittstelle zur Produktionsplanung

Verkehrsträger: Strasse, Schiene

Hierunter wird die Schnittstelle zwischen der Kostenstellenrechnung und der Produktionsplanung verstanden, die die daraus entstehenden Synergieeffekte nutzt.

J3 Elektronischer Frachtbrief

Verkehrsträger: Strasse, Schiene, Binnenschiff

Es war und ist üblich, den Frachtbrief in Papierform mit dem Transport mitzuführen. Mittlerweile kann auf die elektronische Form des Frachtbriefs übergegangen werden. Der Mehrwert des elektronischen Frachtbriefs liegt in der Steigerung der Produktivität, der Beschleunigung des Transports und der Reduzierung der Abwicklungskosten.

Funktionalität / Funktion K Trassenkoordination

Verkehrsträger: Strasse, Schiene

Die hier beschriebenen IT-Systeme dienen der Bewirtschaftung der Verkehrsinfrastruktur. Dies betrifft einerseits den Betrieb der Infrastruktur, der nach entsprechenden Regeln erfolgt. Hier steht insbesondere die Vergabe von Trassen bzw. die Freigabe von Strecken oder einzelnen Fahrstreifen im Vordergrund. Andererseits sind auch Erhaltungsarbeiten durchzuführen, deren Zeitpunkt, Dauer und Größenordnung entsprechend bekannt gemacht werden müssen. Hinzu kommt die Informationsgewinnung über den Zustand der Infrastruktur und daraus abgeleitet, die Planung der weiteren Instandhaltungsschritte. Für diese Erfassung werden heute – besonders bei der Eisenbahn – zunehmend IT-Systeme eingesetzt. Vorrangig geht es dabei um das elektronische Sammeln von Daten und die Auswertung dieser Daten in einem nachgereihten Prozess.

Ausprägung der Funktionalität / Funktion K

K1 Trassenbestellung und -verwaltung

Verkehrsträger: Strasse, Schiene

Die Benutzung der Verkehrsinfrastruktur wird organisiert und verwaltet (Infrastrukturbewirtschaftung). Bei der Eisenbahn drückt sich die Infrastrukturbewirtschaftung in der Vergabe von Fahrplantrassen aus, im Strassenverkehr wird die Verkehrsmenge auf einem bestimmten Strassenabschnitt unter Zuhilfenahme von organisatorischen Hilfsmitteln (z. B. Blockabfertigung) oder über Bemautung über einen bestimmten Zeitraum beschränkt bzw. geregelt.

Weitere Vorgehensweise

Informationen, welche Wirkungen vom IT-Einsatz ausgehen, sind nur sehr spärlich vorhanden und nur in den seltensten Fällen exakt auf die definierten Funktionalitäten bezogen. Entweder sind diese Informationen sehr allgemein und daher nur unter Anwendung von Schlüsseln und weiteren plausiblen Annahmen auf die einzelnen Funktionalitäten herunter zu brechen, oder es liegen nur Herstellerinformationen vor, die jedoch ein verzerrtes Abbild der Wirklichkeit wiedergeben, da sie von Verkaufsinteressen getrieben sind. Nur in wenigen Fällen (z. B. bei Verkehrsbeeinflussungsanlagen) sind umfassende Studien zu den Wirkungen der Informationstechnologien vorhanden. Die vorliegende Literatur reicht aber aus, um die beschriebenen Wirkungen der Informationstechnologien verifizieren und plausibilisieren zu können.

Eine besondere Schwierigkeit liegt darin, dass der Einsatz der IT-Systeme nicht auf die einzelnen Ausprägungen (wie z. B. A1 oder A2) ausgelegt ist. Es zeigt sich, dass bei IT-

Systemen mehrere Ausprägungen, in der Regel meist mehrere Funktionalitäten implementiert sind. Mächtige IT-Systeme decken dabei in ihrer Spannweite so unterschiedliche Funktionalitäten wie beispielsweise Angebots-/Bedarfsplanung und Disposition im Betrieb ab.

Im Weiteren wird daher der Einsatz von IT-Systemen auf der Basis der Funktionalitäten betrachtet, da ein Herunterbrechen auf die Ebene der Ausprägungen eine Feinverteilung der Wirkungen der Informationstechnologien erfordern würde, für die keinerlei Schlüssel vorhanden ist. Die Zuordnung der Wirkungen auf einzelne Ausprägungen hätte nahezu beliebige Ergebnisse zur Konsequenz.

Aus diesen Gründen werden im weiteren Ablauf des Teilprojektes alle Berechnungen auf Basis der Funktionalitäten vorgenommen.

4.2.4 IT-Trends im Güterverkehr

Stopka (siehe (Stopka, 2003)) beschreibt die Entwicklung der Verkehrstelematik aus der Sicht der Rahmenprogramme der Europäischen Union. Während sich in der Zeit vor 1994 die Verkehrstelematik nahezu ausschliesslich auf den Strassenverkehr konzentrierte, erfolgte mit dem 4. Rahmenprogramm der EU (1994 – 1999) unter der Bezeichnung „Telematics Applications Programme“ (TAP) eine Aufweitung der Validierung, Implementierung und Bewertung von Verkehrstelematik auf die Verkehrsträger Schienen-, Luft- und Seeverkehr. Dies wurde erforderlich, weil sich die Verkehrstelematik bis dahin auf die Verbesserungen der Bedingungen für den motorisierten Individualverkehr, die Vermeidung von Staus sowie die Vorbereitung elektronischer Mautsysteme konzentrierte. Eine Verknüpfung der Verkehrsträger wurde bis zum 4. Rahmenprogramm vernachlässigt. Das 5. Rahmenprogramm der EU (1998 – 2002) konzentrierte sich auf Leitaktionen zu unterschiedlichen Themen („Systeme und Dienste für den Bürger“, „Nachhaltige Mobilität und Intermodalität“, „Landverkehrstechnologien und Meerestechnologien“ oder „Stadt von morgen und kulturelles Erbe“). Beim 6. Rahmenprogramm (2002 – 2006) konzentrierte man sich auf den Forschungsbereich „Information Society Technologies“ (IST). Schwerpunkte dabei waren die Fahrzeuginfrastruktur und tragbare Systeme der integrierten Sicherheit sowie „Advanced Logistics Infomobility“ und „Location Based Services“. Es zeigte sich, dass die Weiterentwicklung der Mobilfunktechnologien zur schnelleren Datenübertragung (GPRS – General Packet Radio System), die Weiterentwicklung des mobilen Internetzugriffs (WAP, iMode) und des Multimedia Messaging Services (MMS) zu neuen Anwendungsszenarien der Verkehrstelematik führten. Routing auf Basis vom Mobiltelefon, Personal Digital Assistant (PDA) und Smartphone gehören ebenso dazu wie die Vernetzung verschiedenster Telematikendgeräte im Fahrzeug über Bluetooth und WLAN. Die Verknüpfung von Digital-Radio zur Übertragung von Verkehrsinformation mit Navigationssystemen in Fahrzeugen erweitert das Spektrum an mobilen Zusatzleistungen gegenüber TMC.

Ausgehend von Stopkas Analyse zeigt sich in der Verkehrstelematik der Trend zur Erweiterung der Anwendungen auf möglichst viele Verkehrsträger, der Trend zur Verknüpfung von verschiedenen Telematik-Diensten und der Trend zur Übertragung von immer grösseren Datenmengen in immer kürzerer Zeit.

Eine Untersuchung der Bundesvereinigung Logistik aus Deutschland (ten Hompel, 2012) hat ergeben, dass die Anwender von der IT insbesondere erwarten, dass sie die Termingenauigkeit bei der Planung und Steuerung von logistischen Prozessen erhöht, robuste Logistiksysteme ermöglicht, die auch bei unvorhergesehenen Fehlern und Störfällen den weiteren Betrieb ermöglicht und die Interoperabilität zwischen verschiedenen Softwaresystemen verbessert.

Zumkeller (Zumkeller, 2000) wagte eine Prognose für „Telekommunikation, Telematik und Verkehr im Jahr 2020“. Er wies darauf hin, dass ein sehr hoher Durchdringungsgrad mit Informationsmitteln im Personenverkehr auf Grund der zentralisierten Lenkung wieder zu einem Zustand führen wird, der dem damaligen Zustand sehr ähnlich ist. Daraus

schliesst Zumkeller, dass es in Zukunft gilt, dezentrale Strukturen zu stärken, um die Robustheit und Selbstorganisationsfähigkeit des Verkehrssystems zu stärken. Die Vision dazu ist der „omnipotente PTA“ (Personal Travel Assistant). Dieser besitzt die Eigenschaft, dem individuellen Nutzer jederzeit zur Verfügung zu stehen und sowohl für die Reiseplanung als auch zur Störungsbewältigung Lösungen zur Verfügung zu stellen. Ausserdem zeichnet Zumkeller die Vision des Zusammenspiels mehrerer IT-Systeme, die für Staufreiheit sorgen sollen (isolierte Routenempfehlung, interagierende Systeme, Road Pricing Systeme, Agenten die zwischen Fahrzeugen über Preise für eine bestimmte Fahrtroute verhandeln).

Ausgehend von den bei ten Hompel, Zumkeller und Stopka festgestellten allgemeinen Trends wurde im Folgenden eine Aussage zu den IT-Trends im Güterverkehr versucht, zumal anhand einiger weniger Quellen zumindest Hinweise für mögliche zukünftige Entwicklungen gewonnen werden konnten.

Wie aus den Ausführungen zu Beginn des Kapitels 4 hervorgeht, lässt sich aus der gesichteten Literatur bislang keine eindeutige Aussage darüber machen, welche IT-Produkte im Güterverkehr der Schweiz zu favorisieren sind. Indikatoren dafür, welche Produkte eventuell zukünftig bedeutend werden können, sind jedoch der aktuellen Diskussion auf Tagungen und Kongressen zu entnehmen. Dort zeigt sich z. B. für den Strassengüterverkehr:

- Die Vernetzung der Logistik unter Verwendung von Fahrzeugortung wird in Zukunft verstärkt zu beachten sein.
- Die Integration der Bordelektronik (Navigationsgerät, GPS, Sensoren, Mobiltelefon des Fahrers...) in unternehmens-interne und -übergreifende IT-Systeme wird zunehmend fortschreiten.
- Die Entwicklung intermodaler Planungs- und Routingprogramme wird in der Zukunft verstärkt an Bedeutung gewinnen.
- Die Verknüpfung der Fahrzeugdisposition mit der Fuhrparkverwaltung (Planung von Instandhaltung...) wird in Zukunft verstärkt an Interesse gewinnen.
- Die Disposition wird in Zukunft zunehmend unter Einbeziehung dynamischer Infrastrukturinformationen und aktueller Fahrzeugpositionen abgewickelt werden.
- Es ist in Zukunft ein verstärkter Einsatz von RFID zu erwarten.
- Ausserdem wird die Integration der Statusmeldungen aus der Transportkette in die internen Produktionsplanungsprozesse des Kunden bzw. die Echtzeitinformation des Kunden über den Aufenthaltsort seiner Sendung deutlich an Bedeutung gewinnen.

Weiter lässt sich feststellen, dass IT-Produkte im Schienenverkehr bereits grossflächig im Einsatz sind. Dies gilt insbesondere für die Produktionsplanung und die dazugehörigen Prozesse des Ressourcenmanagements. Weniger ist dies der Fall im Hinblick auf die Annahme und Abwicklung von Aufträgen. Dies geschieht in vielen Fällen per Fax oder Telefon, also mit „klassischen“ Methoden. Theoretisch sind Schnittstellen vorhanden und die Akteure im Schienenverkehr verfolgen einen weiteren Ausbau, tatsächlich werden diese aber wenig genutzt oder sind nicht in flächendeckendem Umfang verfügbar.

Hinsichtlich der Natur der eingesetzten Produkte liegen einerseits viele Lösungen für Teilbereiche vor, hierbei handelt es sich vorwiegend um von Softwareanbietern entwickelte Systeme. Teilweise sind hier auch ganzheitliche Lösungen oder solche mit kompatiblen Modulen anzutreffen. Insbesondere bei grösseren EVU sind eher spezifisch für - oder auch im - Unternehmen entwickelte Systeme im Einsatz. Im Gespräch mit einigen Anbietern von IT-Systemen für den Bahnsektor fiel auf, dass oftmals eine klare Strategie bezüglich des IT-Einsatzes im Unternehmen vermisst wird und eine Reihe nicht oder nur wenig kompatibler Systeme eingesetzt werden.

Die Schnittstellen zu den Strassentransportern bieten beim intermodalen Verkehr umfangreichere Funktionen und werden stärker genutzt. Zum einen ist dies durch die Produktion nach festen, publizierten Fahrplänen praktikabler, zum anderen erfordert die Kooperation mit Strassenverkehrstransportern auch die bessere Planbarkeit, die hierdurch geboten ist.

Im Schienenverkehr und damit auch im intermodalen Verkehr werden Telematiksysteme unabdingbar sein, um qualitativ und in Kosten mit dem Strassenverkehr vergleichbare Angebote zu offerieren mit dem Ziel, den heutigen Anteil am Modal-Split mindestens zu halten (Stuhr & Bruckmann, 2010). Diese Studie nimmt eine Reihe von Trends im Güterverkehr an. Sie bewertet vor diesem Hintergrund Technologien hinsichtlich ihrer relativen Vorteilhaftigkeit und ihrer potentiellen Einführungswiderstände. Auch das Potential zur Markteinführung der Technologien wird bestimmt. In Bezug auf den Schienenverkehr wurde dabei ermittelt, dass unter anderem eine Flexibilisierung des Einzelwagenverkehrs nötig ist. Telematiksysteme werden definiert als „Telematikanwendungen mit dem Ziel der Optimierung logistischer Prozesse sowie der Ladegut- und Fahrzeugüberwachung“. Wie in Abb. 4.8 verdeutlicht, spielt die Telematik eine sehr wichtige Rolle bei der Erreichung der Ziele. Dies führt zu ihrer hohen relativen Vorteilhaftigkeit. Gleichzeitig hat eine Untersuchung des IVT im Auftrag eines Eisenbahnverkehrsunternehmens gezeigt, dass Innovationen im Schienengüterverkehr und insbesondere im Einzelwagenverkehr nur mit dem verstärkten Einsatz von IT-Komponenten möglich sein werden (Bruckmann, Fumasoli, & Weidmann, 2012).

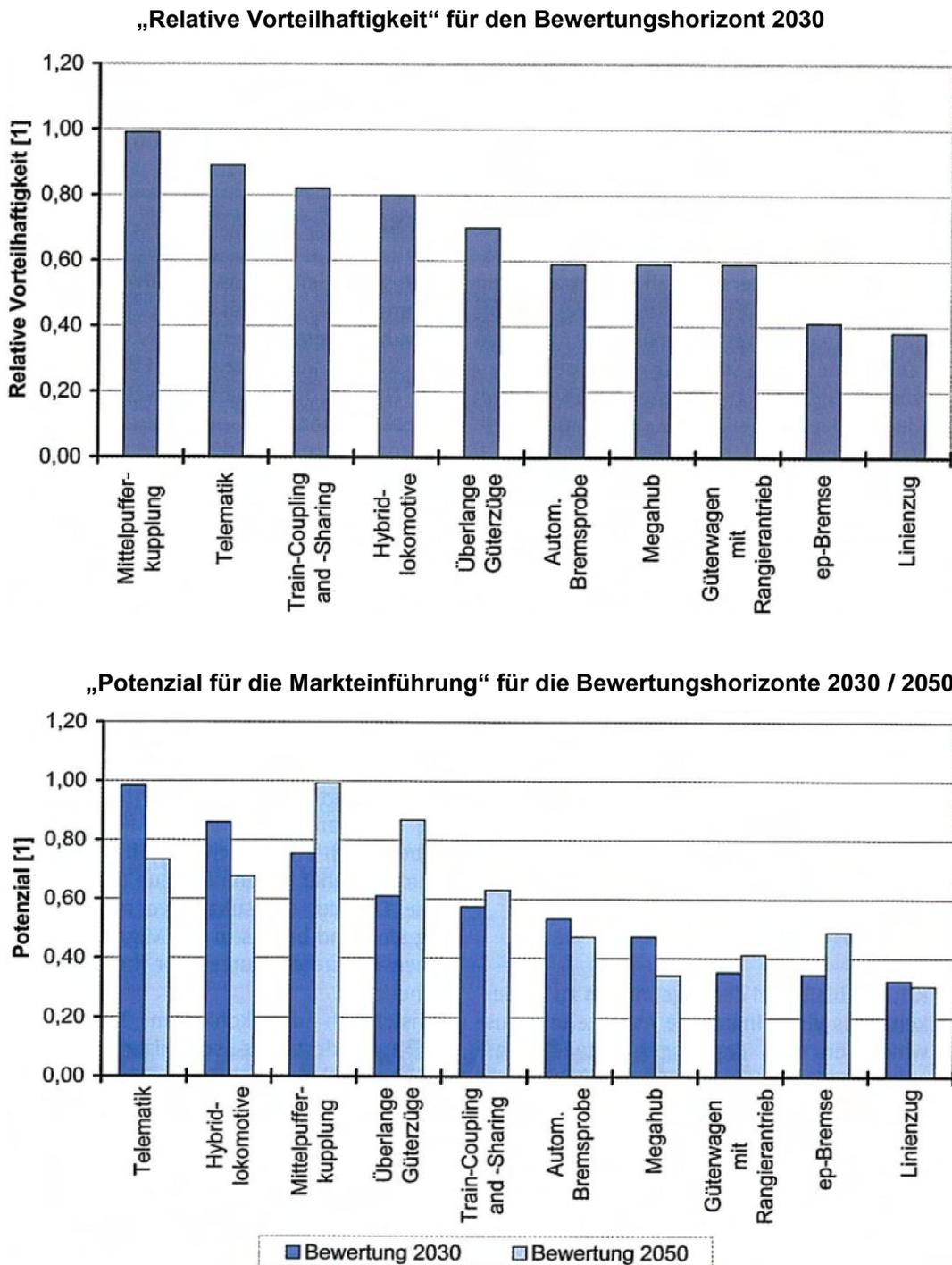


Abb. 4.8: Technologien und ihre zukünftige Bedeutung (Stuhr & Bruckmann, 2010)

Für den Prognosehorizont 2030 besitzen die Telematikanwendungen unter Berücksichtigung der Markteinführung relativ zu anderen Innovationen das grösste Potenzial. Für das Jahr 2050 ist das Potenzial der Telematik relativ zu den anderen Innovationen geringer. Diese Verschiebung erklärt sich aus einer Veränderung der Gewichtung der Kriterien der Nutzwertanalyse, die bei (Stuhr & Bruckmann, 2010) durchgeführt wurde.

Für die **Binnenschifffahrt** ist der Rhein sowohl in Deutschland als auch in der Schweiz die wichtigste Verkehrsader. Über den Rhein als internationales Gewässer ist die Schweiz mit dem Meer und hier insbesondere mit den ARA-Häfen verbunden. Als Drehscheibe des kombinierten Verkehrs ist der Hafen Basel die Nahtstelle zwischen Wasser, Schiene sowie Strasse und wird so zum Bindeglied zwischen verschiedenen Verkehrsträgern bzw. zum

multifunktionalen Umschlagszentrum. Die Binnenschifffahrt auf dem Rhein und die Anschlussmöglichkeiten in den Schweizerischen Rheinhäfen bieten ideale Voraussetzungen für den Transport von Massen- und Schwergütern. Aber auch Lastwagen, Container, Wechsellaufbauten oder Sattelaufleger können grundsätzlich auf Binnenschiffen befördert werden. Der Trend zur Containerisierung im Güterverkehr nimmt seit Jahren konstant zu, wie anhand von Abb. 4.9 zu erkennen ist. In den Jahren 2008 und 2009 ging die Anzahl der transportierten TEU (Twenty-foot Equivalent Unit, d.h. Standardcontainer) jedoch aufgrund der Wirtschafts- und Finanzkrise zurück. Es ist jedoch mittelfristig wieder mit einem weiteren Wachstum zu rechnen. Etwa 15 Prozent des gesamten schweizerischen Aussenhandels werden über die Rheinhäfen bei Basel abgewickelt. In den Rheinhäfen bei Basel werden jährlich über 7 Millionen Tonnen Güter umgeschlagen. Infolge weltwirtschaftlicher Strukturveränderungen werden heute immer häufiger Halbfabrikate, Fertigprodukte und containerverpackte Güter transportiert. (Port of Switzerland, 2010)

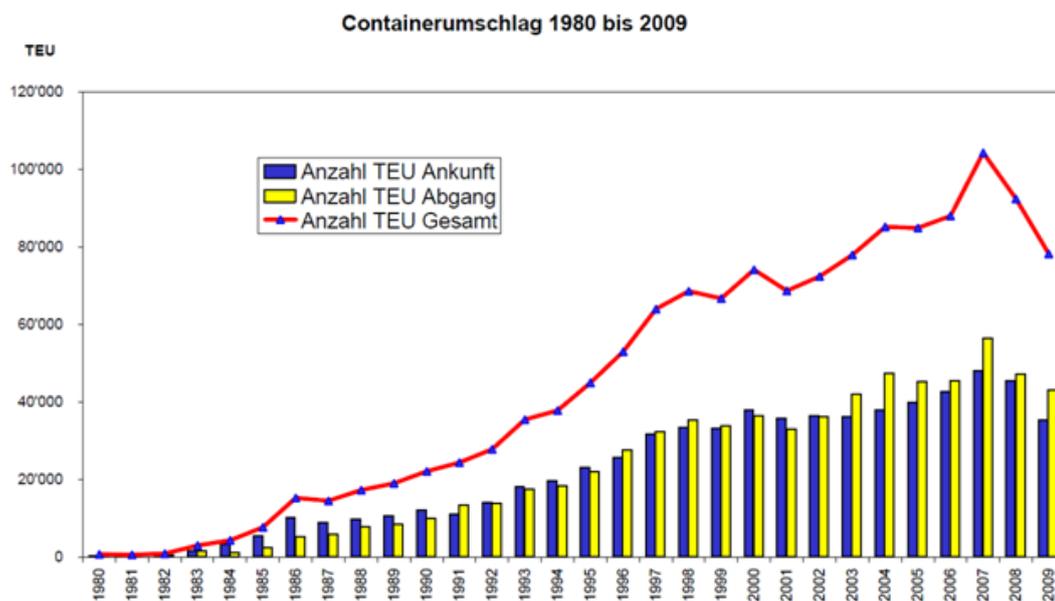


Abb. 4.9: Entwicklung des Containerumschlags im Hafen Basel
Quelle: (Port of Switzerland, 2010)

Tab. 4.12: Definition der NST/R-Gütergruppen

Nummer	Definition
0	Landwirtschaftliche Erzeugnisse
1	Andere Nahrungs- und Futtermittel
2	Feste mineralische Brennstoffe
3	Erdöl und Mineralölerzeugnisse
4	Erze und Metallabfälle
5	Eisen, Stahl und NE-Metalle (einschliesslich Halbzeug)
6	Steine und Erden (einschliesslich Baustoffe)
7	Natürliche oder chemische Düngemittel
8	Chemische Erzeugnisse
9	Maschinen, Fahrzeuge, sonstige Halb- und Fertigwaren

Es ist typisch für den schweizerischen Rheinverkehr, dass der Abgangsverkehr (Export) nur einen geringen Teil des Gesamttransportvolumens bildet. Er macht in der Regel lediglich ca. 5 - 10 % des gesamten Jahresumschlages aus. Dies ist hauptsächlich auf die

Struktur der schweizerischen Wirtschaft zurückzuführen, welche dazu zwingt, grosse Mengen an Rohstoffen zu importieren, hingegen hochwertige Produkte von geringem Gewicht zu exportieren.

Hinsichtlich der Infrastrukturoptimierungen des IT-Einsatzes ist zu beachten, dass nur ein kleiner Teil der Transportstrecke auf dem Rhein auf Schweizer Hoheitsgebiet liegt und dieser Abschnitt keine Kapazitätsengpässe bei der Infrastruktur aufweist – allenfalls die mittlere Rheinbrücke in Basel stellt ein Hindernis für die Schifffahrt dar, dass aber durch IT-Einsatz nicht beseitigt werden kann.

Die Fragestellungen im Rahmen der Optimierung von Umschlaganlagen, insbesondere im Kombinierten Verkehr entsprechen denen des Schienenverkehrs und können dort mit abgehandelt werden.

Das **Luftfrachtaufkommen**, mit der Schweiz als Quelle oder Ziel, betrug im Jahr 2004 267.000 Tonnen. Dies entspricht etwa 0,6 % des gesamten jährlichen Güterverkehrsaufkommens in der Schweiz. Dieses Aufkommen steigt nach den vorliegenden Prognosen auf 514.000 Tonnen im Jahr 2020 an (Intraplan Consult GmbH, 2005). Es wird sich also zwischen 2004 und 2020 beinahe verdoppeln. Das regionale Luftfrachtaufkommen der Schweiz konzentriert sich auf die Nordschweiz bzw. auf das Band Basel – Zürich mit fast 60 % des Gesamtaufkommens.

Die Luftfracht nimmt weltweit stark zu. Für zeitkritische und wertvolle Güter erweist sich der Luftverkehr über weite (und teilweise auch mittlere) Entfernungen als nahezu konkurrenzlos, so z. B. für Just-in-Time Lieferungen, verderbliche Waren, hochwertige Elektronikkomponenten oder grossvolumige Maschinen. Aktuelle oder auch zukünftige IT-Systeme müssen sich auf diese Entwicklung einstellen bzw. spezialisieren, damit die Abwicklung bzw. auch der Umschlag reibungslos und effizient erfolgen kann.

Ausserdem gewinnt der IT-Sektor im Bereich Sicherheit besonders im Luftverkehr zunehmend an Bedeutung. Nach den Terroranschlägen von New York, Madrid und London haben Behörden in der ganzen Welt die Sicherheitsmassnahmen unter anderem auch an Schweizer Flughäfen verschärft. Obwohl viele Güter aus sicher geltenden Ländern kommen, bergen der Transport an sich sowie Transit und Umladevorgänge Gefahren, denen unbedingt zu begegnen ist.

Hinsichtlich der Infrastrukturwirkungen ist zu beachten, dass der grösste Teil des Frachtflugverkehrs in der Schweiz in Kombination mit dem Passierluftverkehr abgewickelt wird. Bisher spielen die Flughäfen in der Schweiz im Luftfrachtbereich nur eine untergeordnete Rolle. Dieses wird sich gemäss einer Prognose im Auftrag des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (Intraplan Consult, 2005) auch in Zukunft wenig ändern. Allenfalls der Flughafen Basel-Mulhouse, der jedoch nicht auf Schweizer Hoheitsgebiet liegt, kann mit einem grösseren Wachstum rechnen. Insgesamt ist damit jedoch auch zukünftig davon auszugehen, dass der Infrastrukturbedarf im Luftverkehr nahezu ausschliesslich durch den Passagierverkehr ausgelöst wird. Eine Optimierung im Bereich des Gütertransportes kann daher nur marginal zu einer Optimierung der Infrastrukturnutzung beitragen.

Weiterhin die meisten per Flugzeug transportierten Güter sind - ähnlich wie beim Binnenschiff – keine reinen Quelle-/Zielverkehre. Die Fracht wird mit dem Lkw von / zu ihrem Quell-/ Zielort weiter transportiert. Diesen Vorgang nennt man Road Feeder Service (RFS) oder Trucking. Sie sind also Bestandteil des kombinierten Verkehrs. Aus diesem Grund werden alle weiteren damit verbundenen Fragestellungen in den jeweiligen Abschnitten beim kombinierten Verkehr abgehandelt.

5 Bedarf und Spezifischer Nutzen

5.1 Ermittlung der Bedarfe der unterschiedlichen Beteiligten

In Kapitel 2.3 wurden bereits die beteiligten Akteure bei der IT-Optimierung in der Güterwirtschaft und ihre Rollen dargestellt. Die Akteure agieren auf den drei Nutzungsebenen „Infrastrukturbewirtschaftung“, „Prozesskettenbetreiber“ sowie „Unternehmensintern“. Welchen Bedarf sie hinsichtlich der Informationssysteme im Güterverkehr der Schweiz haben, wird in diesem Abschnitt beschrieben.

5.1.1 Definition von Bedarf und Bedürfnissen

Zunächst ist es jedoch erforderlich einige Begriffe zu definieren, um später Verwechslungen zu vermeiden.

Bedürfnis: Dies ist ein „Gefühl des Mangels und der Wunsch, diesen zu beseitigen“ (TEIA AG, 2010).

Bedarf: Dabei handelt es sich um „ein konkretisiertes, d.h. mit Kaufkraft ausgestattetes Bedürfnis“, das am Markt wirksam wird (Wirtschaftlexikon24, 2011).

Bedürfnis und Bedarf stehen also miteinander in Zusammenhang. Während also das Bedürfnis eine psychologische Grösse darstellt handelt es sich beim Bedarf um eine ökonomische Kategorie. Weil mit ökonomischen Grössen einfacher gearbeitet werden kann als mit psychologischen, beziehen sich die folgenden Ausführungen auf Bedarfe und nicht auf Bedürfnisse.

Die folgende Abbildung (Abb. 5.10) zeigt, dass aus dem Bedarf die Nachfrage abgeleitet werden kann, was bei einem entsprechenden Angebot letztlich zum Kauf, beispielsweise eines bestimmten IT-Systems, führt:

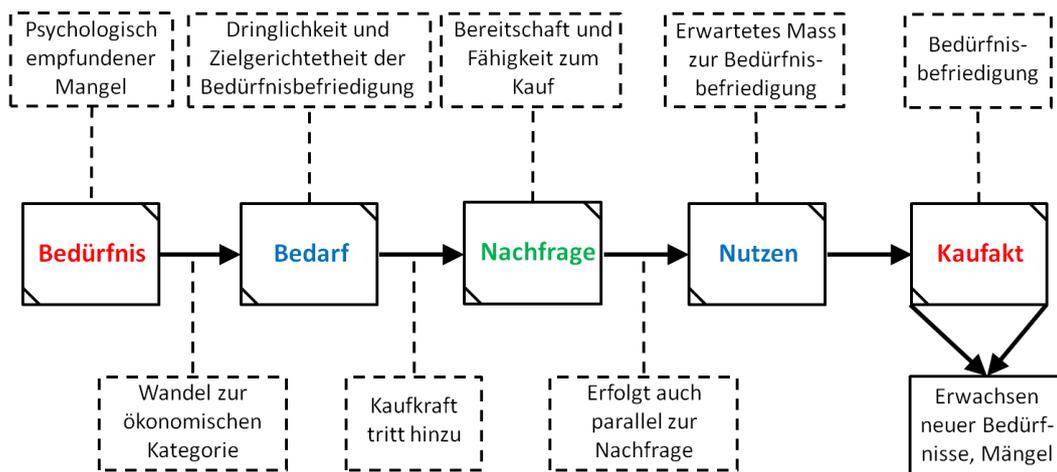


Abb. 5.10: Zusammenhang zwischen Bedarf, Nachfrage, Nutzen und Kaufakt;
Quelle: (TEIA AG, 2010)

Jedoch gilt es ein nicht unbedeutendes Problem mit zu beachten. Denn die Bedürfnisse der unterschiedlichen Beteiligten lassen sich zwar bis zu einem gewissen Grad aus den zur Anwendung kommenden Systemen ableiten. Allerdings ergibt sich dabei ein verzerrtes Bild, da aus der Anwendung allein nicht entschieden werden kann, ob das System tatsächlich direkt einem „Bedürfnis“ entspricht, oder ob ein verfügbares System einem Bedürfnis am nächsten gekommen ist. Hier sind die Auswertungen zu den eingesetzten Systemen an den Ergebnissen der Akteursbefragung zu spiegeln, um daraus die tatsächlichen Bedürfnisse, den daraus entstehenden Bedarf und die erwarteten Nutzen realistisch ermitteln zu können.

5.1.2 Abgeleitete Bedarfe der Akteure

Zwar sind die Bedürfnisse (und damit die Bedarfe) hinsichtlich der beteiligten Akteure in der Schweiz durch die im Rahmen von Teilprojekt E durchgeführten Befragung nicht vollumfassend bekannt. Aber aus den Antworten der Befragten lässt sich sehr wohl erkennen, wo grundlegende Mängel vorliegen, woraus wiederum relevante Bedarfe abgeleitet werden können (Tab. 5.13).

Tab. 5.13 Aus den Mängeln abgeleitete Bedarfe der Akteure

Aus den Mängeln abgeleitete Bedarfe der Akteure
IT zur Verbesserung der Transport- und Personalplanung
IT, die eine ausreichende Flexibilität des Systems gewährleistet, d.h. die speziell auf die Anforderungen des Unternehmens eingehen kann
IT-System zur Steigerung der Fahrtenauslastung
IT-System mit der Übernahmemöglichkeit bestehender Daten
IT mit externem Zugriff via Internet
Benutzerfreundliches IT-Produkt
Kostengünstiges IT-Produkt
Unternehmensbezogener Nutzen muss vor der Entscheidung klar erkennbar sein (geringe Bereitschaft für „Experimente“)

Werden die oben erkannten Bedarfe als Schlussfolgerung zusammengefasst, so wird als ideales IT-System ein solches gesucht, das:

- am Markt gekauft und
- auf einfache Weise an spezifische Bedarfe angepasst werden kann,
- trotzdem kompatibel bleibt,
- benutzerfreundlich und
- kostengünstig ist.

Es sollte gemäss Tab. 5.14 einen hohen Nutzen besitzen, zu dem z. B. auch der externe Zugriff via Internet gehört. Darüber hinaus sollte das an die Unternehmensanforderungen angepasste System die Transport- und Personalplanung verbessern und zur Steigerung der Fahrtenauslastung beitragen. Bestehende Daten sollten ebenfalls in ein Verkehrssystem übernommen werden können.

Diese Anforderungen sind sehr hoch und werden derzeit kaum von einem einzigen IT-Produkt allein erfüllt. Die aus der Befragung von Teilprojekt E abgeleiteten Bedarfe sind jedoch nicht vollständig widerspruchsfrei. So ist kein von der Stange gekauftes und unverändert eingesetztes IT-Produkt automatisch und perfekt an die speziellen Unternehmensanforderungen angepasst. Im weiteren Projektverlauf wurden deshalb die grundlegenden Anforderungen an eine zukünftige informationstechnische Infrastruktur ermittelt,

wobei in erster Priorität Massnahmen bzw. Handlungsempfehlungen zur IT-gestützten Optimierung und effizienteren Nutzung der Infrastrukturen und Prozessketten entwickelt sowie beurteilt worden sind.

Tab. 5.14: Akteure und deren Bedarfe

Akteur	Bedarf
Mobilfunkanbieter	Verkauf von Diensten mit hohen Margen bzw. Aktivierung interessanter Kundensegmente.
Rundfunkanstalten	Gewinnmaximierung durch Erzielung eines möglichst grossen Marktanteils mit möglichst geringem Aufwand, z.B. durch Sendung möglichst aktuellster Verkehrsinformationen
Öffentliche Anbieter (GALILEO)	GALILEO ist zu differenzieren in einen öffentlichen ("kostenlosen") und einen privaten ("kostenpflichtigen") Dienstanteil. Ziel von GALILEO ist neben der Bereitstellung von Ortungsinformationen zunächst das sichere Funktionieren der Ortung überprüfen zu können und damit auch sicherheitsrelevante Dienste anbieten zu können.
Verlader	Benötigt möglichst detaillierte Information, wann was wo verladen werden kann mit Zusatzinformationen sowie Preis- und Qualitätsmerkmalen.
Spediteur	Benötigt Informationskanäle zu Verladern, Disponenten, Fahrern und Verwaltung. Um einen hohen Grad an Wirtschaftlichkeit zu erreichen, muss das IT-System zur vorausschauenden Steigerung der Fahrtenauslastung beitragen. Die hier verwendeten Informationstechnologien müssen hauptsächlich auf die Organisation, Planung und Verwaltung ausgelegt sein.
Transporteur	Führt Transporte, mit eigenen Fahrzeugen oder Fahrzeugen Dritter durch. Muss wissen, welche Ladung wann wohin zu transportieren ist. Dazu werden Informationskanäle zu Spediteuren, Disponenten, Fahrern und Verwaltung benötigt. Neben der Verbesserung der Fahrzeugauslastung werden Informationstechnologien, mit unmittelbarer Anwendbarkeit auf Fahrzeuge, z. B. zur Optimierung des Betriebsablaufs, benötigt.
EVU	Zur Optimierung von Transportketten Dritter bei möglichst geringen Kosten sind die Informationen zur Einbindung in diese Transportkette erforderlich. Darüber hinaus sind Systeme für den möglichst effizienten Einsatz des Personals und der eigenen oder gemieteten Fahrzeuge von Bedeutung.
EIU	Strebt eine möglichst gute Auslastung der Infrastruktur an. Die relevante Informationstechnologie sollte also imstande sein, den Zustand der Infrastruktur zu detektieren um den darauf abgewickelten Betrieb und ggf. erforderliche Wartungen besser steuern zu können.
Strassenverwaltung	Analog zum EIU.

5.2 Ableitung der erwarteten spezifischen Nutzen

5.2.1 Allgemeines

Da die Nutzen sowohl Personen- als auch Güterverkehr berücksichtigen, wurde eine Gruppierung der Nutzen vorgenommen. Auf Basis einer Studie der Prognos AG (PROGNOS AG, 2001) erfolgte die Aufstellung einer Liste von sechzehn Nutzenkategorien bei Verwendung von IT (siehe Tab. 5.15). Die Nutzen Nr. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9 und 10 besitzen dabei eine direkte Infrastrukturelevanz. Es werden jedoch auch die weiteren Nutzenkategorien berücksichtigt, da neben der Infrastrukturelevanz auch die anderen Wirkungen im Rahmen der Studie zu berücksichtigen sind.

Tab. 5.15: Auflistung von Nutzenkategorien bei Verwendung von IT

Nutzen Nr.	Nutzen-Beschreibung
1	Steigerung der Qualität des Verkehrs
2	Steigerung der Attraktivität des Verkehrs
3	Steigerung der Auslastung der Verkehrsinfrastruktur
4	Verbesserung der Verknüpfung zwischen den Verkehrsträgern
5	Steigerung der Auslastung der Transportgefässe
6	Räumliche Verlagerung auf weniger belastete Routen
7	Gleichmässige Belastung der Routen
8	Reisezeitersparnis
9	Vermeidung von Verkehr
10	Kapazitätssteigerung
11	Flexibilisierung
12	Schliessen von Angebotslücken
13	Neue Kombinationsmöglichkeiten
14	Verbesserung der Sicherheit
15	Steigerung des Komforts
16	Optimierungspotenzial

5.2.2 Nutzeinschätzung anhand der Befragung

Die Gruppierung der in Kapitel 5.2.1 dargestellten Nutzen fand Eingang in die Befragung im Rahmen von Teilprojekt E. Im Zuge der Befragung bewerteten die Probanden den Nutzen zweier übergreifender IT-Systeme.

Im ersten Fall (Tab. 5.16) wurden die Probanden gebeten, sich vorzustellen, es gäbe in der gesamten Schweiz ein elektronisches Fahrleitsystem. Dieses informiert über die optimale Route (auch über Staugefahren) und/oder alternative Transportmittel (inkl. Kombiniertem Verkehr). Das System würde ausserdem 24 Stunden in Echtzeit über Staus und mögliche, alternative Routen informieren. Die Probanden sollten den Nutzen eines solchen Systems bewerten und zwar auf Basis der Kategorien „sehr stark“, „stark“, „durchschnittlich“, „gering“ und „sehr gering“.

Tab. 5.16: Bewertung der Nutzen eines elektronischen Fahrleitsystems durch die Probanden der Befragung im Rahmen von Teilprojekt E

Nutzen	Bewertung des Nutzens				
	sehr stark	stark	durchschnittlich	gering	sehr gering
Der Einsatz von dieser IT bringt eine ...					
Steigerung der Qualität/Attraktivität des Verkehrs					
durch höhere Zuverlässigkeit	19%	37%	31%	13%	0%
durch bessere Information	25%	50%	19%	6%	0%
Steigerung der Auslastung der Transportgefässe	13%	25%	31%	25%	6%
Zeitersparnis					
Durch bessere Routenplanung	31%	38%	25%	6%	0%
durch schnelleren Umschlag	0%	25%	37%	19%	19%
Kostensparnis					
Durch bessere Routenplanung	25%	31%	25%	13%	6%
Durch effizientere Arbeitsabläufe	13%	43%	13%	25%	6%
Kapazitätssteigerung	6%	38%	31%	19%	6%
Flexibilisierung (z.B. kürzere Reaktionszeiten)	6%	50%	31%	7%	6%
Steigerung der Sicherheit vor Beschädigung oder Diebstahl	0%	13%	25%	25%	37%
Steigerung der Verkehrssicherheit (Sicherheit vor Unfällen)	0%	25%	25%	37%	13%

Werden die Prozentwerte der Kategorien „sehr stark“ und „stark“ zusammengefasst, so ergibt sich folgendes Bild: Besonders hoch wurde der Nutzen dort eingeschätzt, wo der Einsatz dieser IT eine Steigerung der Qualität/Attraktivität des Verkehrs durch bessere Information (75 %), eine Zeitersparnis durch bessere Routenplanung (69 %), eine Kostenersparnis durch bessere Routenplanung (56 %), sowie Flexibilisierung z. B. durch kürzere Reaktionszeiten auf Auftragsänderungen u.ä. (56 %) bringt. Dass der Einsatz des elektronischen Fahrleitsystems zur Steigerung der Sicherheit vor Beschädigung oder Diebstahl beiträgt (13 %), dass damit eine Zeitersparnis durch schnellen Umschlag (25 %) verbunden ist, und dass damit die Verkehrssicherheit steigt (25 %), wird nur in vergleichsweise wenigen Fällen erwartet.

Die Probanden wurden ausserdem gebeten, sich einen zweiten Fall vorzustellen, dass es in der gesamten Schweiz ein Logistiksystem gäbe. Bei diesem System würde das Unternehmen des Probanden seine Transporte (also Quelle und Ziel) bzw. die Transportmenge, das Transportgut, die gewünschte Abfahrts-/Ankunftszeit und das geplante Transportmittel anmelden. Dieses System würde eine elektronische Buchung erlauben. Darüber hinaus würde es über die aktuelle Position sowie die erwarteten Ankunftszeiten informieren bzw. wo nötig weiterleiten. Die Befragten sollten einschätzen, wie gross der Nutzen für die verladende Wirtschaft ist. Wie im ersten Fall standen auch hier als Antwortmöglichkeiten die Kategorien „sehr stark“, „stark“, „durchschnittlich“, „gering“ und „sehr gering“ Verfügung (Tab. 5.17).

Tab. 5.17 Bewertung der Nutzen eines Logistiksystems durch die Probanden der Befragung im Rahmen von Teilprojekt E

Nutzen	Bewertung des Nutzens				
	sehr stark	stark	durchschnittlich	gering	sehr gering
Der Einsatz von dieser IT bringt eine ...					
Steigerung der Zuverlässigkeit	13%	31%	25%	25%	6%
Verbesserung der Planbarkeit	19%	31%	24%	13%	13%
Verlagerung auf andere Verkehrsmittel, z. B. stärkere Nutzung von intermodalen Verkehren	6%	25%	37%	13%	19%
Zeitersparnis	6%	31%	31%	19%	13%
Kostenersparnis	6%	25%	32%	31%	6%
Kapazitätssteigerung	6%	37%	25%	19%	13%
Flexibilisierung (z. B. kürzere Reaktionszeiten)	19%	25%	37%	13%	6%
Steigerung der Sicherheit vor Beschädigung oder Diebstahl	0%	0%	31%	25%	44%

Auch hier wurden zur Einordnung der Ergebnisse die Prozentwerte der Kategorien „sehr stark“ und „stark“ zusammengeführt. Besonders hoch wurde der Nutzen dort eingeschätzt, wo der Einsatz dieser IT eine Verbesserung der Planbarkeit (50 %), eine Steigerung der Zuverlässigkeit (44 %), eine Flexibilisierung z. B. durch kürzere Reaktionszeiten auf Auftragsänderungen u.ä. (44 %) sowie eine Kapazitätssteigerung (43 %) bringt. Eine Kostenersparnis (31 %) oder eine Steigerung der Sicherheit vor Beschädigung und Diebstahl (0 %) erwarteten nur wenige bzw. gar keine Befragten als Nutzen.

Zusammenfassend zeigte die Auswertung der Befragung, dass Qualität, Zeit und Kosten die Faktoren sind, die den Güterverkehr am stärksten beeinflussen, auch bezüglich der zur Anwendung kommenden IT-Produkte. Auch die Flexibilisierung spielt eine wichtige Rolle. Damit bestätigt die Befragung in groben Zügen, was an anderer Stelle (z. B. (Rapp Trans, ETH IVT, 2008)) bereits bekannt ist. **Qualitätssteigerung, Zeitersparnis** und **Kostenreduktion** werden von den Anwendern allgemein als bedeutendste Nutzen durch Anwendung von IT-Systemen im Güterverkehr gesehen.

5.3 Wirkungserwartung aus Literatur und Herstellerangaben

In Kapitel 4.2 erfolgte eine umfangreiche Analyse, der im IT-Markt angebotenen und für den Güterverkehr relevanten Produktlösungen. Die aus der analysierten Literatur bekannten Wirkungsbeiträge sowie die aus den Herstellerangaben („Verkaufsargumente“ bzw. „Marketingzweck“) erhältlichen Werte sind in Tab. 5.18 dargestellt, um einen generellen Überblick über die angenommenen Wirkungen zu erhalten. Dabei ist zu beachten, dass je nach Unternehmen und Transportvorgang sehr unterschiedliche Wirkungen in den einzelnen Kategorien auftreten können. Die hier ermittelten Werte sind daher nur grobe Anhaltspunkte. Zu beachten ist ferner: Aus der Zuordnung von Funktionalitäten / Funktionen zu IT-Produkten ergeben sich innerhalb einer Gruppe von Funktionalitäten / Funktionen mitunter identische Schätzwerte für alle Funktionen/Funktionalitäten.

Auf Grund des offensichtlichen Marketingzwecks erscheinen insbesondere die Wirkungen, die anhand der Herstellerangaben ermittelt wurden, an manchen Stellen teilweise erheblich überzogen. An anderer Stelle ist mitunter nicht nachvollziehbar, auf welchen Bereich oder Teilbereich eines Unternehmens sie sich beziehen. So wird von einigen Herstellern angegeben, dass IT-Systeme in der Kostenkalkulation die Personalkosten um bis zu 80 % zu reduzieren vermögen. Dies kann sich jedoch sinnvoll nur auf den Bereich der Kostenkalkulation beziehen, ein Gesamteinsparungspotential in dieser Höhe ist objektiv nicht nachvollziehbar.

Tab. 5.18: Angaben zu Wirkungen der Funktionalitäten / Funktionen aus Literatur und Herstellerangaben (zu untersuchten IT-Produkten siehe auch Kapitel 4)

Funktionalität / Funktion	Wirkungen	Verringerung Umweltbelastung	Reduktion Personalkosten	Reduktion Investitionsbedarf	Reduktion Betriebskosten (ohne Personal)	Reisezeitgewinne
A Angebots-/Bedarfsplanung						
Absatzplanung	--	--	bis zu 63 %	--	--	--
Distributionsplanung	--	--	bis zu 63 %	--	--	--
Kostenkalkulation	bis zu 15 % ¹⁾	bis zu 80 %	2 - 10 %	5 - 10 %	2 - 10 %	
Angebotserstellung	bis zu 15 % ¹⁾	bis zu 80 %	--	5 - 10 %	--	
Auftragsmanagement	bis zu 15 % ¹⁾	bis zu 80 %	bis zu 63 %	5 - 10 % ¹⁾	--	
B Touren-/Transportkettenplanung						
Transportkettenplanung	bis zu 15 % ¹⁾	bis zu 80 %	--	5 - 10 %	--	
Tourenplanung/ Fahrplanerstellung	bis zu 15 % ¹⁾	bis zu 80 %	2 - 10 %	5 - 10 %	2 - 10 %	
C Transportvorbereitung						
Prognostische Erstellung Umweltbilanz	2 - 50 % ²⁾	--	--	--	--	
D Disposition von Ladungen und Fahrzeugen						
Disposition Ladungen	bis zu 15 % ¹⁾	bis zu 80 %	2 - 10 %	5 - 10 %	2 - 10 %	
Disposition Fahrzeuge	bis zu 15 % ¹⁾	bis zu 80 %	2 - 10 %	5 - 10 %	2 - 10 %	
Flottenmanagement/ Flotteninstandhaltung	bis zu 15 % ¹⁾	bis zu 80 %	2 - 10 %	5 - 10 %	2 - 10 %	
Personalmanagement	--	bis zu 35 %	--	--	--	
E Disposition im Betrieb						
Steuerung	bis zu 15 % ¹⁾	bis zu 80 %	2 - 10 %	5 - 10 %	2 - 10 %	
F Direkte Kommunikation Disposition und Fahrer						
Erfassung und Übermittlung Auftragsdaten/-status	2 - 50 %	2 - 25 %	--	2 - 25 %	2 - 25 %	
Änderungsaufträge direkt	bis zu 15 % ¹⁾	--	2 - 10 %	--	2 - 10 %	
Kommunikation Fahrer/ Disponent	2 - 50 %	2 - 25 %	2 - 10 %	2 - 25 %	2 - 25 %	
G Infrastrukturinformationen						
Nutzung statischer Info	2 - 50 %	2 - 25 %	2 - 10 %	2 - 25 %	2 - 25 %	
Nutzung dynamischer Info	2 - 50 %	2 - 25 %	2 - 10 %	2 - 25 %	2 - 25 %	
Parkplatzinformationen	2 - 10 %	2 - 15 %	--	2 - 15 %	2 - 15 %	

¹⁾ geschätzt

²⁾ geschätzter Maximalwert

Tab. 5.19: Angaben zu Wirkungen der Funktionalitäten / Funktionen aus Literatur und Herstellerangaben (Fortsetzung)

Funktionalität / Funktion	Wirkungen	Verringerung Umweltbelastung	Reduktion Personalkosten	Reduktion Investitionen	Reduktion Betriebskosten	Reisezeitgewinne
H Ortung und Kontrolle						
Ortung mobiler Einheiten		2 - 10 %	2 - 25 %	2 - 10 %	2 - 15 %	2 - 15 %
Überwachung Tour/Auftrag		bis zu 15 %	bis zu 80 %	2 - 10 %	2 - 10 %	2 - 10 %
Statusmeldungen Fahrzeug		2 - 10 %	2 - 25 %	--	2 - 25 %	2 - 25 %
Ladungskontrolle		--	--	bis zu 63 %	--	--
Be-/Entladungskontrolle		2 - 10 %	2 - 25 %	--	2 - 25 %	2 - 25 %
I Information und Visualisierung						
Echtzeitinformation Ladungen / Fahrzeuge		2 - 10 %	2 - 15 %	--	2 - 15 %	2 - 15 %
Visualisierung Fahrzeugbewegung		2 - 10 %	2 - 15 %	--	2 - 15 %	2 - 15 %
J Mehrwertdienste Schnittstellen						
Zugriff auf das Internet		2 - 10 %	2 - 15 %	--	2 - 15 %	2 - 15 %
Schnittstelle zur Produktionsplanung		--	--	bis zu 63 %	--	--
Elektronischer Frachtbrief		k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
K Trassenkoordination						
Trassenbestellung und Trassenverwaltung		2 - 50 %	--	2 - 10 %	--	2 - 10 %

1) geschätzt
2) geschätzter Maximalwert

Die Zusammenfassung in Tab. 5.18 gibt in aggregierter und damit recht undifferenzierter Form Aufschluss über Wirkungen, die von Informationstechnologien ausgehen sollen. Einerseits fällt dabei die grosse Vielfalt an Wirkungen auf, die aufgrund der Verwendung von Informationstechnologien unterschiedlichster Art resultieren soll. Es fällt aber auch auf, dass bei einigen Kriterien eine sehr grosse Spannweite an Wirkungen angegeben wird. Beispielsweise werden im Hinblick auf Kapazität und Staus äusserst grosse Potentiale angenommen. Um jedoch eine Verknüpfung mit der Tabelle der Funktionalitäten / Funktionen herstellen zu können bedarf es einer differenzierteren Darstellung.

Daher wurden die Wirkungen der IT aus Tab. 5.18 auf die in Abschnitt 4.2.3. genannten möglichen Funktionalitäten / Funktionen und zugehörige IT-Produkte bezogen. Dabei zeigte sich sehr rasch ein höchst differenziertes Wissen über deren Wirkungen. Deshalb wurde zunächst die Anzahl der Wirkungen beschränkt und zwar auf Reisezeitgewinne, Reduktion der Personalkosten, Reduktion der Kapitalkosten / des Investitionsbedarfs, Reduktion der Betriebskosten sowie Verringerung der Umweltbelastung.

Wo zu konkreten Funktionalitäten / Funktionen (repräsentiert durch bestimmte Informationstechnologien) Wirkungen bekannt waren, wurden diese direkt einander zugeordnet. Konnten nach der Recherche zu IT-Produkten Wirkungen angegeben werden, wurden diese Wirkungen den durch die IT-Produkte repräsentierten Funktionalitäten zugeordnet.

Standen keine Aussagen zu konkreten IT-Produkten zur Verfügung, wurde zunächst durch Analogieschluss die Lücke gefüllt. So wurde davon ausgegangen, dass sich bei einzelnen Funktionalitäten / Funktionen die Betriebskosten und die Personalkosten primär zeitabhängig sind. Damit verhalten sie sich proportional zu den Reisezeitgewinnen. Wo keinerlei Information zur Verfügung stand, wurde auf allgemeine Informationen zu den Wirkungen zurückgegriffen.

Als Ergebnis entstand eine Tabelle, in der in den Zeilen die Funktionalitäten und deren konkrete Ausprägungen angegeben sind. In den Spalten befinden sich die Nutzen (Reisezeitgewinne, Reduktion der Personalkosten, Reduktion der Kapitalkosten/des Investitionsbedarfs, Reduktion der Betriebskosten, Verringerung der Umweltbelastung). In der so gebildeten Matrix ist die Grösse der den Nutzen zugeordneten Wirkungen eingetragen.

Derzeit stehen der Öffentlichkeit nur wenige originäre Daten zu den Wirkungen von Informationstechnologien zur Verfügung. In die Matrix wurden von möglichst vielen IT-Produkten Wirkungen eingefügt, um die Aussagekraft zu erhöhen. Diese Informationen stammten häufig von den Herstellern der entsprechenden Soft- bzw. Hardware. Diese sind naturgemäss bestrebt, ihr IT-Produkt zu verkaufen. Damit werden Wirkungen aber tendenziell zu hoch angegeben. Durch die Angabe von Spannbreiten für die Wirkungen konnte dieser Fehler zumindest partiell kompensiert werden. Zusätzlich erfolgte eine Plausibilisierung der Herstellerangaben zu den Wirkungen anhand weiterer Studien. Die Wirkungen von Informationstechnologie unterliegen – wie bereits oben angedeutet – zum Teil abhängig von den konkreten Einsatzbedingungen sehr grossen Schwankungen. Deshalb wurde in der Matrix auf die Angabe von konkreten Einzelwerten verzichtet. Stattdessen wurden jeweils Ober- und Untergrenzen der Wirkungen von IT-Produkten auf den Güterverkehr aufgenommen.

Die verbleibenden Lücken in der Matrix wurden unter Zuhilfenahme anderer Studien sowie aufgrund der Einschätzungen der Bearbeiter des Forschungsauftrages gefüllt. Beispielsweise wird in (PROGNOS AG, 2001) funktionalitätenübergreifend eine Reduktion der Reisezeiten von 3 % genannt. Dieser Wert liegt in der Spannweite von 2 % bis 10 % in Tab. 5.20. Auch die Verringerung der Umweltbelastung wurde anhand von Literaturangaben plausibilisiert. Die Plausibilisierung der Personalkosten, der Betriebskosten sowie der Kapitalkosten bzw. des Investitionsbedarfs erfolgte unter der Annahme, dass diese zeitproportional sind, über die Reisezeitgewinne.

Für die quantitative Bewertung der Kombinationen von IT-Funktionalitäten / Funktionen (siehe Kap. 6.3.4) ist die oben beschriebene Matrix weiterentwickelt worden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass das Zusammentreffen von Ausprägungen zu Synergieeffekten führt, die jedoch schwierig abzuschätzen sind. Ist die Wirkung bei nur einer Ausprägung vorhanden, so wird diese Wirkung direkt von dieser übernommen. Tritt die Wirkung bei zwei Ausprägungen auf, so wird der grössere Wert der gemeinsam auftretenden Wirkung übernommen. Allfällige Synergien bleiben damit unberücksichtigt.

Ergebnis ist eine Übersicht der Wirkungen der IT-Funktionalitäten / Funktionen. Diese ist in Tab. 5.22 aufgeführt und enthält die IT-Wirkungen auf

- Reisezeitgewinne,
- Reduktion der Personalkosten,
- Reduktion der Kapitalkosten/des Investitionsbedarfs,
- Reduktion der Betriebskosten und
- Verringerung der Umweltbelastung

Diese Wirkungspotenziale wurden für Nutzungswahrscheinlichkeiten von 50 bzw. 100 % ermittelt. Diese Wahrscheinlichkeiten beziehen sich auf den Funktionsumfang eingesetzter Telematiksysteme aus (GVB, 2007) und ermöglichen durch die Ermittlung der Wirkungen bei 50 % Nutzungswahrscheinlichkeit ein realistisches Nutzungspotenzial („Nutzungsverbreitung“) sowie bei 100 % eine Einschätzung der Bandbreite der Wirkungen in Abhängigkeit von der Nutzungswahrscheinlichkeit.

Tab. 5.20: Wirkungen der IT-Funktionalitäten / Funktionen

Wirkungen	Wirkungspotenzial in [%] bei einer Nutzungswahrscheinlichkeit von ...	
	50 %	100 %
Funktionalität / Funktion A Angebots-/Bedarfsplanung		
Verringerung Umweltbelastung	0,5	1,0
Reduktion Personalkosten (Betrieb, Verwaltung)	1,0	2,0
Reduktion Kapitalkosten/Investitionsbedarf	0,5	1,0
Reduktion Betriebskosten (Fahrzeuge, Anlagen)	1,5	3,0
Reisezeitgewinne	--	--
Funktionalität / Funktion B Touren-/Transportkettenplanung		
Verringerung Umweltbelastung	0,5	1,0
Reduktion Personalkosten (Betrieb, Verwaltung)	1,5	3,0
Reduktion Kapitalkosten/Investitionsbedarf	2,0	4,0
Reduktion Betriebskosten (Fahrzeuge, Anlagen)	4,0	8,0
Reisezeitgewinne	1,0	2,0
Funktionalität / Funktion C Transportvorbereitung		
Verringerung Umweltbelastung	1,0	2,0
Reduktion Personalkosten (Betrieb, Verwaltung)	--	--
Reduktion Kapitalkosten/Investitionsbedarf	--	--
Reduktion Betriebskosten (Fahrzeuge, Anlagen)	--	--
Reisezeitgewinne	--	--
Funktionalität / Funktion D Disposition von Ladungen und Fahrzeugen		
Verringerung Umweltbelastung	0,5	1,0
Reduktion Personalkosten (Betrieb, Verwaltung)	1,0	2,0
Reduktion Kapitalkosten/Investitionsbedarf	1,0	2,0
Reduktion Betriebskosten (Fahrzeuge, Anlagen)	2,5	5,0
Reisezeitgewinne	1,0	2,0
Funktionalität / Funktion E Disposition im Betrieb		
Verringerung Umweltbelastung	--	--
Reduktion Personalkosten (Betrieb, Verwaltung)	0,5	1,0
Reduktion Kapitalkosten/Investitionsbedarf	--	--
Reduktion Betriebskosten (Fahrzeuge, Anlagen)	1,0	2,0
Reisezeitgewinne	0,5	1,0
Funktionalität / Funktion F Direkte Kommunikation Disposition Fahrer		
Verringerung Umweltbelastung	1,0	2,0
Reduktion Personalkosten (Betrieb, Verwaltung)	1,0	2,0
Reduktion Kapitalkosten/Investitionsbedarf	1,0	2,0
Reduktion Betriebskosten (Fahrzeuge, Anlagen)	1,0	2,0
Reisezeitgewinne	1,0	2,0
Funktionalität / Funktion G Infrastrukturinformationen		
Verringerung Umweltbelastung	1,5	3,0
Reduktion Personalkosten (Betrieb, Verwaltung)	1,0	2,0
Reduktion Kapitalkosten/Investitionsbedarf	--	--
Reduktion Betriebskosten (Fahrzeuge, Anlagen)	1,0	2,0
Reisezeitgewinne	1,5	3,0
Funktionalität / Funktion H Ortung und Kontrolle		
Verringerung Umweltbelastung	--	--
Reduktion Personalkosten (Betrieb, Verwaltung)	0,5	1,0
Reduktion Kapitalkosten/Investitionsbedarf	--	--
Reduktion Betriebskosten (Fahrzeuge, Anlagen)	0,5	1,0
Reisezeitgewinne	--	--

Tab. 5.21: Wirkungen der IT-Funktionalitäten / Funktionen (Fortsetzung)

Wirkungen	Wirkungspotenzial in [%] bei einer Nutzungswahrscheinlichkeit von ...	
	50 %	100 %
Funktionalität / Funktion I Information und Visualisierung		
Verringerung Umweltbelastung	1,0	2,0
Reduktion Personalkosten (Betrieb, Verwaltung)	0,5	1,0
Reduktion Kapitalkosten/Investitionsbedarf	--	--
Reduktion Betriebskosten (Fahrzeuge, Anlagen)	0,5	1,0
Reisezeitgewinne	0,5	1,0
Funktionalität / Funktion J Mehrwertdienste Schnittstellen		
Verringerung Umweltbelastung	0,5	1,0
Reduktion Personalkosten (Betrieb, Verwaltung)	1,0	2,0
Reduktion Kapitalkosten/Investitionsbedarf	--	--
Reduktion Betriebskosten (Fahrzeuge, Anlagen)	1,0	2,0
Reisezeitgewinne	0,5	1,0
Funktionalität / Funktion K Trassenkoordination		
Verringerung Umweltbelastung	1,0	2,0
Reduktion Personalkosten (Betrieb, Verwaltung)	--	--
Reduktion Kapitalkosten/Investitionsbedarf	1,0	2,0
Reduktion Betriebskosten (Fahrzeuge, Anlagen)	--	--
Reisezeitgewinne	1,0	2,0

Daraus ergeben sich bei Nutzungswahrscheinlichkeiten von 50 % bzw. 100 % für das in Kapitel 5.1.2 beschriebene ideale IT-System bei Berücksichtigung aller Funktionalitäten / Funktionen A bis K folgende theoretisch maximal mögliche Gesamtpotenziale (Tab. 5.22). Die theoretisch maximal möglichen Gesamtpotenziale ergeben sich dabei aus Durchschnittswerten der einzelnen Wirkungen gemittelt über die Funktionalitäten / Funktionen A bis K gemäss folgender Gleichung:

$$\text{Wirkungspotenzial} = \frac{\sum_A^K (\text{Wirkungen})}{\text{Anzahl (Funktionalitäten / Funktionen)}} \quad [\text{Gleichung 4.1}]$$

Tab. 5.22: Maximal mögliche Gesamtpotenziale der Wirkungen für ein ideales IT-System bei Berücksichtigung aller Funktionalitäten / Funktionen A bis K

Wirkungen	Wirkungspotenzial in [%] bei einer Nutzungswahrscheinlichkeit von ...	
	50 %	100 %
Verringerung Umweltbelastung	0,68	1,36
Reduktion Personalkosten (Betrieb, Verwaltung)	0,73	1,46
Reduktion Kapitalkosten/Investitionsbedarf	0,50	1,00
Reduktion Betriebskosten (Fahrzeuge, Anlagen)	1,18	2,36
Reisezeitgewinne	0,64	1,28

5.4 Zuordnung der Funktionalitäten / Funktionen zu Strategien und Ebenen

Grundlage der Zuordnung sind die drei wesentlichen Strategien zur Optimierung der Infrastrukturnutzung: Vermeidung, Verlagerung und Steuerung. Dabei kann jede Funktionalität / Funktion zur Umsetzung dieser Strategien eingesetzt werden. Allerdings sind die Funktionalitäten / Funktionen zur Zielerreichung in unterschiedlichem Masse geeignet. Die nachstehenden Erläuterungen verdeutlichen daher, für welche Anwendung die Funktionalitäten / Funktionen im Weiteren jeweils vorgesehen werden.

5.4.1 Angebots- und Bedarfsplanung

Die Angebots- und Bedarfsplanung entwickelt ihre **verkehrsverlagernde** Wirkung dadurch, dass aufgrund der durch IT-Nutzung generierten Kosten- oder Zeiteffekte Vorteile für die jeweiligen Verkehrsträger entstehen und sich dadurch prinzipiell der Modal Split verschieben kann.

Die Angebots- und Bedarfsplanung zielt in der Hauptsache nicht auf die **Vermeidung** von Verkehren ab.

Auf die **Steuerung und Lenkung** der Verkehre hat die Angebots- und Bedarfsplanung nur einen geringen Einfluss, da die Steuerungs- und Lenkungseffekte in der Regel kurzfristig ausgelegt sind, während die Angebots- und Bedarfsplanung für einen längeren Zeitraum ausgelegt ist.

Insgesamt ist durch den IT-Einsatz bei der Funktionalität / Funktion Angebots- und Bedarfsplanung hauptsächlich **Verkehrsverlagerung** zu erwarten.

5.4.2 Touren- und Transportkettenplanung

Die Touren- und Transportkettenplanung entwickelt ihre **verkehrsverlagernde** Wirkung dadurch, dass ebenfalls aufgrund von Kosten- oder Zeiteffekten Vorteile die jeweiligen Verkehrsträger entstehen und sich dadurch prinzipiell der Modal Split verschieben kann. So kann eine gute Touren- und Transportkettenplanung grundsätzlich dazu führen, dass für einen bestimmten Transport eine kurze bzw. schnelle Route zwischen zwei Punkten den Transport auf einen anderen Verkehrsträger verlagert.

Die Touren- und Transportkettenplanung zielt in der Hauptsache nicht auf die **Vermeidung** von Verkehren.

Auf die **Steuerung und Lenkung** der Verkehre hat die Touren- und Transportkettenplanung Einfluss, da bestimmte Routen festgelegt werden. Eine Abweichung von diesen Routen führt zu suboptimalen Lösungen. Ändern sich jedoch die Randbedingungen, so kann eine neue Touren- und Transportkettenplanung notwendig werden, die dann über die Steuerung der Verkehre realisiert wird.

Insgesamt sind durch den IT-Einsatz bei der Funktionalität / Funktion Touren- und Transportkettenplanung hauptsächlich Wirkungen im Bereich der **Verkehrsverlagerung** zu erwarten. Die Funktionalität / Funktion nimmt jedoch auch auf die **Steuerung und Lenkung der Verkehre** Einfluss.

5.4.3 Transportvorbereitung

Die **Verkehrsverlagerung** ist eine Strategie, die aus der Transportvorbereitung (zum Beispiel auf Basis einer Umweltbilanz) abgeleitet werden kann.

Da die durchzuführenden Transporte bereits weitgehend feststehen, gelingt es eher nicht **Verkehre** zu vermeiden.

Eine **Steuerung und Lenkung** der Verkehre ist durch die Transportvorbereitung nicht möglich.

5.4.4 Disposition von Ladungen und Fahrzeugen

Eine **Verkehrsverlagerung** bei der Disposition von Ladungen und Fahrzeugen erfolgt prinzipiell durch den Disponenten. Er legt den Verkehrsträger für den Transport fest und entscheidet somit über den Wechsel von einem Verkehrsträger auf den anderen.

Die Disposition kann auch **Verkehre vermeiden** indem durch höhere Auslastung und/ oder grössere Fahrzeuge die Gesamtzahl der Fahrzeuge oder Fahrten reduziert wird.

Auf die **Steuerung und Lenkung** der Verkehre hat die Disposition von Ladungen und Gütern keinen Einfluss (die Funktionalität ist hier strikt getrennt).

Insgesamt ist durch den IT-Einsatz bei der Funktionalität / Funktion Disposition von Ladungen und Fahrzeugen hauptsächlich eine **Verkehrsverlagerung** zu erwarten, wobei die Funktionalität auch in gewissem Umfang auf die **Verkehrsvermeidung** Einfluss nimmt.

5.4.5 Disposition im Betrieb

Eine **Verkehrsverlagerung** bei der Disposition im Betrieb kann durch den Disponenten erfolgen, wobei ein Wechsel des Verkehrsträgers für einen bestimmten Transport im Regelfall nicht erfolgt, sondern auf Ausnahmesituationen (Störfälle) beschränkt ist. Dabei sind die Möglichkeiten, zu diesem späten Zeitpunkt noch einen Wechsel vorzunehmen sehr begrenzt und nur in wenigen Fällen möglich.

Verkehre vermeiden ist mit der Disposition im Betrieb in der Regel nicht möglich, da die Durchführung der Transportaufträge an die Disposition übertragen wird, diese aber nicht mehr grundsätzlich in Frage gestellt werden können.

Schwerpunkt der Disposition im Betrieb ist die **Steuerung und Lenkung** der einzelnen Verkehre, da sich aus den fahrtbezogenen Anweisungen des Disponenten direkte Auswirkungen auf die Route sowie das Zeitverhalten ergeben.

Insgesamt ist durch den IT-Einsatz bei der Funktionalität / Funktion Disposition im Betrieb im Wesentlichen eine Steuerung und Lenkung möglich. Darüber hinaus ist in Ausnahmefällen eine **Verkehrsverlagerung** zu berücksichtigen.

5.4.6 Direkte Kommunikation Disposition Fahrer

Eine **Verkehrsverlagerung** wird mit dieser Funktionalität / Funktion nicht erreicht.

Verkehre vermeiden ist nur in geringem Masse bei Störfällen möglich. Diese werden hier jedoch nicht weiter berücksichtigt.

Die **Steuerung und Lenkung** der Verkehre ist durch den direkten Kontakt zwischen Disposition und Fahrer für die Gesamtheit aller Fahrer möglich.

Insgesamt ist durch den IT-Einsatz bei dieser Funktionalität / Funktion hauptsächlich eine **Steuerung und Lenkung** der Verkehre ist möglich.

5.4.7 Infrastrukturinformationen

Da diese Funktionalität / Funktion in der Regel unmittelbar beim Transport anfällt, ist eine **Verkehrsverlagerung** praktisch nicht zu erzielen. Langfristig erreichbare Infrastrukturinformationen können in der Planung berücksichtigt werden und – bei wesentlichen Störungen der Infrastruktur – zu geringfügigen Verkehrsverlagerungen führen.

Kurzfristig wirksame Infrastrukturinformationen helfen nicht **Verkehre** zu vermeiden.

Die Hauptwirkung der Infrastrukturinformationen besteht in der **Steuerung und Lenkung** der Verkehre durch die unmittelbar vor Ort bekannten Informationen.

Insgesamt ist durch den IT-Einsatz bei der Funktionalität / Funktion Infrastrukturinformation hauptsächlich die **Steuerung und Lenkung** der Verkehre möglich.

5.4.8 Ortung und Kontrolle

Ortungsinformationen liegen während des Transportes vor, damit ist eine **Verkehrsverlagerung** für den aktuellen Transport nicht möglich. Eine solche kann eintreten, wenn aus der Ortungsinformation langfristig wirkende Schlüsse für die Transportplanung gezogen werden.

Mit Hilfe der Ortung und Kontrolle gelingt es nicht **Verkehre zu vermeiden**.

Die wesentlichen Wirkungen bestehen in der **Steuerung und Lenkung** der Verkehre.

Hier ist keine eindeutige Strategie feststellbar, für die die Funktionalität / Funktion speziell geeignet wäre. **Verkehrsverlagerung**, **Verkehrsvermeidung** und **Steuerung und Lenkung** können mit der Ortung und Kontrolle, wenn auch in einem eingegrenzten Rahmen realisiert werden.

5.4.9 Information und Visualisierung

Eine **Verkehrsverlagerung** kann nur durch die Darstellung von Informationen allein noch nicht erreicht werden.

Da die durchzuführenden Transporte bereits feststehen, gelingt es nicht **Verkehre zu vermeiden**.

Eine **Steuerung und Lenkung** der Verkehre ist durch die Information und Visualisierung allein nur in engen Grenzen möglich. Aus den visualisierten Informationen sind entsprechende Handlungen, z. B. aktuell im Rahmen der Disposition im Betrieb oder planerisch/strategisch bei der Disposition der Fahrzeuge bzw. der Routen- und Transportkettenplanung, abzuleiten.

Die Funktionalität / Funktion Information und Visualisierung ist daher der **Steuerung und Lenkung** zuzuordnen.

5.4.10 Mehrwertdienste Schnittstellen

Eine **Verkehrsverlagerung** wird erst wirksam, wenn die Zusatzinformationen solche Informationen enthalten, die auf das Verkehrsverhalten Einfluss haben. So kann eine verbindliche lückenlose Kontrolle der Sendungen (einschliesslich der Be- und Entladungskontrolle) bei einem bestimmten Verkehrsträger dazu führen, dass diese Transportmöglichkeit verstärkt genutzt wird.

Mit Hilfe der Mehrwertdienste Schnittstellen gelingt es nicht **Verkehre zu vermeiden**.

Eine **Steuerung und Lenkung** der Verkehre ist durch Zusatzinformationen – wenn auch nur in sehr engem Rahmen – möglich.

Verkehrsverlagerung sowie **Steuerung und Lenkung** sind am ehesten Einsatzfelder der Mehrwertdienste Schnittstellen. Eine eindeutig zu präferierende Strategie ist jedoch nicht ableitbar.

5.4.11 Trassenkoordination

Eine **Verkehrsverlagerung** wird durch die Trassenkoordination nur möglich, wenn Hindernisse (z. B. geringe oder hohe Benutzungsgebühren) geschaffen werden.

Mit Hilfe der Trassenkoordination kann es gelingen, **Verkehre zu vermeiden**, wenn z. B. durch Schaffung entsprechender Hindernisse eine stärkere Bündelung im Sinne einer Erhöhung der Auslastung und Zusammenfassung zu grösseren Touren erfolgt.

Eine **Steuerung und Lenkung** der Verkehre ist durch die Trassenkoordination durch eine Lenkung auf niedrigpreisige Routen möglich.

Hier ist keine eindeutige Strategie feststellbar, für die die Funktionalität / Funktion speziell geeignet wäre. Generell bestehen die Einsatzmöglichkeiten der IT-Funktionalität / Funktion

bei allen Strategien, der Schwerpunkt liegt jedoch in der Eignung zur Verkehrsverlagerung.

5.4.12 Zuordnungen der IT-Funktionalitäten zu den Strategien

In (Tab. 5.23) sind die logischen Zuordnungen der IT-Funktionalitäten / Funktionen zu den Strategien Vermeidung, Verlagerung und Steuerung in einer Übersicht zusammengefasst.

Tab. 5.23: Logische Zuordnungen der IT-Funktionalitäten / Funktionen zu Strategien

IT-Funktionalitäten / Funktionen	Strategien		
A – Angebots- und Bedarfsplanung	Verlagerung		
B – Touren- und Transportkettenplanung	Verlagerung		Steuerung
C – Transportvorbereitung	Verlagerung		
D – Disposition von Ladungen und Fahrzeugen	Verlagerung	Vermeidung	
E – Disposition im Betrieb	Verlagerung		Steuerung
F – Direkte Kommunikation Disposition und Fahrer		Vermeidung	Steuerung
G – Infrastrukturinformationen			Steuerung
H – Ortung und Kontrolle			Steuerung
I – Information und Visualisierung			Steuerung
J – Mehrwertdienste Schnittstellen	Verlagerung		Steuerung
K – Trassenkoordination	Verlagerung		

5.4.13 Zuordnung der Funktionalitäten / Funktionen zu den Ebenen

Über die Zuordnung der Funktionalitäten / Funktionen zu den Strategien hinaus ist ebenso die Zuordnung auf die Wirkungsebenen des Regelkreises (siehe Abb.1.2) mit

- E1 Infrastruktur
- E2 Prozessketten und
- E3 Unternehmensintern

vorzunehmen. Auch hier ist zunächst davon auszugehen, dass die Funktionalitäten / Funktionen generell in jeder Ebene Wirkungen entfalten, wobei allerdings die Ausprägungen der Wirkungen wiederum sehr unterschiedlich ausfallen können. In (Tab. 5.24) ist eine Zuordnung der Funktionalitäten / Funktionen auf die verschiedenen Ebenen entsprechend der jeweiligen Hauptwirkungsrichtung dargestellt.

Tab. 5.24: Zuordnung der Funktionalitäten / Funktionen zu den Ebenen

IT-Funktionalitäten / Funktionen	Ebene E1 Infrastruktur	Ebene E2 Prozessketten	Ebene E3 Unternehmensintern
A – Angebots- und Bedarfsplanung		X	X
B – Touren- und Transportkettenplanung		X	
C – Transportvorbereitung		X	
D – Disposition von Ladungen und Fahrzeugen	X	X	
E – Disposition im Betrieb		X	X
F – Direkte Kommunikation Disposition und Fahrer			X
G – Infrastrukturinformationen	X		
H – Ortung und Kontrolle		X	
I – Information und Visualisierung	X		
J – Mehrwertdienste Schnittstellen		X	X
K – Trassenkoordination	X		

6 Bewertung

6.1 Allgemeines zur verkehrsträgerübergreifenden Bewertung von IT-Massnahmen

Im Rahmen des Teilprojektes war ein Verfahren zu erarbeiten, mit dem der Einsatz der IT-Lösungen im Güterverkehr der Schweiz hinsichtlich ihrer Eignung beurteilt werden kann. Hierbei waren verschiedene Aspekte zu berücksichtigen. Das Verfahren

- muss auf die Wirkungen innerhalb eines Verkehrsträgers (intramodal) anwendbar sein,
- muss auf verkehrsträgerübergreifende Wirkungen (intermodal) anwendbar sein,
- soll zwar auf den Güterverkehr beschränkt sein, ggf. darüber hinausgehende Wirkungen jedoch berücksichtigen,
- muss Wirkungen der IT-Systeme auf Zeit, Kosten, Qualität und Effizienz auf den Verkehr abbilden können.

Aus Sicht der **Infrastrukturbetreiber** stehen dabei die verkehrlichen Wirkungen aus der Effektivitätssteigerung bei der Nutzung vorhandener Infrastrukturkapazitäten im Vordergrund.

Aus der Sicht der **Prozesskettenbetreiber** sind überwiegend Verbesserungen der Schnittstellen im Transportablauf im Fokus. Verbesserungen in der Nutzung der Infrastruktur können sich – z. B. mit Verkehrsverlagerung oder –vermeidung auf Grund verbesserter Schnittstellen – in einem zweiten Schritt ergeben.

Unternehmensintern steht die Minimierung der Kosten (bzw. die Erhöhung des Nutzens bei unveränderten Kosten) für die Transportprozesse an vorderster Stelle. Veränderungen in der Kapazitätsauslastung der Infrastruktur ergeben sich höchstens als Nebeneffekt, vielmehr sind auch gegenteilige Effekte (z. B. rollendes Lager) zu berücksichtigen.

Entsprechend dieser dargestellten Anforderungen ist es notwendig, für die unternehmensinternen Belange und die Sicht der Prozesskettenbetreiber eine betriebswirtschaftliche Bewertung vorzunehmen. Aus Sicht der Infrastrukturbetreiber, insbesondere aber aus der Fragestellung, inwieweit eine finanzielle Förderung aus staatlicher Sicht erfolgen kann und soll, ist eine gesamtgesellschaftliche bzw. volkswirtschaftliche Bewertung durchzuführen, um auch die externe Effekte zu berücksichtigen. Diese spielen in Zusammenhang mit einem am Leitbild der Nachhaltigkeit orientierten Güterverkehr eine wesentliche Rolle.

Positive volkswirtschaftliche Effekte werden durch den Einsatz von IT im Güterverkehr in Bezug auf die Infrastruktur dann erreicht, wenn durch den Einsatz der IT die Infrastruktur effizienter genutzt und gesamtwirtschaftliche Nutzen (Zeit, Umwelt) erzielt werden können. In Bezug auf Prozessketten liegen positive volkswirtschaftliche Effekte vor, wenn die Transportprozesse durch die IT beschleunigt werden und wenn durch die Reduktion von Unfällen Gütertransporte sicherer werden.

Im Weiteren wird – ausgehend von bestehenden Verfahren – eine entsprechende Vorgehensweise zur Beurteilung von IT-Systemen im verkehrlichen Gesamtzusammenhang entwickelt. Dazu werden neben schweizerischen Ansätzen auch solche aus dem Ausland herangezogen. Wo immer möglich werden bereits vorhandene Ansätze in der Schweiz (z. B. (BAV, 2006), (UVEK, 2001)) berücksichtigt und einbezogen. So wird die Kompatibilität zu existierenden Schweizer Bewertungsverfahren hergestellt.

6.2 Bestehende Verfahren für Verkehrsbeeinflussungsanlagen

Für Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA) sind Bewertungsverfahren, die auf Nutzen-

Kosten-Analysen (NKA) zurückgreifen, entweder in Entwicklung oder in praktischer Anwendung. Dies liegt unter anderem daran, dass die Wirkungen, die von Verkehrsbeeinflussungsanlagen ausgehen bereits recht detailliert bekannt sind. Eine wissenschaftliche Arbeit, die bei der Wirtschaftlichkeitsbewertung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen (dort als Streckenbeeinflussungsanlagen / SBA bezeichnet) den Schwerpunkt auf die Bestimmung monetarisierter Nutzen legte, ist die Arbeit von Schick (Schick, 2003). Er berechnete als exemplarisches Anwendungsbeispiel monetarisierte Nutzen für eine VBA, die sich in einem Autobahnabschnitt nördlich von München befindet (siehe Abb. 7.59). Zu den Nutzen zählen laut Schick der Reisezeitgewinn, der sich ergibt, wenn anstatt einer Verkehrsbeeinflussungsanlage eine statische Geschwindigkeitsbeschränkung von 120 km/h vorhanden wäre, die Stabilisierung des Verkehrsflusses, die Unfallreduktion und die Standstreifenfreigabe. Umwelteffekte werden als unbedeutend eingeschätzt und ignoriert.

Eine Ermittlung von Kosten (z. B. von Betriebskosten der VBA) wurde bei Schick nicht durchgeführt. Um jedoch eine Vorstellung davon zu bekommen, welche Schlussfolgerungen bei Kenntnis von Kosten für die Verkehrsbeeinflussungsanlage zu ziehen sind, wurden auf Basis von (BMVBS, 2001) in Teilprojekt E den Nutzen, die Schick ausweist, Kosten (hier vereinfachend die Abschreibung) gegenüber gestellt. Ein Vergleich der Kosten (in EUR/km/a) mit den Nutzen (in EUR/km/a) zeigt, dass es wirtschaftlich ist, praktisch auf der gesamten Strecke eine VBA zu errichten (Abb. 6.11).

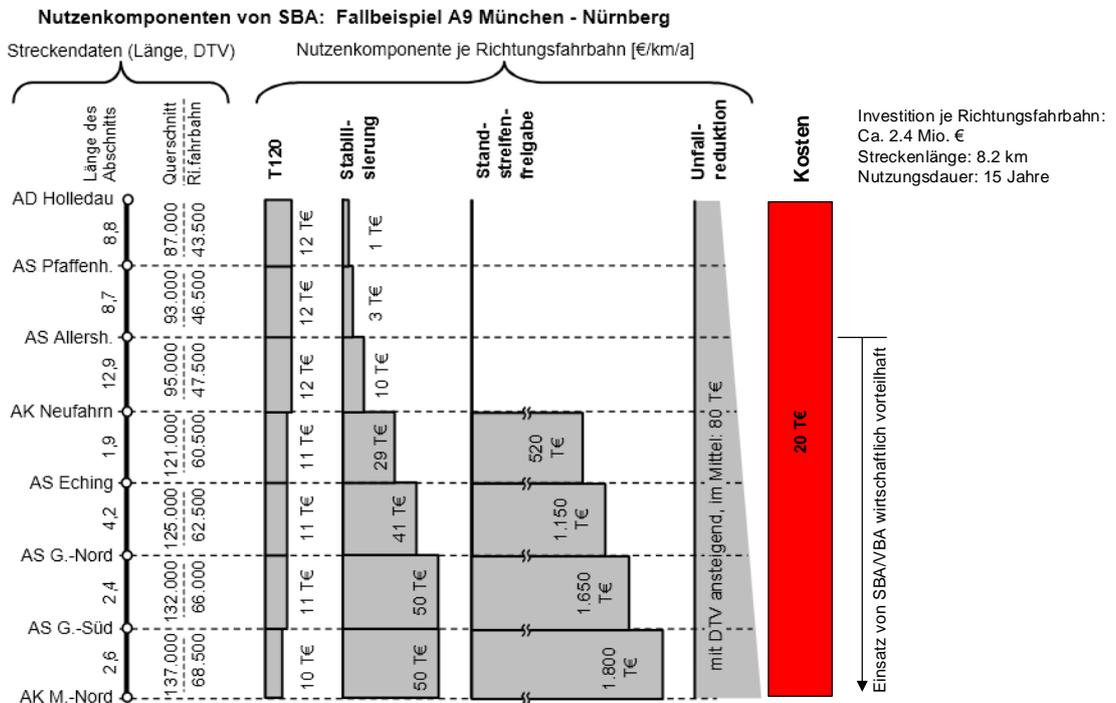


Abb. 6.11: Nutzenkomponenten und Nutzenpotenziale einer SBA nach (Schick, 2003); Kostenschätzung aus eigener Berechnung

In Österreich wurde bereits eine Richtlinie zur Bewertung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen entwickelt (siehe (ASFINAG, 2005)), die die NKA als Bewertungsinstrument verwendet. Allerdings unterscheiden sich die relevanten Nutzen dabei erheblich von denen in (Schick, 2003). Bei der österreichischen NKA werden Nutzen zufolge Ausbauverschiebung, Unfälle, Umwelt, Fahrzeugbetriebskosten und Reisezeit jenen Kosten gegenüber gestellt, die aus Investition und Betrieb entstehen.

Da Verkehrsbeeinflussungsanlagen auch den Strassengüterverkehr betreffen, sind die beschriebenen Bewertungsansätze prinzipiell auch für den Güterverkehr der Schweiz von Relevanz. Angesichts der Vielfalt an IT-Lösungen greifen die beschriebenen Ansätze jedoch im Hinblick auf die Zielstellungen in Teilprojekt E in vielen Fällen zu kurz.

6.3 Entwicklung eines neuen Verfahrens

Gemäss der Aufgabenstellung wird ein neues Bewertungsverfahren entwickelt, das sich aus einer Kosten-Nutzen-Untersuchung sowie einer Nutzwertanalyse zusammensetzt. Dabei wird zunächst geprüft, ob bestehende Verfahren für das neue Bewertungsverfahren adaptiert werden können, oder ob eine Neuentwicklung erforderlich ist.

6.3.1 Überprüfung bestehender Verfahren

Verfahren zur überschlägigen wirtschaftlichen Bewertung von Fahrgastinformationssystemen im Rahmen von „Automatisierte verkehrsträgerübergreifende Informationssysteme“

Zuerst wurde versucht das von Dobeschinsky (Dobeschinsky, 1991) entwickelte und in diesem Bericht beschriebene Bewertungsverfahren auf den Güterverkehr zu übertragen.

Die Übertragung des genannten Ansatzes auf den Güterverkehr stösst aber an Grenzen. Es müsste der Modal Split über das Schweizerische Güterverkehrsmodell sehr aufwendig bestimmt werden. Der Modal Split hängt von verschiedenen Einflussgrössen ab (Transportdauer, Preis, Pünktlichkeit, Verfügbarkeit von Gleisanschlüssen). Diese Einflussgrössen werden aber wieder selbst durch den IT-Einsatz beeinflusst, was hoch komplexe Rechenoperationen erforderlich macht.

Eine verkehrsträgerübergreifende Betrachtung im Sinne einer Abbildung von mehrteiligen Transportketten ist hier nicht möglich. Diese treten aber – als Kombiniertes Verkehr – an verschiedenen Stellen des schweizerischen Güterverkehrssystems auf (z. B. bei der Anwendung des Systems Mobiler).

Die oben angeführten Gründe legen es nahe, neue Ansätze zur Bewertung von IT im Güterverkehr der Schweiz zu entwickeln. Ein solcher neuer Ansatz wird im Folgenden dargestellt.

6.3.2 Zielsystem zur Bewertung der IT-Funktionalitäten / Funktionen

In der Verkehrsplanung der Schweiz kommt dem Leitbild der „Nachhaltigkeit“ seit geraumer Zeit eine grosse Bedeutung zu. Konkretisiert ist dieses Leitbild im Ziel- und Indikatorensystem nachhaltiger Verkehr des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK, 2001), das im Jahr 2001 festgeschrieben und seit dem Jahr 2008 Teil der schweizerischen Norm SN 641 800 ist. Hierauf aufbauend wird nachfolgend ein daraus abgeleitetes Zielsystem dargestellt, das einerseits auf diesen Grundlagen basiert und andererseits für die Beurteilung von Telematik-Anwendungen im Güterverkehr geeignet ist.

Die Ausgangsbasis des Leitbildes „Nachhaltigkeit“ aus (UVEK, 2001) gewährleistet, dass die drei Oberziele „Gesellschaft“, „Wirtschaft“ und „Umwelt“ als die drei tragenden Säulen der Nachhaltigkeit in den Vordergrund gestellt werden. Aus der Ausschreibung zum Forschungspaket Güterverkehr wird dabei das in den Vordergrund gerückte Ziel der „wirtschaftlichen Nachhaltigkeit“ mit übernommen und in das Gesamtsystem integriert.

Eine umfangreiche Detaillierung des hier vorgeschlagenen Zielsystems ist erforderlich, um die beiden Zielsysteme (UVEK, 2001) und Ausschreibung Forschungspaket Güterverkehr zu einem gemeinsamen Ganzen zusammenzuführen und die Ziele insgesamt widerspruchsfrei einordnen zu können, wobei „widerspruchsfrei“ hier bedeutet, dass die Ziele insgesamt erfasst und eingeordnet werden, Zielkonflikte jedoch durchaus weiterhin enthalten sein können.

Die Zielhierarchie ist ausgehend vom Leitbild der „Nachhaltigkeit“ in Hierarchieebenen gegliedert. Die Oberziele bilden dabei „Gesellschaft“, „Wirtschaft“ und „Umwelt“.

Die dem Oberziel „**Gesellschaft**“ in (UVEK, 2001) zugeordneten Hauptziele „Grundversorgung sicherstellen“, „Gesellschaftliche Solidarität fördern“ und „Akzeptanz, Partizipation und Koordination sicherstellen“ entsprechen den Zielen, wie sie der Gesellschaft im Zielsystem im Rahmen der SN 641 800 zugeordnet sind. Auch die nächste Zielebene (Hauptziele) ist mit jener gemäss der SN 641 800 identisch. Bei den Teilzielen, findet eine Verknüpfung mit Zielen aus der Ausschreibung des Forschungspaketes Güterverkehr statt. So ist das Ziel „Landesweite Grundversorgung sicherstellen“ im Güterverkehr durch das Teilziel „Flächenerschliessung“ zu erreichen. Das Ziel „Gesundheit und Wohlbefinden der Menschen schützen“ ist über das Teilziel „Sicherheit in Güterverkehr und Logistik“ abgebildet. Das Ziel „Beitrag zur Förderung des Erhalts und der Erneuerung wohnlicher Siedlungen in den urbanen Räumen und Zentren des ländlichen Raums“ ist über das Teilziel „Verkehrsvermeidung“ aus der Ausschreibung des Forschungspaketes Güterverkehr darstellbar.

Beim Oberziel „**Wirtschaft**“ erfolgt nach (UVEK, 2001) eine Aufspaltung in die Hauptziele „Gutes Verhältnis von Nutzen und direkten Kosten schaffen“, „Indirekte wirtschaftliche Effekte optimieren“ und „Eigenwirtschaftlichkeit erreichen“. Bei den nachgeordneten Zielen wird ebenfalls auf die in (UVEK, 2001) genannten Ziele zurückgegriffen. Dabei wird dem Hauptziel „Gutes Verhältnis von Nutzen und direkten Kosten schaffen“ zusätzlich das Ziel „Kostenwahrheit im Verkehr“ aus der Ausschreibung des Forschungspaketes Güterverkehr zugeordnet. Dem optimalen Umsetzen des Vorhabens werden die Teilziele „Verkehrsmanagement und Nachfrage Optimierung“, „Optimierung von Logistikprozessen“, „Nachfrageorientierter Einsatz der Verkehrsmittel“ und „Kapazitätssicherung der Verkehrsinfrastruktur“ aus dem Güterverkehrs-Zielsystem zugeteilt. Dem Ziel Kostenwahrheit im Verkehr werden die „Erfassung der tatsächlich auftretenden Kosten“, die „Erfassung der tatsächlich generierten Nutzen“ und das „Umsetzen des Verursacherprinzips“ zugeschrieben. Dem Ziel, Know-How-Gewinn zu realisieren, ist das Teilziel aus dem Güterverkehrs-Zielsystem „Technologieinnovation“ zugeordnet. Um das Ziel Eigenwirtschaftlichkeit zu erreichen, wird das Teilziel „Finanzierbarkeit von Verkehrsinfrastruktur“ aus dem Güterverkehrs-Zielsystem zugeteilt. Für die Beurteilung des nachfrageorientierten Einsatzes der Verkehrsmittel werden die Unterziele „Verknüpfung von Verkehrsmittel und Nachfrage“, „Verkehre vermeiden“, „Verkehre verlagern“ und „Verkehre ermöglichen statt verhindern“ einbezogen. Zur Operationalisierung der Kapazitätssicherung der Verkehrsinfrastruktur werden die Unterziele „Engpässe vermeiden / reduzieren“, „Kapazitätssicherung durch Verkehrsvermeidung auf stark befahrenen Abschnitten“, „Kapazitätssicherung durch Verkehrsverlagerung auf Abschnitte mit Kapazitätsreserven“ und „Kapazitätssicherung durch Lenkung des Verkehrs“ herangezogen. Für die Erfassung der tatsächlichen Kosten sind die Unterziele „Erfassung und Zuschreibung aller interner Kosten“ und „Erfassung externe Kosten (nur bedingt über Umwelt und sonstige Wirkungen erfasst)“ vorgesehen. Für die Berücksichtigung der tatsächlichen Nutzen werden die Unterziele „Erfassung interne Nutzen bezogen auf Infrastruktur (gleichmässige Auslastung, Vermeidung Überlastung)“ und „Erfassung externe Nutzen (nur bedingt über Umwelt und sonstige Wirkungen erfasst)“ einbezogen.

Im Bereich des Oberziels „**Umwelt**“ wurden als Hauptziele „Emissionsminderung“ und „Effizienter Ressourceneinsatz“ aus der Güterverkehrsausschreibung gewählt. Dem Ziel „Emissionsminimierung“ aus der Güterverkehrsausschreibung wurden die in (UVEK, 2001) genannten Ziele „Lokale, nationale und grenzüberschreitende Umweltbelastungen auf ein langfristig unbedenkliches Niveau senken“ und „Atmosphärische Umweltbelastungen senken“ zugeordnet. Für die Teilziele wird die darin aufgeführte Zielsystematik übernommen.

Mit diesem Zielsystem sind die drei Zielgruppen aus der Ausschreibung zum Forschungspaket Güterverkehr berücksichtigt. So steht das Ziel „Effizienter Ressourceneinsatz“ mit dem Nutzer (Logistiker als Nachfrager) in Zusammenhang. Die „Wirtschaftliche Nachhaltigkeit“ ist dem Leistungserbringer (Verkehrsunternehmungen, Infrastrukturbetreiber) zugeordnet. Die Betroffenen (Allgemeinheit, Umwelt) finden sich bei der „Emissionsminimierung“ wieder.

Auch die im Teilprojekt E definierten drei Ebenen finden sich im Zielsystem wieder. Die

Ebene **Infrastruktur** tritt in den Zielen „Kapazitätssicherung der Verkehrsinfrastruktur“ und „Finanzierbarkeit der Verkehrsinfrastruktur“ auf. Die Ebene **Prozessketten** findet sich wieder in der „Optimierung der Prozessketten“, in dem Ziel „Verkehrsmanagement und Nachfrage Optimierung“ und im „Nachfrageorientierten Einsatz der Verkehrsmittel“. Der „Nachfrageorientierte Einsatz der Verkehrsmittel“ lässt sich ausserdem der Ebene **unternehmensintern** zuordnen. Dieses Ziel zeigt entsprechend des Drei-Ebenen-Modells des Teilprojekts E (Abb 2.3), dass **Synergieeffekte und Mehrwerte durch eine ebenenübergreifende Betrachtung** entstehen.

Weil das vorgeschlagene Zielsystem unmittelbar auf (UVEK, 2001) aufsetzt, können auch die dort vorgesehenen Indikatoren zum grössten Teil direkt übernommen werden. Da sich die Wirkungsausprägungen bei der Beurteilung von Verkehrsinfrastruktur und Telematik ggfs. unterscheiden können, sind jedoch in geringem Umfang Anpassungen vorgenommen worden.

Strategien der „Verkehrsvermeidung“, „Verkehrsverlagerung“ und „Verkehrslenkung“, aus denen Wirkungen des IT-Einsatzes im Güterverkehr realisiert werden können, sind mit diesem Zielsystem quantifizierbar und einer Bewertung zugänglich. Für die Ermittlung der Wirkungen werden entsprechende Ursache-Wirkungsketten nachvollzogen, um die Berechnung in quantifizierbaren Grössen (z. B. vermiedene Stauzeiten, vermiedene Lkw-km usw.) zu ermöglichen. Beziehen Unternehmen aktiv IT-Systeme als Teil des nachhaltigen Wirtschaftens in ihre Wertschöpfungsketten ein, so gelingt es im Idealfall Verkehre zu vermeiden, zu verlagern oder zu lenken.

Verkehrsvermeidung bedeutet dabei nicht, notwendige Verkehre zu verhindern, sondern „störende“ Verkehre sinnvoll zu beschränken (z. B. Leerfahrtenvermeidung). So entstehen „Freiräume“ zur Kapazitätssicherung der Verkehrsinfrastruktur. Es bedeutet aber auch durch Verbesserung der Kombination von Transporten (z. B. Transportbörse) nicht genutzten Laderaum mit weiteren Transporten zu ergänzen um auf diese Weise z. B. drei nicht voll genutzte Fahrten auf zwei zu reduzieren.

Verkehrsverlagerung ist hier gleichzusetzen mit der Verlagerung auf andere Verkehrsmittel, also eine Änderung der Modal Wahl.

Durch **Verkehrslenkung** werden Verkehrsströme räumlich und/oder zeitlich gleichmässiger verteilt, indem Fahrten auf andere Routen umgeleitet oder Fahrten auf andere Zeitbereiche umgeleitet werden. Dies wird durch Lenken und Leiten der Verkehrsströme erzielt, wobei hierfür IT-Systeme zur Verfügung stellen. Die Reaktion auf die damit vorhandene Information und die Umsetzung in ein entsprechendes Verkehrsverhalten bleibt in der Verantwortung der einzelnen Verkehrsteilnehmer. Daher ist für eine annähernd korrekte Berechnung der Wirkungen die Reaktion der Beteiligten im Güterverkehr eine der wichtigsten Berechnungsgrundlagen.

6.3.3 Qualitative Bewertung der IT-Funktionalitäten / Funktionen

Eine Bewertung von Kombinationen der IT-Funktionalitäten / Funktionen im Rahmen des Teilprojekt E erfolgt in zwei Stufen.

Stufe 1 besteht aus einer qualitativen Bewertung der IT-Funktionalitäten / Funktionen anhand von elf Kriterien, deren Herleitung sich an den Zielsetzungen für den schweizerischen Verkehr orientiert (vgl. Kapitel 6.3.3 sowie Auflistung zur Herleitung der Punktezuordnung in Anhang I.3).

Kriterium K1 „**Eignung zur dezentralen Datenhaltung**“ hat das Teilziel der „Technologieinnovation“ im Fokus, Kriterium K2 „**Durchsatzkriterium IT**“ (bezogen auf die Schweiz) leitet sich aus dem Ziel ab, eine auf die IT bezogene „Landesweite Grundversorgung sicher(zu)stellen“ (siehe Zielsystem (UVEK, 2001)), und um eine schnelle Migration zu ermöglichen. Das Kriterium K3 „**Potenzial zur Verkehrsvermeidung**“ referenziert auf das Teilziel „Verkehrsvermeidung“. Im Zielsystem wird der „Nachfrageorientierte Einsatz der

Verkehrsmittel“ als Teilziel angestrebt. Dieses Teilziel kann durch das Unterziel „Verkehre verlagern“ erreicht werden und Kriterium K4 „**Potenzial zur Verkehrsverlagerung**“ nimmt darauf Bezug. „Kapazitätssicherung der Infrastruktur“ ist ein weiteres Teilziel des Zielsystems. Dies kann durch das Unterziel „Kapazitätssicherung durch Verkehrslenkung“ positiv beeinflusst werden, Kriterium K5 „**Potenzial zur Verkehrslenkung**“ bezieht sich darauf. Kriterium K6 „**Grobe Aufwandsschätzung**“ entstand aus der Überlegung, dass wirtschaftliche Nachhaltigkeit angestrebt wird, mit dem Ziel „Direkte Kosten des Vorhabens (zu) minimieren“. Das Kriterium K7 „**Optimierungspotenzial**“ ist über die Teilziele „Verkehrsmanagement und Nachfrage optimieren“ sowie „Optimierung von Logistikprozessen“ begründet. Das Leitbild des „nachhaltigen Verkehr(s)“ motivierte zu Kriterium K8 „**Beitrag der IT zu einem integrierten Bewirtschaftungskonzept**“, wobei das Kriterium daran gemessen wird, wie viele Verkehrsträger mit der betrachteten Informationstechnologie beeinflusst werden können. Im Zielsystem steht das Oberziel „Wirtschaft“ an prominenter Stelle. Daher ist es naheliegend Kriterium K9 „**Einfluss der IT auf die Wirtschaftsentwicklung der Schweiz**“ bei der qualitativen Bewertung mit zu berücksichtigen. Das Teilziel „Kapazitätssicherung der Verkehrsinfrastruktur“ wird über Kriterium K10 „**Beitrag der IT zur effizienten Ausnutzung der Infrastruktur**“ für die qualitative Bewertung abgebildet, das Teilziel „Nachfrageorientierter Einsatz der Verkehrsmittel“ legte das Kriterium K11 „**Einsatz in Personenverkehr, Güterverkehr, Kombiniertes Verkehr**“ nahe.

Da die Funktionalitäten / Funktionen (vgl. Kapitel 5.3) eine sehr abstrakte Grösse darstellen, wurde in einem ersten Schritt eine Konkretisierung mit Hilfe unterschiedlicher IT-Produkte vorgenommen. Diese IT-Produkte wurden anhand der Kriterien qualitativ beurteilt; die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle ausgewiesen (Tab. 6.25).

Tab. 6.25: Qualitative Bewertung der IT-Produkte

IT-Produkt	Bewertung anhand von 11 Kriterien										
	Name	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Oracle TM reduziert	2	2	1	2	1	1	2	3	2	1	2
Oracle TM	2	2	1	2	1	1	2	3	2	1	2
zedas cargo	2	2	2	3	1	1	2	1	3	2	5
PSITms	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2
Cargo Rent	1	2	2	1	1	2	2	1	2	1	2
GPSAuge + Navigon	3	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2
GPSAuge + GPSOverIP	3	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2
Night Star Express	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
SAP CRM	2	3	2	2	1	1	2	2	2	1	2
EcoTransIT	3	2	2	3	1	1	2	3	2	1	2

Um nunmehr die Bewertung vornehmen zu können, werden die IT-Produkte auf die Funktionalitäten / Funktionen wie folgt zugeordnet (Tab. 6.26):

Tab. 6.26: Zuordnung der IT-Produkte auf die IT-Funktionalitäten / Funktionen

Funktionalität / Funktion	IT-Produkte
A – Angebots- und Bedarfsplanung	Oracle TM, Oracle TM reduziert, zedas cargo, PSITms
B – Touren-/Transportkettenplanung	Oracle TM, Oracle TM reduziert, zedas cargo, PSITms
C – Transportvorbereitung	EcoTransIT
D – Disposition von Ladungen und Fahrzeugen	Cargo Rent, PSITms, zedas cargo
E – Disposition im Betrieb	Oracle TM, Oracle TM reduziert, zedas cargo
F – Direkte Kommunikation Disposition und Fahrer	Cargo Rent, zedas cargo
G – Infrastrukturinformationen	GPSAuge + Navigon, zedas cargo
H – Ortung und Kontrolle	GPSAuge + GPSOverIP, Oracle TM, Oracle TM reduziert, PSITms, zedas cargo, Night Star Express

I – Information und Visualisierung	Cargo Rent, GPSAuge + GPSOverIP, Oracle TM, Oracle TM reduziert, zedas cargo, GPSAuge + Navigon
J – Mehrwertdienste Schnittstellen	GPSAuge + Navigon, SAP CRM
K – Trassenkoordination	zedas cargo

Für die Bewertung der Funktionalitäten / Funktionen wird das arithmetische Mittel der Bewertungen der zu den Funktionalitäten / Funktionen gehörenden IT-Produkte ermittelt (Tab. 6.27). Mit dieser Vorgehensweise wird der Vielfalt an IT-Produkten, über die die jeweilige Funktionalität / Funktion realisiert werden kann, Rechnung getragen.

Tab. 6.27: Qualitative Bewertung der IT-Funktionalitäten / Funktionen (Überblick)

Funktionalität / Funktion	Bewertung anhand von 11 Kriterien										
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
A – Angebots- und Bedarfsplanung	2,0	2,0	1,3	2,3	1,0	1,0	2,0	2,0	2,3	1,5	2,8
B – Touren-/Transportkettenplanung	2,0	2,0	1,3	2,3	1,0	1,0	2,0	2,0	2,3	1,5	2,8
C – Transportvorbereitung	3,0	2,0	2,0	3,0	1,0	1,0	2,0	3,0	2,0	1,0	2,0
D – Disposition von Ladungen und Fahrzeugen	1,7	2,0	1,7	2,0	1,0	1,3	2,0	1,0	2,3	1,7	3,0
E – Disposition im Betrieb	2,0	2,0	1,3	2,3	1,0	1,0	2,0	2,3	2,3	1,3	3,0
F – Direkte Kommunikation Disposition und Fahrer	1,5	2,0	2,0	2,0	1,0	1,5	2,0	1,0	2,5	1,5	3,5
G – Infrastrukturinformationen	2,5	2,0	2,0	2,5	1,0	1,5	2,0	1,5	2,5	1,5	3,5
H – Ortung und Kontrolle	2,2	2,0	1,3	2,0	1,0	1,2	1,8	1,8	2,0	1,3	2,5
I – Information und Visualisierung	2,2	2,0	1,2	2,0	1,0	1,5	2,0	2,0	2,2	1,2	2,5
J – Mehrwertdienste Schnittstellen	2,5	2,5	2,0	2,0	1,0	1,5	2,0	2,0	2,0	1,0	2,0
K – Trassenkoordination	2,0	2,0	2,0	3,0	1,0	1,0	2,0	1,0	3,0	2,0	5,0

Um aussagekräftige Kenngrößen zu bekommen werden die Einzelbewertungen zusammengefasst (Tab. 6.28) zu

- einer Summe über alle 11 Kriterien sowie
- dem durchschnittlichen Nutzen.

Tab. 6.28: Qualitative Bewertung der IT-Funktionalitäten / Funktionen (Auswertung)

Funktionalität / Funktion	Summen K1 – K11	Durchsch. Nutzen	Reihung Summen	Reihung Nutzen
A – Angebots- und Bedarfsplanung	20,0	2,1	10	5
B – Touren-/Transportkettenplanung	20,0	2,1	10	5
C – Transportvorbereitung	22,0	2,2	6	3
D – Disposition von Ladungen und Fahrzeugen	28,6	1,9	1	8
E – Disposition im Betrieb	20,7	2,2	9	3
F – Direkte Kommunikation Disposition und Fahrer	25,5	2,0	3	6
G – Infrastrukturinformationen	28,5	2,3	2	2
H – Ortung und Kontrolle	21,2	1,9	8	8
I – Information und Visualisierung	24,2	2,0	4	6
J – Mehrwertdienste Schnittstellen	21,5	1,9	7	8
K – Trassenkoordination	24,0	2,5	5	1

In der Reihung entsprechend der Summen der Kriterien erweisen sich nach der qualitativen Bewertung die Funktionalitäten / Funktionen

- D – Disposition von Ladungen und Fahrzeugen
- G – Infrastrukturinformationen
- F – Direkte Kommunikation Disposition Fahrer
- I – Information und Visualisierung

als besonders vorteilhaft. Für die möglichst effiziente Infrastrukturausnutzung ergibt sich aus den Summen folgende Reihung der Funktionalitäten / Funktionen:

- D – Disposition von Ladungen und Fahrzeugen
- G – Infrastrukturinformationen
- I – Information und Visualisierung

6.3.4 Quantitative Bewertung der IT-Funktionalitäten / Funktionen

Stufe 2 besteht aus einer quantitativen Bewertung. Dabei wurde eine vereinfachte Nutzen-Kosten-Analyse durchgeführt. Die quantitative Bewertung berücksichtigt die Ziele „Direkte Kosten des Vorhabens minimieren“ und „Direkte Nutzen des Vorhabens maximieren“. Als räumliche Bezugsgrösse werden Realbeispiele typisierter Transportketten innerhalb eines definierten Zeitraums verwendet. Der Vergleich der Kosten für den Einsatz der IT-Technologie mit der zu erwartenden Kostenersparnis auf unternehmerischer Ebene dient der betriebswirtschaftlichen Bewertung. Vereinfachend wird hierfür der Reisezeitgewinn infolge des IT-Einsatzes als Basisrechengrösse heran gezogen. Für die volkswirtschaftliche Bewertung werden monetarisierbare Nutzen und Kosten berechnet. Im Unterschied zur betriebswirtschaftlichen Bewertung spielen im volkswirtschaftlichen Bewertungsteil die Teilziele „Luftschadstoffe senken“ und „Beeinträchtigung des Klimas ändern“ eine wichtige Rolle, da über sie externe Effekte abgebildet werden. Konkret werden für die volkswirtschaftliche Bewertung Nutzen aus Reisezeitgewinnen (NT), aus der Reduktion der Personalkosten (NF), aus der Reduktion der Energiekosten (NE), aus der Reduktion von CO₂ (NC) und aus der Reduktion von NO_x (NN) bestimmt. Die Nutzen werden dann in unterschiedlicher Kombination den verschiedenen Ebenen zugeteilt:

- Nutzen Unternehmensintern: $NUI = NF$ [Gleichung 6.1]
- Nutzen Prozesskettenbetreiber: $NPK = NT + NF + NE$ [Gleichung 6.2]
- Nutzen Infrastrukturbewirtschaftung: $NIA = NT + NF + NE + NC + NN$ [Gleichung 6.3]

und anschliessend mit den Kosten verglichen. Das Ergebnis dieser Berechnungen sind jene IT-Funktionalitäten / Funktionen, die aus unternehmensorientierten bzw. gesellschaftlich orientierten Gründen zu empfehlen sind. Ein weiteres Ziel der gesellschaftlich orientierten Bewertung ist es, der „Kostenwahrheit im Verkehr“ möglichst nahe zu kommen. Dies wird über die Teilziele „Erfassung Kosten“ und „Erfassung Nutzen“ erreicht, wobei dies die Erfassung (und wenn möglich) die Zuschreibung von internen und externen Nutzen und Kosten einschliesst. In der praktischen Umsetzung sind hier aber Grenzen gesetzt, da die internen und externen Effekte, die von Informationstechnologien ausgehen, nur sehr eingeschränkt bekannt sind. Investive Kosten, Betriebs- und Wartungskosten sind, wenn überhaupt bekannt, oftmals firmeninternes Wissen von Software- bzw. Hardware-Herstellern oder der Systembetreiber und damit allgemein kaum zugänglich.

Die Unterziele „Verknüpfung von Verkehrsmittel und Nachfrage“, „Verkehr ermöglichen statt vermeiden“ und „Engpässe vermeiden / verhindern“ stehen für eine zukunftsorientierte und auf möglichst hohe Effizienz des Verkehrsablaufs ausgerichtete Verkehrsentwicklung im Güterverkehr der Schweiz. Deshalb wäre es grundsätzlich sinnvoll, sie in das Zielsystem zu integrieren. Entweder fehlen jedoch derzeit geeignete Messgrössen, anhand derer für die Unterziele „Verknüpfung von Verkehrsmittel und Nachfrage“ und „Verkehr ermöglichen statt vermeiden“ Zielerträge bestimmt werden können. Oder aber der Aufwand zur Ermittlung der Zielerträge ist zu gross und im Rahmen dieser Untersuchung nicht leistbar. Zur Bestimmung von Zielerträgen (z. B. der Grösse des Engpasses) für „Engpässe vermeiden / verhindern“ würde das Güterverkehrsmodell der Schweiz benötigt werden. Die Unterziele werden daher im Teilprojekt E explizit nicht mehr weiterverfolgt. Die oben genannten Begründungen gelten sinngemäss auch für das Teilziel „Verursacherprinzip umsetzen“.

In (Tab. 6.29) sind die Indikatoren aufgeführt, mit deren Hilfe die unternehmensorientierte

und die gesellschaftlich orientierte Bewertung umgesetzt werden. Ein Teil der genannten Indikatoren geht direkt in die Berechnung der Nutzen NUI, NPK und NIA ein. Um eine ausreichende Verknüpfung mit schweizerischen Richtlinien sicher zu stellen, wurde auf das Handbuch eNISTRA (ASTRA, 2010) zurückgegriffen.

Tab. 6.29: Quantitative Indikatoren für Stufe 2 (ASTRA, 2010)

Indikator	Messgrösse	Quelle
Reisezeitveränderungen (bezogen auf typisierte Transportkette)	[Std / Tag]	eNISTRA 2010 und Teilprojekt E;
Betriebskosten der Fahrzeuge (bezogen auf typisierte Transportkette)	Personalkosten Fahrzeug: [CHF / Tag] Energiekosten Fahrzeug: [CHF / Tag]	eNISTRA 2010
Klimaeffekte: Treibhausgasemissionen	CO ₂ : [CHF / Tag]	eNISTRA 2010
Abgase	NO _x : [CHF / Tag]	eNISTRA 2010
Kalkulatorische Abschreibung IT	Investition IT: [CHF / IT-Produkt] Wiederbeschaffungswert IT: [CHF / IT-Produkt] Nutzungsdauer IT: [Jahre]	Ergänzung aus Teilprojekt E
Betriebskosten IT	Mietkosten IT: [CHF / Tag] Wartungskosten IT: [CHF / Tag]	Ergänzung aus Teilprojekt E
Kostenersparnis bei Transport durch Einsatz der IT (bezogen auf typisierte Transportkette)	Kosten des Transports ohne zusätzliche IT: [CHF / Tag] Kosten des Transports mit zusätzlicher IT: [CHF / Tag]	Ergänzung aus Teilprojekt E

Bei den Optimierungspotenzialen hat sich gezeigt, dass die Verkehrsinformation dem Nutzer entweder ortsbezogen (z. B. über eine Verkehrsbeeinflussungsanlage) oder ortsungebunden (z. B. über Verkehrsfunk) zur Verfügung gestellt wird. Erst über die Prozesskette werden die orts- bzw. ortsungebundenen Informationen miteinander verknüpft. So können sie ihre Wirkungen bezüglich des Güterverkehrs entfalten. Daher wird der Bewertung die **Prozesskette als Basis** zugrunde gelegt. Es werden **Optimierungspotenziale**, die mit Hilfe von Informationstechnologie bei konkreten Prozessketten erschlossen werden können, (wirtschaftlich) bewertet. Bei beiden Bewertungen kommt das **Mitfall-Ohnefall-Prinzip** zur Anwendung. Beim Ohnefall handelt es sich um den Zustand ohne Einsatz von zusätzlicher Informationstechnologie (vgl. Referenzfall in Kap. 0) während der Mitfall den Zustand bei ergänzender Verwendung der hier untersuchten IT unterstellt. Bei beiden Bewertungen werden **schweizerische Kosten- und Wertansätze**, unterstellt, die auf den Nachhaltigkeits-Indikatoren für STRasseninfrastrukturprojekte (NISTRA) oder den Nachhaltigkeits-Indikatoren für BAhninfrastrukturprojekte (NIBA) in Rechnung basieren. Es werden jene **Nutzen** für die Berechnung herangezogen, die aus der **qualitativen Bewertung** hervorgehen.

Wie oben dargestellt, existiert ein enger Zusammenhang zwischen der Gestalt der Prozesskette und der Wirkung, die von der IT auf die Transportkette ausgeht. Die Wirkungen können unterteilt werden in

- Wirkungen, die den zeitlich-örtlichen Verlauf der Transportkette *nicht* beeinflussen
- Wirkungen, die den zeitlich-örtlichen Verlauf der Transportkette *direkt* beeinflussen

Zu den erstgenannten Wirkungen zählen u.a. Wirkungen der IT auf die Verkehrssicherheit sowie Umweltwirkungen von Informationstechnologien. Die zweitgenannten Wirkungen sind solche, die Zeiten, Wege oder Geschwindigkeiten (z. B. aufgrund von Verkehrsvermeidung durch bessere Auslastung oder Leerfahrtenvermeidung; bessere Auftragsabwicklung, u.ä.) verändern. Um aus der Transportkette ohne IT (Ohnefall) die Transportkette mit IT (Mitfall) abzuleiten ist ein iterativer Ablauf notwendig.

Für die Bewertung bedeutet dies, dass der Mitfall iterativ aus dem Ohnefall entwickelt wird. Es ist dabei zu erwarten, dass in der Regel die prozesskettenbeeinflussende Transportkette des Ohnefalls mit jener des Mitfalls nicht identisch sein wird. Für die unternehmensorientierte und für die gesellschaftlich orientierte Bewertung wurde auf die oben beschriebene komplexe Entwicklung des Mitfalls aus dem Ohnefall verzichtet und stark vereinfachend angenommen, dass die Information infolge der Informationstechnologie entlang der

gesamten Prozesskette ihre Wirkung entfaltet. Diese Vereinfachung ist aufgrund der Unsicherheiten, mit denen die Bewertungsberechnungen behaftet sind, gerechtfertigt.

Die unternehmensorientierte Bewertung wurde als vereinfachte Kostenvergleichsrechnung auf Basis typisierter Transportketten ausgeführt. Dazu wurde zunächst der Transportkettentyp definiert, der für die Berechnung heranzuziehen ist und für diesen ein reales bzw. realitätsnahes Beispiel gewählt. Damit war bekannt, wie die Transportkette gegliedert und wie sie räumlich und zeitlich verortet ist. Die Kenntnis des Laufwegs und der Transportzeiten der Güter sowie der angewendeten Verkehrsträger erlaubten festzulegen, wo die zu untersuchende Informationstechnologie nur für diese Berechnungen zum Einsatz kommen sollte.

Da nun eine Vorstellung darüber besteht, welche Wirkungen von Kombinationen von IT-Funktionalitäten / Funktionen ausgehen, konnte auf geeignete Ober- und Untergrenzen aus der Übersicht der Wirkungen von IT-Kombinationen zurückgegriffen werden. Für die unternehmensorientierte Bewertung wurde vereinfachend ausschliesslich auf die Reisezeitgewinne als Eingangsgrösse zurückgegriffen. Aus Sicht des Transportunternehmers besteht grosses Interesse daran, möglichst schnell unterwegs zu sein, da nur die Fahrzeuge, die sich bewegen, Umsätze erwirtschaften können. Für die Bewertung folgte daraus, dass einerseits die Transportkosten, die dem Unternehmer ohne Einsatz der entsprechenden IT entstehen, berechnet wurden (Ohnefall). Andererseits wurden jene Transportkosten bestimmt, die unter Einsatz der IT beim Unternehmer anfallen (Mitfall). Hier kommen die Reisezeitgewinne infolge des IT-Einsatzes zum Tragen. Der Saldo der Transportkosten, sozusagen der „unternehmerische Nutzen“ diente als erste Vergleichsgrösse für die unternehmensorientierte Bewertung. Dem wurden jene Kosten entgegengesetzt, die dem Unternehmer entstehen, wenn er die entsprechende IT erwirbt oder mietet und für die Transportkette anwendet. Die Differenz zwischen dem Saldo der Transportkosten und den Kosten für den Einsatz der IT während des Transports diente als Mass zur Beurteilung, ob sich der Einsatz der entsprechenden IT für den Unternehmer lohnt oder nicht. Ist die Differenz grösser als Null, so entspringt dem Einsatz der IT ein Vorteil für den Unternehmer und er wird deren Einsatz grundsätzlich befürworten. Bei einer Differenz kleiner als Null gibt es keinen Vorteil für den Unternehmer und er wird somit eher auf die IT verzichten.

Zur Bestimmung der Kosten des Einsatzes der IT für die Dauer des Transports wurden Informationen benötigt, die z. T. nur über den Hersteller der betrachteten IT zu erhalten waren. Dies betraf

- Angaben dazu, wie teuer der Kauf der entsprechenden IT ist (Investitionen, Leasingraten)
- Aussagen zu den Betriebskosten, die durch den Einsatz der IT entstehen (z.B. Plattformmieten)
- Hinweise zu weiteren Kosten, die über Kauf und Betrieb der IT hinausgehend zu berechnen sind (z. B. Wartungskosten u. ä.)

Diese **Kosten** wurden für die **IT-Funktionalitäten / Funktionen** recherchiert und, wo Informationen fehlten, plausibel geschätzt. Um den Überblick zu bewahren, wurden die Kosten gemäss dem Schema des Total Cost of Ownership (TCO) (Wild & Herges, 2000) aufgeschlüsselt und in den Berechnungen genutzt. Dabei ist zu beachten, dass die Umlegung der Kosten auf den einzelnen Zug bzw. den einzelnen Lkw erfolgt und nicht auf die einzelne Zugfahrt bzw. LKW-fahrt (Tab. 6.30).

Tab. 6.30: Kosten der IT-Funktionalitäten / Funktionen am Beispiel einzelner Produkte

	Wert	Einheit	„Gefäss“
zedas cargo (E)			
Investition Hardware	Bis 1.000	CHF/Jahr	Je Zug
Betriebskosten Software	Über 1.000	CHF/Jahr	Je Zug
Anmerkung: zedas cargo wird nur als System verkauft, eine kostentechnische Trennung zwischen Hardware und Software ist sehr schwierig durchzuführen, bzw. es liegen für eine solche Trennung nur zu unpräzise Informationen vom Hersteller vor. Beim Anwender sind beispielhaft sieben Güterzüge im Einsatz.			
Oracle Transport Management (S, E)			
Investition Hardware	Über 10.000	CHF/Jahr	Je Zug
	Bis 10.000	CHF/Jahr	Je Lkw
Betriebskosten Software	Über 10.000	CHF/Jahr	Je Zug
	Über 1.000	CHF/Jahr	Je Lkw
Berechnungsannahmen: Für die Untergrenze ist lediglich ein Update des Systems notwendig, da das System bereits installiert ist und lediglich aktualisiert werden muss. Daher nur die Betriebskosten Software. Für die Obergrenze fallen durch ein vollständiges Neu-Aufsetzen des Systems jährlich Kosten aus der Investition und aus dem Update an. Daher werden die Investition Hardware und die Betriebskosten Software in Rechnung gestellt. Es wird ein Güterzug betrieben bzw. 23 Lkw.			
Oracle Transportation Management (reduzierte Variante) (S, E)			
Investition Hardware	Über 10.000	CHF/Jahr	Je Zug
	Bis 1.000	CHF/Jahr	Je Lkw
Betriebskosten Software	Über 1.000	CHF/Jahr	Je Zug
	Über 500	CHF/Jahr	Je Lkw
Berechnungsannahmen: Für die Untergrenze ist lediglich ein Update des Systems notwendig, da das System bereits installiert ist und lediglich aktualisiert werden muss. Daher nur die Betriebskosten Software. Für die Obergrenze fallen durch ein vollständiges Neu-Aufsetzen des Systems jährlich Kosten aus der Investition und aus dem Update an. Daher werden die Investition Hardware und die Betriebskosten Software in Rechnung gestellt. Es wird ein Güterzug betrieben bzw. 23 Lkw. Für die reduzierte Variante werden nur ein Fünftel der Kosten in Rechnung gestellt.			
PSITms (S, E)			
Investition Software	Bis 1.000	CHF/Jahr	Je Zug
	Bis 1.000	CHF/Jahr	Je Lkw
Betriebskosten Software	Bis 100	CHF/Jahr	Je Zug
	Bis 100	CHF/Jahr	Je Lkw
Rechnungsannahmen: Untergrenze: Investition 100.000 €, Nutzungsdauer 5 Jahre, Flottenumfang: 100 Lkw; Obergrenze: Investition 150.000 €, Nutzungsdauer 5 Jahre, Flottenumfang: 60 Lkw; Die jährlichen Betriebskosten der Software sind bereits in die jährlichen Abschreibungen eingerechnet. Eine exakte rechnerische Trennung zwischen den Abschreibungen infolge der Investitionen und den Betriebskosten der Software wird deshalb nicht vorgenommen, da PSITms nur als System verkauft wird und ausserdem keine Angaben zu den Betriebskosten vorliegen. Es wird auf den Güterzug und den Lkw gleich umgelegt.			
Cargo Rent (S)			
Investition Hardware	Bis 1.000	CHF/Jahr	Je Lkw
Betriebskosten Software	Bis 100	CHF/Jahr	Je Lkw
Berechnungsannahmen: Abschreibung der Hardware linear über 5 Jahre. Die Plattformmiete (Betriebskosten Software) wird für 23 Lkw vorgenommen (23 Lkw entsprechen vom Aufkommen her einem Güterzug).			
GPSAuge+Navigon (S)			
Investition Hardware	Bis 10.000	CHF/Jahr	Je Lkw
Betriebskosten Software	Bis 100	CHF/Jahr	Je Lkw
Berechnungsannahmen: Abschreibung der Hardware linear über 5 Jahre. Die Software wird für die Obergrenze linear über 3 Jahre, für die Untergrenze linear über 5 Jahre abgeschrieben.			
GPSAuge+GPSOverIP (S)			
Investition Hardware	Bis 1.000	CHF/Jahr	Je Lkw
Betriebskosten Software	Bis 1.000	CHF/Jahr	Je Lkw
Berechnungsannahmen: Abschreibung der Hardware linear über 5 Jahre. Die Software wird pro Monat und Lkw um 48,90 € gemietet.			
NightStar (S, E)			
Investition Hardware	Bis 10.000	CHF/Jahr	Je Zug
	Bis 1.000	CHF/Jahr	Je Lkw
Betriebskosten Software	Bis 100	CHF/Jahr	Je Zug
	Bis 100	CHF/Jahr	Je Lkw
Berechnungsannahmen: Abschreibung der Hardware linear über 5 Jahre. 1 Lkw benötigt 1 Barcodescanner, 1 Güterzug braucht 23 Barcodescanner.			

(S, E) = Strasse, Eisenbahn

Tab. 6.31: Kosten der IT-Funktionalitäten / Funktionen am Beispiel einzelner Produkte
(Fortsetzung)

	Wert	Einheit	„Gefäss“
SAP CRM (S, E)			
Investition Software	Bis 1.000	CHF/Jahr	Je Zug
	Bis 1.000	CHF/Jahr	Je Lkw
Betriebskosten Software	Bis 100	CHF/Jahr	Je Zug
	bis 100	CHF/Jahr	Je Lkw
Rechnungsannahmen: Untergrenze: Investition 3.200 €, Nutzungsdauer 5 Jahre, System ausgelegt für 100 User; Obergrenze: Investition 5.300 €, Nutzungsdauer 5 Jahre, System ausgelegt für 250 User. Die jährlichen Betriebskosten der Software sind bereits in die jährlichen Abschreibungen eingerechnet. Eine exakte rechnerische Trennung zwischen den Abschreibungen infolge der Investitionen und den Betriebskosten der Software wird deshalb nicht vorgenommen, da SAP CRM nur als System verkauft wird und ausserdem keine Angaben zu den Betriebskosten vorliegen. Es wird auf den Güterzug und den Lkw gleich umgelegt.			
EcoTransIT (S, E)			
Investition Hardware	0,00	CHF/Jahr	Je Zug
	0,00	CHF/Jahr	Je Lkw
Betriebskosten Software	Bis 100	CHF/Jahr	Je Zug
	Bis 100	CHF/Jahr	Je Lkw
Berechnungsannahmen: Betriebskosten Software lediglich Energiekosten der Computerbenutzung. Es wird auf Güterzug und Lkw gleich umgelegt. Es wird aber davon ausgegangen, dass der Computer nicht permanent (sondern höchstens anteilig) für EcoTransIT benutzt wird, woraus relativ geringe Kosten resultieren.			

(S, E) = Strasse, Eisenbahn

Wie sich zeigt, ist das Spektrum der Kosten einzelner IT-Systeme teilweise recht gross: Das Oracle Transportation Management (OTM) zur Anwendung kostet ca. 200 CHF/Tag. Das vergleichbare SAP (CRM) verursacht Kosten von ca. 2 CHF/Tag. Der Faktor 100 erklärt sich daraus, dass OTM wesentlich mächtiger und umfassender ist als SAP (CRM).

Die Transportkosten für den Lkw-Transport wurden auf Basis folgender Kosten ermittelt (Ohnefall und Mitfall):

- Transportkosten Container gemäss Containertarif (wegabhängig)
- Betriebskosten Lkw (Zeitkosten, Treibstoffkosten)
- Abschreibung (von Lkw, Anhänger und Container)
- Personalkosten

Die Transportkosten für den Transport mit der Eisenbahn wurden aus folgenden Komponenten bestimmt (Ohnefall und Mitfall):

- Transportkosten Container gemäss Containertarif (wegabhängig)
- Betriebskosten Eisenbahn
- Abschreibung (Lokomotive, Güterwagen und Container)
- Trassengebühren gemäss der schweizerischen Berechnungsvorschrift

Auf die Berechnung der Verzinsung wird aus Gründen der vereinfachten Betrachtung verzichtet, ebenso auf die leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (LSVA). Die wegabhängigen Grössen beziehen sich auf die jeweiligen Transportwege, d.h. auf die einfache Distanz zwischen Sender und Empfänger. Die zeitabhängigen Werte beziehen sich auf die jeweiligen Transportdauern, d.h. auf die einfache Transportzeit zwischen Sender und Empfänger, wobei kein IT-Einsatz unterstellt wird.

Ergebnis der unternehmensorientierten Bewertung ist eine Zuordnung

- des Saldos der Transportkosten mit und ohne IT auf Basis der Reisezeitgewinne infolge IT-Einsatzes zu jeder IT-Funktionalität,
- der IT-Kosten für den Einsatz der IT für den Transport entlang der Transportkette,
- der Differenz der oben angeführten Werte.

Darüber hinaus wurde als Ergebnis ermittelt, welche IT-Funktionalitäten / Funktionen unternehmensorientiert vorteilhaft sind und welche nicht. Darüber hinaus wurde eine Reihung

der IT-Funktionalitäten / Funktionen vorgenommen.

Umgesetzt wurde die unternehmensorientierte Bewertung für beispielhafte Ausprägungen der typisierten Transportketten. Die hieraus abgeleiteten Ergebnisse wurden beispielhaft anhand der Coca-Cola-Transportkette zwischen Bolligen und Interlaken (= Transportkette 1) sowie der Migros-Non-Food-Transportkette zwischen Neuendorf und Genf (= Transportkette 2) überprüft. Diese Transportketten wurden gewählt, da für diese entsprechende detaillierte Daten vorlagen.

Die unternehmensorientierte Bewertung lässt sich auch für Sensitivitätsanalysen nutzen. Bei der dieser Bewertung wurde auf die Kostensätze des NISTRA zurückgegriffen, die bestimmte Wirkungen – im Vergleich zum NIBA – sehr hoch bewerten (z. B. externe Kosten für CO₂ und NO_x). Für die Sensitivitätsanalysen werden die Kosten- und Wertansätze variiert. Sinnvolle Alternativen zum NISTRA sind z. B. die Kosten- und Wertansätze des NIBA, aber auch die Ansätze aus (ARE, 2007). Dabei zeigt sich, dass mit den verschiedenen Kosten- und Wertansätzen auch Verschiebungen bei der Reihung der Funktionalitäten auftreten können.

Bei der Transportkette 1 (siehe Anhang I.2.2) kamen nur die IT-Funktionalitäten / Funktionen zum Einsatz, die ausschliesslich für den Strassengüterverkehr geeignet sind. Dies ist darin begründet, dass die Transporte von Bolligen nach Interlaken ausschliesslich mit dem Lkw erfolgen. Die unternehmensorientierten Bewertungen der Transportkette 2 sind in Anhang I.2.3 dargestellt. Bei dieser Transportkette sind beide Verkehrsträger (Strasse und Eisenbahn) in die Betrachtung einbezogen.

Für die gesellschaftlich orientierte Bewertung wurde eine Aufwands-Nutzen-Abschätzung auf Basis typisierter Transportketten durchgeführt. Dazu wurde – wenn auch als starke Vereinfachung – angenommen, dass die Reisezeitverkürzungen für die prozesskettenbezogene Betrachtung der massgebende Parameter ist.

Methodisch ist anzumerken, dass die alleinige Beschränkung auf die Reisezeitgewinne insbesondere im Güterverkehr eine starke Vereinfachung darstellt. Nach der Studie „Modal Split Funktionen im Güterverkehr“ (Rapp Trans, ETH IVT, 2008) bestimmen nicht ausschliesslich Reisezeitgewinne, sondern

- die Pünktlichkeit des Transportes
- die Kosten des Transportes
- die Transportdauer
- das Vorhandensein von Gleisanschlüssen
- die Flexibilität

den Nutzen des Transportes und zwar abhängig von den Rahmenbedingungen des einzelnen Transports (z. B. Transportgut). Allerdings wird bereits in der Studie darauf hingewiesen, dass die Flexibilität mathematisch schwierig nachzubilden ist und daher vernachlässigt wird. Das Kriterium „Vorhandensein von Gleisanschlüssen“ ist für die Bewertung bedeutungslos und kann in Teilprojekt E ebenfalls entfallen. Zur Beurteilung der Pünktlichkeit bedarf es eines Soll-Ist-Vergleiches von Fahrplänen, die im Rahmen dieser Studie nicht zur Verfügung stehen. Die Transportkosten stehen zumindest in erster Näherung in direkter Abhängigkeit zur Reisezeit, so dass diese als Leitparameter für die vereinfachte Aufwands-Nutzen-Abschätzung verwendet werden kann.

Ähnlich wie bei der unternehmensorientierten Bewertung wurde auch hier der Typ der Transportkette, für den die Bewertung durchgeführt wurde, festgelegt und ein Realbeispiel zu diesem Typ gefunden.

Bezogen auf eine klar definierte, reale Transportkette und für einen abgegrenzten Zeitraum wurden monetarisierte Nutzen und Kosten des Einsatzes von ausgewählten IT-Produkten bestimmt. Ausgangspunkt der Nutzenberechnung war, dass der Einsatz von IT im Güterverkehr Zeitgewinne (und damit Nutzen) bringt. Die monetarisierten Nutzen berechneten sich folglich als Zeitgewinn multipliziert mit einem geeigneten Kostensatz. Um nicht-lineare Zusammenhänge zwischen den Reisezeitgewinnen und den anderen Wirkungen abbilden

zu können wurde ein zusätzlicher Faktor für Nichtlinearitäten eingeführt. Bestimmt wurden monetarisierte Nutzen

- aus Reisezeitgewinnen (NT)
- aus Reduktion der Personalkosten (NF), abgeleitet aus Reisezeitgewinnen
- aus Reduktion der Energiekosten (NE), abgeleitet aus Reisezeitgewinnen
- aus Reduktion von CO₂ (NC), abgeleitet aus Reisezeitgewinnen
- aus Reduktion von NO_x (NN), abgeleitet aus Reisezeitgewinnen

Nutzen aus der Reduktion von Unfällen, von Lärm und IT-Produkt-spezifische Nutzen wurden aus Vereinfachungsgründen vernachlässigt. Ausserdem erfolgte eine Zuteilung der Nutzen bezogen auf die Ebenen.

Hinter der Nutzenzuteilung verbirgt sich die vereinfachende Vorstellung, dass weder der Unternehmer noch der Prozesskettenbetreiber und auch nicht die Allgemeinheit Kapitalkosten zu tragen hat. So entsteht durch die Reduktion der Kapitalkosten den oben genannten Akteuren kein (zusätzlicher) Nutzen. Zinseffekte gehen damit in die gesellschaftlich orientierte Bewertung nicht ein. Dies wiederum lässt sich dadurch begründen, dass Informationstechnologien generell eine sehr kurze Nutzungsdauer besitzen und langwierige Zinseffekte damit nicht zum Tragen kommen können. Die untersuchten Transportketten beanspruchen für einen Transport je Richtung ebenfalls nur sehr kurze Zeiträume (d.h. wenige Stunden), so dass auch hier Zinseffekte vernachlässigt werden können.

Bezüglich der Kosten der Informationstechnologien wurde in Analogie zur betriebswirtschaftlichen Bewertung auf das Schema des Total Cost of Ownership (TCO) zurückgegriffen. Bei den Kosten- und Wertansätzen wurden, wo immer möglich und in Analogie zur unternehmensorientierten Bewertung schweizerische Kostensätze (von NISTRA und NIBA) gewählt. Als Beurteilungskriterien wurden für die gesellschaftlich orientierte Bewertung wie bei Nutzen-Kosten-Analysen üblich der Nutzen-Kosten-Quotient und die Nutzen-Kosten-Differenz verwendet.

6.3.5 Zusammenführung der Bewertungen

Ausgangspunkt für die Zusammenführung der qualitativen Bewertung sowie der quantitativen unternehmensorientierten und gesellschaftlich orientierten Bewertung auf Basis der typisierten Transportketten ist die Grundgesamtheit der IT-Funktionalitäten / Funktionen. Für diese wurden jeweils eine qualitative sowie eine quantitative Bewertung durchgeführt. Ziel ist es, gemäss dem Drei-Ebenen-Modell für jede Ebene die optimale IT-Funktionalität / Funktion zu finden, und diese jeweils einer der drei möglichen Strategien (Verkehrsverlagerung, Verkehrsvermeidung, Lenkung des Verkehrs) zuzuordnen.

Im nächsten Schritt wurden die IT-Funktionalitäten / Funktionen mit den Berechnungsergebnissen der quantitativen Bewertung verknüpft. Zunächst wurden die Transportkette 1 (nur Lkw-Transport, siehe Tab. 6.32) und die Transportkette 2 (Strassen- und Eisenbahnverkehr, siehe Tab. 6.33) herangezogen. Anschliessend wurden die Ergebnisse beider Transportketten miteinander verglichen und zu einem Gesamtergebnis zusammengeführt.

Mit Hilfe der Formeln

Zusammenführung der „gesellschaftlich orientierten Ansätze“:

$$G = \frac{1}{6} \cdot (V1 + V2 + V3 + V4 + V5 + V6) \quad \text{[Gleichung 6.4]}$$

Zusammenführung der „unternehmensorientierten Ansätze“:

$$B = \frac{1}{2} \cdot (B1 + B2) \quad \text{[Gleichung 6.5]}$$

Zusammenführung beider Ansätze:

$$S = \frac{1}{2} \cdot (B + G) \quad \text{[Gleichung 6.6]}$$

werden gewichtete Gesamtpositionen aus den verschiedenen Ansätzen zusammengefasst. Bei der Ermittlung von G werden sechs verschiedene gesellschaftlich orientierte Ansätze, zunächst für jede Transportkette, anschliessend in deren Zusammenfassung berücksichtigt. Bei der Bestimmung von B werden die unternehmensorientierten Rechnungen der beiden Transportketten kombiniert, bei der Berechnung von S werden das unternehmensorientierte und das gesellschaftlich orientierte Ergebnis kombiniert.

Tab. 6.32: Bewertung quantitativ Transportkette 1 (nur Strassenverkehr)

Funktionalität / Funktion	VWL						Ø	Rang
	NUI NIBA V1	NUI NISTRA V2	NPK NIBA V3	NPK NISTRA V4	NIA NIBA V5	NIA NISTRA V6		
A – Angebots-/Bedarfsplanung	9	10	9	9	9	9	9,2	9
B – Touren-/Transportkettenplanung	8	8	8	8	8	8	8,0	8
C – Transportvorbereitung	1	1	1	1	1	1	1,0	1
D – Disposition von Ladungen und Fahrzeugen	7	7	7	7	7	7	7,0	7
E – Disposition im Betrieb	10	9	10	10	10	10	9,8	10
F – Direkte Kommunikation Disposition und Fahrer	5	5	6	6	6	6	5,7	6
G – Infrastrukturinformationen	6	6	5	5	5	5	5,3	5
H – Ortung und Kontrolle	4	4	4	4	2	3	3,5	4
I – Information und Visualisierung	2	2	3	3	4	4	3,0	3
J – Mehrwertdienste Schnittstellen	3	3	2	2	3	2	2,5	2
K – Trassenkoordination	11	10	11	11	11	11	10,8	11

Bei der Transportkette 1 zeigen sich – in absteigender Reihung – die Funktionalitäten / Funktionen

- Transportvorbereitung,
- Mehrwertdienste Schnittstellen,
- Information und Visualisierung,
- Ortung und Kontrolle sowie
- Infrastrukturinformationen

als besonders wirksam. Dabei sind nur die drei letztgenannten für den Infrastrukturbereich von Bedeutung.

Tab. 6.33: Bewertung quantitativ Transportkette 2 (Strassen- und Eisenbahnverkehr)

Funktionalität / Funktion	VWL						Ø G	Rang
	NUI NIBA V1	NUI NISTRA V2	NPK NIBA V3	NPK NISTRA V4	NIA NIBA V5	NIA NISTRA V6		
A – Angebots-/Bedarfsplanung	8	8	8	9	9	9	8,5	9
B – Touren-/Transportkettenplanung	7	7	7	7	7	8	7,2	8
C – Transportvorbereitung	10	10	1	1	1	1	4,0	4
D – Disposition von Ladungen und Fahrzeugen	6	6	6	6	6	7	6,2	6
E – Disposition im Betrieb	9	9	9	10	10	10	9,5	10
F – Direkte Kommunikation Disposition und Fahrer	4	4	9	8	8	6	6,5	7
G – Infrastrukturinformationen	5	5	5	5	5	5	5,0	5
H – Ortung und Kontrolle	1	1	2	2	2	2	1,7	1
I – Information und Visualisierung	2	2	4	4	4	3	3,2	3
J – Mehrwertdienste Schnittstellen	2	2	3	3	3	4	2,8	2
K – Trassenkoordination	10	10	10	11	11	11	10,5	11

Bei der Transportkette 2 zeigen sich – in absteigender Reihung – die Funktionalitäten / Funktionen

- Ortung und Kontrolle,
- Mehrwertdienste Schnittstellen,
- Information und Visualisierung,
- Transportvorbereitung sowie
- Infrastrukturinformationen

als besonders wirksam (Tab. 6.34). Die Reihenfolge zeigt sich gegenüber der Bewertung der Transportkette 1 leicht geändert, es sind jedoch dieselben 5 Funktionalitäten, die an den ersten Stellen stehen.

Tab. 6.34: Zusammenfassung der quantitativen gesellschaftlich orientierten Bewertung für die Transportketten 1 und 2

Funktionalität / Funktion	VWL			Rang
	TK1	TK 2	G	
A – Angebots-/Bedarfsplanung	9	9	9,0	9
B – Touren-/Transportkettenplanung	8	8	8,0	8
C – Transportvorbereitung	1	4	2,5	2
D – Disposition von Ladungen und Fahrzeugen	7	6	6,5	6
E – Disposition im Betrieb	10	10	10,0	10
F – Direkte Kommunikation Disposition und Fahrer	6	7	6,5	6
G – Infrastrukturinformationen	5	5	5,0	5
H – Ortung und Kontrolle	4	1	2,5	2
I – Information und Visualisierung	3	3	3,0	4
J – Mehrwertdienste Schnittstellen	2	2	2,0	1
K – Trassenkoordination	11	11	11,0	11

Wie aus den beiden Einzelbewertungen der Transportketten zu erwarten, zeigen sich in der Zusammenfassung der Bewertung über beide Transportketten, dass die fünf genannten Funktionalitäten / Funktionen besonders zu berücksichtigen sind.

Bei der zusammenfassenden Bewertung aus Sicht der Betriebswirtschaft ergibt sich die Reihung wie folgt:

- Infrastrukturinformationen,
- Direkte Kommunikation Disposition und Fahrer,
- Disposition von Ladungen und Fahrzeugen,
- Mehrwertdienste Schnittstellen sowie
- Ortung und Kontrolle.

Auffällig ist, dass die Funktionalität / Funktion „G – Infrastrukturinformation“ einen ersten Platz einnimmt. Dies ist darauf zurück zu führen, dass die Infrastrukturinformationen Grundlage für eine ganze Reihe der weiteren IT-Funktionalitäten / Funktionen, aber auch der innerbetrieblichen Abläufe darstellen (Tab. 6.35).

Tab. 6.35: Zusammenfassung der quantitativen unternehmensorientierten Bewertung für die Transportketten 1 und

Funktionalität / Funktion	BWL			Rang
	B1	B2	B	
A – Angebots-/Bedarfsplanung	10	11	10,5	10
B – Touren-/Transportkettenplanung	5	8	6,5	6
C – Transportvorbereitung	8	9	8,5	8
D – Disposition von Ladungen und Fahrzeugen	3	3	3,0	2
E – Disposition im Betrieb	7	10	8,5	8
F – Direkte Kommunikation Disposition und Fahrer	2	4	3,0	2
G – Infrastrukturinformationen	1	2	1,5	1
H – Ortung und Kontrolle	8	1	4,5	5
I – Information und Visualisierung	6	7	6,5	6
J – Mehrwertdienste Schnittstellen	3	5	4,0	4
K – Trassenkoordination	11	11	11,0	11

Die zusammenfassende quantitative gesellschaftliche und unternehmensorientierte Bewertung zeigt mit der Reihenfolge

- Mehrwertdienste Schnittstellen,
- Infrastrukturinformationen,
- Ortung und Kontrolle
- Direkte Kommunikation Disposition und Fahrer sowie
- Disposition von Ladungen und Fahrzeugen

eine Bestätigung der vorherigen Ergebnisse der separaten quantitativen gesellschaftlich sowie unternehmensorientierten Bewertung, wobei die Reihenfolge nochmals geringfügig verändert wird (Tab. 6.36).

Tab. 6.36: Zusammenfassung der quantitativen gesellschaftlich und unternehmensorientierten Bewertung

Funktionalität / Funktion	unternehmensorientiert	gesellschaftlich orientiert	S	Rang
A – Angebots-/Bedarfsplanung	10	9	9,5	10
B – Touren-/Transportkettenplanung	6	8	7,0	8
C – Transportvorbereitung	8	2	5,0	6
D – Disposition von Ladungen und Fahrzeugen	2	6	4,0	4
E – Disposition im Betrieb	8	10	9,0	9
F – Direkte Kommunikation Disposition und Fahrer	2	6	4,0	4
G – Infrastrukturinformationen	1	5	3,0	2
H – Ortung und Kontrolle	5	2	3,5	3
I – Information und Visualisierung	6	4	5,0	6
J – Mehrwertdienste Schnittstellen	4	1	2,5	1
K – Trassenkoordination	11	11	11,0	11

Bezogen auf die Zuordnung der Funktionalitäten / Funktionen auf die Strategien der Verkehrsverlagerung, der Verkehrsvermeidung sowie der Steuerung und Lenkung ergeben sich die folgenden Reihenfolgen:

Strategie Verkehrsvermeidung:

1. Ortung und Kontrolle
2. Disposition von Ladungen und Fahrzeugen
Direkte Kommunikation Disponent – Fahrer
3. Disposition und Betrieb

Strategie Verkehrsverlagerung:

1. Mehrwertdienste Schnittstellen
2. Disposition von Ladungen und Fahrzeugen
3. Transportvorbereitung
4. Touren- und Transportkettenplanung
5. Disposition im Betrieb
6. Angebots- und Bedarfsplanung
7. Trassenkoordination

Strategie Steuerung und Lenkung:

1. Mehrwertdienste Schnittstellen
2. Infrastrukturinformationen
3. Ortung und Kontrolle
4. Direkte Kommunikation Disposition und Fahrer
5. Information und Visualisierung
6. Touren- und Transportkettenplanung
7. Disposition im Betrieb

Die Zuordnung auf die Ebenen des Regelkreises führt zu folgenden Reihenfolgen (Tab. 6.37 bis Tab. 6.39):

Tab. 6.37: Zuordnungen der IT-Funktionalitäten / Funktionen zu Ebene 1 (Infrastrukturbewirtschaftung)

	Wirkungspotenziale bei	Verlagerung		Vermeidung		Steuerung
	Nutzungswahrscheinlichkeit	50%	100%	50%	100%	
1. G – Infrastrukturinformationen	-	-	-	-	-	klein
2. D – Disposition von Ladungen und Fahrzeugen	0,47%	0,86%	0,30%	0,70%	-	
3. I – Information und Visualisierung	-	-	-	-	-	klein
4. K – Trassenkoordination	-0,32%	-0,66 %	-	-	-	

Tab. 6.38: Zuordnungen der IT-Funktionalitäten / Funktionen zu Ebene 2 (Prozesskettenbetreiber)

	Wirkungspotenziale bei	Verlagerung		Vermeidung		Steuerung
	Nutzungswahrscheinlichkeit	50%	100%	50%	100%	
1. J – Mehrwertdienste Schnittstellen	0,21%	0,38%	-	-	-	klein
2. H – Ortung und Kontrolle	-	-	-	-	-	klein
3. D – Disposition von Ladungen und Fahrzeugen	0,47%	0,86%	0,30%	0,70%	-	
4. C – Transportvorbereitung	0,00%	0,00%	-	-	-	
5. B – Touren-/Transportkettenplanung	0,74%	1,28%	-	-	-	klein
6. E – Disposition im Betrieb	0,17%	0,32%	-	-	-	
7. A – Angebots- und Bedarfsplanung	0,33%	0,62%	-	-	-	

Tab. 6.39: Zuordnungen der IT-Funktionalitäten / Funktionen zu Ebene 3 (unternehmensintern)

	Wirkungspotenziale bei	Verlagerung		Vermeidung		Steuerung
	Nutzungswahrscheinlichkeit	50 %	100%	50 %	100%	
1. J – Mehrwertdienste Schnittstellen	0,21 %	0,38 %	-	-	-	klein
2. F – Direkte Kommunikation Disposition und Fahrer	-	-	0,30 %	0,70 %	-	klein
3. E – Disposition im Betrieb	0,17 %	0,32 %	-	-	-	
4. A – Angebots- und Bedarfsplanung	0,33 %	0,62 %	-	-	-	

Über die Effekte der einzelnen Ebenen hinaus ist es nun, gemäss dem Regelkreismodell, möglich, die Funktionalitäten / Funktionen der verschiedenen Ebenen zu kombinieren um die zusätzlichen Effekte, die in ihren Wirkungen über die Summe der Effekte hinausgehen, zu ermitteln.

Hierbei sind qualitative (Tab. 6.40) und quantitative (Tab. 6.41) Synergieeffekte zu unterscheiden. Bei den qualitativen Synergieeffekten kommen zusätzliche Wirkungen von einer neuen Qualität hinzu, wie dies am folgenden Beispiel demonstriert wird.

Dabei ist die Funktionalität / Funktion „Infrastrukturinformationen“ die beste aus Ebene 1 und „Disposition von Ladungen / Fahrzeugen“ die zweitbeste aus Ebene 2.

Tab. 6.40: Beispiel für qualitative Synergieeffekte

		Wirkungspotenziale bei	Verlagerung	Vermeidung	Steuerung	
		Nutzungswahrscheinlichkeit	50 %	100%	50 %	100%
1.	G – Infrastrukturinformationen	-	-	-	-	klein
2.	D – Disposition von Ladungen/Fahrzeugen	0,47 %	0,86 %	0,30 %	0,70 %	-
1.+	G – Infrastrukturinformationen +					
2.	D – Disposition von Ladungen/Fahrzeugen	0,47 %	0,86 %	0,30 %	0,70 %	klein

Es zeigt sich, dass zusätzlich zur verkehrsvermeidenden Wirkung, die von den Infrastrukturinformationen herrühren noch Verkehrsverlagerungs- und Verkehrsvermeidungseffekte hinzukommen, die von der Disposition von Ladungen und Fahrzeugen herrühren.

Bei den quantitativen Synergieeffekten verstärken sich (oder schwächen sich) die Wirkungen in ihrer Quantität. Dies zeigt das folgende Beispiel. Dazu wird die Funktionalität / Funktion „Disposition von Ladungen und Fahrzeugen“ (zweitbeste von Ebene 1) und die Funktionalität / Funktion „Mehrwertdienste Schnittstellen“ (beste von Ebene 2) kombiniert.

Tab. 6.41: Beispiel für quantitative Synergieeffekte

		Wirkungspotenziale bei	Verlagerung	Vermeidung	Steuerung	
		Nutzungswahrscheinlichkeit	50 %	100%	50 %	100%
1.	J – Mehrwertdienste Schnittstellen	0,21 %	0,38 %	-	-	klein
2.	D – Disposition von Ladungen / Fahrzeugen	0,47 %	0,86 %	0,30 %	0,70 %	-
1.+	J – Mehrwertdienste Schnittstellen +					
2.	D – Disposition von Ladungen/Fahrzeugen	0,72 %	1,13 %	0,30 %	0,70 %	klein

Es zeigt sich bei den Verkehrsverlagerungseffekten, dass die Kombination der Funktionalitäten / Funktionen eine insgesamt grössere Wirkung aufweist als die Summe der Einzelwirkungen (Summe der Verlagerungen rechnerisch 0,68 %, die Verlagerung aus dem gemeinsamen Zusammenwirken beider Funktionalitäten / Funktionen aber 0,72 %).

7 Unternehmensbefragung

Eine wichtige Fragestellung im Zusammenhang mit dem Nutzen des IT-Einsatzes im Güterverkehr sind die Kriterien, die für die beteiligten Unternehmen ausschlaggebend für den IT-Einsatz sind. Diese sind eine wichtige Grundlage für die nachgelagerten Betrachtungen zur Migration, da nur, wenn diese Kriterien bekannt sind, entsprechende unterstützende Massnahmen bei der Migration überhaupt möglich sind. Daher wurde im Rahmen einer Unternehmensnachfrage ermittelt, wie bestimmte Produktmerkmale der IT-Anwendungen ihren Einsatz positiv oder negativ beeinflussen. Dabei können auch ohne strenge statistische Signifikanz der Ergebnisse zumindest Tendenzen hinsichtlich der erforderlichen Produkteigenschaften abgeleitet werden.

Bei einer Befragung von 130 Unternehmen haben trotz grossem Einsatz der an der Befragung beteiligten Institute lediglich 27 Unternehmen geantwortet. Die für die Ableitung der Elastizitäten relevanten Szenarien wurden sogar nur von 16 Unternehmen durchgespielt. Damit lässt das Ergebnis der Unternehmensbefragung zwar keine statistisch gesicherten Erkenntnisse zu den Elastizitäten der IT-Nutzung zu, es ist aber möglich, zumindest in einer ersten Tendenz Erkenntnisse zur Nutzung und den zugehörigen Einflussfaktoren abzuleiten. (siehe Tab. 7.42)

Tab. 7.42: Art und Nutzungshäufigkeit von IT-Produkten im Güterverkehr

	Ständig	Häufig	Gelegentlich	Nie
Dispositionsoftware (lokal oder webbasiert)	44%	7%	11%	37%
Routenplanungssoftware (zentral oder im Fahrzeug)	4%	7%	11%	78%
Sendungsverfolgungssoftware (Tracking & Tracing)	15%	33%	22%	30%
Verkehrsleitsysteme	0%	0%	11%	89%

Hinsichtlich der Art der genutzten IT-Produkte wird von den beteiligten Unternehmen vor allem Dispositions- und Sendungsverfolgungssoftware eingesetzt. Routenplanungssoftware besitzt nur eine untergeordnete Bedeutung. Dieses Ergebnis kann aber auch darin begründet liegen, dass die Routenplanung häufig integraler Bestandteil der erstgenannten Produkte ist. Die geringe Anzahl Nennungen bei Verkehrsleitsystemen kann ihre Ursache auch darin haben, dass diese Systeme nicht bewusst wahrgenommen werden, auch wenn Sie beispielsweise durch adaptive Verkehrssteuerungen Einfluss auf das Verhalten der Chauffeure des Unternehmens haben.

Um die wichtigsten Eigenschaften und deren Erfüllungsgrad von IT-Produkten bewerten zu können, wurden von den Interview-Teilnehmern neben den bekannten Eigenschaften (Support/Reaktionszeit, Sicherheit/Ausfallzeit, Internetzugriff, Weiterentwicklung/Updates, Dauer der Auftragsabwicklung, Fahrtenauslastung und Anschaffungspreis) noch zusätzliche Eigenschaften abgefragt. Dies sind Ergonomie, Programmschnittstellen, Datenhaltung, Flexibilität an Anpassungen, Übernahme bestehender Daten und die Verbesserung der Transport- und Personalplanung. Die Resultate sind in (Tab. 7.43) dargestellt.

Als wichtigste Eigenschaft wurde der Support angegeben, 83% der Befragten messen diesem eine sehr grosse bzw. grosse Wichtigkeit zu. Es folgen mit 65% die Ausfallsicherheit und mit 61% die Ergonomie/Bedienung sowie die Datenhaltung. Am unteren Ende wurden mit 26% die Steigerung der Fahrtenauslastung und mit 34% der Internetzugriff sowie die Verbesserung der Transport- und Personalplanung eingestuft.

Tab. 7.43: Wichtigkeit von Eigenschaften von IT-Produkten

	Sehr gross	Gross	Gering	Spielt keine Rolle
Ergonomie/Bedienung	9%	52%	17%	22%
Schnittstellen zu anderen Programmen/Systemen	39%	17%	26%	17%
Support (durch Anbieter)	44%	39%	4%	13%
Sicherheit (Ausfallsicherheit, Back up-Systeme)	30%	35%	17%	17%
Datenhaltung (wie können Daten abgespeichert werden, wie kommt man wieder an die Daten ran)	13%	48%	22%	17%
Flexibilität des Systems Anpassung an spezielle Unternehmensanforderungen	26%	30%	30%	13%
Externer Zugriff via Internet	17%	17%	35%	30%
Weiterentwicklung der Software für modernere Hardwaresysteme	0%	44%	30%	26%
Übernahmefähigkeit bestehender Daten	26%	26%	22%	26%
Schnellere Auftragsabwicklung	13%	39%	30%	17%
Steigerung der Fahrtenauslastung	13%	13%	48%	26%
Verbesserung der Transport- und Personalplanung	4%	30%	35%	30%
Anschaffungspreis	9%	52%	26%	13%

Hinsichtlich des Erfüllungsgrads der zuvor nach ihrer Wichtigkeit klassifizierten Eigenschaften von IT-Produkten im Güterverkehr (vgl. Tab. 7.44) wurden der Support, die Ausfallsicherheit und die Ergonomie/Bedienung am besten eingestuft. Über zwei Drittel der Befragten stufen den Erfüllungsgrad dieser Eigenschaften als sehr gross oder gross ein.

Am schlechtesten wurden der externe Internetzugriff sowie die Verbesserung der Transport- und Personalplanung genannt. Diese zwei Kriterien werden nur von einem Drittel der Befragten mit Erfüllungsgrad sehr gross / gross eingestuft.

Tab. 7.44: Erfüllungsgrad von Eigenschaften von IT-Produkten

	Sehr gross	Gross	Gering	Überhaupt nicht erfüllt
Ergonomie/Bedienung	6%	61%	22%	11%
Schnittstellen zu anderen Programmen/Systemen	26%	26%	37%	11%
Support (durch Anbieter)	20%	50%	20%	10%
Sicherheit (Ausfallsicherheit, Back up-Systeme)	11%	58%	21%	11%
Datenhaltung (wie können Daten abgespeichert werden, wie kommt man wieder an die Daten ran)	26%	37%	26%	11%
Flexibilität des Systems Anpassung an spezielle Unternehmensanforderungen	16%	21%	58%	5%
Externer Zugriff via Internet	20%	13%	47%	20%
Weiterentwicklung der Software für modernere Hardwaresysteme	13%	50%	25%	13%
Übernahmefähigkeit bestehender Daten	6%	44%	38%	13%
Schnellere Auftragsabwicklung	22%	33%	39%	6%
Steigerung der Fahrtenauslastung	6%	38%	38%	19%
Verbesserung der Transport- und Personalplanung	13%	20%	53%	13%

8 Ergebnis: Regelkreisbasierte IT-Optimierung der Güterwirtschaft der Schweiz

8.1 Vorgehensweise

Ausgehend vom dynamischen Wachstum der Transportströme steht die Schweiz als eines der wichtigsten Transitländer Europas vor grossen Herausforderungen. Ergänzend zum zeit- und kostenintensiven Ausbau der Infrastruktur müssen daher auch die weiteren Möglichkeiten zur Kapazitätsverbesserung und zur verbesserten Nutzung vorhandener Kapazitäten ausgeschöpft werden.

Eine Grundlage zur Umsetzung dieser Verbesserungen bilden IT-basierte Systeme, die den beteiligten Akteuren die erforderlichen Informationen bereitstellen, Eingriffsmöglichkeiten auf die Betriebsführung gestatten und Transportströme umweltverträglich beeinflussen können.

In diesem Sinne wurden heute vorhandene Prinzipien der IT-Anwendungen im Güterverkehr hinsichtlich ihrer Wirkungen untersucht und bewertet. Darüber hinaus wurden erwartete Trends und Entwicklungen im IT-Sektor mit einbezogen.

Die Studie sah ausdrücklich nicht vor, neue IT-Systeme zu konzipieren bzw. zu entwickeln. Vielmehr wurden die bestehenden Systeme der IT im Güterverkehr auf den drei Nutzungsebenen

- Infrastrukturbewirtschaftung,
- Prozesskettenbetreiber und
- Unternehmensintern

betrachtet und in einen gemeinsamen Regelkreis (siehe Abb. 1.2) eingebracht. Dabei wurden Ebenen übergreifende Rückkopplungen als Verstärkung der einzelnen IT-Anwendungen ermöglicht.

Die Anwendung der IT-Möglichkeiten wurde, ausgehend von den heute existierenden Systemen, auf deren jeweilige Funktionalitäten herunter gebrochen, um Einzelwirkungen möglichst detailliert aufgreifen zu können. Hierbei zeigte sich eine wesentliche Schwierigkeit der Studie im Fehlen von Grundlagendaten. Ermittlungen zu den Wirkungen des IT-Einsatzes im Güterverkehr liegen bis heute nur in rudimentärer Form vor. Sofern überhaupt entsprechende Untersuchungen durchgeführt wurden, standen stets die Wirkungen von umfassenden Gesamtsystemen im Vordergrund. Dies bedeutet, dass zu einzelnen IT-Anwendungen Wirkungsbereiche als Summe der Wirkungen aller Funktionalitäten eines Systems vorlagen, eine Differenzierung nach Einzelfunktionalitäten jedoch nicht erfolgte. Dementsprechend wurden in der Bearbeitung Systeme mit unterschiedlichen Funktionalitäten einem kombinatorischen Vergleich unterzogen und daraus die Wirkungen der zuvor praxisorientiert definierten sowie an anderen Studien orientierten Einzelfunktionalitäten ermittelt.

Anschliessend wurden die Potenziale der einzelnen Funktionalitäten ausgewiesen und in vereinfachten Modellanwendungen die Wirkungen an beispielhaften Relationen des Schweizer Güterverkehrs als Relativwerte ermittelt. In Kombination mit den ebenfalls ermittelten Kostenansätzen für Investitionen und Betrieb der IT-Systeme wurden die einzelnen Funktionalitäten einer vereinfachten Bewertung nach unterschiedlichen verkehrsbezogenen Zielsystemen aus der Schweiz unterzogen.

Im Rahmen der Migration wurde betrachtet, inwieweit und für welche IT-Systeme eine Unterstützung durch Fördermassnahmen zweckmässig ist.

Die auf den Berechnungen aufbauende Wertung der Funktionalitäten orientierte sich einerseits an den Nutzungsebenen des Regelkreises sowie andererseits an den Strategien

- der Verkehrsverlagerung,

- der Verkehrsvermeidung und
- der Verkehrslenkung und -steuerung,

im Einklang mit den generellen Leitlinien der Schweizer Verkehrspolitik.

Dabei wurde – auch bei den Prozessketten und den unternehmensinternen Belangen – eine Verkehrsvermeidung nicht im Sinne der Umstellung von Produktionsprozessen und / oder Standortverlagerungen in Ansatz gebracht. Vielmehr wurde Verkehrsvermeidung hier verstanden als Vermeidung einzelner Fahrten z. B. durch verbesserte Nutzung der Ladungskapazität oder durch Verbesserungen bei der Tourenplanung. Eingriffe in innerbetriebliche Produktionsabläufe wurden dagegen gemäss Aufgabenstellung nicht betrachtet.

8.2 Ergebnisse

Im Gesamtbild ist festzuhalten, dass sich der Einsatz IT-basierter Systeme im Güterverkehr der Schweiz für den Strassengüterverkehr positiver auswirkt als für den Schienengüterverkehr, da sich insgesamt eher deutliche Verlagerungsgewinne vom Schienenverkehr zum Strassenverkehr abzeichnen. Dies gilt umso mehr, je stärker die IT-Systeme umfassend in verschiedenen Bereichen der Prozesskette eingebracht werden, da hierbei keine Festlegung auf einen einzelnen Verkehrsträger erfolgt, sondern gerade die Vielfältigkeit der möglichen Verkehrsträger eine wesentliche Grundlage des Systemeinsatzes bildet.

Gegenüber dem in Kapitel 0 dargestellten Referenzfall wurden der Ergebnisermittlung mit 50 bzw. 100 % zwei Nutzungswahrscheinlichkeiten zu Grunde gelegt, die die weitere Marktdurchdringung der jeweiligen Funktionalität / Funktion beschreiben. Nachfolgend werden die Ergebnisse für die 50 %ige Nutzungswahrscheinlichkeit dargestellt (in der Klammer sind die Werte für eine 100 %ige Nutzungswahrscheinlichkeit ausgewiesen). Die resultierenden, durch den Einsatz der IT-Funktionalitäten / Funktionen erzielbaren, Ergebnisse zeigen sich, gegliedert nach Nutzungsebenen und Strategien, wie nachfolgend dargestellt. Die Reihenfolge der Nennungen ergibt sich aus der Reihung in der Bewertung (siehe Kapitel 6.3.5).

Die dargestellten Verlagerungswirkungen sind dabei jeweils der Saldo der Verlagerung von der Strasse auf die Schiene und der Verlagerung von der Schiene auf die Strasse. Obwohl in einzelnen Bereichen auch nennenswerte Verlagerungen auf die Schiene auftreten überwiegen im Saldo die Verlagerungen zur Strasse.

Ebene **Infrastrukturbewirtschaftung**

- Strategie **Verkehrsverlagerung**
 - Funktionalität / Funktion *Disposition von Ladungen / Fahrzeugen*: 26,8 (42,6) Mio. tkm/a werden von der Schiene auf die Strasse verlagert
 - Funktionalität / Funktion *Infrastrukturinformationen*: 49,9 (103,3) Mio. tkm/a werden von der Strasse auf die Schiene verlagert
- Strategie **Verkehrsvermeidung**
 - Funktionalität / Funktion *Disposition von Ladungen / Fahrzeugen*: 53,0 (106,0) Mio. tkm/a werden auf der Strasse eingespart
- Strategie **Verkehrslenkung und -steuerung**
 - Funktionalität / Funktion *Infrastrukturinformationen*
 - Funktionalität / Funktion *Information und Visualisierung*
bei beiden Funktionalitäten / Funktionen treten nur in geringem Umfang (rechnerisch nicht bestimmbare) Wirkungen auf

Ebene **Prozesskettenbetreiber**

- Strategie **Verkehrsverlagerung**
 - Funktionalität / Funktion *Mehrwertdienste Schnittstellen*: 12,6 (19,1) Mio. tkm/a werden von der Schiene auf die Strasse verlagert

- Funktionalität / Funktion *Disposition von Ladungen / Fahrzeugen*: 26,8 (42,6) Mio. tkm/a werden von der Schiene auf die Strasse verlagert
- Funktionalität / Funktion *Touren- und Transportkettenplanung*: 41,8 (56,4) Mio. tkm/a werden von der Schiene auf die Strasse verlagert
- Funktionalität / Funktion *Disposition im Betrieb*: 9,6 (18,0) Mio. tkm/a werden von der Schiene auf die Strasse verlagert
- Funktionalität / Funktion *Angebots- und Bedarfsplanung*: 21,7 (39,5) Mio. tkm/a werden von der Schiene auf Strasse verlagert
- Strategie **Verkehrsvermeidung**
 - Funktionalität / Funktion *Disposition von Ladungen / Fahrzeugen*: 53,0 (106,0) Mio. tkm/a werden auf der Strasse eingespart
- Strategie **Verkehrslenkung und -steuerung**
 - Funktionalität / Funktion *Mehrwertdienste Schnittstellen*
 - Funktionalität / Funktion *Ortung und Kontrolle*
 - Funktionalität / Funktion *Touren- und Transportkettenplanung* bei allen drei Funktionalitäten / Funktionen treten nur in geringem Umfang (rechnerisch nicht bestimmbare) Wirkungen auf

Ebene Unternehmensintern

- Strategie **Verkehrsverlagerung**
 - Funktionalität / Funktion *Mehrwertdienste Schnittstellen* 12,6 (19,1) Mio. tkm/a werden von der Schiene auf die Strasse verlagert
 - Funktionalität / Funktion *Disposition im Betrieb*: 9,6 (18,0) Mio. tkm/a werden von der Schiene auf die Strasse verlagert
 - Funktionalität / Funktion *Angebots- und Bedarfsplanung*: 21,7 (39,5) Mio. tkm/a werden von der Schiene auf Strasse verlagert
- Strategie **Verkehrsvermeidung**
 - Funktionalität / Funktion *Direkte Kommunikation Disposition / Fahrer*: 53,0 (106,0) Mio. tkm/a werden auf der Strasse eingespart
- Strategie **Verkehrslenkung und -steuerung**
 - Funktionalität / Funktion *Mehrwertdienste Schnittstellen*
 - Funktionalität / Funktion *Direkte Kommunikation Disposition / Fahrer* bei beiden Funktionalitäten / Funktionen treten nur in geringem Umfang (rechnerisch nicht bestimmbare) Wirkungen auf

Die ausgewiesenen Wirkungen zeigen, dass nur bei der einen Funktionalität / Funktion „Infrastrukturinformationen“ eine Verlagerung vom Strassenverkehr zum Schienenverkehr auftritt. Dies ist mit darauf zurückzuführen, dass der Einsatz neuer IT-Systeme im Schienenverkehr in der Regel nur bereits vorhandene Systeme ergänzen kann, da die Eisenbahninfrastrukturbetreiber und die Eisenbahnverkehrsunternehmen auf Grund der Planbarkeit der Schienenverkehre bereits frühzeitig den Einsatz von IT-Systemen vorgenommen haben. Insoweit ist ein grosser Teil der erzielbaren Wirkungen bereits heute vorhanden und kann durch andere vorhandene IT-Systeme nicht mehr nennenswert gesteigert werden.

Auch wenn die Zahlenwerte in ihrer absoluten Höhe aufgrund der statistisch nicht repräsentativen Erhebung (vgl. Kap. 4.1) nur sehr eingeschränkt belastbar sind, lassen sich unter Berücksichtigung der ergänzenden qualitativen Abschätzungen sowie der mit anderen Untersuchungen (vgl. (Chlond & Geweke, 2006)) verglichenen Sensitivitäten durchaus grundsätzliche Aussagen ableiten.

Die kumulative Wirkung der Kombination von Funktionalitäten / Funktionen aus verschiedenen Ebenen, entsprechend der Ebenen bezogenen Rückkopplung des Regelkreises, zeigt im Ergebnis, dass sich die Wirkungen nicht nur additiv ergänzen sondern darüber hinaus der Rückkopplungseffekt zu einer zusätzlichen Verstärkung der Wirkungen führt. Dieser quantitative Synergieeffekt zeigt sich am nachfolgenden Beispiel der Strategie der Verkehrsverlagerung.

- Strategie **Verkehrsverlagerung**

- Funktionalität / Funktion *Disposition von Ladungen / Fahrzeugen (aus Ebene 1)*: 26,8 (42,6) Mio. tkm/a werden von der Schiene auf die Strasse verlagert
- Funktionalität / Funktion *Mehrwertdienste Schnittstellen (aus Ebene 2)*: 12,6 (19,1) Mio. tkm/a werden von der Schiene auf die Strasse verlagert
- **Kombination der Funktionalitäten / Funktionen**: 44,9 (74,0) Mio. tkm/a werden von der Schiene auf die Strasse verlagert (mehr als die additive Verknüpfung mit 39,4 (61,7) Mio. tkm/a)

8.3 Schlussfolgerungen für den Einsatz vorhandener IT-Produkte

Insgesamt ist festzuhalten, dass sich aus den ermittelten Ergebnissen derzeit kein unmittelbarer Bedarf für umfangreiche staatliche Handlungen hinsichtlich der Förderung der weiteren Marktdurchdringung einzelner vorhandener Technologien oder Systeme ableiten lässt. Die hier ermittelten mit dem IT-Einsatz erzielbaren gesellschaftsbezogenen Vorteile liegen in einer Grössenordnung, die aus Nutzen-Kosten-Überlegungen eine gezielte staatliche (Teil-)Finanzierung nicht gerechtfertigt erscheinen lassen. Die erzielbaren, unternehmensbezogenen Gewinne (= Kostenreduktionen, Effektivitätssteigerungen) legen es aber den Unternehmen nahe, aus eigenem Antrieb tätig zu werden. Dass dieses weitgehend auch von den Unternehmen so gesehen wird, belegen die vielfältigen Aktivitäten, die im IT-Bereich von den transportbeteiligten Unternehmen bereits heute unternommen werden.

Dennoch kommt dem staatlichen Bereich an dieser Stelle eine wichtige Aufgabe zu. Die heute – und ohne zusätzliches Handeln wohl auch zukünftig – zum Einsatz kommenden Systeme stellen überwiegend spezifisch auf ein Unternehmen zugeschnittene Einzelanwendungen, sogenannte Insellösungen, dar. Durch die dabei zur Anwendung kommenden unterschiedlichen Datenbeschaffungs- und Informationsgewinnungsprozesse werden in grossem Umfang Mehrfacharbeiten mit hohem Aufwand durchgeführt. Dies betrifft z. B. die Informationsbeschaffung im Bereich der Verkehrserfassung und der daraus resultierenden verkehrlichen Lenkung in der Disposition. Ein koordinierte Datenhaltung, die auf einheitlichen Standards und Schnittstellen basiert, ist in der Lage, die erforderlichen Verkehrsinformationen allen Beteiligten in gleicher Weise zur Verfügung zu stellen und trägt dazu bei, dass Mehrfacharbeiten und Reibungsverluste vermieden werden. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass verkehrslenkende Massnahmen auf einer einheitlichen Grundlage dazu führen, dass keine kontraproduktiven Lenkungsmassnahmen auf Grund unterschiedlicher Datengrundlagen eingesetzt werden. Als staatliche Aufgabe ist hier die Initiative für eine Vereinheitlichung in diesem Bereich anzusehen. Darunter ist nicht die Schaffung eines einheitlichen Systems zu verstehen, sondern vielmehr die Vereinheitlichung von Datenbeschaffungsmethoden durch eine gezielte Bereitstellung abrufbarer Daten in einheitlichen Formaten sowie standardisierten Schnittstellen. Da die Fahrzeuge bereits zunehmend mittels Mobiltelekommunikation mit den jeweiligen Zentralen verbunden sind, setzen in grossem Massstab zum Einsatz kommende IT-Systeme leistungsfähige Mobilnetze voraus. Auch hier sind die Flächendeckung und die erforderlichen Bandbreiten sicherzustellen.

Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass eine, im Rahmen dieser Studie zwar genannte, im Hinblick auf die Wirkungen jedoch auf Grund fehlender Daten nicht verifizierte Funktionalität / Funktion ein Einsatzfeld für staatliches Handeln bildet, die das Erzielen auch grosser Wirkungen ermöglichen könnte. Die unter der Funktionalität / Funktion „Transportvorbereitung“ dargestellte Möglichkeit, über verbindliche Umweltberichte und daraus abgeleitete Verpflichtungen zur Reduktion von negativen Auswirkungen des Güterverkehrs (z. B. Reduktion von Schadstoffemissionen, Reduktion des CO₂-Ausstosses usw.) würde die Strategien der Verkehrsverlagerung und Verkehrsvermeidung in erheblichem Masse befördern. Hierzu wäre, neben den entsprechenden Verpflichtungen durch Gesetze bzw. Verordnungen, auch eine entsprechende Überwachung der Verkehre zur Feststellung der Einhaltung der Verpflichtungen bzw. zur Dokumentation von Verstössen erforderlich (siehe auch Teilprojekte D, F, H). Abgesehen davon, dass entsprechende gesetzliche Regelungen derzeit nicht absehbar sind, lassen sich die dafür erforderlichen Massnahmen der Datenerfassung derzeit nicht mit den Forderungen des Datenschutzes vereinbaren.

Insgesamt ist festzuhalten, dass mit einer weiteren Verbreitung der heute bereits im Einsatz befindlichen IT-Systeme in der Gütertransportwirtschaft keine wesentlichen über die heutigen Wirkungen hinausgehenden Infrastrukturwirkungen zu erreichen sind. Sofern weitere Infrastrukturwirkungen generiert werden sollen, ist dieses – sofern überhaupt möglich - nur über die Entwicklung neuer IT-Produkte mit weitergehenden Funktionalitäten möglich.

9 Prozessorientierte Untersuchung der Infrastrukturwirkungen

9.1 Vorgehen und Methodik

Das Vorgehen basiert auf einer Prozessanalyse der Transportprozesse sowohl im Strassen- als auch im Schienengüterverkehr. Die Prozessanalyse ermöglicht eine produktneutrale, abstrakte Betrachtung der Wirkungen von IT-Produkten auf die Infrastrukturnutzung. Zur Ableitung der potenziellen Wirkungen neuer IT-Produkte wird in fünf Schritten vorgegangen:

Schritt 1: Identifikation der *Treiber der Infrastrukturnutzung*, das heisst welche Grössen bei der Charakterisierung der Transportnachfrage und bei der Transportdurchführung haben eine Wirkung auf den Bedarf an physischer Infrastruktur (Kapitel 9.2).

Schritt 2: Ermittlung der relevanten Prozesse bei der Transportdurchführung, die einen Einfluss auf die Treiber der Infrastrukturnutzung besitzen. Damit können Prozesse, die keinen Einfluss auf die Treiber der Infrastrukturnutzung haben, von vorneherein für die weiteren Analysen als nicht relevant ausgeschlossen werden (Kapitel 9.3).

Schritt 3: Analyse der Funktionen von Softwareprodukten, die wiederum die Transportprozesse im Hinblick auf ihren Bedarf an Infrastrukturnutzung beeinflussen (Kapitel 9.4).

Schritt 4: Ableitung der qualitativen Optimierungspotenziale, die durch den Einsatz der Funktionen bei Infrastrukturnutzung generiert werden können (Kapitel 9.5).

Schritt 5: Vergleich der erforderlichen Funktionen mit den heute vorhandenen Funktionen bei den Software-Produkten und Ableitung von Entwicklungsbedarf im Software-Bereich. Auf dieser Grundlage können Entscheidungen zur Förderung und zu regulatorischen Randbedingungen für den Software-Einsatz getroffen werden.

9.2 Treiber der Infrastrukturnutzung

Die Kenntnis über die wesentlichen Treiber der Infrastrukturnutzung bildet die Grundlage, um die infrastrukturelevanten Transportprozesse ermitteln und daraus geeignete IT-basierte Massnahmen ableiten zu können.

Die insgesamt neun identifizierten Treiber der Infrastrukturnutzung können in vier Hauptgruppen zusammengefasst werden:

Transportnachfrage

Die Infrastrukturnutzung ist wesentlich durch die allgemeine Transportnachfrage bestimmt, welche sich aus dem Produkt der beiden Treiber *Transportmenge* und *Transportdistanz* ergibt. Typische Messgrössen sind Tonnenkilometer, in Bezug auf die Infrastrukturnutzung insbesondere aber auch die Anzahl Fahrzeuge auf einem definierten Streckenabschnitt.

Ein zentraler Einflussfaktor auf die Transportmenge ist die allgemeine Konjunktorentwicklung. So hat die Güterverkehrsleistung in Tonnenkilometern im Krisenjahr 2009 gegenüber dem Vorjahr beispielsweise um 7% abgenommen (BFS 2012). Im Schienengüterverkehr der Rückgang gar 14%. Neben der Konjunktur stellt die Fertigungstiefe ein zweiter wichtiger Einflussfaktor dar. Je geringer die Fertigungstiefe in einem Produktionsbetrieb ist, desto öfters müssen Güter („Halbzeuge“) zwischen Unternehmen verschoben werden, was die Transportmenge entsprechend erhöht.

Die Transportdistanz hängt primär von der geographischen Lage der Lieferanten und Kunden ab. Je globaler Waren beschafft werden und je globaler die Kunden verteilt sind, desto länger werden verständlicherweise die Transportdistanzen. Diese zählen zusammen mit der abnehmenden Fertigungstiefe zu den wichtigsten Gründen für den weltweiten Trend stetig steigender Güterverkehrsleistungen.

Die Transportnachfrage ändert sich zudem im Tages- und Wochenverlauf aufgrund der gewünschten *Abhol-/Lieferzeiten*. Sie ergeben sich weitgehend aus den Produktionszeiten eines Unternehmens und/oder durch die eingegangenen Verträge mit Kunden/Lieferanten. Es ist zu beachten, dass diese Studie explizit zwischen der gewünschten Abhol-/Lieferzeit und der effektiven Verkehrszeit unterscheidet (vgl. Routing). Diese beiden Grössen müssen nämlich nicht zwingendermassen übereinstimmen. Ein anschauliches Beispiel stellt die Heimlieferung von Lebensmitteln dar. Obwohl der Kunde sich in der Regel eine Lieferzeit am frühen Abend wünscht, behält sich der Lieferant die Möglichkeit offen, bereits früher

liefern zu können (Verkehrszeit). Damit kann er das Routing und die Auslastung seiner Transportkapazitäten massiv optimieren.

Logistikkonzept

Unter dem Begriff Logistikkonzept sind die beiden Treiber *Sendungsgrösse* und *Beladung* zusammengefasst. Beide werden aufgrund zahlreicher Faktoren durch die Verloader festgelegt. Dazu gehören beispielsweise der Wert und die Beschaffenheit des Transportguts (Massengut/Konsumgut) oder das Produktions- und Lagerkonzept. Je kleiner die Sendungsgrösse, desto häufiger werden Transporte notwendig. Dies kann sich auch auf die Verkehrsmittelwahl auswirken, da vorab schienen- und wassergebundene Verkehrsmittel erst ab einer gewissen Sendungsgrösse konkurrenzfähig sind. Je nach Logistikkonzept ist auch die maximale Beladung der Transportmittel nur von sekundärer Bedeutung. Als Beispiel sei die Just-in-Time Belieferung erwähnt, die zu Transporten mit unausgelasteten Fahrzeugen führen kann⁶. Dies erhöht ebenfalls die Anzahl Fahrten und erhöht damit die Infrastrukturnutzung.

Verkehrsmittelwahl

Bei der Verkehrsmittelwahl entscheidet sich, welche Infrastruktur überhaupt genutzt wird. Dies wird durch den Treiber *Verkehrsart* bestimmt. Innerhalb der Schweiz haben die Verloader die Wahl zwischen Strasse und Schiene, während beim Import/Export zusätzlich die Optionen Schifffahrt und zu einem kleinen Teil die Luftfahrt dazukommen. Wichtige Faktoren für die Wahl der Verkehrsart sind Zuverlässigkeit, Kosten, Transportzeit, die verfügbare Infrastruktur, das Logistikkonzept des Verladers, sowie allfällige Vorschriften. Zu letzterem gehören beispielsweise Transportverbote und -einschränkungen für gewisse Gefahrgüter auf der Strasse.

Nicht nur die Wahl des Verkehrsmittels, sondern auch deren spezifische *Fahrzeugparameter* wirken sich auf die Nutzung der Infrastruktur aus. Von Relevanz sind dabei insbesondere das Ladegewicht, die Fahrzeuglänge, die Maximalgeschwindigkeit und das Beschleunigungsvermögen. Die Festlegung dieser Parameter unterliegt grundsätzlich den gleichen Einflussfaktoren wie bei der Wahl der Verkehrsart. Sie ist das Resultat einer Kosten/Nutzen-Betrachtung und/oder so vom Gesetzgeber vorgeschrieben.

Routing

Die *Routenwahl* ist ein weiterer wichtiger Treiber für die Infrastrukturnutzung. Sie ist das Resultat einer (oft intuitiven durchgeführten) Minimierung von Kosten und Zeit. Dieser Entscheidungsprozess kann mittels Verkehrssteuerung oder Vorschriften beeinflusst sein. Im Vergleich zum Personenverkehr spielen Vorschriften im Güterverkehr eine grössere Rolle bei der Routenwahl, da gewisse Strassen Gewichtsbeschränkungen oder Fahrverbote für Transportgüter unterliegen.

Das Routing hat nicht nur einen physischen sondern auch zeitlichen Aspekt. Je nach Tageszeit und Wochentag sind – ähnlich wie beim Personenverkehr – unterschiedliche Ganglinien festzustellen. Die *Verkehrszeit* ist somit ein weiterer Treiber der Infrastrukturnutzung. Im Güterbereich ist sie stark durch die gewünschten Abhol-/Lieferzeiten beeinflusst.

Abb. 9.12 fasst diese Überlegungen tabellarisch zusammen.

⁶ In der Schweiz sind solche Transporte aufgrund der LSVA allerdings nur bedingt attraktiv.

Treiber der Infrastrukturnutzung		generelle Einflussfaktoren auf Treiber
Transportnachfrage	Abhol-/Lieferzeiten	Produktionszeiten, Kunden-/Lieferantenverträge
	Transportmenge	Konjunktur, Fertigungstiefe
	Transportdistanz	geographische Lage der Lieferanten und Kunden
Logistikkonzept	Sendungsgrösse	Wert und Beschaffenheit des Transportguts,
	Beladung	Produktions- und Lagerkonzept
Verkehrsmittelwahl	Verkehrsart	Zuverlässigkeit, Kosten, Transportzeit, verfügbare
	Fahrzeugparameter	Infrastruktur, Logistikkonzept, Vorschriften
Routing	Routenwahl	Transportzeit, Kosten, Verkehrssteuerung,
	Verkehrszeit	Vorschriften, Abhol-/Lieferzeiten

Abb. 9.12: Treiber der Infrastrukturnutzung

Die Treiber der Transportnachfrage werden im Rahmen dieser Studie als nicht beeinflussbar angenommen.

9.3 Relevante Prozesse und Funktionen

9.3.1 Einleitung

Nicht alle Prozesse in der Transportplanung und -durchführung sind relevant in Bezug auf eine Optimierung der Infrastrukturnutzung. Um die relevanten Prozesse identifizieren zu können, soll zunächst der typische Transportablauf generisch beschrieben werden. Bereits auf einer hohen Aggregationsebene können dabei Aussagen gemacht werden, welche Prozesse Funktionen beinhalten, die über die entsprechenden Treiber wesentlichen Einfluss auf die Infrastrukturnutzung haben und daher weiter zu detaillieren sind. Zudem werden Schnittstellen zwischen beteiligten Akteuren ersichtlich, welche die Ursache von unerwünschten Informationsbrüchen sein können.

In Anlehnung an SCHÖNSLEBEN (2011) wird unter einem **Prozess** eine strukturierte Aneinanderreihung von Funktionen verstanden. Eine **Funktion** ist dabei eine nicht weiter unterteilte Tätigkeit oder Aufgabe. Funktionen und Prozesse sind somit eng miteinander verbunden: Sobald man eine Funktion weiter unterteilt, wird sie definitionsgemäss zu einem Prozess. Beide Begriffe unterscheiden sich jedoch klar vom Begriff der Funktionalität. Diese Studie versteht unter **Funktionalität** die Fähigkeit eines (IT-) Produktes, einen Prozess oder eine Funktion zu ermöglichen, zu unterstützen oder zu vereinfachen. Ein Beispiel einer Funktionalität wäre die Zugriffsmöglichkeit auf ein IT-System über das Internet.

9.3.2 Prozesse und Funktionen

Abb. 9.13 zeigt die generellen Hauptprozesse und Funktionen in der Transportplanung und -durchführung. Sie sind weitgehend unabhängig von der Art des Transportmittels. Die Darstellung basiert auf der Modellierungssprache Business Process Modelling Notation (BPMN)⁷. Generell beginnt der zu betrachtende Prozess mit der Anfrage eines Verladers, da die sich Transportnachfrage als vorgelagerte Eingangsgrösse aus strategischen Entscheidungen der Verlader ergibt, die selten aufgrund Überlegungen zum Transportprozess getroffen werden.

⁷ Für Details zu BPMN, siehe z.B. WHITE & MIERS (2008)

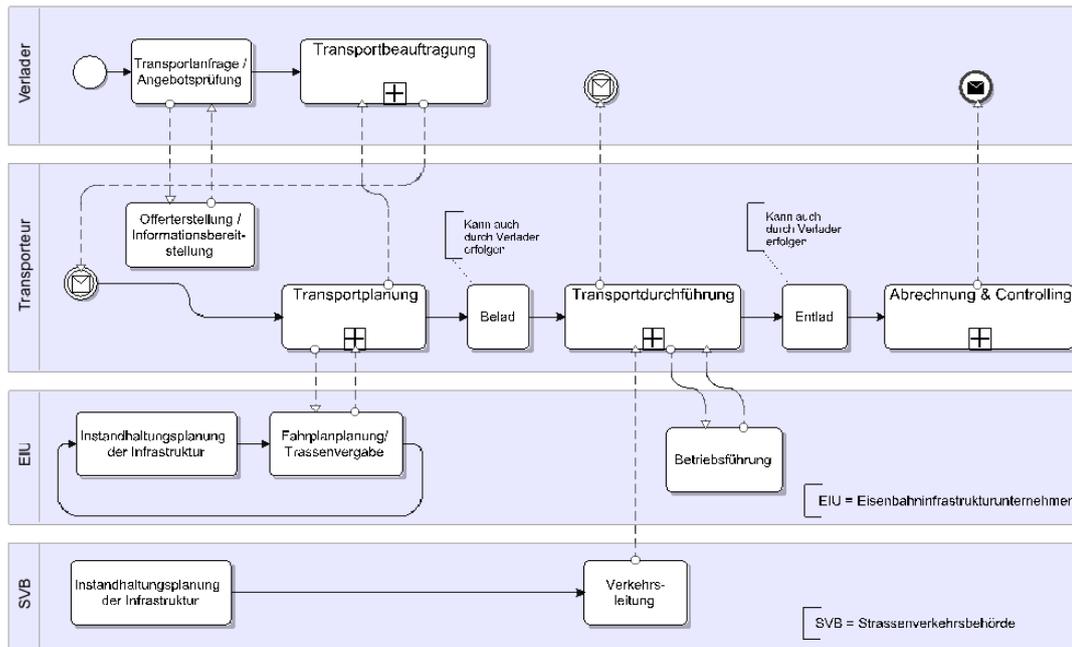


Abb. 9.13: Hauptprozesse in der Transportplanung und -durchführung

Bei einem Transport sind in der Regel drei Akteure – der Verladende, der beauftragte Transporteur und ein Infrastrukturbetreiber – beteiligt. Letztere sind in der Schweiz namentlich die SBB Infrastruktur/BLS Netz AG bzw. die kantonalen Strassenverkehrsbehörden. Für das weitere Verständnis der Wirkungsweise, ist es nötig, die einzelnen Prozesse und ihre Schnittstellen zu kennen:

Transportanfrage/Angebotsprüfung

Der Verladende stellt eine Anfrage, die neben Angaben zur Ladung und Start/Zielort auch den zeitlichen Rahmen und allfällige weitere Anforderungen, zum Beispiel bei Gefahrgut, enthält. Diese Anfrage kann auf viele Arten übermittelt werden, von einer telefonischen Anfrage bis hin zu einer automatisierten EDV-Schnittstelle.

Offertstellung/Informationsbereitstellung

Auf der Verladenseite muss mit der Offertstellung/Informationsbereitstellung eine entsprechende Funktion vorhanden sein, um die Anfragen zu bearbeiten. Das beinhaltet möglicherweise auch eine Vorabprüfung, ob Transportanfragen aus Kapazitätsgründen überhaupt angenommen werden können. Sowohl die Form als auch die Intensität des Informationsaustausches sind während der Offertphase sehr unterschiedlich. Je nach Situation können beispielsweise publizierte Transportpreislisten, telefonische Beratung oder aber detaillierte (Online-) Offertstellungen angezeigt sein. Wichtig ist, dass die Antwortzeit und das Angebot den Bedürfnissen des Verladenden entsprechen, da er andernfalls auf andere Anbieter bzw. Verkehrsträger ausweichen wird.

Transportbeauftragung

Der nächste Schritt besteht in der Beauftragung des Transporteurs. Dieser Prozess besteht im Wesentlichen aus diesen zwei Funktionen:

- Erstellung des Frachtbriefes
- Übermittlung des Transportauftrages/Frachtbriefes

Der Frachtbrief ist ein warenbegleitendes Instruktionpapier. Mit dem Frachtbrief informiert

der Absender den oder die Beförderer, aber auch Lagerhalter und Empfänger unter anderem über Beschaffenheit und Menge des Frachtgutes, über die Beförderungsstrecke, Zeit und Ort der Übernahme/Ablieferung, sowie über Weisungen bei gefährlichen Gütern. Eine Ausfertigung des Frachtbriefs begleitet auch heute noch oft den Transport. Nach der Erstellung des Frachtbriefs muss der Transportauftrag übermittelt und der Frachtbrief dem Transporteur übergeben werden. Die Übermittlung des Transportauftrags kann per Fax, Telefon, Email oder über eine elektronische Schnittstelle zum Buchungssystem des Transporteurs erfolgen. Eine (physische) Ausfertigung des Frachtbriefs wird in der Regel direkt bei Abfahrt dem Transporteur übergeben. In diesem Schritt erfolgt in der Regel auch die Entscheidung zum Verkehrsmittel, das eingesetzt werden soll.

Transportplanung

Die übermittelten Transportaufträge sind die bestimmenden Eingangsgrößen für die Transportplanung beim Transporteur. Dieser Prozess besteht im Wesentlichen aus den folgenden (eng miteinander verbundenen) Funktionen:

- Umlauf- / Tourenplanung
- Disposition der Fahrzeuge
- Disposition des Personals
- Trassenbestellung (*Schiene*)

Je nach Transportart sind hierbei auch die Umladevorgänge und Schnittstellen zwischen verschiedenen Verkehrsträgern zu planen. Die Tourenplanung ist gemäss OHRT (2008) die Zuordnung von Aufträgen zu Transportmitteln unter Beachtung von Restriktionen und Minimierung der entstehenden Kosten. Schliesslich sind für die Abwicklung des Transports auch Personal und Fahrzeuge zu disponieren, also den Touren zuzuordnen, und deren Eignung bzw. Zulassung für zum Beispiel Einsätze im Ausland zu prüfen. Dies kann bei fehlenden Ressourcen eine Überarbeitung der Umlauf- / Tourenplanung notwendig machen.

Während die Planung bei Strassentransporten damit weitgehend abgeschlossen ist, ist bei den Güterbahnen in diesem Prozess (der dort als Umlaufplanung bezeichnet wird) zusätzlich die Bestellung der benötigten Trassen bei den jeweiligen Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) nötig. Dies führt zu einem engen Austausch zwischen Güterbahn und EIU bezüglich verfügbarer Kapazitäten, möglichen Alternativen sowie Abbestellungen bereits reservierter Trassen. Da KV- und Einzelwagenladungsverkehren Fahrplanverkehre sind, erfolgen die Umlaufplanung und damit auch die Trassenbestellung in der Regel weit im Voraus. Ganzzugsverkehre dagegen werden überwiegend im Wochen- oder Monatsprogramm⁸ gefahren, weshalb oft auch kurzfristige Trassenbestellungen nötig sind.

Es kann sein, dass je nach verfügbarer Kapazität und Auftragseingang nicht alle Transportaufträge wie gewünscht durchgeführt werden können. Rücksprachen mit Verladern zur Anpassung gewisser Transportparameter wie Zeit und Datum können daher während der Transportplanung notwendig sein.

Je nach Regelmässigkeit und Aufkommen der Verkehre werden die Schritte von der Anfrage bis Fahrplanplanung/Trassenvergabe nur einmal für die Vergabe eines Rahmenvertrages ausgeführt, der die Abwicklung mehrerer ähnlicher Transporte abdeckt

Belad

Der Belad bezeichnet zunächst die physische Beladung eines Fahrzeuges. Er kann auf einer Ladefläche mittels Hebebühnen oder Rampen erfolgen, in der Regel sind jedoch Laderampen verfügbar, über die der Laderaum ohne Höhenunterschiede erreicht werden kann. Dabei können zum Beispiel Fließbänder oder Gabelstapler zum Einsatz kommen. Zum Belad zählt weiter die Planung der Beladung, also die Positionierung verschiedener Frachteinheiten im Ladungsträger.

⁸ Es wird dabei ein Programm von Zügen vereinbart, aus dem der Verloader bzw. Spediteur im Wochen- oder Monatsrhythmus die tatsächlich zu fahrenden auswählt.

Transportdurchführung

Nach dem Belad des Transportguts auf das Transportmittel erfolgt die eigentliche Transportdurchführung. Dies beinhaltet folgende Funktionen:

- Physischer Transport
- Transportsteuerung / -überwachung
- Kundeninformation im Störfall
- Umlad des Transportgutes (*kombinierter Verkehr*)

Die physischen Transporte auf der Strasse und Schiene unterscheiden sich stark hinsichtlich ihrer Freiheitsgrade. Auf der Strasse kann der Lastwagenfahrer die Route zwischen Start- und Zieldestination weitgehend selber bestimmen und hat dabei volle Autonomie, auf Veränderungen der Verkehrsverhältnisse zu reagieren. In der Regel wird er dabei durch ein Navigationssystem unterstützt und steht mit der Transportsteuerung/-überwachung in Kontakt.

In der Transportsteuerung/-Überwachung laufen Informationen über Verlauf und Status der Transporte zusammen. Dies kann von Meldungen der Fahrer per Funk oder Mobiltelefon über automatische Positionsmeldungen mit weiteren Informationen, etwa über Bordgeräte, oder die Betriebsführung bis hin zu einer vollständigen Überwachung reichen, die auch Ereignisse wie zum Beispiel Türöffnungen erfasst.

Im intermodalen Verkehr stellt der *Umlad* des Transportguts bzw. der Ladeeinheit zwischen zwei verschiedenen Transportmitteln eine weitere wichtige Funktion dar. In der Regel erfolgt der Vor- und Nachlauf auf der Strasse, während der Hauptlauf per Bahn oder Schiff erfolgt. Dies geschieht in Terminals, die damit Knotenpunkte des kombinierten Verkehrs darstellen, teilweise aber auch auf Freiverladeflächen in kleineren Bahnhöfen. Der Umlad kann mittels festen und mobilen Kränen, Reach Stackern oder auch in den Transportfahrzeugen integrierten Vorrichtungen erfolgen.

Verkehrsleitung (Strasse)

Die Verkehrsleitung der Strassenverkehrsbehörden wirkt weitgehend nur empfehlend auf den Strassengüterverkehr ein, z.B. mittels allgemeiner Stauinformationen oder Routenempfehlungen. Ausnahme sind hierbei lediglich Signalisationsänderungen wie Geschwindigkeitsreduktionen, Überholverbote oder temporäre Durchfahrverbote, aber auch diese erfolgen nicht fahrzeugspezifisch. Dazu ist sie auf laufende und aktuelle Informationen zum Verkehrszustand angewiesen. Die Lenkung des Verkehrs geschieht dann über Verkehrsbeeinflussungsanlagen, Radio oder die Bereitstellung von Daten über eine elektronische Schnittstelle. Daneben wird ausserdem der Fall geprüft, in welchem eine verbindliche und fahrzeugspezifische Verkehrslenkung möglich wäre. Dies wäre ein Fall, in dem die Möglichkeiten der Verkehrsleitung, den Betrieb zu lenken, ähnlich derer bei der Bahn sind und in Modellen und Visionen regelmässig wieder aufgegriffen wird.

Betriebsführung (Schiene)

Die operative Betriebsführung des EIU hingegen lenkt jeden einzelnen Zug direkt und verbindlich, weder Transporteur noch Lokführer haben also direkten Einfluss auf den Verlauf des Transportes. Sowohl der Leitweg als auch allfällige Änderungen im Störfall werden vorgegeben. Bei Bedarf können die Betriebsführung und der Lokführer direkt miteinander Kontakt aufnehmen. Diese Möglichkeit besteht auf der Strasse nicht.

Dies hat wichtige Konsequenzen für die Kundeninformation und die operative Steuerung bei den Transporteuren, welche im Störfall bereits verplante Ressourcen (Fahrzeuge, Personal) möglicherweise neu disponieren und Abfahrtszeiten von nachfolgenden Transporten anpassen müssen. Auf der Strasse erfährt der Lastwagenchauffeur die Ursache von Störungen in der Regel vor Ort und entscheidet dann selbständig über deren Konsequenzen und mögliche Alternativen für den Transport. Dies kann sofort dem Kunden und

der internen Leitstelle des Transporteurs mitgeteilt werden. Die Informationsflüsse sind daher kurz. Auf der Schiene ist hingegen für die Betriebsführung das EIU der bestimmende Akteur. Effiziente Informationsflüsse zwischen der Betriebsführung des EIU und der Güterbahn sind daher von grosser Wichtigkeit. Anders als auf der Strasse verfügt der Lokführer über keinen direkten Kontakt zu den Versendern/Empfängern des Transportguts. Jegliche transportrelevante Information vom Lokführer oder der Betriebsführung muss also zuerst zu einer internen Stelle bei der Güterbahn gelangen, bevor von dort aus der Kunde informiert werden kann. Die Informationsflüsse auf der Schiene sind daher komplizierter als auf der Strasse.

Entlad

Am Ende des Transportes steht der Entlad am Zielort, der analog zum Belad erfolgt.

Abrechnung & Controlling

Auf die Transportdurchführung und den Entlad des Transportguts folgt schliesslich das Abrechnung & Controlling. Dazu gehören folgende Hauptfunktionen:

- Rechnungsstellung und -versand
- Bearbeitung von Kundenreklamationen
- Kostenkontrolle

Die Rechnungsstellung und deren Versand ist ein weitgehend automatisierter Prozess. In grösseren Unternehmen ist sie in der Regel integrierter Bestandteil eines Enterprise-Resource-Planning-System (ERP-System). Ein wesentliches Merkmal von ERP-Systemen ist die Integration verschiedener Funktionen und Daten eines Unternehmens in ein Informationssystem, wobei als minimaler Integrationsumfang eine gemeinsame Datenhaltung anzusehen ist (GRONAU (2004)). Typische Funktionsbereiche eines ERP-Systems sind neben der Finanzbuchhaltung beispielsweise die Materialwirtschaft, Produktion, und der Verkauf. Oft sind auch Kunden und Lieferanten über Schnittstellen mit dem ERP-System verbunden. Das ERP-System ist zudem meist auch die Grundlage für die laufende Kostenkontrolle.

Instandhaltungsplanung der Infrastruktur

Schliesslich ist die Instandhaltungsplanung der Infrastruktur bei den Strassenverkehrsbehörden und dem Schienennetzbetreiber von hoher Relevanz. Hierbei werden Ausmass und zeitlicher Umfang von Instandhaltungsmassnahmen festgelegt. Diese reduzieren in vielen Fällen die Kapazität von Infrastrukturabschnitten oder sperren sie ganz.

Auch im Strassenverkehr werden Instandhaltungsmassnahmen normalerweise im Vorfeld kommuniziert, allerdings haben sie keinen direkten Einfluss auf die Durchführbarkeit einzelner Fahrten. Vielmehr resultieren sie in z.B. in einer erhöhten Staugefahr, die wiederum einer veränderten Routenwahl und damit Infrastrukturauslastung führt.

9.3.3 Wirkungen auf die Treiber der Infrastrukturnutzung

Die identifizierten Hauptprozesse und Funktionen in der Transportplanung und -durchführung sind nun bezüglich ihrer Wirkung auf die in Kapitel 9 ermittelten Treiber zu bewerten. Die Treiber aus der Kategorie der Transportnachfrage werden dabei nicht weiter untersucht, da sie im Rahmen der Studie als nicht veränderbar betrachtet werden.

Dazu wird zunächst geprüft, ob die jeweiligen Prozesse bzw. Funktionen in der Lage sind, auf die Treiber einzuwirken und untersucht, wie gross diese Einwirkung sein kann. Es wird dabei zwischen keiner, geringer, mittlerer und grosser Wirkung unterschieden. Eine Wirkung ist gross, wenn sie direkt zu einer deutlich messbaren Veränderung führen kann und klein, wenn sie nur indirekt wirkt oder zu keiner deutlichen Veränderung führt. Ein Beispiel für eine geringe Wirkung wäre etwa die der Personaldisposition auf die Verkehrsart: Diese Wirkung tritt nur auf, wenn ein Transporteur für einen Umlauf bzw. eine Tour nicht genug

oder nicht ausreichend qualifiziertes Personal hat und damit eine Umplanung nötig wird. Im Normalfall sollten die Ressource Personal aber nicht begrenzend sein. Eine mittlere Wirkung ist entsprechend eine, die weder mittel noch gross ist.

Logistikkonzept

Das Logistikkonzept ergibt sich weitgehend aus dem Produktions- bzw. Lagerkonzept eines Verladers, das die Häufigkeit, Beschaffenheit und Aufkommen der Ladungen bestimmt.

Darüber hinaus können die Transporteurgetriebenen Funktionen *Be-, Um- und Entlad* eine Wirkung haben, da diese Limitierungen in Bezug auf die Sendungsgrössen oder Beladung bestimmen können. Solche Limitierungen können zum Beispiel aus der Kranbarkeit von Ladungen oder Ladungsbehältern entstehen, oder es kann sein, dass zur optimalen Ausnutzung von Laderäumen andere Sendungsgrössen oder Verpackungen nötig sind. Entsprechend lassen sich Sendungsgrössen und die Beladung besonders bei regelmässigen Verkehren in Grenzen einem bevorzugten Verkehrsträger anpassen, wenn dafür entsprechende Gründe, zum Beispiel Kosten- oder Qualitätsvorteile, vorliegen. Ausserdem können durch eine optimierte *Beladung* höhere Auslastungen erreicht werden, die wiederum durch eine Verringerung der nötigen Fahrten zu einer Entlastung der Infrastruktur führen können. Der Einfluss des Entlads hingegen ist etwas geringer, da hierbei zum Beispiel keine weitere Optimierung der Auslastung stattfinden kann. Insgesamt ist die Wirkung des *Belads* daher als mittel und die des *Entlads* als gering einzustufen.

Eine weitere Wirkung kann von Massnahmen der Strassenverkehrsbehörden ausgehen, die die Nutzung der Infrastruktur limitieren. Zwar sind die Möglichkeiten der SVB begrenzt, sie kann jedoch in der *Verkehrsleitung* Beschränkungen in Bezug auf Geschwindigkeiten, das zulässige Gewicht oder Durchfahrverbote für Fahrzeugklassen erlassen, die dazu führen, dass Sendungsgrössen und Beladungen angepasst werden, um diese Einschränkungen zu vermeiden. Diese Wirkung wird als gering eingestuft, da sie indirekt ist und die Treiber nicht massgeblich beeinflusst.

Insgesamt ist die Wirkung der Prozesse und Funktionen des Transportes auf das Logistikkonzept also eher gering.

Verkehrsmittelwahl

Über diese Treiber wirkt eine grosse Zahl von Einflüssen aller beteiligten Akteure. Diese Wirkungen sind gering bis mittel, da die einzelnen Funktionen bzw. Prozesse zwar an sich grossen Einfluss auf nachgelagerte Prozesse und die gesamte Transportkette haben können, auf die Verkehrsmittelwahl aber lediglich indirekt einwirken, indem sie über Qualität und Kosten in die Entscheidung für oder gegen ein Transportangebot eingehen.

Zunächst haben Verlager hierüber über die *Transportanfrage/Angebotsprüfung* eine direkte Wirkung auf die Verkehrsart und die Fahrzeugparameter. Sie fällen Ihre Entscheidung aufgrund der erbrachten oder vermutlich erbrachten Qualität in einer Vielzahl von Prozessen und Funktionen: Die *Transportanfrage/ Angebotsprüfung* und *Offertstellung/Informationsbereitstellung* spielen daher eine wichtige Rolle, da hierbei dem Verlager die Alternativen aufgezeigt werden. Die Qualität dieser Prozesse bestimmt also, inwieweit die Vor- bzw. Nachteile der verschiedenen Verkehrsmittel und Anbieter einem Verlager kommuniziert werden können. Ein guter Informationsfluss und Angebotsprozess kann dabei die Attraktivität einer Variante bedeutend erhöhen, wenn damit die Anforderungen eines Verladers, zum Beispiel an die Vorlaufzeiten erfüllt werden. Andererseits ist die Wahl der Möglichkeiten durch das Transportgut sowie die Destinationen oft vorgegeben. Daher ist der Einfluss dieser beiden Prozesse als mittel einzuordnen.

Darüber hinaus wirken sich hier Funktionen aus, die Einfluss auf Kosten oder Qualität eines Transportes haben, da diese die Kennwerte der verschiedenen Transportmöglichkeiten vorgeben und damit die Entscheidungsgrundlage über Verkehrsart und entsprechend Fahrzeugparameter bilden. Dieses sind zunächst solche, die sich in der Planungsphase ergeben: Die *Umlauf- und Tourenplanung* bestimmt die Laufzeiten, die Zuverlässigkeit und auch die Kosten der Transporte, da hier die Wahl der Routen und Zeiten geschieht und

allfällige Reserven berechnet werden. Auch können hierbei Wirkungen auf die Fahrzeugparameter entstehen, beispielsweise wenn auf einer Bahnstrecke eine kostspielige Mehrfachtraktion nötig wird oder für eine LKW-Tour mit mehreren Zielen ein grösseres Fahrzeug nötig wird.

Weiter haben die *Disposition des Personals und der Fahrzeuge* Einfluss auf die Transportkosten und damit die Wahl der Verkehrsart, da bei einer effizienten Disposition diese Ressourcen sparsamer eingesetzt werden können. Dieser Einfluss ist bei der Bahn mittel, da einerseits mehr Vorschriften, z.B. in Bezug auf die Fahrzeugausrüstung, bestehen und insbesondere für grenzüberschreitende Fahrten oftmals spezielle Qualifikationen der Triebfahrzeugführer und die entsprechende Ausrüstung der Fahrzeuge nötig sind, bei Strassenverkehren hingegen ist dies nicht der Fall und der Einfluss daher gering. Auf die Fahrzeugparameter wiederum hat die *Fahrzeugdisposition* einen grossen Einfluss, da direkt über die effektiv einzusetzenden Fahrzeuge entschieden wird.

Darüber hinaus kommt bei Bahntransporten die *Trassenbestellung* hinzu, da hier die Verfügbarkeit der Transportroute und –zeit abgeprüft wird. Diese Funktion hat einen mittleren Einfluss, da sie zwar eine grosse Wirkung haben kann, auf die Verkehrsmittelwahl aber nur indirekt einwirkt.

In der Durchführung des Transportes wirken zunächst die Funktionen *physischer Transport, Transportsteuerung/-überwachung* sowie die *Kundeninformation* in geringem Ausmass auf die Wahl der Verkehrsart ein. Dies liegt daran, dass dies eher Qualitätsmerkmale sind und die Wahl der Verkehrsart indirekt durch die tatsächliche, oder zu erwartende, Qualität beeinflussen. Der *Umlad* im KV hingegen hat eine mittlere Wirkung auf die Verkehrsart, da mit den Umladevorgängen Zeit- und Kostenaufwände einhergehen, die die Verkehrsmittelwahl beeinflussen können. Weiterhin besteht ein mittlerer Einfluss auf die Fahrzeugparameter, da die eingesetzten Fahrzeuge mit den jeweiligen Umladevorgängen kompatibel sein müssen.

Ein Eisenbahninfrastrukturunternehmen wirkt mit den drei dort ausgeführten Prozessen, der *Fahrplanplanung/Trassenvergabe*, der *Betriebsführung* sowie der *Instandhaltungsplanung* in grossem Ausmass auf die Attraktivität eines Angebotes ein. Dabei bestimmt die *Fahrplanplanung/Trassenvergabe*, inwieweit überhaupt Trassen verfügbar sind, einen bestimmten Transportbedarf abzuwickeln. Die Wirkung der *Betriebsführung* liegt besonders in der Zuverlässigkeit der Transporte, die massgeblich die Attraktivität beeinflussen kann. Die *Instandhaltungsplanung* schliesslich kann dazu führen, dass die Kapazität der Strecken und damit Verfügbarkeit von Trassen reduziert wird. Da alle diese Einflüsse eine grosse Wirkung haben, aber nur indirekt auf die Verkehrsart wirken, sind diese Wirkungen als Mittel zu klassifizieren.

Schliesslich haben auch Strassenverkehrsbehörden einen Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl. Dieser wirkt durch die Prozesse der *Verkehrsleitung* sowie der *Instandhaltungsplanung* ähnlich wie bei den EIU, indem die Zuverlässigkeit und Kapazitäten verändert werden. Allerdings ist das Ausmass der Wirkung bei einer SVB weitaus geringer, da sie über weitaus weniger Möglichkeiten verfügt, verbindlich in den Verkehr einzugreifen und vor allem keine fahrzeugspezifische Lenkung durchführen kann. Daher sind die Wirkungen dieser beiden Prozesse als gering zu bezeichnen. Ist allerdings eine verbindlichere Möglichkeit zum Eingreifen vorhanden, so ist das Wirkungsausmass deutlich grösser, da ein Niveau an Planbarkeit erzielt werden kann, das dem der Bahn ähnlich ist.

Routing

Das Routing schliesslich wird beeinflusst von Prozessen bzw. Funktionen, die zunächst Attraktivität einer Route Einfluss haben oder direkt zur Auswahl von Route und Verkehrszeit darstellen. Da diese damit direkt auf die Treiber Routenwahl und Verkehrszeit einwirken, sind hier auch viele mit grosser Wirkung zu finden.

Zunächst haben die *Transportanfrage/Angebotsprüfung* sowie die *Offerterstellung/Informationsbereitstellung* einen Einfluss sowohl auf die Routenwahl als auch auf die Verkehrszeit, da diese Prozesse die für eine Entscheidung für oder gegen ein bestimmtes Transportangebot nötigen Informationen liefern. Zwar ist diese Entscheidung als Ergebnis eine direkte Wirkung, die Prozesse allerdings dienen primär der Informationsübermittlung und beeinflussen die Qualität eines Angebotes damit eher wenig.

Die Funktionen in der Transportplanung dagegen üben teilweise eine grosse Wirkung aus. Die *Umlauf- und Tourenplanung* zunächst bestimmt direkt und nahezu ausschliesslich sowohl die Routen als auch die Verkehrszeiten und hat damit eine grosse Wirkung, da damit festgelegt wird, welche Teile der Infrastruktur wie intensiv genutzt werden. Eine Entlastung der Infrastruktur kann hier beispielsweise über eine Verschiebung der Fahrten in weniger ausgelastete Zeiten erreicht werden. Das Gleiche gilt bei Bahnverkehren für die *Fahrplanplanung/Trassenvergabe*, da diese direkten und abschliessenden Einfluss auf den geplanten Laufweg eines Zuges hat.

Im Prozess der Transportdurchführung sind vor allem der *physische Transport*, die *Transportsteuerung/-Überwachung* sowie der *Umlad* zu beachten. Beim *physischen Transport* sowie der *Transportsteuerung/-Überwachung* ist dabei zunächst zwischen Bahn- und Strassentransporten zu unterscheiden. Bei der Bahn sind diese beiden akteursseitigen Funktionen nahezu wirkungslos, da die Steuerung des Betriebsablaufes vollständig in der Hand der Eisenbahninfrastrukturunternehmen liegt. Auf der Strasse hingegen können sowohl die Route als auch Verkehrszeiten während des Transportes ohne Weiteres oder Abstimmung mit der Strassenverkehrsbehörde geändert werden. Eine solche Änderung stellt jedoch fast immer eine Abweichung einer vorher geplanten Route als Reaktion auf Änderungen der Verkehrssituation dar. Damit geschieht eine derartige Änderung zwar direkt, aber als Ergebnis und im Rahmen der aktuellen Verhältnisse. Damit ist diese Wirkung als mittel einzustufen. Schliesslich hat im kombinierten Verkehr noch der *Umlad* eine Wirkung auf die Routenwahl, da die Lage der Terminals Zwangspunkte in der Routenplanung vorgibt. Folglich wird dies als grosse Wirkung eingestuft. Hinzu kommt, dass über einen schnellen und effizienten *Umlad* Standzeiten und damit allfällige Wartezeiten und Staus reduziert werden können.

Die Prozesse, die von den Eisenbahninfrastrukturunternehmen getrieben werden, also die *Fahrplanplanung/Trassenvergabe*, die *Betriebsführung* und die *Instandhaltungsplanung*, wirken allesamt direkt sowohl auf die Routenwahl als auch auf die Verkehrszeiten ein. Die *Fahrplanplanung/Trassenvergabe* und die *Instandhaltungsplanung* bestimmen dabei, wie viele und welche Trassen verfügbar sind und welche EVU sie erhalten. Die *Betriebsführung* steuert in der Ausführung dann alle Züge auf dem Netz des jeweiligen EIU und entscheidet zum Beispiel im Fall von Störungen direkt über Umleitungen oder Wartezeiten. Daher ist die Wirkung dieser drei Funktionen sowohl auf die Routenwahl als auch auf die Verkehrszeit als gross einzustufen.

Auf der Strasse wirken hier die *Verkehrsleitung* sowie die *Instandhaltungsplanung*, da diese die Kapazität sowie die Störanfälligkeit von Streckenabschnitten beeinflussen. Da die Massnahmen der Verkehrsleitung aber in der Regel nicht verbindlich, nie fahrzeugspezifisch und ausserdem nicht innerhalb eines geschlossenen Systems erfolgen, sind die Auswirkungen auf die Routenwahl und Verkehrszeit eher gering. Zwar kann versucht werden, Staus und Wartezeiten durch eine angepasste Routenwahl zu umgehen, dies kann aber über die Verkehrsleitung nur wenig beeinflusst werden. Dementsprechend ist dies eine geringe Wirkung. Auch hier gilt allerdings, dass im Falle einer verbindlichen und fahrzeugspezifischen Routenvergabe, die zentral erfolgt, grosse Verbesserungen möglich sind und damit die Wirkung gross wird. Die Instandhaltungsplanung wirkt ähnlich wie bei Bahnverkehren auf die Verfügbarkeit von Kapazitäten, allerdings ist diese Wirkung keine direkte. Eine Kapazitätsverringerung schlägt sich weniger in einer Umleitung der Verkehre als vielmehr in einer erhöhten Stauhäufigkeit nieder, ausserdem führen Instandhaltungsarbeiten auf der Strasse, anders als auf der Schiene, seltener zu einer Vollsperrung. Da Baumassnahmen, besonders grössere, in der Regel mit entsprechendem Vorlauf angekündigt werden und relativ lange bestehen, können Stauschwerpunkte durch eine veränderte Routenwahl oder Verschiebung der Verkehrszeit umgangen werden. Daraus lässt sich daher eine mittelgrosse Wirkung ableiten.

Tab. 9.45 fasst die Wirkungen auf die Treiber der Infrastrukturnutzung zusammen. Es wird hier bereits deutlich, dass einige Prozesse, nämlich die Transportbeauftragung und die Abrechnung/das Controlling keine Wirkung haben und daher nicht weiter zu verfolgen sind.

Tab. 9.45: Wirkungen auf die Treiber der Infrastrukturnutzung

		Treiber						
		Logistik-konzept		Verkehrsmittelwahl		Routing		
		Sendungsgrösse	Beladung	Verkehrsart	Fahrzeugparameter	Routenwahl	Verkehrszeit	
Akteure	Verlader	Transportanfrage/Angebotsprüfung			↗	↗	o	o
		Transportbeauftragung						
		↳ Erstellung Frachtbrief						
		↳ Übermittlung Transportauftrag/Frachtbrief						
	Transporteur	Offtererstellung/Informationsbereitstellung			↗	↗	o	o
		Transportplanung						
		↳ Umlauf-/Tourenplanung			↗	↗	↑	↑
		↳ Disposition Personal			↗ ¹	o ²		
		↳ Disposition Fahrzeuge			↗ ¹	o ²	↗	
		↳ Fahrplanplanung/Trassenvergabe (EVU)			↗ ¹		↑ ¹	↑ ¹
		Belad	↗	↗				
		Transportdurchführung						
		↳ Physischer Transport			o		↗ ²	↗ ²
		↳ Transportsteuerung/-Überwachung			o		↗ ²	↗ ²
		↳ Kundeninformation im Störfall			o			
		↳ Umlad des Transportgutes (kombinierter Verkehr)	↗	↗	↗	↗	↑	↗
		Entlad	o	o				
		Abrechnung & Controlling						
		↳ Rechnungsstellung und -versand						
	↳ Bearbeitung von Kundenreklamationen							
	↳ Kostenkontrolle							
	EIU	Fahrplanplanung/Trassenvergabe (EIU)			↗ ¹		↑ ¹	↑ ¹
		Betriebsführung (EIU)			↗ ¹		↑ ¹	↑ ¹
Instandhaltungsplanung der Infrastruktur (EIU)				↗ ¹		↑ ¹	↑ ¹	
SVB	Verkehrsleitung (Strasse)		o ²		o ²	o ² /↑ ³	o ² /↑ ³	
	Instandhaltungsplanung der Infrastruktur (Strasse)				o ²	↗ ²	↗ ²	

Wirkung der Funktion/des Prozesses

↑ Gross

↗ Mittel

o Gering

¹ Schiene

² Strasse

³ bei verbindlicher Fahrzeuglenkung

9.3.4 Entscheidungsspielräume der Akteure

Akteure haben in den Prozessen und Funktionen, an denen sie beteiligt sind, unterschiedliche Entscheidungsspielräume. Für die weitere Untersuchung ist es nun wichtig, zu untersuchen, wie gross diese Spielräume sind, da so die Funktionen ermittelt werden können, bei denen ein grosses Potential für Verbesserungen besteht.

Ein grosser Entscheidungsspielraum eines Akteurs setzt wenige oder flexible Randbedingungen voraus. Ein anschauliches Beispiel liefert dafür der *physische Transport* auf der Schiene. Diese Funktion hat einen direkten Einfluss auf die Infrastrukturnutzung. Der involvierte Lokführer verfügt jedoch über praktisch keinen eigenen Entscheidungsspielraum. Sowohl die Route als auch das Verhalten bei Störungen werden durch übergeordnete Funktionen (*Transportplanung, Betriebsführung*) festgelegt

Generell werden die Wirkungen und die Entscheidungsspielräume in die Kategorien gering, mittel und gross unterschieden. (siehe Tab. 9.46) Gering ist ein Entscheidungsspielraum dann, wenn der jeweilige Akteur kaum einen Einfluss auf den Ablauf des Prozesses bzw. der Funktion hat, sondern lediglich seinen Beitrag erbringen muss oder über den Ablauf nur informiert wird. Einen grossen Spielraum hat ein Akteur dementsprechend dann, wenn er alleine oder nahezu alleine über den Ablauf eines Prozesses bzw. einer Funktion entscheiden kann

Ein Verlager hat in der *Transportanfrage/Angebotsprüfung* einen grossen Entscheidungsspielraum, da er alleine über die Verkehrsart sowie die angefragten bzw. beauftragten Transporteure entscheidet. Auf der Gegenseite liegt die *Offerterstellung/Informationsbereitstellung* vollständig in der Hand der Transporteure. Bei den Transporteuren muss eine Unterscheidung zwischen Bahn- und Strassentransporten vorgenommen werden: Während die *Umlauf- bzw. Tourenplanung* sowie *Disposition von Personal* (im Rahmen der gesetzlichen Vorschriften) und die *Disposition Fahrzeugen* vollständig in der Verantwortung des Transporteurs liegen, kommt im Schienengüterverkehr die *Fahrplanung/Trassenvergabe* hinzu auf die ein EVU kaum einen Einfluss über die Anmeldung der gewünschten Trasse hinaus hat.

Im *Be- und Entlad* ist der Einfluss der Transporteure begrenzt, da dieser in der Regel beim Verlager erfolgt und den Abläufen dort unterliegt. Allerdings haben die Verlager in einigen Fällen einen gewissen Spielraum bei der Nutzung der Ladefläche, den er im Interesse der Auslastung und damit Kostendeckung nach Möglichkeit ausnutzen möchte.

Im *physischen Transport, der Transportsteuerung- und Überwachung* sowie der *Kundeninformation* liegen wieder Unterschiede zwischen Bahn- und Strassentransporten vor: Bei Bahntransporten hat ein EVU als Transporteur kaum Möglichkeiten einzugreifen, auch die Kundeninformation kann in der Regel nur aufgrund Daten erfolgen, die seitens der Betriebsführung eines EIU geliefert werden. Bei Strassentransporten hingegen haben der Transporteur bzw. sein Fahrer jederzeit volle Entscheidungsfreiheit.

Im kombinierten Verkehr kommen *Umladevorgänge* hinzu. Hier haben Transporteure sowohl auf der Schiene als auch bei Strassentransporten einen mittleren Entscheidungsspielraum, da der *Umlad* einerseits in der Regel auf eigenen Anlagen erfolgt, andererseits die Zeitfenster und Kapazität teilweise durch die schienenseitige Anbindung und damit durch ein EIU vorgegeben sind.

Die Infrastrukturbetreiber haben entsprechend der Verkehrsart unterschiedliche Entscheidungsspielräume. Diese sind bei einem EIU zunächst gross, da dieses bei der *Fahrplanung/Trassenvergabe, Betriebsführung* sowie *Instandhaltungsplanung* die alleinige und endgültige Entscheidungshoheit hat. Allerdings gilt bei der *Betriebsführung*, dass die Situation vorgegeben ist und nur innerhalb des operativ Möglichen eine Entscheidung gefällt werden kann. Gerade auf dem im Vergleich zum Strassennetz weniger dichten Schienennetz ist der Entscheidungsspielraum dadurch eingeengt und daher als mittel einzuordnen.

Eine Strassenverkehrsbehörde dagegen kann zwar in der *Verkehrsleitung* temporäre Geschwindigkeitslimiten festlegen, hat darüber hinaus aber keinen bindenden Einfluss, vor

allein auf die Routenwahl. Es erfolgt daher eine Einstufung des Entscheidungsspielraumes auf mittel. Es gilt aber auch hier für den Fall, dass eine verbindliche Verkehrslenkung möglich wäre, dass der Entscheidungsspielraum nur bei der SVB liegt und sie vollen Kontrolle über die Verkehrsströme hat, wodurch eine Einordnung als gross erfolgen würde. Ebenfalls mittel ist der Einfluss einer SVB bei *Instandhaltungsmassnahmen*, da hier zwar die Entscheidung über Ausmass und Zeitpunkt dieser Massnahmen alleine bei ihr liegt, anders als bei einem EIU die Massnahmen an sich aber nicht auf sehr kurze Abschnitte und Zeitfenster aufgeteilt werden können.

Tab. 9.46: Wirkungen auf die Treiber der Infrastrukturnutzung und Entscheidungsspielräume der Akteure

		Treiber						
		Logistik-konzept		Verkehrsmittelwahl		Routing		
		Sendungsgrösse	Beladung	Verkehrsart	Fahrzeugparameter	Routenwahl	Verkehrszeit	
Akteure	Verlader	Transportanfrage/Angebotsprüfung						
				↗	↗	o	o	
	Transporteur	Offertstellung/Informationsbereitstellung						
				↗	↗	o	o	
		Transportplanung						
		↳ Umlauf-/Tourenplanung			↗	↗	↑	↑
		↳ Disposition Personal			↗ ¹	o ²		
		↳ Disposition Fahrzeuge			↗ ¹	o ²	↗	
		↳ Fahrplanplanung/Trassenvergabe (EVU)			↗ ¹		↑ ¹	↗ ¹
		Belad	↗	↗				
		Transportdurchführung						
		↳ Physischer Transport			o		↗ ²	↗ ²
		↳ Transportsteuerung/-Überwachung			o		↗ ²	↗ ²
		↳ Kundeninformation im Störfall			o			
		↳ Umlad des Transportgutes (kombinierter Verkehr)	↗	↗	↗	↗	↑	↗
	Entlad	o	o					
	EIU	Fahrplanplanung/Trassenvergabe (EIU)						
				↗ ¹		↑ ¹	↑ ¹	
		Betriebsführung (EIU)						
				↗ ¹		↑ ¹	↑ ¹	
Instandhaltungsplanung der Infrastruktur (EIU)								
			↗ ¹		↑ ¹	↑ ¹		
SVB	Verkehrsleitung (Strasse)							
		o ²	o ²		o ²	o ²	↑ ³ o ² ↑ ³	
Instandhaltungsplanung der Infrastruktur (Strasse)								
				o ²		↗ ² ↗ ²		

EIU – Eisenbahninfrastrukturunternehmen	Wirkung der Funktion/des Prozesses	Entscheidungsspielraum der Akteure
SVB – Strassenverkehrsbehörde	↑ Gross	■ Gross
¹ nur Schiene	↗ Mittel	□ Mittel
² nur Strasse	o Gering	□ gering
³ bei verbindlicher Fahrzeuglenkung		

Zusammenfassung

Werden nun die Grösse der Wirkung, die ein Prozess bzw. eine Funktion auf die einzelnen Treiber haben, mit dem Entscheidungsspielraum, über den ein Akteur im jeweiligen Prozess bzw. Funktion verfügt, zusammengeführt, ergibt sich für die einzelnen Treiber das gesamte Ausmass des Einflusses.

Wenn die meisten Wirkungen einer Funktion über keinen oder nur einen geringen Einfluss auf die Infrastrukturnutzung und/oder über einen geringen Entscheidungsspielraum verfügt, wird deren Einfluss als irrelevant klassiert. Entsprechend wird das Ausmass des Einflusses derjenigen Prozesse oder Funktionen, bei denen viele Wirkungen sowohl der Handlungsspielraum als auch die Grösse des Einflusses gross sind als gross eingeordnet. Alle Funktionen, welche weder die Kriterien für einen grossen noch kleinen Einfluss erfüllen, werden als Funktion mit mittlerem Einfluss bezeichnet. Diese Bewertung ist in Tab. 9.47 zusammengestellt.

Tab. 9.47: Einflüsse unter Berücksichtigung von Wirkungsausmass und Entscheidungsspielräumen der Akteure

		Verkehrsmittel			
		Schiene	Strasse		
Akteure	Verlader	Transportanfrage/Angebotsprüfung		Mittel	
		Offerterstellung/Informationsbereitstellung		Mittel	
	Transporteur	Transportplanung			
		↳ Umlauf-/Tourenplanung		Gross	
		↳ Disposition Personal		Irrelevant	
		↳ Disposition Fahrzeuge		Mittel	Irrelevant
		↳ Fahrplanplanung/Trassenbestellung (EVU)		Irrelevant	
		Belad		Mittel	
		Transportdurchführung			
		↳ Physischer Transport		Irrelevant	Mittel
		↳ Transportsteuerung/-Überwachung		Irrelevant	Mittel
		↳ Kundeninformation im Störfall		Irrelevant	
		↳ Umlad des Transportgutes (kombinierter Verkehr)		Mittel	
		Entlad		Irrelevant	
	EIU	Fahrplanplanung/Trassenvergabe (EIU)		Gross	
		Betriebsführung (EIU)		Mittel	
		Instandhaltungsplanung der Infrastruktur (EIU)		Gross	
	SVB	Verkehrsleitung (Strasse)			Gross
		Instandhaltungsplanung der Infrastruktur (Strasse)			Mittel

EIU – Eisenbahninfrastrukturunternehmen
SVB – Strassenverkehrsbehörde

9.3.5 Fazit

Die Analyse der Prozesse bzw. Funktionen im Hinblick auf deren Infrastrukturwirksamkeit ergibt damit diejenigen, die im weiteren Verlauf der Untersuchung zu betrachten sind. Zunächst lassen sie sich in zwei Klassen einteilen:

Die Prozesse und Funktionen, denen aufgrund grosser Wirksamkeit und grossem Entscheidungsspielraum der jeweiligen Akteure eine hohe Relevanz zugewiesen wird:

- Umlauf- / Tourenplanung *(Transporteur)*
 - Fahrplanplanung / Trassenvergabe *(EIU)*
 - Instandhaltungsplanung der Infrastruktur *(EIU)*
 - Verkehrsleitung* *(Strassenverkehrsbehörde)*
- *Falls eine Möglichkeit besteht, Verkehre verbindlich zu lenken, sonst 2. Priorität*

In zweiter Priorität sind folgende Prozesse bzw. Funktionen als wichtig identifiziert worden:

- Transportanfrage/Angebotsprüfung *(Verlader)*
- Offertstellung / Informationsbereitstellung *(Transporteur)*
- Disposition Fahrzeuge *(Transporteur Schiene)*
- Belad *(Verlader oder Transporteur)*
- Physischer Transport *(Transporteur Strasse)*
- Transportsteuerung / -überwachung *(Transporteur Strasse)*
- Umlad des Transportguts *(kombinierter Verkehr)*
- Betriebsführung *(EIU)*
- Infrastruktur *Instandhaltungsplanung der
(Strassenverkehrsbehörde)*

9.4 IT-gestützte Optimierung der Infrastrukturnutzung

9.4.1 Verbesserungspotentiale durch IT-Einsatz

Im vorangegangenen Abschnitt wurden die Prozesse bzw. Funktionen identifiziert, welche einen bedeutenden Einfluss auf die Infrastrukturnutzung haben und somit für eine entsprechende Optimierung zu berücksichtigen sind. Für die weitere Betrachtung wird nun für diese Funktionen analysiert, inwiefern ein möglicher Handlungsbedarf effektiv besteht und ob und mit welchen IT-Funktionalitäten darauf eingewirkt werden kann. IT-Systeme erlauben, vereinfacht, in zwei Bereichen eine Verbesserung bzw. Optimierung:

Zunächst sind dies wiederkehrende Prozesse, in denen Informationen ausgetauscht und geprüft werden müssen. In diesen Fällen lässt sich durch den IT-Einsatz eine Automatisierung erzielen, im Zuge derer die Fehlerquote verringert, die Bearbeitungsgeschwindigkeit erhöht und/oder die Prozesskosten verringert werden. Ein Beispiel aus der Menge der als für diese Untersuchung relevant eingeschätzten Prozesse ist dabei etwa die Transportanfrage/Angebotsprüfung.

Der andere Bereich ist das Lösen von komplexen Koordinationsaufgaben, die sich als mathematisches Problem formulieren lassen. Hierbei ersetzt eine mathematische Optimierung das erfahrungsbasierte und oftmals intuitive Vorgehen eines menschlichen Planers. Dies muss nicht immer ein Vorteil sein, da gerade bei diesen Aufgaben das kreative und erfahrungsbasierte Handeln oftmals nahezu optimale Ergebnisse in sehr kurzer Zeit liefern kann, während gerade die Lösung von komplexen Problemen teilweise mit hohem Rechenaufwand verbunden ist. Können die Lösungen jedoch in angemessener Zeit errechnet werden, eröffnet der Einsatz von IT-System natürlich das Potential zu Einsparungen durch, zum Beispiel, optimierte Routen sowie geringeren Personalbedarf in der Planung.

Es ist im Folgenden also bezüglich der in diesem Kontext als bedeutend identifizierten Prozesse bzw. Funktionen zu prüfen, inwieweit IT-Systeme eingesetzt werden können, um

eine Automatisierung und/oder eine Optimierung von Prozessen zu erzielen und abzuschätzen, wie gross das daraus entstehende Verbesserungspotential ist.

9.4.2 Rolle von IT-Systemen in den relevanten Prozessen und Funktionen

1. Umlauf- und Tourenplanung

In der Umlauf- und Tourenplanung ist aus einer Vielzahl von Möglichkeiten, die Transporte abzuwickeln, diejenige auszuwählen, die unter Berücksichtigung aller Randbedingungen möglichst schnell, kostengünstig oder zuverlässig ist. Aufgrund der Komplexität dieser Aufgabe ist IT-Unterstützung durch Optimierungsmodelle für die Tourenplanung im Strassengüterverkehr bereits vor Jahren etabliert (Buchholz, 1998). Aufgrund des sehr hohen und direkten Einflusses auf die Infrastrukturnutzung ist aber jede weitere Verbesserung, die noch erzielt werden kann, hoch relevant.

2. Fahrplanplanung/Trassenvergabe

Diese Aufgabe ist im Bahnverkehr im Grunde den Strassenverkehren ähnlich, allerdings läuft der Prozess eben nicht nur beim Transporteur ab, sondern im Austausch zwischen Transporteur und Infrastrukturbetreiber. Dort erfolgt die Fahrplanplanung noch weitestgehend manuell. Dies hat berechtigte Gründe: Im Bahnverkehr gibt es eine grosse Anzahl an Restriktionen und Abhängigkeiten, welche bei der Fahrplanplanung berücksichtigt werden müssen. Obwohl diese komplexe Aufgabe also für mathematische Optimierungsalgorithmen prädestiniert ist, konnten entsprechende IT-Produkte eben aufgrund der hohen Komplexität und des damit verbundenen Rechenaufwandes bisher nicht umgesetzt werden. Zwar stellt die Entwicklung solcher Algorithmen ein beliebtes Forschungsgebiet dar, es haben sich in der Praxis bisher aber noch keine Lösungen durchgesetzt (Clausen und Buchholz, 2008).

Die meisten eingesetzten Produkte unterstützen in der Fahrplanplanung lediglich vorab in der graphischen Darstellung, sie übernehmen damit also noch keine Optimierungsaufgaben an sich, sondern assistieren bei deren Ausführung durch einen Menschen. Eine vollständige Abbildung in Algorithmen und IT-Systemen ist heute noch schwierig, wenn auch nicht ausgeschlossen. Aufgrund der laufend steigenden Rechenleistung von Computern wird die Notwendigkeit zur Vereinfachung von Planungsparametern aber weiter abnehmen und der Einsatz solcher Systeme somit realistischer.

3. Instandhaltungsplanung der Schieneninfrastruktur

Durch die Abfolge mehrerer Instandhaltungsmassnahmen kann der Fahrplan eines Zuges nachhaltig gestört werden. Hierbei kommt es bislang zu schwer kalkulierbaren Abweichungen der tatsächlichen Fahrplanlage eines Zuges von seinem Sollfahrplan, die im weiteren Verlauf zu Konflikten mit anderen pünktlichen Zügen führen kann. Ziel einer optimierten Instandhaltungsplanung auf der Schiene ist es, diese Konflikte durch Integration einer Fahrplanprognose aufzuzeigen und Lösungen zu entwickeln. Gleichzeitig muss bei parallelen Strecken die Instandhaltungsplanung darauf abgestimmt werden, dass nicht auf beiden Strecken gleichzeitig Kapazitätseinschränkungen durch Baumassnahmen eintreten. Die DB Netz hat, wie SANDVOSS (2008) beschreibt, ein derartiges System eingeführt und konnte so die Fahrplankonflikte und damit auch die Kapazitätseinschränkungen der Infrastruktur auch unter komplizierten Randbedingungen (Osterwochenende mit hoher Nachfrage und 150 Baustellen im Netz) deutlich reduzieren. Aufgrund einer zu erwartenden Zunahme der Netzauslastung werden Anwendungen dieser Art weiter an Bedeutung gewinnen, da sie gerade bei komplizierten, hoch ausgelasteten Netzen besonders stark zum Tragen kommen.

4. Verkehrsleitung (Strasse)

Die Verkehrsleitung verfügt bereits über eine Vielzahl von (IT-unterstützten) Instrumenten, um den Verkehrsfluss wirkungsvoll zu beeinflussen. Sie reagieren heute jedoch meist noch nicht in Echtzeit auf unvorhergesehene Ereignisse und erlauben keine Prognosen. So kann auf Autobahnen beispielsweise ab einer gewissen Verkehrsdichte oder bei einem Unfall automatisch die erlaubte Höchstgeschwindigkeit reduziert werden, eine Prognose über die

Dauer der Massnahme, und möglicherweise trotzdem entstehende Staus und deren Verbreitung wird aber bislang nicht eingesetzt.

Dies erschwert antizipierende Massnahmen, sowohl bei der Verkehrsleitung als auch bei den Verkehrsteilnehmern selbst. Ein weiterer Handlungsbedarf, welcher sich nur mit massgeblicher IT-Unterstützung realisieren liesse, sind vom Verkehrsaufkommen abhängige aktive Beschränkungen gewisser Strassenabschnitte. Als einfaches bereits realisiertes Beispiel wäre das „Tropfenzählersystem“ von Lastwagen durch den Gotthardstrassentunnel zu nennen.

Wird eine verbindliche Lenkung einzelner Fahrzeuge möglich, so kann ein Sprung in der Kapazität und Auslastung erzielt werden, da nun Spitzen reduziert und das Aufkommen in weniger stark belastete Zeiten oder Routen verschoben werden können. Damit wird ein gleichmässigerer Verkehrsfluss erzielt. Dazu sind IT-Werkzeuge in Form von Optimierungsanwendungen nötig, die für alle Verkehrsmuster die optimale Verteilung, sowohl räumlich, als auch zeitlich, errechnen sowie ein System die so bestimmte Lösung an die Verkehrsteilnehmer zu kommunizieren und umzusetzen.

5. Offerterstellung/Informationsbereitstellung und Transportanfrage / Angebotsprüfung

Heute werden Transportanfragen im Schweizerischen Einzelwagenladungsverkehr angenommen, ohne dass eine Kapazitätsprüfung vorgenommen wird⁹. Das angewendete Prinzip ist in der Logistik bekannt als „Planung in die unbegrenzte Kapazität“ (Schönsleben, 2002). Dies hat weitreichende Folgen für die Infrastrukturnutzung. Die Züge sind in der Regel nicht maximal ausgelastet, weil von der Planung her eine (zu) grosse Transportkapazität bereitgestellt werden muss. Es verkehren also mehr Züge, als für das Transportaufkommen notwendig wären.

Transportanfragen werden im Einzelwagenladungsverkehr heute in der Regel über elektronische Schnittstellen an die Güterbahn übermittelt und oftmals manuell weiterverarbeitet. Die Transporttarife werden dabei jährlich vertraglich festgelegt. Beim Ganzzugverkehr werden die operativen Transportaufträge weniger strukturiert übermittelt, doch auch hier sind die Transportpreise und Konditionen bereits im Vorfeld festgelegt. Kritischer sind kurzfristige ad-hoc Transportanfragen für Ganzzugverkehre. Innerhalb kurzer Zeit muss dabei die Machbarkeit und der Transportpreis einer Transportanfrage festgelegt werden. Die Erstellung eines Angebotes erfolgt zudem in vielen Fällen manuell, was zu einem erhöhten Kosten- und Zeitaufwand bei der Güterbahn führt. Falls die Offerte auf eine Transportanfrage nicht in der gewünschten Zeit und Qualität geliefert werden kann, wird der Verloader – zumindest längerfristig – auf andere Transportmittel ausweichen, was Folgen für die Infrastrukturnutzung hat.

Im Strassengüterverkehr ist die Spanne bei diesen Prozessen sehr gross und reicht von nahezu voll automatisierten Systemen, wie sie vor allem bei einer engen Verzahnung von Verloader und Transporteur vorkommen können, bis hin zu nahezu vollständig manuell durchgeführten Prozessen. Insgesamt ist die Notwendigkeit bzw. das Potential durch einen IT-Einsatz hierbei jedoch geringer, da in der Planung bzw. Offerterstellung keine Rücksicht auf die Kapazitäten auf der Infrastruktur genommen werden muss und über einzelne Einheiten flexibler verfügt werden kann.

6. Disposition Fahrzeuge (Schiene)

Die Disposition der Fahrzeuge ist auf der Schiene eng verzahnt mit der Fahrplanplanung und Trassenvergabe. Da der Einsatzbereich der jeweiligen Fahrzeuge besonders bei internationalen Verkehren von der jeweiligen Fahrzeugausrüstung und der Verfügbarkeit ent-

⁹ Dieses Prinzip lässt sich gut mit dem Schweizerischen Personenverkehr auf der Schiene vergleichen, wo ein Billet unabhängig von der Auslastung des Zuges gekauft werden kann.

sprechend zertifizierten Personals abhängt, ist die Disposition auf der Schiene einer Vielzahl von zusätzlichen Randbedingungen unterlegen, die die Planung verkomplizieren. Einerseits birgt dies ein erhebliches Potential für den Einsatz von IT-Systemen zur Optimierung, andererseits gilt hier ähnlich wie bei der Fahrplanplanung und Trassenvergabe dass durch die Komplexität der Probleme oftmals noch die Rechenzeiten für eine ganzheitliche Lösung zu hoch sind. Unter genügend Randbedingungen (z.B. vorgegebener Fahrplan) ist dies aber durchaus zu bewältigen und Systeme mit derartigen Funktionalitäten sind im Einsatz (z.B. dispolino.rail oder RailOptCargo).

7. Belad

Wenn Transportmittel mit Gütern beladen werden, erfolgt dies oftmals „nach Augenmass“ und Erfahrung des Beladers. Die Beladung wird damit sicher nahe, aber nicht zwingend beim Optimum liegen. Bereits geringe Auslastungssteigerungen je Belad könnten in der Summe zu deutlich weniger Fahrten führen, was die Infrastruktur entlastet. Trotz im Grunde weniger Variablen und Randbedingungen, ist das Problem besonders bei Stückgut- und Mischverkehren durch unterschiedlich grosse, geformte und schwere Ladungen sehr komplex. Hier können mathematische Optimierungsverfahren zum Einsatz kommen, um einerseits das Personal von der Koordination und Planung zu entlasten und andererseits höhere Auslastungen erzielen zu können.

8. Physischer Transport und Transportsteuerung/-überwachung

Mittlerweile verfügt praktisch jeder Lastwagenfahrer über ein Navigationssystem, welches ihn zeit- oder distanzoptimiert zum Ziel bringt. Gewisse Geräte berücksichtigen auch aktuelle Stauinformationen und passen die Route automatisch entsprechend an. Allerdings sind Informationen über Staus und andere Engpässe nicht immer zuverlässig und bei grösseren Behinderungen sind nahegelegene Umleitungen auch schnell überlastet. Zudem fehlen dem Fahrer Informationen über *zukünftige* Staus. Es ist deshalb nach wie vor so, dass Fahrer aus Erfahrung gewisse Streckenabschnitte bewusst meiden, auch wenn das Navigationssystem diese unter Umständen empfiehlt. Wenn hingegen zuverlässige Prognosen seitens der Strassenverkehrsbehörden verfügbar sind, die in Routenplanung von Navigationssystemen eingehen können, lassen sich einerseits Umwege reduzieren und andererseits die Auswirkungen von unerwarteten Ereignissen, etwa, wenn die Auswirkungen aufgrund eines Unfalls zuverlässig prognostiziert werden können.

Durch eine nicht abgestimmte Ankunft von Lastwagen kann es im Terminalbetrieb vorkommen, dass Lastwagen nicht nacheinander, sondern alle gleichzeitig ihre Waren für einen bestimmten KV-Zug abliefern wollen. Dies kann für die nahegelegene Strasseninfrastruktur kurzzeitig zu einer massiven Verkehrszunahme und Staus führen. Das gleiche gilt, wenn Waren von ankommenden KV-Zügen abgeholt werden müssen. Ausserdem sind die Umladekapazitäten von KV-Terminals oftmals kritisch. Durch die fehlende Koordination von Lastwagen und langsame Krananlagen, erhöht sich der Platzbedarf von Terminalinfrastrukturen, weil Lastwagen und Ladeeinheiten länger im Terminal verweilen müssen. Durch IT-Systeme, die zuverlässig planen und prognostizieren können, wann eine bestimmter Umladevorgang, spezifisch für Bahn- und Lastwagen, stattfinden soll und dies ausreichend früh kommunizieren, lassen sich die Abläufe in Terminals beschleunigen. Dadurch sind Zeit- und Kostenersparnisse möglich, da Anlagen bei gleichem Platzbedarf höhere Umschlagleistungen erzielen können und Standzeiten reduziert werden können.

9. Betriebsführung (Schiene)

Bei Störungen im Bahnverkehr entsteht ein hoher Koordinationsaufwand, da Laufwege und Prioritäten von Zügen manuell verändert und abgestimmt werden müssen. Aufgrund des hohen Zeitdrucks und der enormen Komplexität kann der Disponent nur eine begrenzte Anzahl an Lösungen für die Entscheidungsfindung berücksichtigen. Das Resultat ist daher oftmals nicht optimal und die Auflösung von Verzögerungen und Behinderungen im Bahnbetrieb kann infolgedessen mehr Zeit in Anspruch nehmen als eigentlich notwendig. Je länger jedoch Störungen im Bahnbetrieb herrschen desto stärker ist ihre negative Wirkung auf die Auslastung und Zuverlässigkeit der Schienenverkehre. Für Aufgaben dieser Art

eignen sich mathematische Optimierungsverfahren, allerdings stellt die hohe Komplexität dieser Aufgaben eine noch zu überwindende Hürde dar.

10. Instandhaltungsplanung der Infrastruktur (Strassenverkehr)

Auch im Strassenverkehr führen Instandhaltungsmassnahmen zu Verzögerungen und Behinderungen im Verkehrsablauf. Mittels von ausreichend genauen Simulations- und Optimierungsverfahren in der Instandhaltungsplanung können die Kapazitätsbeschränkungen im Strassennetz (zum Beispiel Sperrungen von Fahrspuren) in die Zeiten schwacher Verkehrsnachfrage zu verlegt oder Bauarbeiten auf parallelen Strecken so koordiniert werden, dass nicht beide Strecken von Kapazitätseinschränkungen betroffen sind.

9.4.3 Massnahmen

Aufgrund der vorangegangenen Analyse sind nun IT-Anwendungen zu identifizieren, die sich als Massnahme zur Optimierung der Infrastrukturnutzung eignen. Es wird dabei weiterhin auf die relevanten Funktionen und Prozesse Bezug genommen und untersucht, welche Massnahmen sich jeweils anwenden lassen.

Bereits in der Vergabephase eines Transportauftrages können dabei in der Offertstellung/Informationsbereitstellung bzw. Transportanfrage/Angebotsprüfung **kapazitätsorientierte Buchungssysteme** zum Einsatz kommen. Diese würden sicherstellen, dass nur Transportkapazitäten verkauft werden, die auch effektiv verfügbar sind. Dies erhöht die Auslastung der geplanten Züge, vermeidet die Nachbestellung von kurzfristigen Trassen und vermindert allgemein die notwendigen Produktionsressourcen. Ausserdem wird die Transportqualität erhöht, da angenommene Sendungen nicht aufgrund fehlender Transportkapazitäten unplanmässig stehenbleiben. Ein solches System erlaubt in einer weiteren Entwicklungsstufe auch ein gezieltes Yield Management mittels dessen Restkapazitäten attraktiv an den Markt gebracht werden können bzw. Erträge verbessert werden können. In der höchsten Entwicklungsstufe steht dabei eine **automatische Angebotserstellung für ad-hoc Verkehre**, die dem Verlager praktisch sofort eine Offerte anbieten kann. Eine solche Plattform liesse auch kundenspezifische Angebote zu, ohne dabei einen hohen Personalaufwand zu verursachen sowie bei entsprechenden Schnittstellen transparente Preisvergleiche, wie dies zum Beispiel im Projekt „SPIN-Alp“ behandelt wurde (Ruesch, 2010). Weiter liesse sich über entsprechende Schnittstellen das Wissen von Kunden in der Planung langfristig einbeziehen, was zu einer besseren Koordination von Verkehren führen kann. Diese Funktionalitäten würden die Attraktivität des Bahngüterverkehrs erhöhen. Dies geschieht zunächst über geringere Kosten, vor allem aber auch über eine bessere Vergleichbarkeit der Angebote mit dem Strassenverkehr.

Im Bereich der Touren- bzw. Umlaufplanung könnten, besonders bei der Bahn, ausserdem durch eine **(Teil-) Automatisierte Umlaufplanung mittels Optimierungsalgorithmen** voraussichtlich grosse Verbesserungen gegenüber der heutigen manuellen Erstellung erzielt werden. Dazu müssen Algorithmen in der Lage sein, in annehmbarer Zeit und unter Berücksichtigung aller Randbedingungen Umlaufpläne zu erstellen. Ein entscheidender Beitrag muss dabei noch in der Entwicklung der Algorithmen und der Reduzierung der Rechenleistung erzielt werden. Bestehende Ansätze sind bislang ungenügend und benötigen eine zu grosse Zahl von Vereinfachungen, sodass keine nutzbaren Ergebnisse. Ähnliches für eine damit sehr eng verknüpfte **automatisierte Fahrzeugdisposition**.

Durch eine **mathematische Optimierung der Laderaumnutzung** für die Planung des Belads kann die Ausnutzung der Transporteinheiten erhöht werden. Das erlaubt bei gleichem Transportvolumen eine Senkung der Fahrtzahl oder bei gleicher Fahrtzahl ein höheres Transportvolumen. Eine breite Anwendung einer derartigen Massnahme dürfte vor allem die Kapazität von Zügen steigern, da der Effekt zwar kaum gross genug sein wird, um einen ganzen Zug überflüssig zu machen, sicherlich aber bei einer fixen Zuglänge die Ladekapazität erhöhen kann. Dagegen würde bzw. die Zahl der nötigen Strassentransporte gesenkt, da einzelne Lastwagen an sich bereits diskrete Einheiten sind, insgesamt aber über eine Konsolidierung der Ladungen über mehrere Einheiten Einsparungen möglich sind. Darüber hinaus wären Kosteneinsparungen möglich, da die Transportmenge pro Aufwand erhöht würde.

Während des Transports auf der Strasse können durch **die Nutzung von zuverlässigen Stauprognosen und Navigationsgeräten mit proaktivem Umrouting bei drohender Staugefahr** Verzögerungen im Transport verringert oder sogar ganz verhindert werden. Durch zuverlässige Prognosen lassen sich Staugefährdungen frühzeitig erkennen und sind weiträumig umfahrbare. Weiter würde ein Nachfliessen des Verkehrs in bereits kritische Abschnitte vermeidbar sein, wodurch Staus verringert, wenn nicht sogar vermieden werden können. Es liessen sich somit ausserdem Fahrzeiten und Abgasbelastungen verringern. Voraussetzung dazu ist, dass in der Verkehrsleitung (siehe unten) entsprechende Systeme im Einsatz sind und laufend alle wichtigen Zustände kommuniziert werden.

Umladevorgänge können beschleunigt werden, wenn eine **Zulaufsteuerung von Lastwagen in Terminals** stattfindet. Dabei würden unter Kenntnis von Zugskomposition und genauer Ankunftszeit in den Terminals den Lastwagen genaue Ankunftszeiten und Aufstellplätze vorgegeben. Dadurch lassen sich zunächst die durch Kräne oder andere Umschlagmittel zurückzulegenden Wege minimieren, wodurch beträchtliche Zeitgewinne entstehen. Weiterhin können so Staus und Wartezeit im Zugang zu den Terminals vermieden und infolgedessen der Strassenraum entlastet werden. Zuletzt erlaubt dies auch eine starke Verringerung des Platzbedarfs eines Terminals, da weniger Stau- bzw. Warteflächen für Lastwagen nötig sind.

Auf Seiten eines Eisenbahninfrastrukturunternehmens können durch eine **(Teil-) Automatisierte Fahrplanplanung mittels Optimierungsalgorithmen** höhere Kapazitäten erreicht werden, indem Zugfahrten bzw. Trassen besser aufeinander abgestimmt werden. Dies würde unter Betrachtung eines möglichst grossen Bereiches geschehen, um auch lange Zuglänge optimal in den Fahrplan einzubinden. In der Betriebsführung kann durch eine **optimierte Zugsführung** verhindert werden, dass viele Brems- und Anfahrvorgänge nötig sind. Damit kann zum einen Energie gespart werden, vor allem lassen sich damit die Kapazität erhöhen und der Betrieb stabilisieren. In einem weiteren Schritt versprechen ETCS Level 3 Anwendungen, mit denen sich der Betrieb von festen Streckenblöcken lösen kann weitere, grosse Kapazitätssteigerungen.

Weiter können durch **automatisiertes „Rescheduling“ des Fahrplans im Störfall** Behinderungen und Verzögerungen in Echtzeit minimiert werden (Lüthi, 2009). Dabei werden anstelle von erfahrungsbasierten und teilweise intuitiven Entscheidungen mathematische Optimierungsprozeduren eingesetzt, die für jede Situation spezifisch die optimale Dispositionsstrategie errechnen.

Ähnliches gilt für die Planung von Instandhaltungsmassnahmen. Auch hier kann durch Simulations- oder Optimierungsmethoden eine **kapazitätsorientierte Instandhaltungsplanung** erreicht werden. Dabei würden Massnahmen so abgestimmt, dass sie Laufwege von Zügen berücksichtigen. Das würde eine Minimierung der Auswirkungen bzw. eine höhere Stabilität erlauben, da verhindert würde, dass sich die Behinderungen aufgrund verschiedener Baustellen gegenseitig verstärken.

Bei der Verkehrsleitung wird die **Erstellung zuverlässiger Stauprognosen** als sinnvoll erachtet. Mittels derer könnten Störungen bereits in ihrer Entstehung durch **verbindliche Verkehrsbeschränkungsmassnahmen** vermindert oder gar vermieden werden. Beispiele dazu wären auf die effektive Verkehrsverhältnisse in Echtzeit reagierende Lichtsignalanlagen und Tempolimiten. Im Vergleich mit der Betriebslenkung im Bahnverkehr fehlt der Verkehrsleitung vor allem eine Möglichkeit, den Verkehrsteilnehmern verbindliche Anweisungen bezüglich ihrer Fahrtroute zu geben. Dabei hätten **verbindliche Verkehrslenkungsmassnahmen** in Echtzeit prinzipiell das Potential, durch präzise Vorgaben Engpässe effektiv zu vermeiden und eine systemoptimale Auslastung zu erreichen.

Schliesslich kann mittels einer **verkehrsflussoptimierten Instandhaltungsplanung** erreicht werden, dass die Auswirkungen von Baumassnahmen auf die Verkehre besser abgestimmt werden. Ein Beispiel wäre die Vermeidung von häufigem Beschleunigen und Anfahren, was den Verkehrsfluss stabilisiert und die Kapazität der Infrastrukturen erhöht.

Tab. 9.48 fasst die ermittelten Massnahmen mit den Funktionen bzw. Prozessen, in denen sie jeweils zum Einsatz kommen können zusammen.

Tab. 9.48: Massnahmen für die jeweiligen Funktionen

		Massnahme	
Akteure	Verlader	Transportanfrage/Angebotsprüfung	<ul style="list-style-type: none"> kapazitätsorientierte Buchungssysteme (Schiene) automatische Angebotserstellung für ad-hoc Verkehre (Schiene)
		Offertstellung/Informationsbereitstellung	
	Transporteur	Transportplanung	
		↳ Umlauf-/Tourenplanung	<ul style="list-style-type: none"> mathematische Optimierung in der Umlaufplanung
		↳ Disposition Fahrzeuge	<ul style="list-style-type: none"> mathematische Optimierung in der Fahrzeugdisposition (Schiene)
		Belad	<ul style="list-style-type: none"> mathematische Optimierung in der Laderaumnutzung
		Transportdurchführung	
		↳ Physischer Transport	<ul style="list-style-type: none"> Nutzung zuverlässiger Stauprognosen (Strasse)
		↳ Transportsteuerung/-Überwachung	<ul style="list-style-type: none"> Navigation mit proaktiver Umrouting bei Staufahrt (Strasse)
	EIU	↳ Umlad des Transportgutes (kombinierter Verkehr)	<ul style="list-style-type: none"> Zulaufsteuerung in Terminals (KV)
		Fahrplanplanung/Trassenvergabe (EIU)	<ul style="list-style-type: none"> (Teil-) Automatisierte Fahrplanplanung mittels mathematischer Optimierungsverfahren
		Betriebsführung (EIU)	<ul style="list-style-type: none"> Optimierte Zugsführung in Echtzeit Automatisches Echtzeit-Rescheduling im Störfall
	SVB	Instandhaltungsplanung der Infrastruktur (EIU)	<ul style="list-style-type: none"> Kapazitätsorientierte Instandhaltungsplanung
		Verkehrsleitung (Strasse)	<ul style="list-style-type: none"> Erstellung zuverlässiger Stauprognosen Verbindliche Verkehrslenkungs- und beschränkungsmassnahmen
		Instandhaltungsplanung der Infrastruktur (Strasse)	<ul style="list-style-type: none"> Verkehrsflussoptimierte Instandhaltungsplanung
EIU – Eisenbahninfrastrukturunternehmen SVB – Strassenverkehrsbehörde Massnahmen und Prozesse/Funktionen mit besonders grossen Potential sind hervorgehoben			

9.4.4 Entwicklungsbedarf

Nachdem ermittelt wurde, welche Art von Massnahmen sinnvoll einsetzbar wären, ist nun zu prüfen, wieso noch kein Einsatz erfolgt, also was die Haupthindernisse sind. Diese ergeben sich aus der Rolle und der Wirkungsweise der jeweiligen Massnahmen:

- Kapazitätsorientierte Buchungssysteme / automatische Angebotserstellung: Diese beiden Massnahmen sind eng miteinander verbunden und technisch im Grunde umsetzbar, allerdings sind die für die Einbindung gerade in die bei den Eisenbahnen hochkomplexen Systeme nötigen Schnittstellen einerseits und teilweise sehr händisch ablaufenden Prozesse andererseits weiterhin mit einem sehr hohen Investitionsbedarf verbunden.
- Mathematische Optimierung in der Umlaufplanung / mathematische Optimierung in der Fahrzeugdisposition: In diesem Bereich ist die Komplexität der Schnittstellen weniger das Problem, da die Hauptaufgabe auf der Bestimmung optimaler Lösungen liegt, wozu alle Randbedingungen wie Regeln und Ladungen bekannt sein müssen, woher oder wie diese erstellt werden aber zunächst irrelevant ist. Vielmehr ist hier, wiederum vor allem bei der Eisenbahn, das zu lösende Optimierungsproblem durch eine Vielzahl von Randbedingungen derart komplex, dass nach dem heutigen Stand entweder unzulässig

starke Vereinfachungen nötig sind oder die nötigen Rechenleistungen für eine wirtschaftliche Anwendung zu hoch sind.

- Mathematische Optimierung in der Laderaumnutzung: Auch dieses Problem ist vor allem eines im Hinblick auf die Entwicklung sinnvoller und effizienter Algorithmen, die mit einer Vielzahl von Randbedingungen und Variablen fertig werden. Hierbei müssen durch Heuristiken deutlich schnellere und bessere Lösungen gefunden werden als durch intuitive Verfahren, bevor eine Anwendung dieser Heuristiken sinnvoll ist.
- Nutzung zuverlässiger Stauprognosen / Navigation mit proaktiver Umrouing: In diesem Punkt liegt der Entwicklungsbedarf vor allem auf Seiten der Entwicklung von Methoden, mittels derer Staus und Verzögerungen zuverlässig vorhergesagt werden können. Sind diese gegeben, stellt dieser Teil der Umsetzung lediglich das Anpassen von Routenberechnungen aufgrund der gelieferten Daten dar.
- Zulaufsteuerung in Terminals: Hierbei sind zwei Haupthindernisse erkennbar. Zunächst ist es zwingend nötig, dass zuverlässige Informationen über Ankunftszeiten und Kompositionen von KV-Zügen und die Destinationen und Transportpläne der entsprechenden Ladungen vorliegen. Nur wenn diese vorliegen, kann die Nutzung von Terminals sinnvoll geplant werden. Weiter ist es wichtig, dass auf der Seite der Strassentransporture ein ausreichendes Mass an Akzeptanz für die Anwendung und Befolgung derartiger Systeme herrscht. Derzeit führen etwa Slotsysteme für die Nutzung von Rampen bei Verladern oftmals nur zu Verbesserungen auf Seiten der Anlagenbetreiber, während die Transporture vermehrt die Nachteile zu tragen haben. Daher müssen derartige Systeme zuverlässig und genau funktionieren, da sonst auch eine zwingende Nutzung lediglich zur Attraktivitätsminderung von kombinierten Verkehren führt.
- (Teil-)automatisierte Fahrplanplanung mittels mathematischer Optimierungsmethoden: Die Hauptherausforderung ist in diesem Fall wieder die Komplexität des Systems Eisenbahn. Derzeit ist die Entwicklung von Optimierungsmethoden noch nicht fortgeschritten genug, um die Vielzahl von Variablen und Bedingungen ausreichend genau zu erfassen und sinnvoll anwendbare Lösungen zu liefern. Es ist daher eine Erhöhung der Recheneffizienz oder der einsetzbaren Rechenleistung notwendig.
- Optimierte Zugführung in Echtzeit: Hierzu muss eine Reihe von Entwicklungen ineinandergreifen, da genaue Informationen aus dem laufenden Betrieb vorliegen, verarbeitet werden und schliesslich an die einzelnen Triebfahrzeuge beziehungsweise deren Lokführer kommuniziert werden müssen. Eine Erfassung der aktuellen Betriebslage ist bereits implementiert, daher wäre der nächste Schritt die Entwicklung von Verfahren, die für alle Züge auf dem Netz das jeweils optimale Geschwindigkeitsprofil bestimmen. Je nach Ausmass der Optimierung sind dafür unterschiedlich umfangreiche Verfahren nötig. In einer kleinen Stufe, in der lediglich für ein Zeitfenster von wenigen Minuten im Voraus geplant wird, ist dies durchaus realisierbar, bei einer räumlich und zeitlich weitreichenderen Anwendung nimmt die Komplexität jedoch schnell zu. Schliesslich müssen die ermittelten Fahrprofile an die einzelnen Triebfahrzeuge übertragen und dort umgesetzt werden. Durch die Einführung von GSM-R ist die Kommunikation eine bewältigbare Hürde, während die Umsetzung im Triebfahrzeug zwei Fälle hat. Zunächst ist es möglich (und auch gewünscht), dass die Anweisungen im Rahmen moderner Zugsicherungssysteme (etwa ETCS Level 3) im Führerstand als verbindliche Anweisung, bis hin zur automatischen Umsetzung erscheinen. Damit würde dies jedoch sicherheitsrelevant und würde durch die dadurch sehr hohen Anforderungen sehr aufwendig und teuer in der Umsetzung werden und darüber hinaus sehr viel Zeit vergehen, bis ein sinnvoller Ausrüstungsgrad erreichbar wäre. Eine andere, und teilweise bereits getestete) Methode ist daher, die Informationen nur anzuzeigen, nicht aber in die sicherheitsrelevanten Systeme einzubinden. Eine entsprechende Zugführung wäre in dem Fall zwar nicht zwingend, es ist aber davon auszugehen, dass diese Anweisungen im Normal auch ohne Zwang umgesetzt werden.
- Automatisiertes Echtzeit-Rescheduling im Störfungsfall: Im Grunde ist diese Massnahme ähnlich einer automatisierten Fahrplanplanung, allerdings ist die Ausgangslage

gegeben und das Ziel ist nicht, etwa eine insgesamt hohe Kapazität des Netzes zu gewährleisten, sondern den anliegenden Verkehr trotz einer aufgetretenen Beschränkung möglichst Verzögerungsfrei abzuwickeln. Räumlich kann die Aufgabe daher eingegrenzt werden, die Anzahl der Randbedingungen ist allerdings sehr hoch. Der Entwicklungsbedarf liegt auch hier bei effizienten Optimierungsmethoden, die schnell (die Lösung muss in wenigen Minuten vorliegen) ausreichend optimale Ergebnisse liefern.

- Kapazitätsorientierte Instandhaltungsplanung: Anders als bei einem Echtzeit-Re-scheduling steht hierbei mehr Zeit für die Errechnung einer Lösung zur Verfügung, da die Anwendung in der Planungsphase stattfindet. Allerdings ist der räumliche und zeitliche Raum grösser, was zu einer grösseren Zahl von Variablen führt. Letztendlich ist auch hier die Entwicklung effizienter Optimierungsverfahren massgeblich.
- Erstellung zuverlässiger Stauprognosen: Im Gegensatz zum Bahnverkehr ist der Strassenverkehr nicht verbindlich planbar. Die Erstellung von Prognosen und Empfehlungen kann daher nicht auf Optimierungsverfahren basieren, sondern auf der Anwendung von Simulationsmethoden, die von einem gegebenen Zustand die fortlaufende Entwicklung simulieren. Die Herausforderung hierbei liegt in der Entwicklung von Methoden, die ausreichend genaue Vorhersagen liefern können.
- Verbindliche Verkehrslenkungs- und Beschränkungsmassnahmen: Damit derartige Massnahmen sinnvoll einsetzbar sind, müssen die entsprechenden Anweisungen ermittelt werden. Dazu sind mehr und mehr Optimierungsmethoden nötig, da die Genauigkeit in der Steuerung der Verkehrsflüsse zunimmt. Es muss also sichergestellt werden, dass Methoden verfügbar sind, die ausreichend schnell die optimalen Flüsse bestimmen können. Daneben ist die Akzeptanz auf Seiten der Verkehrsteilnehmer voraussichtlich eher beschränkt, da sie sich zum Beispiel nur ungern auf eine Route begeben, die zwar aus der Gesamtsicht sinnvoll, für sie aber weniger optimal ist. Damit wäre entweder die Befolungsquote niedrig oder der Einführung einer Pflicht zur Befolgung mit grossen Widerständen zu rechnen.
- Verkehrsflussoptimierte Instandhaltungsplanung: Hierbei kommen sowohl Simulations- als auch Optimierungsmethoden zum Einsatz. Ziel ist es, die Veränderungen der Verkehrsflüsse durch die Instandhaltungsmassnahmen so abzustimmen, dass die gesamten Auswirkungen minimiert werden. Dazu sind ähnlich wie bei den anderen Massnahmen auf Seiten der Strassenverkehrsbehörden vor allem zuverlässigere Simulationswerkzeuge nötig.

9.5 Stand der Forschung und Technik bei Massnahmen mit grossem Potenzial

9.5.1 Kapazitätsorientierte Buchungssysteme / automatische Angebotserstellung

Kapazitätsorientierte Buchungssysteme und damit verbunden die automatische Angebotserstellung dienen einer stärkeren Angebotsorientierten Bereitstellung von Transportkapazitäten, um auf diese Weise nachfragegesteuerte Spitzenbelastungen im Transportnetz zu reduzieren und damit eine gleichmässige Auslastung der Infrastruktur zu erzielen.

Insbesondere im Schienengüterverkehr wird derzeit das Angebot primär auf die Spitzenbelastungen ausgelegt, so dass auch in Zeiten der höchsten Nachfrage alle Aufträge im Netz abgewickelt werden können. In einer ersten Phase besteht die Möglichkeit durch verstärkte kooperative Ansätze zwischen Verloader und Transporteur zu einer Glättung der Spitzen zu gelangen. Eine Untersuchung von Stefan Moll am IVT zeigt jedoch, dass diese Herangehensweise nur beschränkte Potenziale aufweist. (Moll, 2012).

Weitergehende Potenziale ergeben sich durch den Einsatz fixer Kapazitätsgrenzen in einem System, die für die Buchung zur Verfügung stehen. Sofern diese Kapazitätsgrenzen ausgebucht sind, muss der Verloader entweder auf einen anderen Zeitpunkt oder eine an-

dere Route ausweichen, um seinen Transport durchführen zu können. Die Nachfragesteuerung erfolgt dann über die prognostizierte Nachfrage, die Preiselastizität der Verkehrsnachfrage und daraus abgeleitet dem Pricing für die Transportleistungen. Für die Umsetzung solcher Strategien sind zum einen Softwareprodukte für die Nachfrageprognose und die Prognose des Kundenverhaltens bei Preisänderungen erforderlich, um die Preise für die Transportdienstleistungen effizient festlegen zu können. Zum anderen ist ein automatisches Angebots- und Buchungssystem erforderlich, das die freien Kapazitäten im System verwalten kann und den Kunden jederzeit den aktuellen Preis und die freien Kapazitäten aufzeigen kann.

Ähnliche Buchungssysteme sind bei Fluggesellschaften oder im Schienenpersonenverkehr bereits seit Jahren erfolgreich im Einsatz. Technisch ist die Umsetzung damit weitgehend gelöst. Eine Übertragung auf den Güterverkehr scheitert bislang vor allem an der Befürchtung der Transportdienstleister über fixe Mengenkontingente Transportdienstleistungen zu verlieren und der grundsätzlich schwieriger zu modellierenden Transportstruktur im Güterverkehr.

Die Notwendigkeit eines Buchungssystems haben dennoch die ersten Güterbahnen erkannt (Perrin, 2012) und die Systeme kommen beispielsweise im Kombinierten Verkehr (Transfracht, 2012) oder im internationalen Einzelwagenverkehr im Einsatz.

9.5.2 Mathematische Optimierung in der Umlaufplanung / in der Fahrzeugoptimierung / in der Laderaumnutzung

Die **Optimierung von Umläufen und Fahrzeugeinsätzen** stellt inzwischen ein wichtiges Produktmerkmal von Programmen zur Touren- und Einsatzplanung sowohl im Schienen- als auch im Strassenverkehr dar. Im Hinblick auf eine optimierte Infrastrukturnutzung ist vor allem die Möglichkeit durch Optimierung eine Reduktion der Leerfahrten zu vermeiden. Diesem sind naturgemäss Grenzen durch unpaarige Warenströme hinsichtlich der Menge und der beförderten Gutart gesetzt. Auch wenn der Trend verstärkt zu universell einsetzbaren Transportgefässen geht, so sind doch vor allem Flüssigkeits-, Staub- und Schüttguttransporte aufgrund der Anforderungen an Transportgefässe nur schwierig mit einer Rückleistung zu versehen.

Dennoch gibt es im **Eisenbahnverkehr** sowohl für Triebfahrzeuge als auch für Wagen durchaus Ansätze, die eine Umlaufoptimierung ermöglichen. So wurde bei SBB Cargo der Wagenumlauf mit Einführung des „Neuen Wagenmanagements (NWM)“ und vor allem der zugehörigen Softwareanwendungen optimiert (Hunkeler, 2007). Bei den SBB wird dazu das System PIPER (o.N., 2011) eingesetzt, das auf dem Softwarepaket IVU.rail aufbaut, das eine Fahr-, Dienst- und Umlaufplanoptimierung ermöglicht. Es sind jedoch auch weitere Systeme mit ähnlichen Eigenschaften von anderen Herstellern am Markt erhältlich. Aufgrund der Komplexität der bei einer automatisierten Optimierung entstehenden Probleme besteht allerdings durchaus in gewissem Umfange Optimierungspotenzial durch den Einsatz neu zu entwickelnder Algorithmen und Heuristiken.

Im **Strassengüterverkehr** ist zwischen innerbetrieblichen und betriebsübergreifenden Lösungen zu differenzieren. Innerbetrieblich ist das Ziel die Optimierung des Fahrzeugeinsatzes unter Berücksichtigung der im Unternehmen vorhandenen Aufträge und weiterer Restriktionen, wie dem Personaleinsatz. Die manuelle Planungsfunktion ist Bestandteil der handelsüblichen Speditionsoftware wie Winsped von LIS (LIS, 2012) aber auch von anderen Softwarepaketen. Eine Optimierung mit Hilfe von Algorithmen ist aber noch nicht Bestandteil dieser Softwarepakete, so dass hier noch Optimierungspotenziale bestehen. Weitere Bestandteile der innerbetrieblichen Lösungen sind Algorithmen zur Laderaumoptimierung, so dass durch optimale Stauung der Sendung der Laderaum optimal ausgenutzt wird.

Betriebsübergreifende Lösungen bestehen vor allem in Frachten- bzw. Transportbörsen, mit denen potenzielle Leerfahrten von Fahrzeugen mit Frachten gematcht werden. Hier bestehen softwareseitig derzeit vor allem manuelle Lösungen, die primär Informationen über vorhandene Frachten liefern (Klaus, 2008). Eine Optimierung mit Hilfe von Algorithmen

men ist hier aber aufgrund der unmittelbaren Verknüpfung mit kommerziellen Fragestellungen allerdings nur schwierig zu realisieren.

9.5.3 Erstellung und Nutzung zuverlässiger Stauprognosen / Navigation mit proaktiver Umroutung

Die Übermittlung und Verarbeitung von Echtzeitstauinformationen ist bereits heute Stand der Technik bei fast allen am Markt erhältlichen Navigationssystemen. Diese führen dann, je nach Wunsch des Benutzers, eine Routenoptimierung unter Berücksichtigung dieser Stauinformationen durch. Dennoch ist der Nutzen dieser Funktionen nur begrenzt, da die Nutzung von Echtzeit-Stauinformationen mit einer Vielzahl von Unsicherheiten behaftet ist:

- Es werden einerseits nicht alle vorhandenen Verkehrsbehinderungen tatsächlich erfasst.
- Es werden Verkehrsbehinderungen gemeldet, die bereits nicht mehr bestehen.
- Die Verkehrsbeeinträchtigung ist beim Erreichen des entsprechenden Punktes im Strassennetz bereits aufgelöst.
- Ausmass und Folgen (zumeist Fahrzeitverluste) der Verkehrsbeeinträchtigungen werden nur unzureichend prognostiziert.
- Die Wirkung der Verhaltensänderungen von Verkehrsteilnehmern auf die Ausweichrouten ist nicht prognostizierbar, so dass die Gefahr besteht, einen Stau auf die Ausweichrouten zu verlagern.

Helling (Helling, 2006) hat sich in ihrer Arbeit mit dieser Fragestellung befasst und ist zu dem Ergebnis gekommen, dass bei der tatsächlich vorhandenen Qualität der Staumeldungen bereits Fahrzeitoptimierungen im zweistelligen Prozentbereich möglich sind. Dennoch bestehen noch deutliche Optimierungspotenziale bei der Datenübermittlung.

Um zukünftig zuverlässige Stauprognosen erstellen zu können, muss damit eine Prognose über die Entwicklung des Verkehrsgeschehens im Strassennetz hinsichtlich Verkehrsmengen, Routenwahl und auch im Hinblick auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer infolge der zusätzlichen Informationen erfolgen. Die Universität Duisburg-Essen hat hierzu ein Verfahren entwickelt, das auch für grosse Netze wie das Autobahnnetz in Nordrhein-Westfalen durchaus brauchbare Prognosen liefert (Mazur, 2005). Eine flächendeckende Integration der Informationen in mobile Navigationsgeräte ist bisher aber nicht erfolgt, so dass insbesondere der schwierig zu prognostizierende Teil der Verhaltensänderungen der Verkehrsteilnehmer bisher nicht umgesetzt und getestet werden konnte.

Für die Schweiz kann ein derartiges System aber auch nur sehr begrenzten Nutzen generieren, da die Netzstruktur des Nationalstrassennetzes zumeist keine geeigneten Umfahrungsmöglichkeiten bietet. Dennoch ist eine Weiterentwicklung der bestehenden Systeme interessant, so dass auch Stauprognosen und die Prognose der daraus resultierenden Verhaltensänderungen in die Routenoptimierungsalgorithmen integriert werden können.

9.5.4 Zulaufsteuerung in Terminals

Ein Problem von grosser Bedeutung für die Qualität des Kombinierten Verkehrs stellt die mangelnde **Pünktlichkeit von Zugsankünften** in den Terminals des Kombinierten Verkehrs dar (NEA, 2008). Durch Zugverspätungen lassen sich die Terminalabläufe nicht mehr wie geplant durchführen. Die unmittelbaren Folgen sind neben Wartezeiten für abholende Strassenfahrzeuge und Züge, die auf freie Gleise im Terminal warten. Für die Transportdurchführung im Kombinierten Verkehr ergeben sich so zusätzliche Kosten und Qualitätsminderungen, die im Endeffekt Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl haben können. Wesentlicher Faktor für die Verbesserung der Pünktlichkeit ist dabei der Transportvorgang auf der Eisenbahn.

In einem ersten Schritt gilt es nun, die Terminalbetreiber frühzeitig über zu erwartende

Verspätungen zu informieren. Die Daten sind, zumindest für einzelne Korridore, über das System Europtirails verfügbar (RailNetEurope, o.J.). Bislang ist eine Freischaltung für die Terminalbetreiber in der Diskussion.

Weitere Schritte sind die Integration der Zulaufsteuerung in Systeme der Zuglaufoptimierung (vgl. Kapitel 9.5.6). Dieses ist bisher nur manuell möglich. Hier wäre aber zu prüfen, inwiefern das Gesamtsystem Kombinierten Verkehr auf diesem Wege weitere Optimierungspotenziale besitzt.

9.5.5 (Teil-)automatische Fahrplanplanung mittels mathematischer Optimierung

Das Ziel einer automatischen Generierung von Fahrplänen mit Hilfe von Algorithmen und Heuristiken ist es, unter gegebenen Randbedingungen bessere Lösungen für die Anforderungen an die Fahrplangestaltung zu finden, als dieses mit Hilfe manueller Fahrplanerstellungsverfahren möglich ist. Eine bessere Lösung stellt dabei aus Sicht des Personenverkehrs zumeist eine Verkürzung der Reisezeiten bzw. eine Verringerung der Reisezeitsummen dar. Für den Güterverkehr ist das primäre Ziel mit Hilfe der Algorithmen die Gesamttrassenanzahl in einem Netz zu erhöhen, so dass bei gegebener Infrastruktur zusätzliche Verkehrsleistung erbracht werden kann.

Der erste Schritt ist dabei das automatische Auffinden von freien Trassen in einem vorbelegten Netz. Dieses Problem ist im Prinzip von Hauptmann (Hauptmann, 2000) gelöst worden. Allerdings werden hierbei in der Regel keine Trassen gefunden, die nicht auch mit manuellen Verfahren auffindbar wären.

Erst durch die Variation der Zugfolgen, Zugabstände und Fahrzeiten aller Trassen lässt sich der Lösungsraum so weit vergrößern, dass auch Lösungen gefunden werden können, bei denen zusätzliche Trassen entstehen. Aufgrund der Komplexität des Problems sind hierbei Heuristiken einzusetzen, die den Lösungsraum auf ein geeignetes Mass verkleinern. Ein Lösungsansatz ist dabei die regionale Dekomposition, bei der das Gesamtnetz in Teilnetze zerlegt wird, für die jeweils ein Fahrplan erstellt wird. In einem weiteren Schritt erfolgt dann die Verknüpfung der Teilnetze zu einem Gesamtnetz, wobei die Fahrpläne der Teilnetze innerhalb gewisser Schranken für die Gesamtoptimierung angepasst werden können. Ein erster Ansatz hierzu wurde von Caimi (Caimi, 2009) an der ETH Zürich entwickelt. Ein anderer Lösungsansatz ist die hierarchische Dekomposition, bei der die Züge gemäss ihrer Rangfolge in den Fahrplan eingelegt werden. Der Unterschied zu den Verfahren der asynchronen Eisenbahnbetriebssimulation besteht in einer Bandbreite im Fahrplan der höherrangigen Züge, die beim Einlegen der niederrangigen Züge durch Verschieben der höherrangigen Züge im Minutenbereich für Optimierungen verwendet werden kann.

Im Rahmen der laufenden Arbeit von Herrigel zeigt eine Kombination beider Ansätze durchaus Potenzial, um Optimierungspotenziale in Fahrplänen in Form kürzerer Reisezeiten und zusätzlicher Trassen heben zu können.

9.5.6 Zuglaufoptimierung und Automatisiertes Rescheduling in Echtzeit

Mit der Zuglaufoptimierung verfolgt der Infrastrukturbetreiber das Ziel, die Ankunftszeiten der Züge an Fahrstrassenknoten so zu steuern, dass die Züge vor den Fahrstrassenknoten nicht anhalten müssen. Da beim Anhalten vor einem zunächst roten Signal zusätzliche Zeitverluste durch die Reaktionszeit des Lokführers nach der Fahrtstellung des Signals, für das Lösen der Bremsen und durch den Anfahrvorgang entstehen, verlängert sich die Belegungszeit des Fahrstrassenknotens. Folge hiervon ist eine geringere Leistungsfähigkeit. Ziel der Zuglaufoptimierung ist eine frühzeitige Reduktion der Geschwindigkeit der Züge vor dem Knoten, so dass diese nicht zum Halten kommen und mit nur geringfügig verminderter Geschwindigkeit den Knoten passieren können. Zur Umsetzung der Zuglaufsteuerung ist vor allem die Übermittlung entsprechender Geschwindigkeitsinformationen an den Lokführer erforderlich. Dieses kann durch herkömmliche Signale nur sehr grob erfolgen, eine Übermittlung durch eine zusätzliche Anzeige im Triebfahrzeug würde die Arbeitsbelastung erhöhen, so dass die Umsetzung nicht optimal möglich ist.

Erst mit dem Einsatz des neuen Zugsicherungssystems ETCS lassen sich von der Zugsicherung Geschwindigkeitsinformationen in den Führerstand übertragen. Dabei wäre auch prinzipiell eine Übertragung von dispositiven Geschwindigkeitslimiten möglich, wenn die Schnittstellen zwischen Disposition und Sicherungstechnik entsprechend ausgestaltet wären. Hierzu wäre die Entwicklung und Zulassung entsprechender Schnittstellen erforderlich.

In Anwendung sind derartige Systeme unter anderem bei den SBB in Form einer adaptiven Zuglenkung und bei der Deutschen Bahn (DB) unter dem Namen Freefloat. Während das System der SBB den Fokus auf Energieeinsparung legt, hat die DB auch Kapazitätserhöhungen bestehender Infrastruktur im Fokus. Bei der DB konnte der Einsatz durchaus nennenswerte Kapazitätssteigerungen generieren.

9.5.7 Kapazitätsoptimierte Instandhaltungsplanung

Das Ziel der kapazitätsoptimierten Instandhaltungsplanung ist die optimale Abstimmung der Instandhaltungsfenster auf die Belastungen der Verkehrswege unter Berücksichtigung der Interaktionen zwischen unterschiedlichen zeitlich parallel stattfindenden Instandhaltungsmassnahmen.

Im **Strassennetz** erfolgt die Instandhaltungsplanung derzeit primär mittels statischer Software-Produkten, die die Funktionen des Instandhaltungsmanagements (Zustandsüberwachung, Planung und Ausschreibung der Instandhaltungsleistungen und Projektmanagement- und Projektüberwachung während der Instandhaltungsmassnahmen) mit dem zugehörigen Verkehrsmanagement kombinieren. (CAOS GmbH, 2012) Das Verkehrsmanagement beschränkt sich aber auf die Planung allfälliger Umleitungsstrecken sowie die Überprüfung, ob diese Umleitungsstrecken durch andere Massnahmen bereits in ihrer Leistungsfähigkeit eingeschränkt sind. Massnahmen, die lediglich zu einer Kapazitätsreduktion eines Strassenabschnittes führen, wie beispielsweise die Sperrung einzelner Fahrstreifen, das grossräumige Routenwahlverhalten der Verkehrsteilnehmer sowie die Auswirkungen von nicht beeinflussbaren Störungen im verbleibenden Strassennetz werden nicht berücksichtigt. Hier besteht die Chance durch den verstärkten Einsatz von Umlegungsmodellen oder von Verkehrsflussmodellen die Wirkungen von Baustellen auch im grössräumigen Umfeld zu modellieren und dabei auch die Wirkung allfälliger weiterer Störungen abzubilden. Durch eine Szenarienbildung kann dann die optimale zeitliche und räumliche Steuerung von Instandhaltungsmassnahmen im Strassennetz ermittelt werden, so dass die Kapazitätseinschränkungen durch Instandhaltungsmassnahmen minimiert werden können. In Deutschland sind derartige Optimierungsansätze bereits in Richtlinien und Handlungsleitfäden eingeflossen. (HSVV, 2010) Im Rahmen der Leitbilds Telematik für die Schweiz im Jahre 2012 (ASTRA, 2012) werden Instandhaltungsoptimierungen nicht erwähnt. Das erlaubt den Schluss, dass das ASTRA derzeit nicht offensiv an derartigen Optimierungen arbeitet.

Im **Schienennetz** sind bereits Systeme zur Abstimmung der Baubetriebsplanung auf die Kapazitäten und Fahrzeiten entwickelt und im Einsatz. Diese basieren auf den bekannten Methoden der Eisenbahnbetriebssimulation und ermöglichen zunächst die Abbildung der Einschränkungen von Baumassnahmen auf die Infrastruktur (Gleissperrungen und Geschwindigkeitsrestriktionen). (RMCon, 2012) Daraus abgeleitet werden dann die Auswirkungen auf den Zugverkehr simuliert und es werden die Interaktionen zwischen einzelnen Baumassnahmen ermittelt. So kann verhindert werden, dass beispielsweise im Verlaufe einer Linie mehrere gleichzeitige Baumassnahmen zu einer vollständigen Konsumption der Fahrzeitreserve führen oder mehrere Gleissperrungen bei parallelen Strecken die Gesamtkapazität eines Korridors zu stark reduzieren. Die Deutsche Bahn setzt derartige Systeme bereits ein (Jankowski, 2012), bei der SBB sind solche Planungen derzeit nicht bekannt.

9.5.8 Verbindliche Verkehrslenkungs- und Beschränkungsmassnahmen

Verbindliche Verkehrslenkungs- und Beschränkungsmassnahmen sind derzeit nur in Teilbereichen des Strassennetzes im Einsatz. Dieses sind vor allem **Tropfenzählersysteme** für den Zugang zum Autobahnnetz in Ballungsräumen, wie sie derzeit auch in der Schweiz

beispielsweise an der Nordumfahrung Zürich zum Einsatz gelangen. Hierbei wird aber nicht der Zugang zum Strassennetz allgemein geregelt, so dass nur eine Verlagerung der Staus von den Autobahnen auf die Zufahrten erfolgt. Damit verbunden ist allerdings eine Kapazitätssteigerung im Autobahnnetz, da die Verkehrsstärke so geregelt werden kann, dass dieses länger im Bereich eines stabilen Verkehrsflusses betrieben werden kann. Damit verbunden ist allerdings häufig eine Verschlechterung des Verkehrsfluss auf den untergeordneten Strassen und den Zufahrtsrampen zu den Autobahnen (Zürich, 2008). Weitere Anwendungsfelder sind in der Schweiz die Zufahrten zu den Alpentunneln. Dort wird neben der Erhöhung der Kapazität der Alpentunnel vor allem ein Sicherheitsgewinn durch das Vermeiden von Verkehrsstockungen durch hohe Schwerverkehrsbelastungen angestrebt. Im Rahmen des Tropfenzählersystems für den Gotthard wurde zunächst auch ein Reservierungssystem vernehmfasst (ARE, 2003), dann aber das heutige First-come-first-serve-System umgesetzt. Dennoch wäre prinzipiell nach heutigem technischen Stand eine kapazitätsoptimierte Zulaufsteuerung im Strassennetz möglich, entsprechende Ansätze werden beispielsweise an der ETH Zürich erforscht (Kesting, Treiber, & Schönhof, 2008). Inwiefern die dabei gewählten freiwilligen Ansätze wirkungsvoll sind, ist voraussichtlich von der Befolgungsrate abhängig.

Bei der Mauterfassung sowohl im Bereich der Fernstrassen, wie sie die leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (LSVA) dargestellt als auch im Bereich der City-Maut erfolgt eine Steuerung ausschliesslich durch eine **Bepreisung der Infrastrukturnutzung**. Eine Beschränkung der Anzahl Zufahrten auf das Strassennetz erfolgt nicht. Dennoch führen diese Ansätze zu einer Optimierung der Infrastrukturnutzung, da die Fahrzeugauslastung kontinuierlich angestiegen ist. Leider lassen sich die Effekte durch die LSVA und die Erhöhung der Gewichtslimite nicht genau separieren (ARE Bundesamt für Raumordnung, 2007).

Eine weiterer Ansatz zu verbindlichen Verkehrslenkung stellen **Fahrzeugkonvois** auf dem Autobahnnetz dar. Diese wurden sowohl im Güter- als auch im Personenverkehrsbereich von den Fahrzeugherstellern erprobt (Henning, 2004). Nach einigen Versuchen in der Vergangenheit sind diese Ansätze in den letzten Jahren zumindest öffentlich nicht mehr diskutiert worden. Dennoch sind einzelne Ansätze im Bereich abgeschlossener Systeme im Einsatz. Eine Verbreitung im öffentlichen Strassennetz dürfte nach Einschätzung der Autoren aber erhebliche Widerstände erzeugen, da neben noch nicht ganz gelösten Sicherheitsfragen auch grosse Akzeptanzprobleme bei der Bevölkerung zu erwarten sind.

9.6 Schlussfolgerungen

Die Prozessorientierte Untersuchung der Infrastrukturwirkungen und Optimierungspotentiale ergab drei Funktionen, bei deren Verbesserung durch IT-Systeme ein sehr grosses Potential zu erwarten ist, sowie zehn weitere Funktionen bzw. Prozesse, in ein weniger dringliches, aber nicht zu vernachlässigendes Potential liegt. Für eine Anwendung in diesen Funktionen bzw. Prozessen eignen sich 15 Massnahmen besonders. Dabei ist eine Reihe von Herausforderungen zu bewältigen, die sich in folgende Kategorien einteilen lassen:

- **Rechenaufwand:** Bei mathematischen Optimierungsmethoden ist der Rechenaufwand oft so hoch, dass entweder zu starke Vereinfachungen getroffen werden müssen oder aber die Rechenzeiten zu lang sind. Hier sind weitere Fortschritte in der Algorithmentechnik und/oder der Rechenleistung nötig.
- **Genauigkeit von Simulationen:** Besonders im Strassenverkehr kann das Fahrverhalten der einzelnen Einheiten nicht genau bestimmt werden. Für eine sinnvolle Anwendung müssen Simulationsmethoden weiter verfeinert werden, um ein ausreichend hohes Mass an Genauigkeit zu erzielen.
- **Komplexität von Schnittstellen:** Besonders bei der Bahn muss eine Vielzahl von Systemen zusammenarbeiten bzw. erst noch automatisiert werden, um sinnvoll IT-Systeme einsetzen zu können.

- Widerstände der Verkehrsteilnehmer: Es liegt im Strassenverkehr zunächst eine generelle Unwilligkeit vor, Anweisungen zu folgen, die die jeweiligen Fahrer nicht ohne weiteres nachvollziehen können bzw. die Einschränkung der persönlichen Entscheidungsfreiheit hinzunehmen. Besonders in Situationen, wo im Interesse des Gesamten einzelne Verkehrsteilnehmer Nachteile in Kauf nehmen müssen, ist die Bereitschaft äusserst gering.

Letztlich sind diese Hemmnisse jedoch nicht unüberwindbar, es sind jedoch umsichtige Umsetzungspläne nötig, um schlussendlich die gewünschten Verbesserungen in der Infrastrukturnutzung zu erzielen.

10 Migration

10.1 Einleitung

Im vorangegangenen Kapitel wurden die sinnvollen Massnahmen sowie der Entwicklungsbedarf bzw. die Herausforderungen für die jeweiligen Massnahmen ermittelt. Es ist nun zu untersuchen, mit welchen Mitteln diese überwindbar sind und inwieweit die dazu nötigen Schritte umsetzbar und sinnvoll sind. Es werden dazu Massnahmenpakete betrachtet und die nötigen Schritte, um diese einzuführen. Im Rahmen dieser Studie wird dies als „Migration“ bezeichnet. Hierbei ist es wichtig, eine Abgrenzung zum Begriff der Migration innerhalb der Informationstechnologie zu ziehen, da er dort als „Prozess des Umrüstens von Applikationen und Daten aus einer Systemumgebung in eine neue“ (Fischer und Hofer (2007)) verstanden wird, während im Rahmen dieser Studie darunter die Abfolge von Schritten auf technischer, wirtschaftliche und auch politischer Ebene verstanden wird, die zum Einsatz von die Infrastrukturnutzung verbessernder IT-Systeme führen.

10.1.1 Migration und Innovationsmanagement

Wie bereits erläutert lassen sich die in Zusammenhang mit der Einführung von Informationstechnologien in der zukünftigen Gütertransportwirtschaft ergebenden Fragestellungen nicht mit dem klassischen Begriff der Migration im Bereich der Informationstechnologie beschreiben. Bei der hier zu evaluierenden Fragestellung ist der Hauptaspekt nicht der Ersatz bestehender IT-Produkte durch neue, sondern die Einführung von bislang noch nicht eingesetzten IT-Systemen. Insofern handelt es sich bei der untersuchten Fragestellung, wenn diese auf der Ebene eines Unternehmens betrachtet wird, um eine erstmalige Anwendung von neuen Prozessen in der Leistungserstellung und damit um eine Verfahrensinnovation (Thommen (2008)). Mit der Umsetzung von Innovation befasst sich jedoch das Innovationsmanagement – technische Antworten für eine Vorgehensweise zur optimierten Migration sind daher eher im Innovationsmanagement als bei der IT-Migration zu suchen. Im Innovationsmanagement wird unterschieden zwischen den hier relevanten „Prozessinnovation, die auf die interne Optimierungen von Kosten, Qualität, Zeit und Flexibilität im Leistungserstellungsprozess abzielen“ (Stern (2010)) und den Produktinnovationen, die „neue Arbeitsplätze, neue Marktanteile und grössere Gewinnspannen aufgrund von Wettbewerbsvorteilen“ (Stern (2010)) generieren.

Bei den untersuchten und zu migrierenden IT-Technologien handelt es sich aus Sicht der Anwender eindeutig um Prozessinnovationen, da diese durch eine Optimierung der (betrieblichen) Transportprozesse zu einer Reduktion der Kosten für die Infrastrukturbereitstellung und Infrastrukturnutzung führen sollen. Eine Untersuchung und Bewertung von Prozessinnovationen kann sinnvollerweise nur durch eine Prozessanalyse durchgeführt werden, da nur so die Veränderungen der relevanten Prozesse infolge der Innovation ermittelt und bewertet werden kann.

Für die Migration von Innovationen ist zwischen Innovationen zu unterscheiden, die aus dem Markt kommen, die sogenannten Market-Pull-Innovationen und den technologiegetriebenen Technology-Push-Innovationen (Voigt 2008). Während die Market-Pull-Innovationen leicht einzuführen sind und mit einem geringen Risiko behaftet sind, da ein entsprechender Markt für die Innovation vorhanden ist und in der Regel die technische Entwicklung noch nicht vollständig beendet ist, müssen bei den Technology-Push-Innovationen grössere Anstrengungen für die Markteinführung vorgenommen werden, da hier zunächst eine Technologie entwickelt worden ist, ohne dass a-priori ein entsprechender Markt vorhanden ist. Bei den hier zu untersuchenden Innovationen handelt es sich primär um Technology-Push-Innovationen (siehe Abb. 9.14), da hier eine Markteinführung als Selbstläufer bisher nicht erfolgt ist und ergänzende Anstrengungen für eine Marktdurchdringung erforderlich sind (Voigt (2008)).

	Technology-push	Market-pull
Ausgangspunkt	Technisches Merkmal Erfindung	Offenes oder latentes Kundenbedürfnis
Repräsentiert durch...	Technische Produktbeschreibung	Marktlücke, z.B. in der Produktroadmap
Streben nach...	Akzeptanzpotenzialen	Technischer Realisierung
Hilfsmittel	z.B. Technologieportfolio	z.B. Quality Function Deployment
Engpass der Innovation	Marktkommunikation	Entwicklung

Abb. 9.14: Merkmale von Technology-push- und Market-pull-Innovationen
(Quelle: VOIGT 2008)

Hierbei ist im Rahmen einer Migrationsbetrachtung insbesondere zu prüfen, ob das Akzeptanzpotenzial durch regulatorische Massnahmen erhöht werden kann.

10.1.2 Vorgehen für die Migrationsbetrachtungen

Um zu einem belastbaren Migrationsszenario zu gelangen, ist es zunächst erforderlich, diejenigen Prozesse zu identifizieren, bei denen Optimierungspotenzial durch IT-Anwendungen für die Infrastrukturnutzungen besteht. Dazu wurden bereits sämtliche Prozesse der Transportplanung und -durchführung auf ihre Relevanz für die Infrastrukturnutzung hin untersucht. Für die relevanten Prozesse wurden Massnahmen im IT-Bereich ermittelt und für diese Massnahmen der Entwicklungsbedarf bzw. unmittelbare Widerstände durch IT-Einsatz ermittelt. Ziel der Migrationsbetrachtungen ist es nun, darüber hinaus die Haltung der einzelnen Stakeholder zu diesen Migrationsmassnahmen zu ermitteln und gegebenenfalls Ansätze zu definieren, mit denen die Stakeholder veranlasst werden können, die positiv bewerteten Ansätze schneller umzusetzen.

Bei diesen Migrationsmassnahmen kann es sich neben harten regulatorischen Massnahmen (Verbote oder Gebote) insbesondere auch um die Förderung der Einführung mittels finanzieller Anreize handeln. Bei der Gewährung von Subventionen ist aber zu beachten, dass in der Logistikbranche, wie Gespräche des IVT mit Marktteilnehmern zeigen, eine Subventionierung von Betriebskosten als nicht relevant für ihre Entscheidungen charakterisieren. Für sie besteht immer das Risiko, dass Subventionen aus politischen Gründen sehr kurzfristig entfallen können. Daher sind bei der Subventionierung primär Aktivitäten im Bereich der Forschungsförderung sowie im Rahmen einer Einführungsphase zur Reduktion der Einführungskosten sinnvoll.

10.2 Migrationsmassnahmen

10.2.1 Akteure

Für ein Verständnis des Migrationsumfeldes ist es zunächst wichtig, die beteiligten bzw. betroffenen Akteure zu identifizieren und deren Ziele zu kennen. So kann ermittelt werden, welche Akteure von einer Veränderung profitieren bzw. Nachteile haben würden, woraus sich ableiten lässt, wo Unterstützung und wo Widerstände zu erwarten sind. Es lassen sich sechs Gruppen von Akteuren bestimmen, die in Tab. 9.49 mit Beispielen sowie ihren Zielen zusammengefasst sind. Deutlich wird, dass die Ziele der Akteure teilweise gegenläufig sind. Grob zu unterscheiden ist zunächst zwischen Unternehmen, denen das Ziel der Gewinnmaximierung unterstellt wird, öffentlichen Stellen, die als Regulator und Mittler auftreten sowie Verbänden bzw. Initiativen, die in der Regel soziale oder umweltbezogene Ziele verfolgen.

Tab. 9.49: Akteure im Güterverkehr

	Verbände/Beispiele	Ziele
Verlader	GS1, Swiss Shippers Council, VAP, economie suisse	niedrige Transportpreise, hohe Flexibilität und Zuverlässigkeit der Transporte
Transporteure	ASTAG, SPEDLOGSWISS, SVS, VAP (ohne SBB), SIHK,	gleichmässige, hohe Auslastungen, geringe Kosten (Personal, Gebühren, Fahrzeuge und Ausrüstung), höhere Erträge, geringe Warte- bzw. Pufferzeiten, hohe Autonomie
Infrastrukturbetreiber	SBB-Infrastruktur, Kantonale Bauämter	gleichmässige Auslastung, stabiler Betrieb, hohe Kapazität, geringe Unterhalts- und Erneuerungskosten
Staatliche Stellen	UVEK, ARE; ASTRA, BAFU, BAV, Parlamente und Ämter	Grundversorgung, Minderung der Verkehrsbelastung, Minderung der Verkehrsauswirkungen, Umsetzung politischer Ziele
Umwelt- und Bürgerverbände	Alpeninitiative, Pro-Bahn Schweiz	Verkehrsverlagerung zur Schiene, Verkehrsverminderung insgesamt, Verringerung der Umweltbelastung, sparsamer Infrastrukturausbau
Gewerkschaften	Les Routiers Suisses, SEV	hohe Löhne, Schutz der Arbeitsplätze, gute Arbeitsbedingungen

Verlader

Die Gruppe der Verlader erwartet als Auftraggeber der Transporte eine hohe Qualität, Sicherheit und Zuverlässigkeit der Transporte bei angemessenem Zeitaufwand und Preis. Massnahmen, die die Auslastung von Anlagen und/oder Transporten verbessern sollen, führen dabei oftmals zu einer Verringerung der Flexibilität, da die Verlader in diesem Fall sich entweder stärker auf die Transportkette ausrichten oder aber den Erhalt ihrer Flexibilität bezahlen müssen. Dagegen profitieren Sie von allen Massnahmen, die den Transportprozess schneller, zuverlässiger oder günstiger machen.

Transporteure

Transporteuren ist, analog zu den Verladern, daran gelegen, ihr Kerngeschäft zu geringen Kosten und guten Erträgen auszuführen. Es ergibt sich daraus ein Gegensatz, da eine Steigerung der Erträge oder der Flexibilität bei der einen Seite oft eine Senkung derselben auf der anderen Seite bedeutet. Andererseits teilt diese Gruppe von Akteuren die Interessen der Verlader im Hinblick auf Zuverlässigkeit und Zeitbedarf der Transporte, jedoch sind diese Kriterien hier weitaus wichtiger, da dies ihr Kerngeschäft und der Einfluss auf den Geschäftserfolg damit unmittelbar ist. Ein Konflikt ergibt sich oft bei Massnahmen, die eine effizientere Infrastrukturnutzung erreichen sollen, denn diese können zu Lasten der Autonomie der Transporteure gehen.

Infrastrukturbetreiber

Den Infrastrukturbetreibern ist daran gelegen, mit einem gegebenen Netz möglichst viel Verkehr in hoher Qualität abwickeln zu können. Damit teilen sie einerseits die Interessen der Unternehmen, gleichzeitig aber müssen sie die Infrastruktur mit möglichst geringem Mitteleinsatz unterhalten, betreiben und baulich anpassen, womit eine Reihe von Konfliktpunkten entsteht. Ausbauten sind immer schwieriger gegenüber Bürgern zu rechtfertigen, da diese mit Kosten, Umweltauswirkungen und Mehrverkehr verbunden sind. Weiter bedeutet ein insgesamt gleichmässiger Betrieb bei hoher Auslastung, dass ein Teil der Verkehre nicht zu den Wunschzeiten der jeweiligen Transporteure oder Verlader stattfinden kann, da diese aus den Spitzenzeiten heraus zu verlagern wären. Dies wäre also nur mittels einer verbindlichen Verkehrslenkung zu erreichen, die damit aber besonders auf der Strasse den Interessen von Transporteuren oftmals zu wider läuft.

Staat

Die Vorgaben an die Arbeit dieser Akteure werden von den politischen Gremien auf Bundes- und Kantonebene bestimmt. Die Umsetzung und Überwachung liegen bei den Behörden und Ämtern, zu denen auf Bundesebene unter anderem das Eidgenössische Departement für Umwelt, Energie, Verkehr und Kommunikation (UVEK) sowie die ihm unterstellten die Bundesämter für Raumentwicklung (ARE), Strassen (ASTRA), Verkehr (BAV) und Umwelt (BAFU) gehören. Des Weiteren gibt es in diesem Feld eine Reihe von kantonalen Ämtern und Behörden. Ihre Aufgaben umfassen die Steuerung der Raumnutzung

und der daraus resultierenden Mobilität sowie Planung, Unterhalt und Betrieb der Verkehrsnetze, Schutz der Umwelt und die Umsetzung weiterer gesetzlicher Vorgaben. Besonders im Strassenverkehr übernehmen sie ausserdem auch die Rolle des Infrastrukturbetreibers. Wo sie regulativ tätig werden, müssen Sie oft die Interessen der Gesellschaft gegen die Widerstände von einzelnen Akteuren, oftmals Unternehmen, durchsetzen.

Umwelt- und Bürgerverbände

Umweltverbände und Bürgerinitiativen streben in der Regel eine Reduzierung negativer Auswirkungen des Verkehrs an. Dies umfasst Beschränkungen, wie durch den Alpenschutzartikel oder die Reduktion von Verkehrslärm oder auch Verkehrsvolumina. Damit sind die Interessen denen der Unternehmen direkt gegenläufig. Gleichzeitig haben diese Verbände über die Möglichkeit zur Lancierung von Referenden und Initiativen direkten Einfluss auf die Politik und damit auf die öffentliche Verwaltung.

Gewerkschaften

Als Vertreter des operativen Personals nehmen die Gewerkschaften bei den Transporteuren eine besondere Rolle ein. Direkte Berührungspunkte liegen fast nur mit den Transporteuren als Arbeitgeber vor, hier sind die Interessen aber in vielen Fällen gegenläufig, da (Kosten-)Verbesserungen auf Seiten der Transporteure in vielen Fällen durch entsprechende Personalreduktionen erreicht werden sollen. Optimierende Massnahmen, besonders im Strassenverkehr, führen ausserdem oftmals zu einer Verringerung der Autonomie der Fahrer, da das Systemoptimum über das individuelle gestellt und durchgesetzt wird.

10.2.2 Haltung der Akteure gegenüber den einzelnen Massnahmen

Aus den Zielen und Wechselwirkungen der einzelnen Akteure untereinander lässt sich ableiten, welche bei einer Einführung der entwickelten Massnahmen einen Vorteil erhalten bzw. einen Nachteil erleiden würden. Es wird daher nun für die einzelnen Massnahmen entwickelt, welche Vor- bzw. Nachteile den einzelnen Akteuren daraus entstehen. Daraus lässt sich auf die zu erwartende Haltung der Akteure gegenüber einer jeweiligen Massnahme schliessen:

Tab. 9.50: Reaktionen auf kapazitätsorientierte Buchungssysteme (Schiene)

kapazitätsorientierte Buchungssysteme (Schiene)	
Verlader	
+ höhere Zuverlässigkeit - Verlust Flexibilität - Möglicherweise höhere Preise auf stark nachgefragten Transporten	Ablehnend
Transporteure	
+ höhere Auslastung + bessere Erträge + niedrigere Kosten je transportierte Einheit	Wohllollend
Infrastrukturbetreiber	
+ tendenziell weniger Züge bei gleichen Volumen → höhere Netzeffizienz	Wohllollend

Tab. 9.51: Reaktionen auf eine automatische Angebotserstellung für ad-hoc Verkehre auf der Schiene

automatische Angebotserstellung für ad-hoc Verkehre (Schiene)	
Verlader	
+ höhere Zuverlässigkeit + schnellere Bearbeitung + bessere Vergleichbarkeit von Angeboten	Wohllollend
Transporteure	
+ schnellere Bearbeitung + geringere Transaktionskosten + höhere Attraktivität - bessere Vergleichbarkeit von Angeboten → stärkerer Preisdruck	Wohllollend

Tab. 9.52: Reaktionen auf eine automatische Angebotserstellung für ad-hoc Verkehre auf der Schiene

mathematische Optimierung in der Umlaufplanung/-optimierung
--

Transporteure	
+ niedrigere Kosten durch bessere Umläufe	Wohlwollend
Infrastrukturbetreiber	
+ Verringerung der gefahrenen Kilometer und damit der Netzbelastung	Wohlwollend

Tab. 9.53: Reaktionen auf eine mathematische Optimierung in der Fahrzeugdisposition (vor allem Schiene)

mathematische Optimierung in der Fahrzeugdisposition (vor allem Schiene)	
Transporteure	
+ niedrigere Kosten durch bessere Umläufe und Fahrzeugbedarf	Wohlwollend

Tab. 9.54: Reaktionen auf eine mathematische Optimierung in der Laderaumnutzung

mathematische Optimierung in der Laderaumnutzung	
Transporteure	
+ höhere Auslastungen + niedrigere Einheitskosten	Wohlwollend
Infrastrukturbetreiber	
+ Verringerung der nötigen Fahrten und damit Netzentlastung	Wohlwollend

Tab. 9.55: Reaktionen auf eine Nutzung zuverlässiger Stauprognosen

Nutzung zuverlässiger Stauprognosen	
Verlader	
+ höhere Zuverlässigkeit + evtl. kürzere Transportzeiten	Wohlwollend
Transporteure	
+ höhere Zuverlässigkeit + evtl. kürzere Fahrzeiten, dadurch bessere Auslastung Fahrzeuge (z. B. tkm/Tag)	Wohlwollend
Infrastrukturbetreiber	
+ Höhere Kapazität der Infrastruktur durch weniger und schwächere Engpässe	Wohlwollend
öffentliche Verwaltung	
+ geringerer Mittelbedarf durch Vermeidung teurer Ausbauten für Spitzenlasten	Wohlwollend

Tab. 9.56: Reaktionen auf eine Navigation mit proaktiver Umroufung bei Staugefahr

Navigation mit proaktiver Umroufung bei Staugefahr	
Verlader	
+ höhere Zuverlässigkeit + evtl. kürzere Transportzeiten	Wohlwollend
Transporteure	
+ höhere Zuverlässigkeit + evtl. kürzere Fahrzeiten, dadurch bessere Auslastung Fahrzeuge (z. B. tkm/Tag)	Wohlwollend
Infrastrukturbetreiber	
+ Höhere Kapazität der Infrastruktur durch weniger und kleinere Engpässe	Wohlwollend
öffentliche Verwaltung	
+ geringerer Mittelbedarf durch Vermeidung teurer Ausbauten für Spitzenlasten	Wohlwollend
Umwelt- und Bürgerverbände	
+ Reduktion örtlich hoher Belastungen durch Vermeidung von Staus	Wohlwollend

Tab. 9.57: Reaktionen auf eine Zulaufsteuerung für Lastwagen in Terminals

Zulaufsteuerung Lastwagen in Terminals	
Verlader	
- Reduktion Flexibilität	Ablehnend
Transporteure	
- Reduktion Flexibilität - trotzdem mögliche Wartezeiten	Ablehnend
Infrastrukturbetreiber	

+ Erhöhung Planbarkeit im Terminalbetrieb + Reduktion Durchlaufzeiten + Reduktion Platzbedarf (Warteflächen)	Wohlwollend
Umwelt- und Bürgerverbände	
+ Reduktion Platzbedarf Terminals + Reduktion Umweltbelastung um Terminals	Wohlwollend

Tab. 9.58: Reaktionen auf eine (Teil-)Automatisierte Fahrplanplanung mittels Optimierungsalgorithmen

(Teil-)Automatisierte Fahrplanplanung mittels Optimierungsalgorithmen	
Transporteure	
+ bessere Trassenverfügbarkeit + höhere Trassenqualität + evtl. höhere Zuverlässigkeit + evtl. kürzere Fahrzeiten	Wohlwollend
Infrastrukturbetreiber	
+ bessere Auslastung des Netzes + erhöhte Stabilität des Betriebs + evtl. geringerer Ausbaubedarf	Wohlwollend

Tab. 9.59: Reaktionen auf eine Optimierte Zugsführung in Echtzeit

Optimierte Zugsführung in Echtzeit	
Transporteure	
+ höhere Zuverlässigkeit + evtl. geringere Kosten durch gleichmäßigeres Fahren	Wohlwollend
Infrastrukturbetreiber	
+ erhöhte Stabilität des Betriebs	Wohlwollend

Tab. 9.60: Reaktionen auf ein Automatisiertes Echtzeit-Rescheduling im Störfall

Automatisiertes Echtzeit-Rescheduling im Störfall	
Verlader	
+ höhere Zuverlässigkeit	Wohlwollend
Transporteure	
+ höhere Zuverlässigkeit	Wohlwollend
Infrastrukturbetreiber	
+ höhere Zuverlässigkeit + geringere Kapazitätsverluste im Störfall + Reduktion Störungsausmass und -dauer	Wohlwollend

Tab. 9.61: Reaktionen auf eine Kapazitätsorientierte Instandhaltungsplanung

Kapazitätsorientierte Instandhaltungsplanung (vor allem Schiene)	
Transporteure	
+ bessere Trassenverfügbarkeit + höhere Zuverlässigkeit	Wohlwollend
Infrastrukturbetreiber	
+ höhere Zuverlässigkeit + Verringerung Kapazitätseinbussen durch Instandhaltungsmassnahmen + evtl. geringerer Ausbaubedarf	Wohlwollend
öffentliche Verwaltung	
+ evtl. geringerer Ausbaubedarf	Wohlwollend

Tab. 9.62: Reaktionen auf eine Erstellung zuverlässiger Stauprognosen

Erstellung zuverlässiger Stauprognosen	
Verlader	
+ höhere Zuverlässigkeit	Wohlwollend
Transporteure	
+ Wartezeiten und Staus vermeidbar → höhere Zuverlässigkeit + Höhere Effizienz (Transportleitung je Zeit) erreichbar	Wohlwollend
Infrastrukturbetreiber	
+ Verbesserte Verkehrsflüsse aufgrund bereitgestellter Informationen → höhere Kapazität der Infrastruktur durch weniger und kleinere Engpässe	Wohlwollend
Gewerkschaften	
+ wertvolles Hilfsmittel, um Arbeitsalltag zu verbessern	Wohlwollend

Tab. 9.63: Reaktionen auf verbindliche Verkehrslenkungs- und beschränkungsmassnahmen in Echtzeit

verbindliche Verkehrslenkungs- und -beschränkungsmassnahmen in Echtzeit	
Verlader	
+ höhere Zuverlässigkeit - starke Reduktion der Flexibilität - starke äussere Einflüsse auf interne Prozesse - Eingriff in Autonomie und Privatsphäre - Gefahr der Diskriminierung	Ablehnend
Transporteure	
+ höhere Zuverlässigkeit - starke Reduktion der Flexibilität - Beschneidung der Freiheiten, starker Eingriff in den Betrieb - Möglicherweise Zuweisung für Einzelnen nachteiliger Routen und Zeiten - Eingriff in Autonomie und Privatsphäre - Gefahr der Diskriminierung	Ablehnend
Infrastrukturbetreiber	
+ deutlich höhere Auslastungen möglich + Erhöhung Kapazität + Erhöhung Stabilität + Systemoptimale Verkehrsverteilung möglich	Wohlwollend
öffentliche Verwaltung	
+ Eingriffs- und Steuermöglichkeiten im Verkehr + Verringerung Ausbaubedarf + Vermeidung Engpässe und Umweltbelastungen	Wohlwollend
Umwelt- und Bürgerverbände	
+ Vermeidung Staus - Erhöhung gesamthafter Verkehrsmenge möglich - weniger Schwachlast- und damit Ruhezeiten	Ablehnend
Gewerkschaften	
+ höhere Zuverlässigkeit + ruhigerer Arbeitsalltag - starke Reduktion der Flexibilität - Beschneidung der Freiheiten - Möglicherweise Zuweisung für Einzelnen nachteiliger Routen und Zeiten - Gefühl der Bevormundung - Eingriff in Autonomie und Privatsphäre - Gefahr der Diskriminierung	Ablehnend

Tab. 9.64: Reaktionen auf eine verkehrsflussoptimierte Instandhaltungsplanung

Verkehrsflussoptimierte Instandhaltungsplanung	
Transporteure	
+ höhere Zuverlässigkeit	Wohlwollend
Infrastrukturbetreiber	
+ Erhöhung Stabilität	Wohlwollend
öffentliche Verwaltung	
+ Vermeidung Staus und Umweltbelastungen	Wohlwollend
Gewerkschaften	
+ höhere Zuverlässigkeit + ruhigerer Arbeitsalltag	Wohlwollend

Diese Überlegungen sind in Tab. 9.65 zusammengefasst. Es wird dabei deutlich, dass besonders Transporteure und Infrastrukturbetreiber von den Massnahmen profitieren würden. Dies ist ein naheliegendes Ergebnis, da die Massnahmen darauf abzielen, die Infrastrukturnutzung effizienter zu gestalten, was besonders Vorteile für Vielnutzer bedeutet, die eben die Transporteure darstellen. Dies stellt aber auch eine Verbesserung für den Staat dar, da so der Mittelbedarf für Ausbauten und volkswirtschaftliche Verluste reduziert werden können. Die daraus entstehenden Verbesserungen im Hinblick auf Kosten, Transportzeiten und Zuverlässigkeit kommen wiederum vor allem Verladern und Chauffeuren zu Gute, allerdings steht gerade bei diesen Gruppen der Verbesserung oft ein Verlust an Au-

tonomie gegenüber. Dies sticht besonders bei der Verbindlichkeit von Verkehrslenkungsmaßnahmen eine Rolle. Es würde damit die Autonomie von Verladern und Transporteuren drastisch eingeschränkt, ebenso würden Gewerkschaften als Vertreter des Personals diese Einengung ihrer Spielräume kaum hinnehmen wollen. Ein positives Bild bietet sich für Bürgergruppen. Sie profitieren von einer effizienteren Flächennutzung, die sich langfristig in einem geringeren Bedarf an Verkehrsflächen äussert, sowie einem stabileren Verkehrsfluss und einer dadurch stellenweise verminderten Lärmbelastung. Allerdings bedeutet eine höhere Effizienz des Verkehrssystems auch eine Erhöhung der möglichen Verkehrsmenge auf dem aktuellen Netz, was den Interessen gerade von Umweltverbänden oft entgegensteht.

Tab. 9.65: Haltung der Akteure gegenüber den einzelnen Massnahmen

		Verlader	Transporteure	Infrastrukturbetreiber	öffentliche Verwaltung	Umwelt- und Bürgerverbände	Gewerkschaften
Transporteur	kapazitätsorientierte Buchungssysteme (Schiene)	-	+	+			
	automatische Angebotserstellung für ad-hoc Verkehre (Schiene)	+	+				
	mathematische Optimierung in der Umlaufplanung/-optimierung		+	+			
	mathematische Optimierung in der Fahrzeugdisposition (vor allem Schiene)		+				
	mathematische Optimierung in der Laderaumnutzung		+	+			
	Nutzung zuverlässiger Stauprognosen	+	+	+	+		
	Navigation mit proaktiver Umrountung bei Staugefahr	+	+	+	+	+	
Zulaufsteuerung Lastwagen in Terminals	-	-	+		+		
EIU	(Teil-)Automatisierte Fahrplanplanung mittels Optimierungsalgorithmen		+	+			
	Optimierte Zugsführung in Echtzeit		+	+			
	Automatisiertes Echtzeit-Rescheduling im Störfall	+	+	+			
	Kapazitätsorientierte Instandhaltungsplanung		+	+	+		
SVB	Erstellung zuverlässiger Stauprognosen	+	+	+			+
	verbindliche Verkehrslenkungs- und -beschränkungsmassnahmen in Echtzeit	-	-	+	+	-	-
	Verkehrsflussoptimierte Instandhaltungsplanung		+	+	+		+

- EIU Eisenbahninfrastrukturunternehmen
- SVB Strassenverkehrsbehörde
- + Akteur steht Massnahme wohlwollend gegenüber
- Akteur steht Massnahme ablehnend gegenüber

10.2.3 Finanzielle Umsetzbarkeit

Bei der Betrachtung der möglichen Massnahmen ist neben den zu erwartenden Reaktionen der Akteure zu beachten, mit welchen Aufwendungen die Einführung der Massnahmen verbunden ist und wie die durch sie realisierbaren Verbesserungen im Verhältnis dazu stehen. Es erfolgt daher eine Klassifizierung der Massnahmen im Hinblick auf ihren Finanzierungsbedarf. Dabei wird betrachtet, ob und wie schnell die jeweiligen Massnahmen die Investitionskosten amortisieren können und welcher Förderungsbedarf sich daraus im Falle einer Entscheidung für die Massnahmen ergibt. Diese Einteilung verfügt über vier Klassen (Abb. 9.15): Sind Massnahmen in jedem Fall wirtschaftlich, so ist keine Subventionierung nötig, vielmehr ist anzunehmen, dass sie ohnehin umgesetzt werden. Sind sie

erst ab einem bestimmten Ausrüstungsgrad vorteilhaft, so kann dieser Ausrüstungsgrad durch eine Anschubfinanzierung erreicht werden, die anfänglich eine schnelle Erhöhung des Ausrüstungsgrades ermöglicht. Weiter gibt es Massnahmen, deren Einsatz wirtschaftlich und sinnvoll ist, sofern deren Anschaffungskosten unberücksichtigt bleiben. Sollen solche Massnahmen eingeführt werden, so kann dies durch eine Förderung der Anschaffung erreicht werden, mittels derer die Wirtschaftlichkeit für die Nutzer wieder hergestellt wird. Schliesslich bleibt noch der Fall, dass selbst mit einer solchen Förderung keine Eigenwirtschaftlichkeit erreicht werden kann. In diesem Fall würden auch im Betrieb laufend Unterstützungsleistungen notwendig werden. Dies ist schwierig zu rechtfertigen, da ein dauerhaft defizitäres System betrieben werden würde und gerade nicht-staatliche Akteure kaum zu der Bindung an eine staatliche Subvention bereit sind, die aufgrund politischer Gründe kurzfristig wegfallen kann.

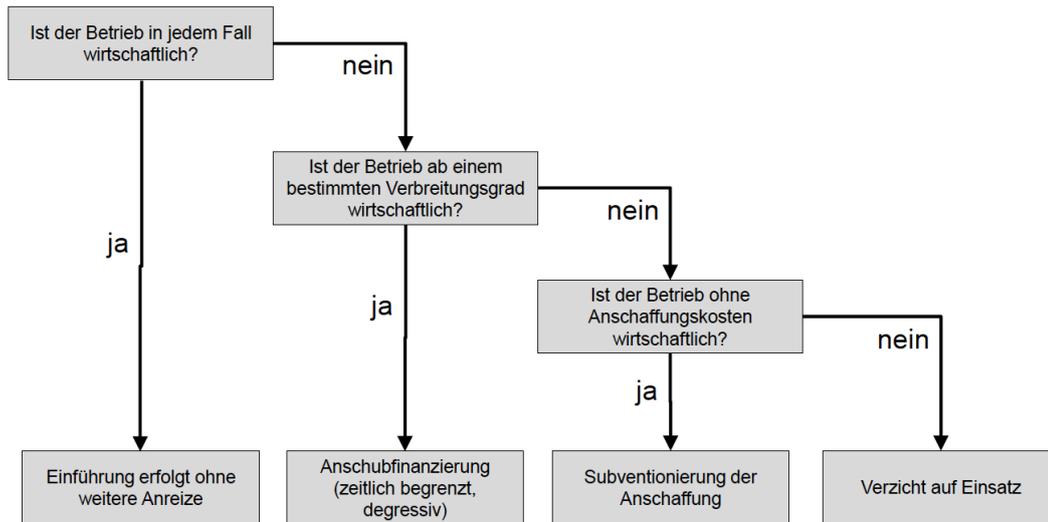


Abb. 9.15: Klassierung von Massnahmen nach Wirtschaftlichkeit und Förderungsbedarf

Im Fall der identifizierten IT-Massnahmen ergibt sich damit, unter Berücksichtigung der Kenntnisse der Autoren, die in Tab. 9.66 dargestellte Klassifizierung. Es fällt hierbei auf, dass zunächst nur zwei (nur eine, falls nur Bahnverkehre betrachtet werden) Massnahmen als „wirtschaftlich in jedem Fall“ bewertet wird, während alle weiteren Massnahmen als „wirtschaftlich ab einem bestimmten Verbreitungsgrad“ oder „wirtschaftlich im Betrieb“ bewertet werden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Massnahmen der ersten Kategorie gemäss Definition eigenwirtschaftlich sind und damit bereits im Einsatz stehen sollten. Damit besteht in diesem Bereich kaum externer Handlungsbedarf. Die dennoch aufgeführten Massnahmen stehen nach Kenntnisstand der Autoren in Entwicklung (kapazitätsorientierte Buchungssysteme auf der Schiene), sind aber noch nicht eingeführt, da weiterhin die Komplexität des Eisenbahnverkehrs eine Herausforderung darstellt bzw. sind bereits im Einsatz, können aber weiter verbessert werden (Tourenplanung im Fall Strassentransporte).

Massnahmen, die als „wirtschaftlich ab bestimmtem Verbreitungsgrad“ klassifiziert sind, sind solche, bei denen eine wirkliche Wirkung erst dann feststellbar ist, wenn sie von einer grossen Zahl von Anwendern genutzt werden. Dies gilt zum Beispiel für die Nutzung von Stauprognosen und Umleitungsempfehlungen: Wenn nur wenige darauf zurückgreifen ist der Gesamteffekt sehr klein. Daher ist in diesem Bereich tatsächlich eine Anschubfinanzierung sinnvoll.

Eine Reihe von Massnahmen wurde als „wirtschaftlich im Betrieb“ kategorisiert. Dies sind Massnahmen, deren vermutete Entwicklungskosten derzeit so hoch sind, dass eine eigenverantwortliche Entwicklung und Einführung seitens der Privatwirtschaft unwahrscheinlich scheint. Dies gilt zum Beispiel für Massnahmen die auf Fortschritte in der Entwicklung von Optimierungsalgorithmen sowie der Rechenleistungen angewiesen sind. Transporteure und Verloader haben hierbei in der Regel weder die nötigen Kenntnisse noch die Entwick-

lungsressourcen, um diese Entwicklungen bedeutend voranzutreiben. Hier würde eine Förderung auf die Forschung und Entwicklung in diesem Bereich abzielen, sodass Anwendungen im akademischen Bereich auf ein Niveau gebracht werden können, ab dem ein Übergang in die praktische Anwendung möglich ist.

Tab. 9.66: Klassifizierung der Massnahmen nach Niveau der Eigenwirtschaftlichkeit

		Wirtschaftlich in jedem Fall	Wirtschaftlich ab bestimmten Verbreitungsgrad	Wirtschaftlich im Betrieb	unwirtschaftlich
Transporteur	kapazitätsorientierte Buchungssysteme (Schiene)	X			
	automatische Angebotserstellung für ad-hoc Verkehre (Schiene)			X	
	mathematische Optimierung in der Umlaufplanung/-optimierung	X ¹	X ²		
	mathematische Optimierung in der Fahrzeugdisposition (vor allem Schiene)			X	
	mathematische Optimierung in der Laderaumnutzung		X		
	Nutzung zuverlässiger Stauprognosen		X		
	Navigation mit proaktiver Umroufung bei Staugefahr		X		
	Zulaufsteuerung Lastwagen in Terminals		X		
EIU	(Teil-)Automatisierte Fahrplanplanung mittels Optimierungsalgorithmen			X	
	Optimierte Zugsführung in Echtzeit			X	
	Automatisiertes Echtzeit-Rescheduling im Störfall			X	
	Kapazitätsorientierte Instandhaltungsplanung		X		
SVB	Erstellung zuverlässiger Stauprognosen			X	
	verbindliche Verkehrslenkungs- und -beschränkungsmassnahmen in Echtzeit		X		
	Verkehrsflussoptimierte Instandhaltungsplanung		X		

EIU Eisenbahninfrastrukturunternehmen

SVB Strassenverkehrsbehörde

¹ Strassentransporte

² Bahntransporte

Es zeigt sich weiterhin aus dieser Analyse, dass in diesem Sektor praktisch keine „low-hanging fruits“ mehr zu finden sind, da derartige Anwendungen bereits realisiert wurden und für weitere Verbesserungen noch Hindernisse bestehen, die nicht ohne Weiteres zu überwinden sind.

10.3 Fazit und Empfehlungen

Hinsichtlich einer optimalen Mittelverwendung sind prioritär Massnahmen umzusetzen, die ab einem gewissen Verbreitungsgrad eine Eigenwirtschaftlichkeit besitzen und gleichzeitig einen hohen Einfluss auf die Infrastrukturnutzung haben. Weiter wäre es sinnvoll bei Massnahmen, die im Betrieb wirtschaftlich sind und ein grosses Potential versprechen, eine Anschub- bzw. Entwicklungsförderung zu prüfen, wenn der zu realisierende Nutzen sehr hoch ist. Hierbei handelt es sich vor allem um die Massnahmen zur Steuerung und Optimierung der Verkehrsflüsse auf dem Netz. Bei Umsetzung dieser Massnahmen ist durchaus eine Optimierung der Infrastrukturnutzung zu erwarten. Die Umsetzung dieser Massnahmen wird jedoch im Wesentlichen durch zwei Faktoren beeinflusst:

- Die Wirkung auf die Infrastrukturnutzung ist umso grösser, je verbindlicher die mit den Massnahmen verbundenen Anordnungen für die Infrastrukturnutzer sind. Rein empfehlende Massnahmen haben auf die Infrastrukturnutzung eher geringe Wirkungen. Gleichzeitig weisen jedoch verbindliche Massnahmen die grössten Widerstände bei den Nutzern auf – hier ist eine politische Abwägung zwischen dem volkswirtschaftlichen Nutzen durch eine verbesserte Ressourcennutzung mit den Einschränkungen für die Infrastrukturnutzer erforderlich.
- Die Kosten und Wirkungen der Massnahmen fallen bei unterschiedlichen Beteiligten am Transportprozess an. So erzeugt eine kapazitätsorientierte Instandhaltungsplanung zusätzliche Kosten bei den Infrastrukturbetreibern, deren Instandhaltungsmassnahmen gegebenenfalls desoptimiert werden. Teilweise kann dies durch den Mehrverkehr und entsprechenden Mehreinnahmen kompensiert werden, vor allem aber fallen die Nutzen bei den Infrastrukturnutzern, denen zusätzliche Infrastrukturkapazitäten bereitgestellt werden, an. Hier ist ein System zum Ausgleich der Wirkungen und Kosten erforderlich, wobei sich hierfür insbesondere die Infrastrukturnutzungsentgelte (Trassenpreise bzw. LSVA) anbieten.

Weniger nachdrücklich sind im Hinblick auf eine Förderung solche Massnahmen zu fördern, bei denen eine Eigenwirtschaftlichkeit in jedem Fall gegeben ist. Bei diesen kann nämlich angenommen werden, dass die Entwicklung bereits eigenverantwortlich von den jeweils profitierenden Akteuren bzw. deren Zulieferern angegangen wird und damit eine weitere Förderung unnötig ist. Zum Beispiel steht die als eigenwirtschaftlich eingestufte Massnahme „kapazitätsorientiertes Buchungssystem im EWL“ nach Kenntnisstand der Autoren in Entwicklung, ist aber noch nicht eingeführt. Damit besteht in diesem Bereich kein Handlungsbedarf.

Schliesslich sind Massnahmen, die auch nicht im Betrieb wirtschaftlich sind, kritisch zu betrachten. Diese sind nur dann weiter zu verfolgen, wenn durch diese Massnahmen im Rahmen einer gesamtwirtschaftlichen Betrachtung mehr Kosten bei der Infrastrukturbereitstellung eingespart werden können als für die dauerhafte Förderung dieser Massnahmen entstehen. Weiter bestehen hierbei, wie bereits erwähnt, Akzeptanzprobleme, da sich die Nutzniesser einer in diesem Fall nötigen Subvention eben von dieser abhängig machen.

10.3.1 Massnahmen mit voraussichtlich grosser Wirkung

Aufgrund der Analyse ergibt sich daher die Empfehlung, besonders folgende Massnahmen zu fördern bzw. deren Unterstützung zu prüfen:

Mathematische Optimierung in der Umlaufplanung (vor allem Schiene)

Obwohl besonders auf der Strasse bereits grossflächig eingesetzt, bleibt auf der Schiene weiterhin ein grosses Innovationspotential in diesem Feld. Aufgrund einer Vielzahl von Regelungen und Randbedingungen sowie die direkte Abhängigkeit von der Fahrplan- und Trassenplanung ist hier ein besonders komplexes Problem zu lösen. Da die Herausforderung in diesem Feld besonders in der Algorithmen- und Computertechnik besteht, sind hierbei gezielte Förderprogramme für entsprechende Forschungsvorhaben sinnvoll, in die Eisenbahnverkehrs- und Infrastrukturunternehmen begleitend eingebunden werden müssen. Da es keine Akteure gibt, die von derartigen Massnahmen benachteiligt würden, besteht primär die Hürde, die entsprechenden Mittel bereitzustellen. Die Praxisreife derartiger

Entwicklungen wird auch dann nicht kurzfristig gegeben sein, allerdings stellen sie einen nötigen Schritt für eine Effizienz- und Kapazitätserhöhung in Bahntransport dar.

(Teil-) Automatisierte Fahrplanplanung mittels Optimierungsalgorithmen

Es gelten für diese Massnahmen ähnliche Rahmenbedingungen wie für eine Optimierung der Umlaufplanung. Die Haupthindernisse sind die Optimierungsverfahren und die Rechenleistungen, weshalb sich hier im Grunde ein analoges Vorgehen wie bei der vorhergehenden Massnahme anbietet. Allerdings sind hier die Herausforderungen durch die grössere Ausmasse und Komplexität des Problems um einiges grösser. Empfehlenswert sind daher ebenfalls Förderprogramme für Forschungsvorhaben unter Einbezug von EIU und EVU, sie müssen allerdings langfristiger ausgelegt sein. Darüber hinaus bietet es sich an, diese beiden Förderungen zu verbinden, da Fortschritte auf diesen Feldern eng verknüpft werden können.

Kapazitätsorientierte Instandhaltungsplanung

Auch hier liegt die Hürde im Bereich der Entwicklung von effizienten Optimierungsverfahren und der verfügbaren Rechenleistung, um die Probleme lösen zu können. Teilweise sind derartige Systeme bereits im Einsatz (SANDVOSS (2008)) und haben damit also bereits die nötige Reife erreicht. Hier gilt es, diese auch in der Schweiz schnell zu einem breiten Einsatz zu bringen. Da auch hier keine Widerstände seitens der Akteure zu erwarten sind, besteht die Hauptherausforderung darin, die Notwendigkeit zu vermitteln und die nötigen finanziellen Mittel bereitzustellen. Aufgrund der direkten Vorteile für die Infrastrukturbetreiber wäre der Mittelbedarf voraussichtlich nur zum Teil durch die öffentliche Hand zu tragen, vielleicht wäre ein solcher Zuschuss sogar kaum nötig. Ein zielgerichtetes Vorgehen bestünde hierbei also zunächst in der Standortbestimmung der Infrastrukturbetreiber und dann, falls nötig, in der Ermittlung allfälliger Finanzierungslücken.

Verbindliche Verkehrslenkungs- und beschränkungsmassnahmen

Während der Einfluss von empfehlenden Massnahmen, wie sie bereits mehr und mehr praktiziert werden, beschränkt ist, erlaubt eine Zunahme der Verbindlichkeit von Verkehrslenkungs- und beschränkungsmassnahmen grosse Steigerungen der gesamthaften Effizienz. Erreicht wird dies mit der Erhöhung der Planbarkeit und des Einflusses der Infrastrukturbetreiber, die damit ein Regelungsniveau ähnlich dem auf der Schiene erreichen können. Dies erlaubt auf einer Veränderung der Verkehrsflüsse weg vom Nutzeroptimum zum Systemoptimum, wobei, wenn Nutzer- und Systemoptimum nicht gleich sind, zwangsläufig einige Nutzer Verschlechterungen erfahren. Mittels fortschrittlicher Simulations- und Prognosemethoden sowie von Optimierungsmethoden können die jeweils vorteilhaften Verkehrsflussmuster oftmals bereits bestimmt werden, allerdings ist ohne verbindliche, im Idealfall fahrzeugspezifischer, Lenkungsmassnahmen kaum möglich, diesen Zustand zu erreichen. Auf technischer Seite benötigt es dazu weiter Kommunikations- und Überwachungssysteme, die Fahrtwünsche der Verkehrsteilnehmer zu erfassen und ihnen die entsprechenden Anweisungen zu übermitteln. Hierzu sind zunächst Förderprogramme für die entsprechenden Forschungseinrichtungen sowie die folgenden Prototypenphasen nötig. Weiter müsste eine rechtliche Grundlage geschaffen werden, die die Nutzung einer solchen Technologie regelt bzw. vorschreibt. Hier liegt auch die weitaus höhere und massgebliche Hürde. Zumindest mittelfristig ist die Akzeptanz aus Sicht der Akteure Verloader, Transporteure, Umwelt- und Bürgerinitiativen sowie Gewerkschaften sowie der Gesellschaft insgesamt gering. Direkt betroffen sind Verloader und Transporteure durch einen tiefen Eingriff in ihre Produktions- und Transportprozesse und damit eine Verringerung ihrer Freiheiten. Damit einher geht auch die kritische Frage, wie weniger gewünschte Routen zu vergeben sind, da eine Diskriminierung oder Bevorteilung einzelner vermieden werden muss. Weiter ergeben sich bei einem vollständig durchgeplanten System durch die genaue Ermittlung von Fahrtwünschen und Vergabe von Routen und Zeiten kritische Situationen im Hinblick auf den Umgang mit der Privatsphäre und Anforderungen an den Datenschutz.

Dies läuft auf eine Abwägung zwischen Datenschutz und Effizienz der Verkehrssysteme hinaus, die letzten Endes eine ausführliche Diskussion in der Gesellschaft voraussetzt. Die endgültige Beantwortung dieser Frage liegt damit auch nicht im Rahmen dieser Arbeit oder eines einzelnen Stakeholders, vielmehr muss hierzu eine Grundsatzentscheidung getroffen werden. Aus diesem Grund ist diese Massnahme zwar aufgrund des grossen theoretischen

schen Potentials unbedingt zu nennen, eine Einführung ist aber höchstens langfristig denkbar.

10.3.2 Weitere Massnahmen

Die Verfolgung weiterer Massnahmen hängt einer Reihe von Faktoren ab. Zunächst ist für Strassentransporte festzuhalten, dass einerseits bereits ein grosses Ausmass an IT-gestützten Optimierungsmassnahmen im Einsatz ist. Weitere Verbesserungen sind voraussichtlich möglich und vor allem aufgrund der Struktur der Branche oft ohne grosse Sprungkosten realisierbar. Dies hat unter anderem die Entwicklung der Systeme und einen aktiven Markt begünstigt, wodurch externe Eingriffe eher wenig sinnvoll sind bzw. nur geringe Wirkungen haben. Im schlimmsten Fall würden diese sogar Wettbewerbsverzerrend wirken.

Massnahmen, die vor allem die Bahntransporte verbessern würden, sind aufgrund der Komplexität des Systems und der Tatsache, dass es oftmals unmöglich ist, Systeme graduell und inkrementell einzuführen, von hohen Investitions- und Sprungkosten geprägt. Hier können Eingriffe von Seiten der Verwaltung sinnvoll sein, wenn sie unterstützend, d.h. zumindest zeitweise, subventionierend wirken. Die Einführung von Geboten dagegen ist kontraproduktiv, da die Kosten wiederum auf die Transportketten umgewälzt werden müssten und somit die Wettbewerbsfähigkeit des Systems Bahn leidet.

Damit sind Entscheidungen hierzu auch immer geprägt von verkehrspolitischen Zielen. Wenn eine Reduktion des Strassengüterverkehrs oder eine Verlagerung auf die Bahn geschehen soll, sind Förderprogramme für Verbesserungen auf der Bahn nötig, da andernfalls nicht die nötigen Kapazitäten und Effizienzgewinne erreichbar sind.

10.3.3 Umgang mit Akteuren

Viele der entwickelten Massnahmen benachteiligen keine Akteure und rufen somit keine Widerstände hervor. Hier ist es lediglich nötig, bei den Nutzniessern das entsprechende Bewusstsein für die Sinnhaftigkeit einer Massnahme zu erzeugen, damit diese eine Massnahme auch öffentlich unterstützen und ihr damit Gewicht verleihen. Besonders gilt dies in Fällen, wo den Nutzniessern auch Benachteiligte gegenüber stehen.

Dort wo Widerstände zu erwarten sind, sind ausserdem Strategien nötig, die einen Ausgleich zwischen den Benachteiligten und den Profiteuren herstellen.

Sind die Benachteiligten wirtschaftlich agierende, wie etwa Verlader, so ist es nötig, die Nachteile zu quantifizieren und die daraus entstehenden wirtschaftlichen Einbussen zu ermitteln. Auf dieser Grundlage kann, zum Beispiel, wenn Verlader an Kosteneinsparungen der Transporteure durch niedrigere Transportpreise partizipieren können, ein Ausgleich geschaffen werden. Ähnlich ist dies bei den Gewerkschaften. Da sie oft vorrangig die wirtschaftlichen Interessen ihrer Mitglieder vertreten, kann es zielführend sein, allfällige Kosteneinsparungen teilweise weiterzugeben.

Anders gelagert ist die Situation bei den Akteuren Bürgerinitiativen. Zunächst sind Bürgerinitiativen keine wirtschaftlichen Interessengruppen und können daher kaum nachhaltig über Ausgleichs auf finanzieller Ebene erreicht werden. Oftmals verfolgen sie auch Ziele, die zu Entweder-Oder Entscheidungen führen, zum Beispiel, wenn es um Infrastrukturprojekte geht. Teilweise sind Kompromisslösungen möglich, oftmals muss aber die Abwägung abschliessend von der Gesellschaft getroffen werden. Dazu bietet sich in der Schweiz in vielen Fällen das bewährte Mittel des Volksentscheides an, der es nachhaltig legitimieren kann, Entscheidungen, die den Nutzen Vieler über die Interessen Weniger zu stellen, zu treffen, oder eben nicht zu treffen.

10.3.4 Fazit

Die Untersuchung zeigt, dass derzeit kaum grosse Effizienzgewinne in der Infrastrukturnutzung mehr zu erwarten sind, die auf einem verstärkten Einsatz von IT-Produkten basieren. Es wurden vier Massnahmen identifiziert, die zwar eine grössere Verbesserung erlauben, es sind hier aber grössere Anstrengungen nötig. Bei drei davon ist ein abgestimmtes und langfristiges Förderprogramm für die Forschung und Entwicklung unter Einbindung von

Eisenbahnverkehrs- und Infrastrukturunternehmen nötig. Bei einer weiteren sind zunächst in der Gesellschaft Grundsatzfragen zu klären, bevor eine weitgehende Realisierung angestrebt werden kann.

Insgesamt ist bei den zu entwickelnden Systemen zu beachten, dass nur Systeme mit anweisendem Charakter einen nennenswerten Einfluss auf das Verhalten der Infrastrukturnutzer haben werden. Diese sind jedoch naturgemäss mit grossen Akzeptanzproblemen behaftet, da diese in die freizügige Nutzung der Verkehrsinfrastruktur eingreifen. Damit ist gerade bei den Systemen, die die grössten Wirkungen entfalten, besonders Augenmerk auf die Kommunikation mit den Stakeholdern zu legen. Anderenfalls sind von verschiedenen Seiten sehr hohe Einführungswiderstände zu erwarten.

11 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

11.1 Schlussfolgerungen

Zusammenfassend können aus den Ergebnissen des Teilprojektes E folgende Schlussfolgerungen festhalten werden:

- Das durch einen verstärkten Einsatz vorhandener IT-Technologien erschliessbare Potenzial ist bei Anwendung rein empfehlender Produkte bezogen auf die Zielstellung und das gegenwärtige regulative Umfeld gering.
- Bei intensiverer Nutzung vorhandener IT-Produkte und deren integrativer „Verzahnung“ werden insbesondere Effizienzsteigerungen im Strassengüterverkehr erwartet. Hier wirkt sich die bisher im Vergleich zum Schienenverkehr immer noch geringe Regeldichte hinsichtlich Routenwahl und Transportzeitpunkt aus.
- Die Effizienzsteigerung im Strassengüterverkehr erzeugt Nebeneffekte, wie z. B. Flexibilitätsverluste bei der Erfüllung von Kundenanforderungen oder eine Mehrbelastung des bisher wenig belasteten untergeordneten Strassennetzes. Die einerseits erzielbaren gesamtwirtschaftlichen Nutzen erzeugen gleichzeitig neue Belastungen bei den Akteuren in der Transportkette oder bei Dritten.
- Je grösser der anweisende Charakter der verwendeten IT ist, desto grösser ist die Wirkung auf die Infrastrukturnutzung. Dieses ist jedoch insbesondere im Strassengüterverkehr mit dem zumindest partiellen Verlust des jederzeitigen freien Zugangs zum Strassennetz verbunden.

Die genannten Effekte, deren Ermittlung nicht Gegenstand der Untersuchungen des Teilprojektes E waren und daher nicht im Einzelnen quantifiziert wurden, sind in weiterführenden verkehrlichen Studien zu konkretisieren und in ihren Gesamtwirkungen für die Schweiz zu bestimmen.

11.2 Handlungsempfehlungen

Die von den Unternehmen im Güterverkehr getätigten Investitionen in entsprechende betriebliche Systeme zeigen, dass aus Eigeninteresse bereits heute IT-Systeme eingesetzt werden, die im Rahmen der wirtschaftlichen Tätigkeit kostendeckend sind.

Die Schaffung bzw. Unterstützung übergeordneter Systeme stösst bei den Beteiligten auf Zurückhaltung bzw. sogar Widerstand, da die erzielbaren wirtschaftlichen Vorteile durch IT-Systeme zunächst als unternehmensbezogene Massnahmen zur Verbesserung der Transporte realisiert werden sollen und im eigenen Unternehmen wirtschaftlicher Marktvorteile generieren sollen. Diese Vorteile sollen nicht mit anderen, konkurrierenden Unternehmen geteilt werden. Darüber hinaus wird der Schutz der eigenen unternehmensbezogenen Daten gegen Fremdzugriffe als Problem gesehen.

Hieraus ergibt sich, dass eine übergeordnete Aufgabe in der indirekten Unterstützung der IT-Systeme zu sehen ist, die sich aus dem flächendeckenden Ausbau und der Unterhaltung der erforderlichen Kommunikations- und Übertragungsinfrastruktur ergibt. Dabei ist die Zugänglichkeit und Verfügbarkeit für die Belange der am Güterverkehr Beteiligten sicherzustellen und zu gewährleisten. Dies gilt z. B. auch durch Priorisierung der Nutzung der Kommunikationsinfrastruktur durch die Beteiligten. Hinsichtlich der Nutzung der heute vorhandenen Systeme sind insbesondere diese Nutzungshemmnisse abzubauen, um eine weitere Verbreitung dieser Systeme zu ermöglichen.

Bei weiteren Funktionalitäten sind im Bereich der Entscheidungsunterstützung noch Potenziale bei der Verbesserung von Optimierungsalgorithmen sowohl im Bereiche der Infra-

strukturbetreiber als auch im Bereich der Infrastrukturnutzer. So können durch Optimierungen bei der Instandhaltungsplanung und durch optimierte Verhaltensweisen bei Störfällen noch zusätzliche Kapazitäten im Verkehrsnetz generiert werden. Gleichzeitig kann durch optimierte Tourenplanungen und durch optimierte Beladung und Fahrzeugeinsatz noch Potenzial für eine geringere Infrastrukturnutzung bei gleicher Transportleistung gehoben werden.

Weitergehende Anwendungen, wie zum Beispiel Buchungssysteme für den Infrastrukturzugang ermöglichen eine zeitliche und räumliche Verschiebung von Transportvorgängen in weniger belastete Bereiche. Hier sind aber Grenzen der Akzeptanz vorhanden.

Für die Entwicklung neuer Applikationen ist daher vor allem Forschungs- und Entwicklungsbedarf im Bereich der Optimierungsverfahren vorhanden, aber auch die Ermittlung der Massnahmenakzeptanz und die Entwicklung von Methoden zur Steigerung der Akzeptanz von restriktiven Massnahmen sind sinnvoll.

Weitere Handlungsempfehlungen ergeben sich aus Sicht der Verfasser in einem umfassenderen Rahmen des Gesamtsystems Güterverkehr. Diese sind durch eine Förderung von Systemen und/oder Systementwicklungen allein nicht zu schaffen sondern bedürfen der ergänzenden Bildung eines Regel- und Beurteilungswerkes. Im Einzelnen sind hier zu nennen:

- Im Zusammenspiel mit den Ergebnissen des Teilprojektes D müssen regulative Voraussetzungen geschaffen werden, um die Möglichkeiten der vorhandenen IT-Technik stärker in der Praxis wirken zu lassen. Hierzu zählt z. B. die Vorgabe von verbindlichen Anweisungen aus der Verkehrslenkung.
- Weiterentwicklung des auf der Grundlage divergierender vorhandener Zielsysteme vereinheitlichten Ansatzes zur späteren Wirksamkeitskontrolle der empfohlenen Massnahmen
- Einführung einer gewichteten Priorisierung externer Faktoren im Sinne der Zielstellung z. B. durch eine (weiter verstärkte) Internalisierung oder Bonifizierung, z. B. zur Vermeidung von Nebeneffekten wie der Verdrängung von Verkehren in das nachrangige Strassennetz.

Über diesen Ansatz hinaus sind weiterführende IT-Systeme denkbar, die vor allem im Hinblick auf eine noch umfassendere Verkehrslenkung und -steuerung zum Einsatz kommen können. Diese erfordern einheitliche Messverfahren zur Feststellung des Umfangs der Verkehrsströme, die Definition von Schwellenwerten für das Erfolgen von Eingriffen und – vor allem – eine Definition von Umfahrungs- bzw. Umleitungsstrecken, die die neuen, umgeleiteten Verkehrsmengen aufnehmen sollen. Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen, dass heute in der Regel die potenziellen Umleitungsstrecken nicht mit vergleichbarer Leistungsfähigkeit ausgestattet sind und damit, in grossem Masse angewandte, Umleitungsstrategien sehr schnell zu Überlastungen in diesen Auffangbereichen führen, die dann die Forderung nach Infrastrukturausbau auch auf diesen Strecken nach sich ziehen. Insoweit sind von diesen Aufgaben direkt die IT-Funktionalitäten / Funktionen der Infrastrukturbewirtschaftung betroffen. Diese Ansätze erfordern – über die oben genannten Ansätze für einheitliche Grundlagen hinaus – eine enge Verknüpfung mit staatlichen Regulierungsmassnahmen, die eine rechtliche Möglichkeit bieten, den Befolgungsgrad von verkehrslenkenden Anweisungen im selbstbestimmten Strassengüterverkehr deutlich zu erhöhen bzw. als verbindliche Handlungsgrundlage einzufordern. Eine optimierte Vorgehensweise bei der Steuerung des Verkehrs darf nicht durch individuelles Handeln („Der Disponent / Fahrer weiss besser, wie er zu fahren hat!“) umgangen werden, da die Optimierungsziele dann nicht mehr erreicht werden können.

In dieselbe Richtung weisen die Ergebnisse der Untersuchung zur Migration. Die identifizierten Potenziale für IT-Systeme, die mit einer Anschubunterstützung ab einem bestimmten Verbreitungsgrad wirksam werden, sind den Bereichen „Verkehrslenkung und Steuerung“ sowie „Disposition von Ladungen und Fahrzeugen“ zuzuordnen. Im Wesentlichen

werden dabei mit

- dem kapazitätsorientierten Buchungssystem für Einzelladungsverkehre,
- der algorithmischen Umlaufplanung,
- automatisierten Fahrplanplanung inkl. dem sogenannten „rescheduling“ im Störfall sowie
- der optimierten Zugführung

Felder identifiziert, die weniger die Unterstützung einzelner Systeme als vielmehr den Anstoss für zusätzliche Forschung und Entwicklung betreffen.

Die Zielrichtung der vorgeschlagenen Forschungsaktivitäten ist dabei auf die Verbesserung der Nutzung der vorhandenen Infrastrukturkapazitäten ausgelegt, wobei sowohl der Strassen- und der Eisenbahnverkehr sowie die Schnittstelle des kombinierten Ladungsverkehrs betroffen sind.

12 Beitrag von Teilprojekt E zum Gesamtprojekt

Die Studie „Informationstechnologien in der zukünftigen Transportwirtschaft“ ist Teil (Teilprojekt E) des Forschungspaketes „Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz“. Während mit einer weiteren Verbreitung der heute vorhandenen IT vermutlich nur geringe Wirkungen erzielt werden können, kann vor allem die Weiterentwicklung der IT bei gleichzeitigem Übergang von empfehlenden zu steuernden Funktionen einen nennenswerten Nutzen generieren. Wenn dieser Wechsel vollzogen werden soll, ergeben sich vielfältige Wechselwirkungen zu anderen Teilprojekten des gesamten Forschungspaketes Güterverkehr.

So bietet das Teilprojekt E Ansätze für die Fortschreibung der Erkenntnisse des Teilprojekts A zur „Erfassung und Analyse der Güterverkehrsdaten“. Ohne ausreichend detaillierte Daten über die Abläufe im Güterverkehr können Informationstechnologien ihre Wirkung nicht wirksam entfalten. Dies gilt sowohl für die eher statischen Daten aus der Planung und Vorbereitung der Transporte aus den Schnittstellen zu Produktion bzw. Weiterverwendung (Quellen, Ziele, Güterarten, Mengen usw.) als auch für die dynamischen Daten während der Transportdurchführung. Erst die umfassende Kenntnis dieser Daten ermöglicht die hinreichende genaue Formulierung von Ziel- und Optimierungsfunktionen, für deren Erschließung der Verbesserungspotenziale IT-Systeme zum Einsatz kommen können. So zeigt sich, dass die Datengrundlagen der Güterverkehrsstatistiken der Schweiz im internationalen Vergleich zwar besser oder mindestens gleich gut ist, es aber insgesamt noch genügend Handlungsbedarf für eine Verbesserung gibt. So wird z. B. neben vielem anderen die Schliessung von Datenlücken für die Güterverkehrsmodellierung oder eine Vereinheitlichung des Detaillierungsgrades der verschiedenen Verkehrsträger, insbesondere des Schienengüterverkehrs sowie der Binnenschifffahrt an den Strassengüterverkehr, ange-regt. Aus der Bearbeitung des Teilprojektes E heraus können diese und weitere Empfehlungen des Teilprojektes A uneingeschränkt unterstützt werden.

Ein weiterer Verknüpfungspunkt sind die „branchenspezifischen Logistikkonzepte“ (Teilprojekt B2) sowie ggf. deren branchenübergreifende Zusammenführung. Mit Kenntnis dieser Konzepte können prinzipiell IT-Systeme zur Ausschöpfung der Optimierungspotenziale definiert, spezifiziert und zur Anwendung gebracht werden. Vergleichbares gilt für die „Erschließung von Effizienzsteigerungspotenzialen durch Bewirtschaftungskonzepte“ (Teilprojekt F). Die Erkenntnisse des Teilprojektes E wiederum können in den genannten Teilprojekten helfen, den Einsatz von IT bei den entwickelten Logistikkonzepten auf ihre Wirksamkeit z. B. hinsichtlich der Verlagerungswirkung vom Strassengüter- auf den Schienengüterverkehr zu bewerten.

Bei der „Regulierung des Güterverkehrs“ (Teilprojekt D und Teilprojekt F) bilden funktionsfähige IT-Systeme sowohl die Voraussetzung für eine Vielzahl von Regulierungsansätzen als auch eine notwendige Grundlage zur Umsetzung dieser Massnahmen (z. B. nutzungsabhängige Mautsysteme). Insbesondere wäre durch regulative Massnahmen eine Befolgung zum Beispiel zeitlicher oder räumlicher Nutzungsrestriktionen durch Buchungssysteme zu unterstützen. Nur so können Optimierungspotenziale durch IT tatsächlich umgesetzt werden.

In Teilprojekt G werden Effizienzsteigerungspotenziale in der Transportwirtschaft durch integrierte Bewirtschaftungsinstrumente aus Sicht der Infrastrukturbetreiber definiert. Hier kann und muss durch IT-Einsatz entsprechend unterstützt werden. Neben den Teilprojekten D sowie F ergeben sich aus dem Teilprojekt E Massnahmen-(pakete) zur Steigerung der Effizienz und zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Transportwirtschaft in der Schweiz.

Auf die einheitlich zu schaffenden Grundlagen für übergreifend nutzbare IT-Systeme wurde bereits näher eingegangen. An dieser Stelle sei nochmals ergänzend auf die Erfordernis einer jederzeit allgemein nutzbaren Informations- und Kommunikationsinfrastruktur und der Verwendung standardisierter Schnittstellen hingewiesen.

Anhänge

I.1	Bestimmung von Optimierungspotenzialen.....	148
I.2	Prozessketten	176
I.3	Qualitative Bewertung	185

I.1 Bestimmung von Optimierungspotenzialen

I.1.1 Allgemeine Anmerkungen

Der Einsatz der Informationstechnologie im Güterverkehr ist nur dann zweckmässig und erfolgreich, wenn sich damit Optimierungspotenziale hinsichtlich Kosteneinsparung und/oder Nutzensteigerung erschliessen lassen. Eine umfassende Literaturrecherche zeigt, dass von der Anwendung der Informationstechnologie

- betriebliche Wirkungen (Wege, Zeiten, Geschwindigkeiten),
- Veränderungen der Verteilung von Geschwindigkeiten,
- Wirkungen auf die Verkehrssicherheit,
- Umweltwirkungen sowie
- sonstige Wirkungen

ausgehen. Die Vielschichtigkeit der Optimierungspotenziale wird daran sichtbar, dass sich diese

- ortsbezogen,
- ortsungebunden oder
- prozesskettenbezogen

bestimmen lassen.

Daher werden im Folgenden Optimierungspotenziale aus den Wirkungen der Informationstechnologie dargestellt und aufbereitet sowie entsprechend für den Modellansatz abgeleitet.

I.1.2 Ortsbezogene Optimierungspotenziale

Ortsbezogene Optimierungspotenziale im Bereich Strasse

Die Ermittlung ortsbezogener Optimierungspotenziale umfasst generell die zwei Schritte:

- Prüfung, an welcher Stelle Mängel im Transportablauf vorliegen und
- Prüfung ob IT-Produkte geeignet sind, an dieser Stelle erfolgreich angewendet zu werden.

Bezogen auf die Infrastruktur treten Mängel im Verkehrsablauf dort auf, wo häufige Stau-bildung stattfindet. An diesen Stellen ist die Verkehrsbelastung so gross, dass die optimale Kraftfahrzeugdichte mit maximalem Durchfluss am Querschnitt überschritten wird. In der Konsequenz sinkt der Durchfluss im betrachteten Querschnitt und damit die Geschwindigkeit der Fahrzeuge. Im ungünstigsten Fall herrscht Verkehrsstillstand, sonst Stop-and-Go-Verkehr. Unabhängig von der Ursache des Staus wie z. B. Verkehrsüberlastung, Fahrstreifenreduzierung oder -verengung, usw. bedeutet dies für die einzelnen Verkehrsteilnehmer Zeitverlust und zusätzliche Kosten.

Für die Erschliessung ortsbezogener Optimierungspotenziale wurden sechs Möglichkeiten identifiziert, die nachfolgend beschrieben werden.

Im Rahmen der Potenzialermittlung ist von Interesse, wo es im schweizerischen Fernstrassennetz neuralgische Staupunkte bzw. Staubereiche gibt. Tatsächlich wird das Fernstrassennetz bereits sehr genau überwacht und auch der Verkehrsfluss dokumentiert. Deshalb wurde die nachfolgende Karte (Abb. I.16) für die Bestimmung ortsbezogener Optimierungspotenziale herangezogen.

Sie weist insbesondere in der Region Zürich sowie in Basel hohe Staubelastungen aus. Aber auch zwischen der Verzweigung Wiggertal und der Umfahrung Bern, bei den Zu-

fahrten vor dem Gotthardtunnel, am Lemman vor allem in der Region Lausanne sowie bei Fribourg sind überdurchschnittlich staubelastete Bereiche im Strassennetz vorhanden.

Stauschwerpunkte

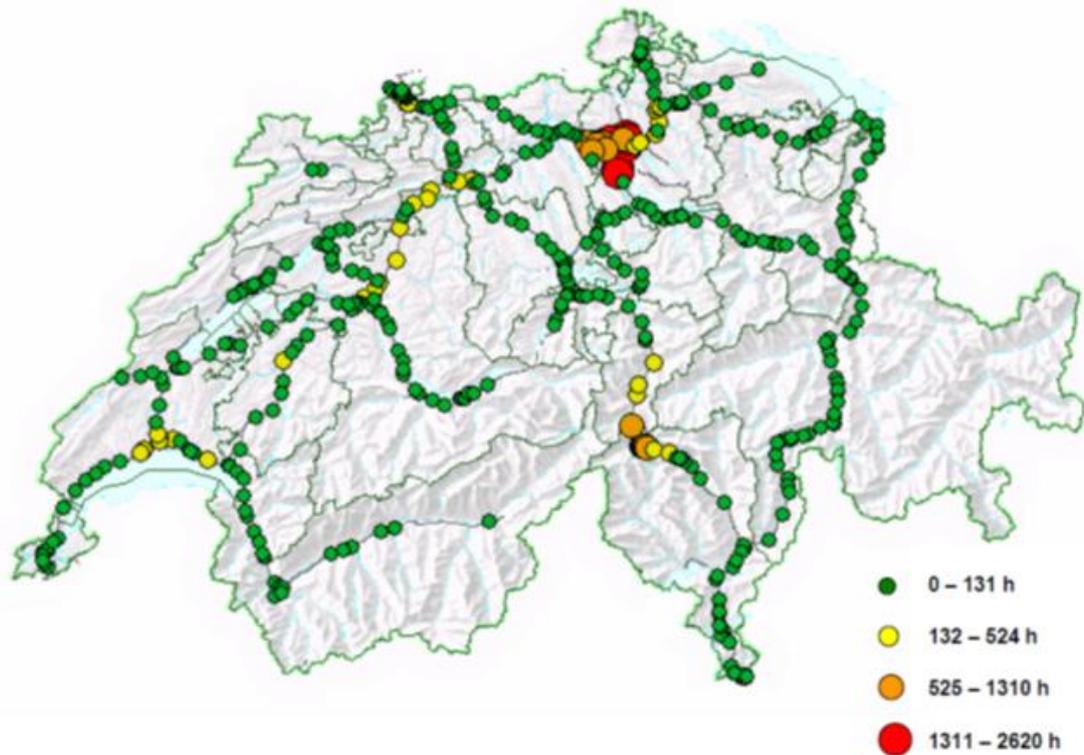


Abb. 1.16: Häufigkeit der Staumeldungen im Jahr 2008 an Stauschwerpunkten der Schweiz; Quelle: (ASTRA, 2008)

In den oben genannten Bereichen treten mehr als 131 Stunden pro Jahr Stau auf (das sind ca. 1,5 % aller Stunden eines Jahres). Wird das Optimierungspotenzial für Bereiche mit mehr als 131 Stunden pro Jahr Stau ermittelt (**Möglichkeit 1**), so sind die in der Karte als grüne Punkte eingezeichneten Staubereiche nicht weiter zu beachten. Die Potenzialabschätzung geht davon aus, dass auch in den Bereichen mit mehr als 131 Stunden pro Jahr eine Gesamtstauzeit von maximal 131 Stunden pro Jahr angestrebt wird, um als unproblematisch zu gelten. Unter dieser Prämisse lässt sich das zeitliche Potenzial - bezogen auf eindeutig definierte Orte - errechnen.

Stau wird aber nicht nur durch die Zeitdauer des Stauereignisses definiert. Die Wirkung eines Staus hängt primär von der Anzahl der betroffenen Fahrzeuge und vom dem durch den Stau bei jedem einzelnen Fahrzeug zu erwartenden Fahrzeitverlust ab. Die Anzahl der betroffenen Fahrzeuge sind in diesem Fall jene Kraftfahrzeuge, die pro Zeiteinheit den Stauquerschnitt passieren. Zur Abschätzung der Güterverkehrsmenge wurde die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) an schweren Güterkraftfahrzeugen herangezogen. Der Fahrzeitverlust wurde – mangels anderer zur Verfügung stehender Daten – mit durchschnittlich einer Stunde abgeschätzt. Sofern der Fahrzeitverlust kürzer ist, verändern sich die Wirkungen proportional.

Das grösste Reduktionspotenzial befindet sich im Grossraum Zürich. Weitere grössere Optimierungspotenziale ergeben sich auf der Strecke zwischen Langenthal und Bern sowie beim Gotthardtunnel. Das Potenzial beim Gotthardtunnel beträgt nach der vorgenommenen Abschätzung nur etwa ein Zehntel des Potenzials im Grossraum Zürich.

Die oben beschriebene Abschätzung des ortsbezogenen Potenzials wurde auf Basis vereinfachter Annahmen durchgeführt. In der Realität zu beobachtende Effekte konnten dabei

nicht oder nur unzureichend abgebildet werden. Dazu gehören z. B.:

- Verkehrsverlagerung auf andere Routen infolge der Verflüssigung des Verkehrs aufgrund des IT-Einsatzes auf der betrachteten Route.
- Der Rückgang von Stau auf einem Streckenabschnitt generiert Stau auf einem anderen Abschnitt (aufgrund von Verkehrsverlagerung).
- Kollektive Vorteile führen zu individuellen Nachteilen (z. B. längere Fahrzeiten infolge einer Umleitungstrecke).

Es ist daher erforderlich, im Hinblick auf die Optimierung stets das Gesamtsystem in der Betrachtung zu berücksichtigen und nicht ausschliesslich einzelne Streckenabschnitte oder Knoten als Bewertungsgrundlage heranzuziehen. Um das Gesamtsystem besser abbilden zu können, wurden über die dargelegten Betrachtungen hinausgehend weitere Möglichkeiten der Staureduktion näher untersucht:

- Jenes Optimierungspotenzial, das sich aus der Reduktion der Baustellenstaus ergibt.
- Das Potenzial, das aus der Beeinflussung der Verkehrsüberlastung zu erschliessen ist.
- Das Potenzial, das sich aus der Beeinflussung der Staus in Folge von Unfällen ergibt.
- Unter „Sonstiges“ werden alle weiteren Ursachen zusammengefasst.

Ein Ansatz und Überblick zur Herleitung der Anteile an den Reduktionspotenzialen ist in (Tab. I.67) angegeben.

Tab. I.67: Überblick zur Herleitung der ortsbezogenen Potenziale zur Reduktion der Stauzeiten

Bezeichnung	Anteile der Reduktionsmöglichkeiten durch IT für die gesamte Schweiz (3 % gesamthafte Wirkung unterstellt)
Baustellenstau (7 % Anteil)	0,21 %
Überlastung (75 % Anteil)	2,25 %
Unfälle (17 % Anteil)	0,51 %
Sonstiges (1 % Anteil)	0,03 %
Summe	3,00 %

Zu den in der Schweiz entstehenden Staukosten wurde eine Untersuchung durchgeführt, bei der für Staubereiche Stauzeitverluste berechnet wurden (siehe Abb. I.17) (ARE, 2007). Es ergibt sich - bezogen auf die gesamte Schweiz - je nach Szenario ein unterschiedlich grosses ortsbezogenes Optimierungspotenzial aus der Anwendung der Informationstechnologie (gemessen in „Fahrzeugstauzeiten-Äquivalenten pro Jahr“).

Die Berechnungsmethode unterscheidet sich von der VWI-Abschätzung, da weitere Parameter wie die Staulänge und Geschwindigkeiten in die Berechnungen eingehen. Für einen Vergleich wurden die in (ARE, 2007) angegebenen ortsbezogenen „Fahrzeugstauzeiten“ mit dem durchschnittlichen Schwerverkehrsanteil von 15 % und dem Reduktionsfaktor von 3 % multipliziert und das Ergebnis mit dem VWI-Ansatz verglichen. Werden die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung abgeschätzten Werte als „Fahrzeugstunden-Äquivalente pro Jahr“ aufgefasst, so wird die Grössenordnung nach (ARE, 2007) bestätigt. Demzufolge wurden im Weiteren die Werte aus (ARE, 2007) verwendet. Darüber hinaus gibt die Abschätzung zusätzliche Anhaltspunkte zur Grössenordnung der ursachenbezogenen IT-Potenziale.

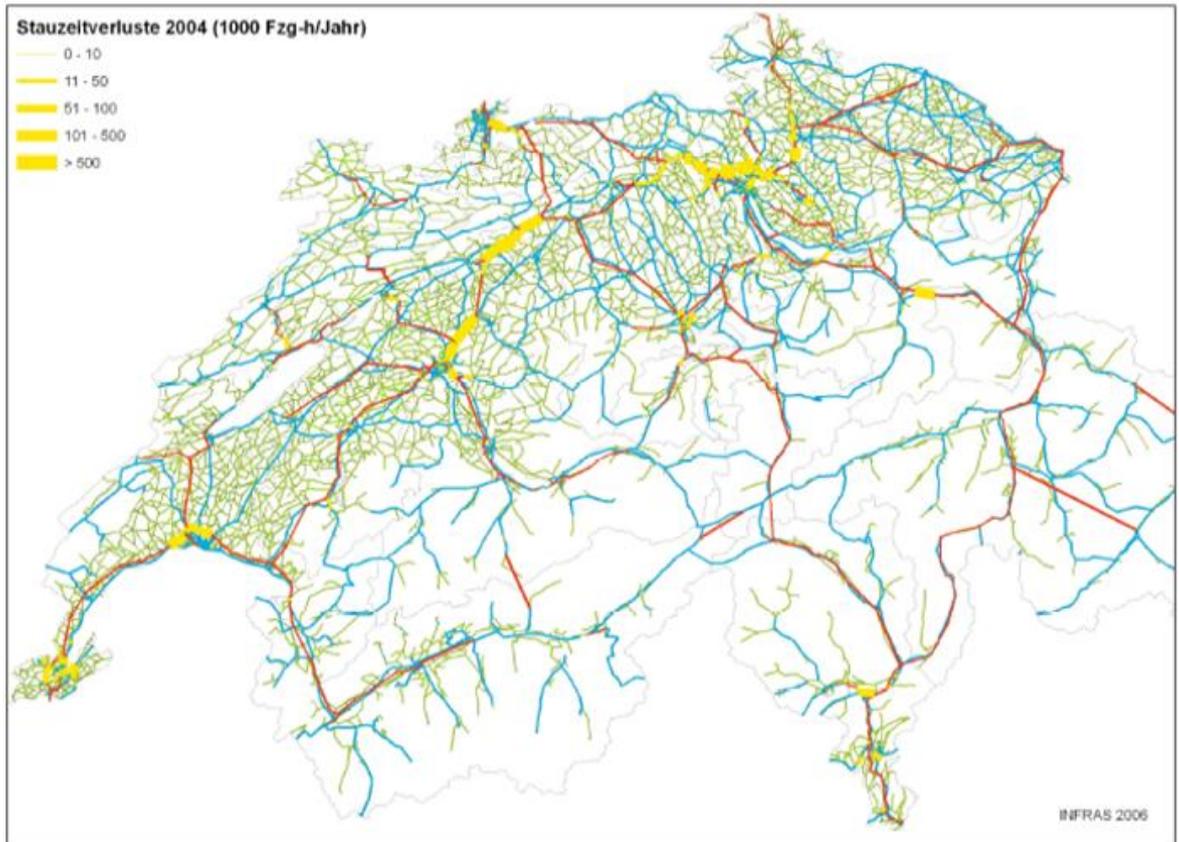


Abb. I.17: Stauzeitverluste in der Schweiz im Jahr 2004; Quelle: (ARE, 2007)

Demnach ergibt sich das grösste Potenzial in der Reduktion der durch Verkehrsüberlastung verursachten Staus, wenn geeignete IT-Systeme wie z. B. Verkehrsbeeinflussungsanlagen o.ä. verwendet werden. Die Reduktion baustellenbedingter Staus hat auf Grund ihrer geringen Bedeutung nur eine vergleichsweise geringe Wirkung auf die Gesamtreisezeit. Die hier aufgestellten Betrachtungen flossen im weiteren Projektverlauf in qualitativer Form in die Erstellung der Methodik der verkehrsträgerübergreifenden Bewertung von IT-Massnahmen ein.

Neuralgische Strecken und Knoten im schweizerischen Schienennetz

Im Rahmen eines externen Netzaudits wurden unter anderem die neuralgischen Netzteile detailliert ausgewertet (SBB, 2009). Unter „neuralgisch“ werden dabei Strecken bzw. Knoten verstanden, welche viele Verspätungen produzieren, sich nur schwer umfahren lassen, hoch frequentiert sind, sich in einem kritischen Zustand befinden und für das Bahnsystem besonders wichtig sind. Die Beurteilung erfolgte auf Basis einer Auswertung der Verspätungsminuten, der Streckenanalyse aus Sicht des Trassenmanagements und in Gesprächen mit SBB-internen Experten. Die Ergebnisse sind in Abb. I.18 grafisch dargestellt.

Die auf der nächsten Seite aufgeführte Grafik (Abb. 12.21) zeigt eine Auswertung der Störungen für das Jahr 2008 mit den durchschnittlichen Verspätungsminuten pro Störung und der Anzahl Störungen pro km. Je grösser diese zwei Werte für eine Strecke sind, desto neuralgischer wird die Strecke eingestuft. Bezugsgrösse von (Abb. I.19) sind die Störungen im Jahr 2008. Es wurden die gesamten Verspätungsminuten gezählt, welche eine bestimmte Störung ausgelöst haben, bezogen auf alle Züge.

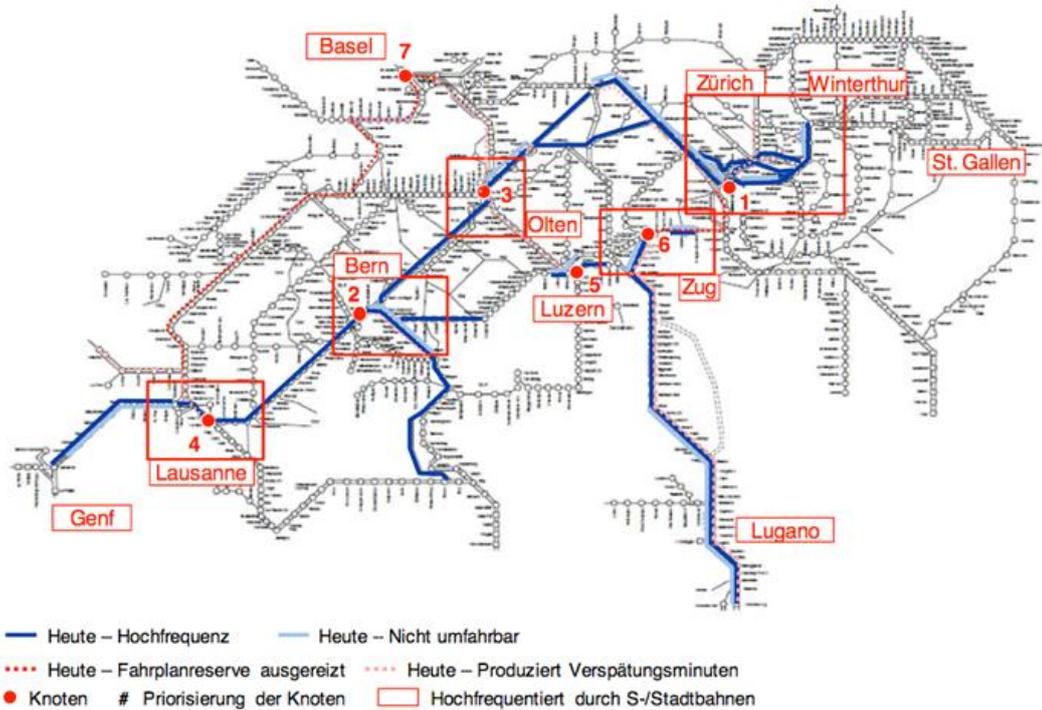


Abb. I.18: Neuralgische Bereiche im heutigen Schienennetz; Quelle: (SBB, 2009)

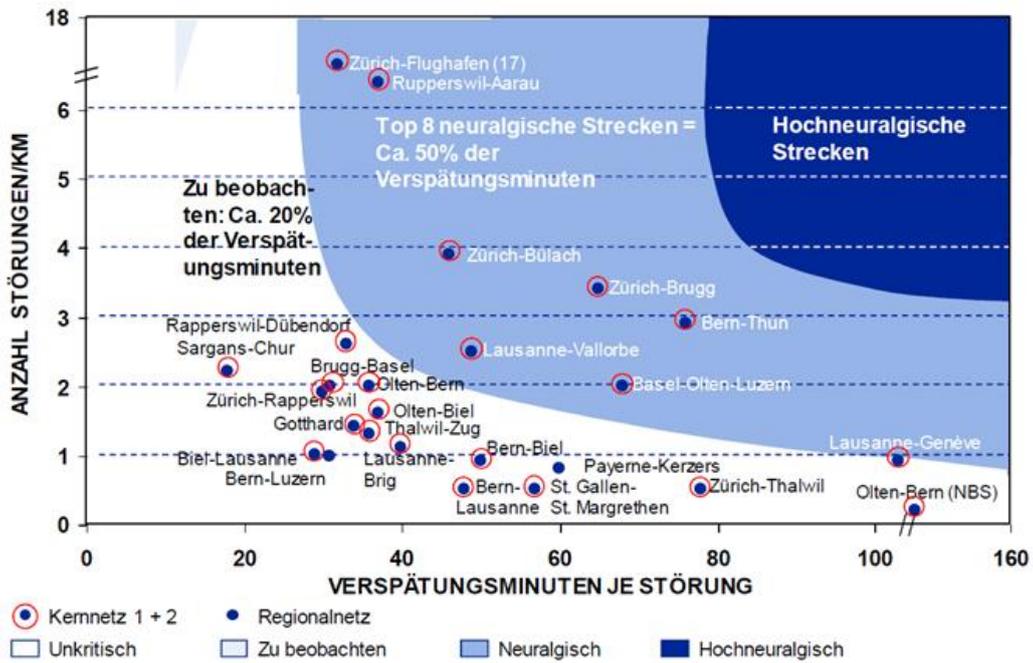


Abb. I.19: Auswertung der Verspätungen 2008 bei den SBB; Quelle: (SBB, 2009)

Es zeigt sich, dass ein Grossteil der Südwest-Nordost-Achse (Genf-Bern-Zürich-St. Gallen) des SBB Netzes als neuralgisch bezeichnet werden muss. Insbesondere die Strecken Lausanne-Genf, Olten-Bern und Zürich-Flughafen ZH haben in den letzten Jahren viele Verspätungsminuten verursacht. Als weitere kritische Strecken gelten zudem Basel-Olten-Luzern, Bern-Brig und Bern-Langnau. Bei den Knoten wurden Zürich, Bern, Olten, Lausanne, Luzern, Zug und Basel als neuralgisch eingestuft.

I.1.3 Optimierungspotenziale auf Grund von ortsungebundenen Verkehrsinformationen

Bezugnehmend auf die Funktionalitäten von IT-Systemen zeigt sich, dass es über die ausschliesslich ortsgebundene Verkehrsinformation hinausgehend ortsungebundene Verkehrsinformation gibt. Für diese Information muss das Optimierungspotenzial anders bestimmt werden.

Folgende Informationen werden ortsunabhängig übermittelt, d.h. die Informationen stehen theoretisch an jedem beliebigen Ort (nahezu) gleichzeitig zur Verfügung:

- Verkehrsfunk über Radio
- Informationsaustausch zwischen dem Disponenten und dem Fahrer

Somit ist hier der unter Kapitel I.1.2 beschriebene Ansatz zur Bestimmung der Optimierungspotenziale nicht durchführbar. Zur Ermittlung von ortsungebundenen Optimierungspotenzialen ist es notwendig, die Wirkung, die von Verkehrsinformation ausgeht, zu bestimmen. Im Rahmen des Projektes OVID (Chlund & Geweke, 2006) wurde eine Abschätzung der Wirkung individueller Telematikdienste auf Verkehr und Wirtschaft vorgenommen. Eine wesentliche Aussage von OVID besteht darin, zwischen einem Nutzungsgrad und einem Befolungsgrad bei den individuellen Telematikdiensten zu unterscheiden. Selbst wenn ein geeignetes Empfangsgerät vorhanden ist, ist keineswegs sicher, dass der damit verbundene Telematikdienst genutzt wird. Selbst wenn der Telematikdienst genutzt wird, ist noch nicht garantiert, dass die gesendeten Informationen auch befolgt werden. Bei OVID wird der Nutzungsgrad definiert als:

$$\text{Nutzungsgrad} = \text{Anzahl Nutzer} / \text{Anzahl Reisende} \quad [\text{Gleichung I.1}]$$

Der Befolungsgrad wird bei OVID definiert als:

$$\text{Befolungsgrad} = \text{Anzahl befolgende Nutzer} / \text{Anzahl Nutzer} \quad [\text{Gleichung I.2}]$$

Zur Bestimmung der zeitlichen Wirkungen der Informationstechnologie wird unter anderem die Idee eines Nutzungsgrades und eines Befolungsgrades aufgenommen und weitergeführt.

Es kann davon ausgegangen werden, dass über bestimmte Zeiträume (z. B. einen Tag) verteilt im Verkehrsnetz eines geographisch abgegrenzten Bereichs (z. B. der Schweiz) eine bestimmbare Zahl von Störungen im Verkehrsnetz auftritt. Als Indiz dafür können jene Verkehrsmeldungen gelten, die im Verkehrsfunk des Radios genannt werden. Aber auch Aufzeichnungen der Polizei dokumentieren Verkehrsstörungen (Verkehrsunfälle, Staus oder ähnliches). Erst wenn diese Störungen gemeldet werden, wird die real vorhandene Störung zur Störungsmeldung. Störungsmeldungen treten ebenfalls einer zeitlichen Verteilung folgend auf. Wird die Störung der nationalen Verkehrsinformationszentrale Viasuisse gemeldet und gibt diese die Meldung an Radiosender weiter, wird die Störungsmeldung als Verkehrsinformation verfügbar. Analog zu Störungsmeldungen liegen auch die Verkehrsinformationen über die Zeit verteilt vor. Während jedoch die Verkehrsstörung noch einen gewissen örtlichen Bezug hat, kann dies für die Verkehrsinformation nicht uneingeschränkt gelten. Theoretisch kann diese an jedem Ort des Sendegebietes eines Radiosenders gelten („Vorsicht! Schneefall mit Strassenglätte im gesamten Sendegebiet“). Verkehrsinformationen werden somit als ortsungebunden eingeordnet.

Eine Verkehrsinformation kann allerdings erst dann eine Wirkung entfalten, wenn sie den Nutzer erreicht, also z. B. dieser ein Autoradio besitzt, dieses auf Empfang gestellt hat und der Autofahrer tatsächlich die Verkehrsinformation hört (siehe dazu Abb. I.20). Erreicht den Nutzer die Information, kann er die Information befolgen oder sie auch ignorieren. Ein möglicher Grund, Verkehrsinformation zu ignorieren besteht darin, Umleitungsempfehlungen aufgrund vor unbekanntem Strecken nicht zu befolgen. Erst wenn der Befolgung der Information eine spezifische Reaktion (z. B. Änderung der Fahrgeschwindigkeit) folgt, bringt die Verkehrsinformation eine spezifische Wirkung hervor (z. B. geringerer Emissionsausstoss).

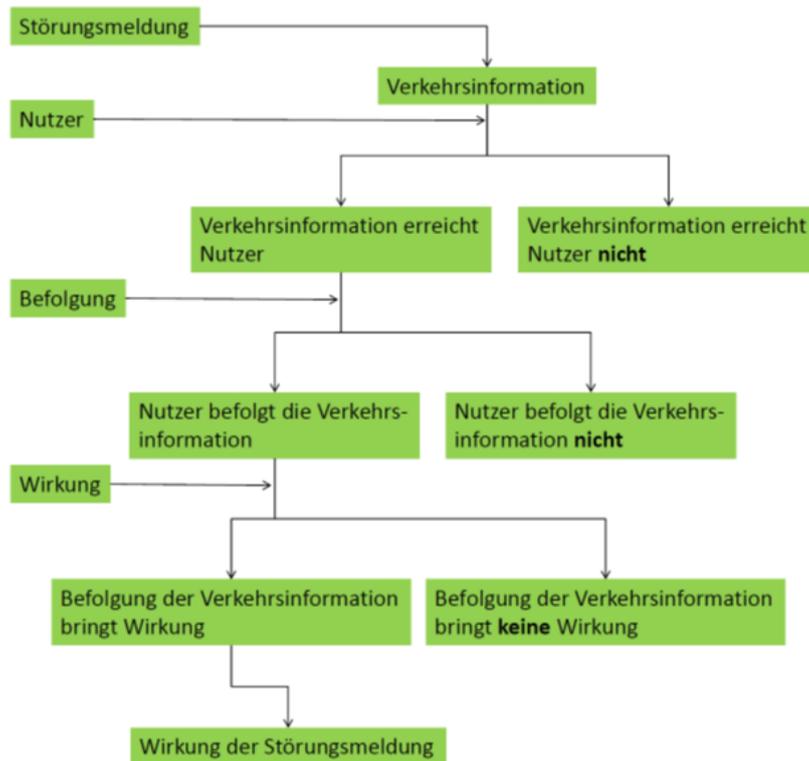


Abb. 1.20: Wirkungsmodell für ortsungebundene Verkehrsinformation

Die genannten Zusammenhänge lassen sich als Entscheidungsbaum darstellen. Mathematisch kann die Wirkung der Verkehrsinformation daher wie folgt beschrieben werden:

$$W_{IT}(t) = \underline{N}_s * V_s(t) * W_{\text{keit Nutzung}} * W_{\text{keit Befolgung}} * W_{\text{keit Wirkung}} * w_{IT} \quad \text{[Gleichung 1.3]}$$

$W_{IT}(t)$... zeitliche Wirkung von Informationstechnologie in Abhängigkeit von der Zeit

\underline{N}_s ... durchschnittliche Anzahl an Störungen im Betrachtungszeitraum

$V_s(t)$... zeitliche Verteilung der Störungen im Betrachtungszeitraum

$W_{\text{keit Nutzung}}$... Wahrscheinlichkeit der Nutzung von IT

$W_{\text{keit Befolgung}}$... Wahrscheinlichkeit der Befolgung von IT

$W_{\text{keit Wirkung}}$... Wahrscheinlichkeit der Wirkung einer IT

w_{IT} ... spezifische Wirkung der IT (bezogen auf eine Störung)

Das Optimierungspotenzial der IT (für einen Betrachtungsfall) ergibt sich als Integral unter der Funktion $W_{IT}(t)$ bezogen auf eine bestimmte Zeitspanne.

Um Wirkung von Verkehrsinformation gemäss der Beschreibung oben zu konkretisieren, wird im Folgenden eine Berechnung mit realitätsnahen Zahlen vorgenommen.

In Baden-Württemberg gab es im Jahr 2006 12.210 Verkehrsstörungen, das entspricht ca. 1,4 Verkehrsstörungen pro Stunde ($\underline{N}_s=1,4$ Verkehrsstörungen pro Stunde). In der betrachteten Stunde treten 7,77 % aller über einen Zeitraum von 24 Stunden verteilten Störungen auf ($V_s(15) = 0,0777$). Die Nutzungswahrscheinlichkeit wird mit 95 % ($W_{\text{keit Nutzung}} = 0,95$), die Befolgungswahrscheinlichkeit mit 71 % ($W_{\text{keit Befolgung}} = 0,71$) und die Reaktionswahrscheinlichkeit mit 50 % ($W_{\text{keit Reaktion}} = 0,50$) angenommen. Ausserdem wird

angenommen, dass eine Verkehrsmeldung infolge einer Verkehrsstörung bewirkt, dass die Zeitdauer eines Staus um eine Stunde reduziert wird ($w_{IT} = 1$ h Stauzeitrückgang pro Verkehrsmeldung infolge einer Verkehrsstörung). Daraus ergibt sich für die betrachtete Stunde (15 Uhr) und bezogen auf den betroffenen IT-Nutzer folgende Wirkung der IT:

$W_{IT}(15) = 1,4 \text{ Störungen pro Stunde} * 0,0777 * 0,95 * 0,71 * 0,50 * 1 \text{ Stunde Stauzeitrückgang pro Störung} = 0,037 \text{ Stunden Stauzeitrückgang pro Stunde} = 2,2 \text{ Minuten Stauzeitrückgang pro Stunde bezogen auf einen betroffenen IT-Nutzer}$

Zur Berechnung des Potenzials an Stauzeitrückgang aufgrund des IT-Einsatzes für den Zeitraum von 24 Stunden ist $W_{IT}(t)$ für jede einzelne Stunde zu bilden und dann die Summe zu bilden. Das Potenzial (z. B. der oben ermittelte Stauzeitrückgang) wird erst aktiviert, wenn Information durch Verwendung von IT vorhanden ist.

Die oben dargestellten Überlegungen wurden sinngemäss auf die unfallvermeidende Wirkung von Verkehrsinformationen übertragen. Ergebnis dieser Berechnung sind Angaben zu zusätzlich vermiedenen Lkw-Unfällen pro Jahr, wenn es gelingt, die Nutzungswahrscheinlichkeit von Verkehrsmeldungen von 97 % auf 98 % zu erhöhen. Das grösste Steigerungspotenzial bei den innerschweizerischen Verkehren (ohne Transitverkehre) findet sich aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens in den Kantonen Zürich, Bern, Luzern und Waadt. Allerdings ist das durch die Erhöhung der Nutzungswahrscheinlichkeit um 1 % generierte Potenzial an zusätzlich vermiedenen Lkw-Unfällen im Verhältnis zur Gesamtanzahl an Unfällen äusserst gering bis vernachlässigbar klein (0,08 % bis 0,30 % aller Unfälle).

Die grundsätzlich unfallvermeidende Wirkung von IT ist damit dargestellt. Wegen ihrer marginalen Grössenordnung wird sie aber für die weiteren Bearbeitungsschritte, insbesondere bei der verkehrsträgerübergreifenden Bewertung von IT-Massnahmen, vernachlässigt. Die untergeordnete Bedeutung der unfallreduzierenden Wirkung von Verkehrsinformation aus der Potenzialabschätzung stimmt mit der subjektiven Einschätzung aus der Akteursbefragung überein. Dort nimmt die Verkehrssicherheit Platz 11 von 12 in der Bedeutung ein.

I.1.4 Prozesskettenbezogene Optimierungspotenziale

Optimierungspotenziale im Bereich Prozessketten

Im Rahmen des Projektes CORRECT wurden Prozessketten des Eisenbahngüterverkehrs betrachtet, analysiert und Optimierungspotenziale ausgelotet. Als hauptsächliche Optimierungsbereiche stellten sich heraus:

- Das Be- und Entladen: Hier wurde im Rahmen der Prozesskette ein grosser Teil der Zeit verbracht.
- Die Prozesse in den Rangierbahnhöfen: Hier zeigte sich ein gewisses Optimierungspotenzial. Die beobachteten Züge durchliefen die Rangierbahnhöfe nicht immer in der geringst möglichen Zeit.
- Die Fahrt auf der Freien Strecke: Durch Anheben der Durchschnittsgeschwindigkeit der Züge lassen sich signifikante Fahrzeitverkürzungen erreichen.

Prinzipiell ist davon auszugehen, dass beim Strassengüterverkehr ebenfalls in den Bereichen

- Be- und Entladen
- Fahrt auf der Freien Strecke

Optimierungspotenziale bei den Prozessketten mit Hilfe von IT zu erschliessen sind. Ähnlich wie beim Projekt CORRECT dürfte der IT-Einsatz vor allem Leerläufe im Bereich von Be- und Entladevorgängen reduzieren helfen. Die Potenziale bei der Fahrt auf der freien

Strecke sind bezogen auf die Optimierung der Prozesskette eher als gering einzuschätzen.

Die ortsbezogenen bzw. die ortsungebundenen Optimierungspotenziale stellen bei genauer Betrachtung Grenzfälle dar. Tatsächlich entfaltet beim Gütertransport die Informationstechnologie erst entlang der Prozesskette ihre volle Wirkung.

Im Folgenden wird ein abstraktes und zunächst theoretisches Wirkungsmodell für prozesskettenbasierte Optimierungspotenziale entwickelt. Ziel dieses Modells ist es, die auftretenden Wirkungen so präzise wie erforderlich zu erfassen. Auf Basis so erfasster Wirkungen kann dann eine Bewertung der Prozessketten vorgenommen werden (vgl. 6.3). Die Grafik (Abb. I.21) zeigt das Zusammenspiel ortsabhängiger und zeitabhängiger Wirkungen entlang der Prozesskette.

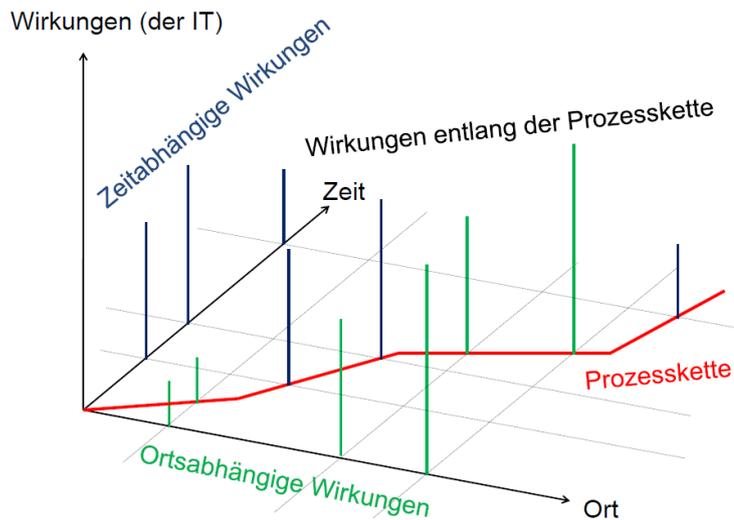


Abb. I.21: Wirkungen entlang der Prozesskette

Das Potenzial der IT im Güterverkehr ergibt sich aus dem Modell als Summe der Wirkungen entlang der Prozesskette.

$$Pot_{IT}(s,t) = \sum_{\text{Prozesskette}} W_{IT}(s,t) \quad [\text{Gleichung I.4}]$$

$Pot_{IT}(s,t)$... Potenzial der IT entlang der Prozesskette als Funktion von Ort und Zeit

$W_{IT}(s,t)$... Wirkung der IT entlang der Prozesskette als Funktion von Ort und Zeit

s ... Ort

t ... Zeit

Die vergleichsweise einfache Grafik (Abb. I.21) deutet aber bereits die Komplexität der Potenzialermittlung bei einer prozesskettenbezogenen Betrachtung an. Einerseits müssen jene Orte und Zeiten bekannt sein, an denen Wirkungen zufolge Informationstechnologie ausgelöst werden können. Andererseits muss über Prozessketten klar sein, wie orts- und zeitabhängige Wirkungen der IT miteinander verknüpft werden. Um das IT-Potenzial für einen bestimmten geographischen Raum innerhalb eines definierten Zeitraums abzuleiten, ist es somit erforderlich:

- Alle Prozessketten zu kennen, die in dem bestimmten geographischen Raum innerhalb eines definierten Zeitraums auftreten.
- Zu wissen, welche Wirkungen entlang jeder einzelnen Prozesskette durch Nutzung von IT auftreten.

Bezüglich der Summenbetrachtung sei an dieser Stelle auf eine notwendige Verknüpfung mit Teilprojekt B1 und hinsichtlich möglicher Wirkungen auf Kapitel 5.3 verwiesen. Die dort

beschriebenen Wirkungen können unterteilt werden in

- Wirkungen, die den zeitlich-örtlichen Verlauf der Prozesskette *nicht* beeinflussen
- Wirkungen, die den zeitlich-örtlichen Verlauf der Prozesskette *direkt* beeinflussen

Dadurch ergeben sich komplexere Zusammenhänge, als dies in (Abb. I.22) dargestellt ist.

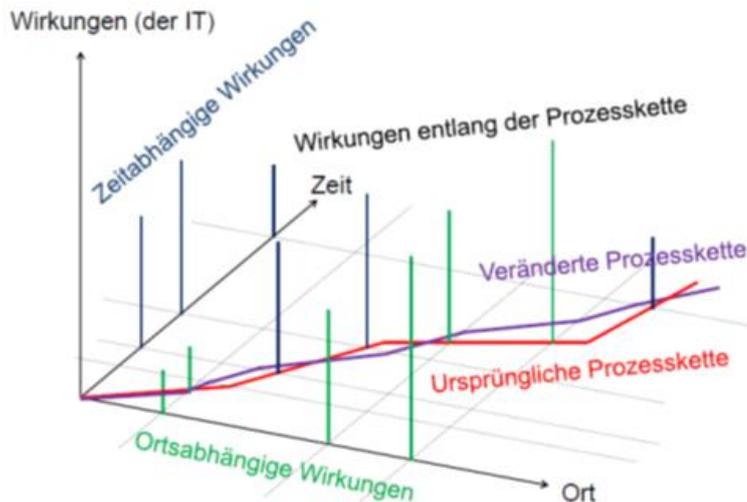


Abb. I.22: Änderung des zeitlichen und/oder örtlichen Verlaufs der Prozesskette infolge der Wirkungen durch Nutzung von IT

Aus der grafischen Darstellung (Abb. 12.24) wird deutlich, dass sich die Prozesskette in ihrem zeitlichen und örtlichen Verlauf ändert, wenn die IT zeit- oder ortsabhängig Prozesse beschleunigt oder verzögert. Die Wirkung der Informationstechnologie besteht darin, aus einer ursprünglichen (unbeeinflussten) eine zeitlich und/oder örtlich veränderte Prozesskette zu erzeugen. Zur vertikalen Wirkungskomponente kommt eine horizontale Komponente hinzu. Diese Komponente besteht aus einem Anteil an Verschiebung parallel zum Zeitvektor und aus einem Anteil an Verschiebung parallel zum Ortsvektor.

Werden die Wirkungen gemäss (Abb. I.22) und die Verschiebungswirkung kombiniert, so ergibt sich die Gesamtwirkung der IT:

$$W_{IT, \text{gesamt}}(s, t) = W_{IT, \text{ohne Beeinflussung}}(s, t) + W_{IT, \text{mit Beeinflussung}}(s, t) \quad [\text{Gleichung I.5}]$$

$W_{IT, \text{gesamt}}(s, t)$... Gesamtwirkung der IT entlang der Prozesskette als Funktion von Ort und Zeit

$W_{IT, \text{ohne Beeinflussung}}(s, t)$... Wirkung der IT entlang der Prozesskette als Funktion von Ort und Zeit ohne Beeinflussung der Prozesskette

$W_{IT, \text{mit Beeinflussung}}(s, t)$... Wirkung der IT entlang der Prozesskette als Funktion von Ort und Zeit mit Beeinflussung der Prozesskette

Bei der Summe in Gleichung 5.6 handelt es sich um eine Summe von Vektoren.

Das Gesamtpotenzial der IT im Güterverkehr ergibt sich analog zu den voran gegangenen Überlegungen als Summe der Wirkungen entlang der Prozesskette:

$$Pot_{IT, \text{gesamt}}(s, t) = \sum_{\text{Prozesskette}} W_{IT, \text{gesamt}}(s, t) \quad [\text{Gleichung I.6}]$$

$Pot_{IT, \text{gesamt}}(s, t)$... Gesamtpotenzial der IT entlang der Prozesskette als Funktion von Ort

und Zeit

$W_{IT, \text{gesamt}}(s, t)$... Gesamtwirkung der IT entlang der Prozesskette als Funktion von Ort und Zeit

s ... Ort

t ... Zeit

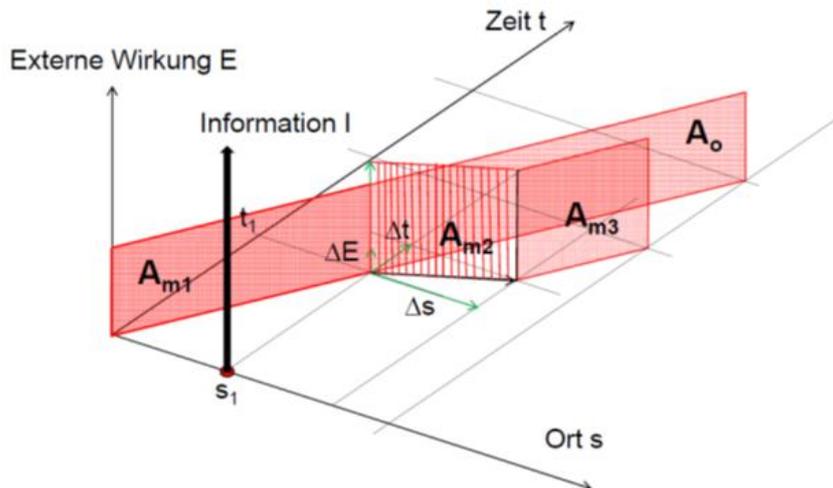


Abb. I.23: Wirkungsmodell (Vektoren im dreidimensionalen Raum)

Die Grafik in (Abb. I.23) beschreibt die Wirkung von Information auf eine Prozesskette als Vektormodell im dreidimensionalen Raum. Das Modell geht zunächst davon aus, dass ohne Einwirkung von IT bei der Prozesskette keinerlei Veränderung auftritt. In (Abb. 12.25) bewegen sich die Güter entlang einer Geraden. Wie aus den Wirkungen aus in Kapitel 5.3 hervorgeht, beeinflusst Information den Betriebsablauf (Weg, Zeit, Geschwindigkeit) sowie externe Effekte (Abgase, Lärm u.ä.). Für den von Information unbeeinflussten Zustand werden alle externen Wirkungen mit der Fläche A_o abgebildet. Tritt jedoch am Ort s_1 eine Information I auf (die Prozesskette erreicht den Ort s_1 zum Zeitpunkt t_1) so verändert sich ab dort die Prozesskette. Es verändert sich die Zeit-Wege-Linie (Δs , Δt) und auch die Grösse der externen Wirkungen (ΔE). Die externen Wirkungen der von der Information I beeinflussten Zeit-Wege-Linie werden mit den Flächen A_{m1} , A_{m2} und A_{m3} abgebildet. Aus (Abb. 6.41) folgt ausserdem, dass zur Zusammenfassung aller externen Wirkungen eine Normierung in folgender Form vorgenommen werden muss:

$$E = \alpha \cdot E_{\alpha} + \beta \cdot E_{\beta} + \dots + \omega \cdot E_{\omega} \quad \text{[Gleichung I.7]}$$

Für Abb. I.23 lassen sich die Wirkungen, die von Information auf eine Prozesskette ausgeht, ableiten. Diese Wirkungen betragen:

$$\text{Wirkung im Ohnefall: } W_{\text{ohne}}(s, t) = A_o \quad \text{[Gleichung I.8]}$$

$$\text{Wirkung im Mitfall: } W_{\text{mit}}(s, t) = A_{m1} + A_{m2} + A_{m3} \quad \text{[Gleichung I.9]}$$

Das Potenzial ist definiert als Differenz der Wirkungen von Mitfall und Ohnefall:

$$\text{Pot} = W_{\text{mit}}(s, t) - W_{\text{ohne}}(s, t) = (A_{m1} + A_{m2} + A_{m3}) - A_o \quad \text{[Gleichung I.10]}$$

Die Betrachtungsmethodik lässt dabei sowohl externe Effekte als auch interne Effekte, die nicht von der Fahrzeit abhängen ausser betrachten. Diese sind mit dieser Methodik nicht zu ermitteln und daher anderweitig zu berücksichtigen.

Dieser Fehler ist insofern wenig kritisch, da das bei Prozessketten bestehende gesamte Optimierungspotenzial bei Nutzung der IT im Güterverkehr der Schweiz hier aufgrund mangelnder Datenbasis nicht angegeben werden kann. Es ist jedoch möglich für einzelne, ausgesuchte Prozessketten exemplarisch zu zeigen, welches Optimierungspotenzial mit Hilfe der jeweils angewendeten Informationstechnologie erschlossen werden kann. Um dies überhaupt erst umsetzen zu können werden notwendige Vereinfachungen vorgenommen:

- Die Prozesskette beschränkt sich auf die Transportkette (von Rampe zu Rampe). Elemente der Prozesskette wie Erzeugung oder Verbrauch eines Gutes werden im Rahmen von Teilprojekt E nicht näher untersucht.
- Die Prozessketten werden typisiert. Dadurch wird die Anzahl möglicher Prozessketten limitiert und für ein Wirkungsmodell beherrschbar gemacht.
- Die Prozessketten werden eindeutig einer NST/R-Gruppe (siehe Kapitel 4.2.4) zugeordnet. Auch diese Vereinfachung schränkt die Anzahl möglicher Prozessketten ein.
- Die Prozessketten werden verortet und auf einer Karte eingezeichnet. Dadurch werden sie transparent und nachvollziehbar.
- Die Prozesskette wird in Haupt- und Teilprozesse sowie Aktivitäten untergliedert. Dadurch wird eindeutig definiert auf welchen Teil der Prozesskette ein IT-Produkt einwirkt.
- Für die Teile der Prozesskette, auf die die Informationstechnologie einwirkt, werden die Wirkungen der IT berechnet.

Da im Rahmen von Teilprojekt E herausgefunden werden soll, welche IT für den Transport der Güter am besten geeignet ist, interessieren die Erzeugung und der Verbrauch eines Gutes nicht. Massgebende Schnittstellen sind einerseits die Rampe beim Versender und andererseits die Rampe beim Empfänger.

Die Typisierung der Prozessketten wurde aus (Freundt, 2006) entnommen. Hier werden 5 Grundtypen unterschieden (Abb. I.24).

- Typ 1: Direktlauf zwischen Lieferstelle und Empfangstelle
- Typ 2: Von der Lieferstelle über Vorlauf bzw. Zulauf zum Umschlag- und Umladepunkt und dann weiter im Auslauf bzw. Nachlauf zur Empfangstelle
- Typ 3: Von der Lieferstelle über Vorlauf zum Sammelumschlagpunkt und dann weiter im Hauptlauf zum Verteilumschlagpunkt und von dort im Nachlauf zur Empfangstelle
- Typ 4: Von der Lieferstelle über Vorlauf zum Sammelumschlagpunkt und dann weiter im Zulauf zum Umschlag- und Umladepunkt weiter im Auslauf zum Verteilumschlagpunkt und von dort im Nachlauf zur Empfangstelle
- Typ 5: Von der Lieferstelle über Vorlauf zum Sammelumschlagpunkt und dann weiter im Zulauf zum Umschlag- und Umladepunkt, weiter im Hauptlauf zu einem weiteren Umschlag- und Umladepunkt, von dort weiter im Auslauf zum Verteilumschlagpunkt und von dort im Nachlauf zur Empfangstelle

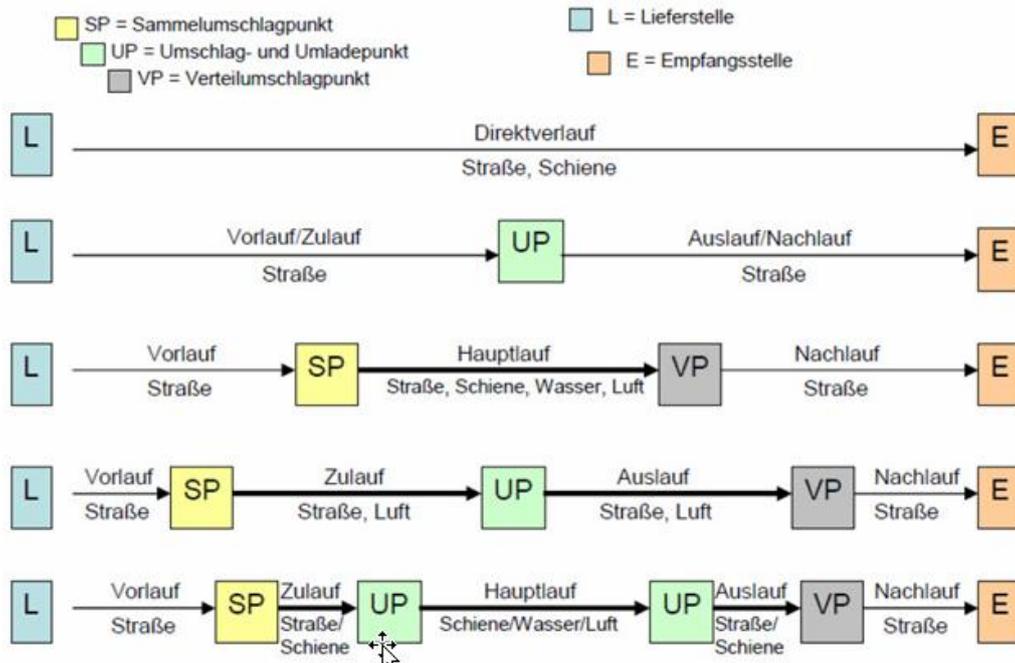


Abb. I.24: Typisierung der Prozessketten nach (Freundt, 2006)

Mit der Typisierung der Prozessketten, wie sie in (Freundt, 2006) zu finden ist, gelingt es die typischen Transportprozesse abzubilden. Sollten noch komplexere Transportketten in der Realität vorliegen, so lassen sich diese aus den oben beschriebenen fünf Grundtypen zusammensetzen. Auch bei der Befragung wird auf die typisierten Prozessketten nach (Abb. I.24) referenziert.

Die eindeutige Zuordnung der Transportkette zu einer NST/R-Gruppe hat den Vorteil einer klaren Strukturierung unter Verwendung einer anerkannten und gebräuchlichen Standardisierung. Bei der Befragung wird auf die NST/R-Gruppen Bezug genommen.

Die Verortung der Prozesskette erlaubt es, nachvollziehen zu können, wo die Transportkette stattfindet. Diese Längsschnittbetrachtung ermöglicht auf diese Weise festzustellen, welche Strassenquerschnitte, Eisenbahnstrecken oder Wasserstrassen vom Transport betroffen sind. Das Beispiel in (Abb. I.25) zeigt eine Transportkette aus dem Non-food Bereich der Firma Migros vom Typ 2. Vom Verteilzentrum in Neuendorf im Kanton Solothurn wird die Ware per Bahn in ein regionales Verteilzentrum in Genf gefahren und von dort mit dem Lkw in diverse Filialen im Umkreis von ca. 30 km von Genf gefahren.

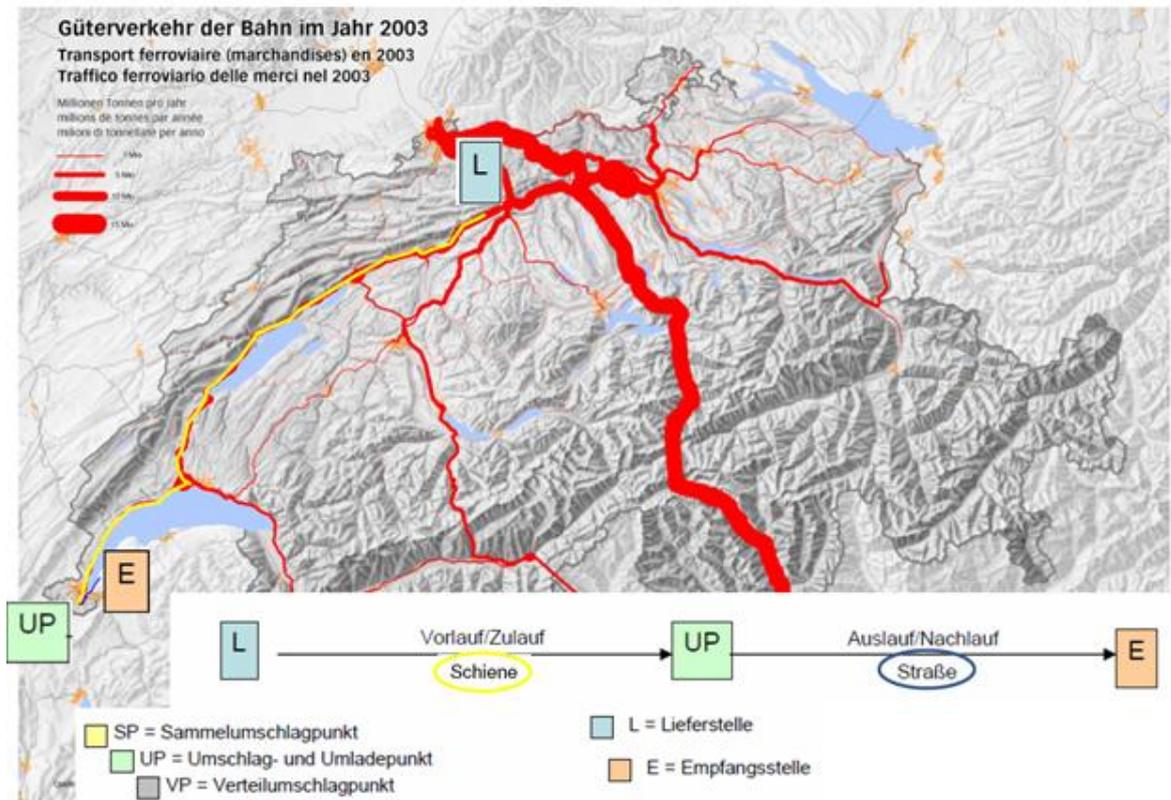


Abb. I.25: Verortung einer Non-food Transportkette der Firma Migros

Um die Einwirkungsmöglichkeiten von IT auf Prozessketten beurteilen zu können, genügt es nicht, nur den räumlichen Verlauf der Transportkette zu kennen. Auch der Supply Chain (also die Wertschöpfungskette) sollte bekannt sein. Prinzipiell lässt sich jede Prozesskette aufgliedern in

- Hauptprozesse
- Teilprozesse
- Aktivitäten

Dabei gliedert sich jeder Hauptprozess in Teilprozesse. Ein Teilprozess lässt sich wiederum in Aktivitäten unterteilen. Ein theoretisches Beispiel für eine solche Unterteilung zeigt (Abb. I.26). Die Hauptprozesse HP 1 bis 3 bilden hier die Prozesskette. Hauptprozess HP 2 umfasst im Wesentlichen die Transportkette. Ein Realbeispiel ist in (Abb. I.27) mit einer Non-Food-Transportkette der Firma Migros dargestellt.

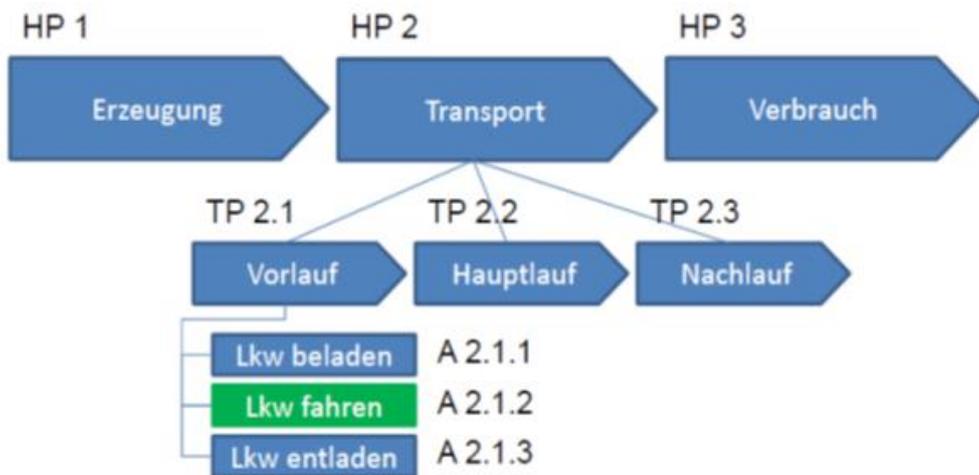


Abb. I.26: Theoretisches Beispiel zur Verdeutlichung der Unterteilung einer Prozesskette in Hauptprozesse (HP), Teilprozesse (TP) und Aktivitäten (A)

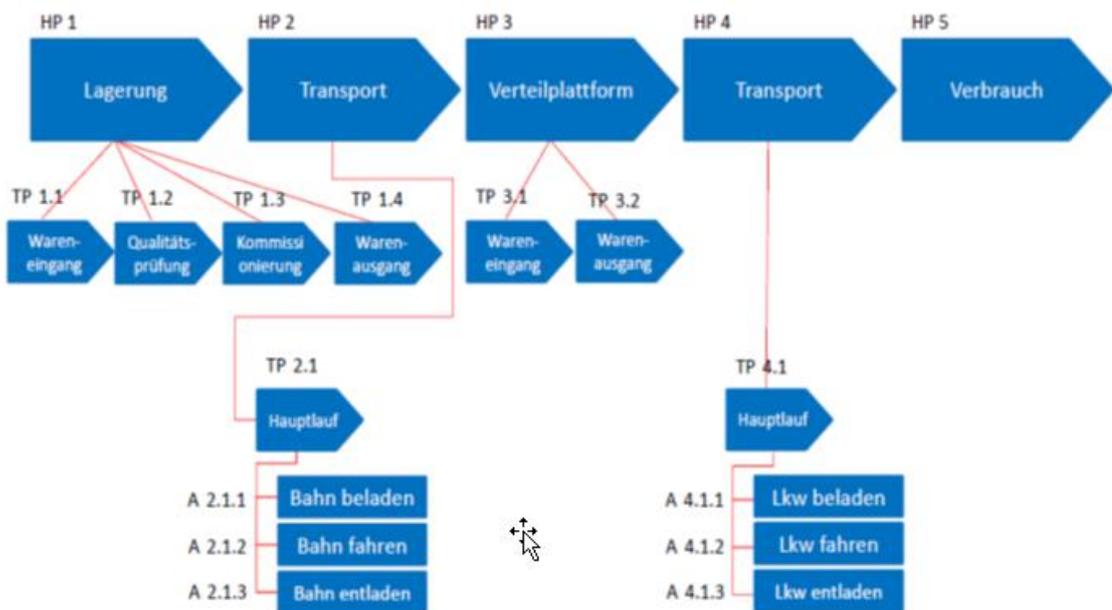


Abb. I.27: Non-Food Transportkette der Firma Migros

In der Praxis ergeben sich bereits bei einfachen Prozessketten recht komplexe Gliederungen. Dies lässt sich an der Non-Food Transportkette von Migros zeigen. Zwar bestehen die eigentlichen Transporte nur aus Hauptläufen (entweder mit der Eisenbahn oder dem Lkw). Werden jedoch die Hauptprozesse ausgehend von der Rampe des Versenders zur Rampe des Empfängers betrachtet, so ergibt sich ein komplexerer Ablauf. Denn zwischen den Transporten ist noch eine Verteilplattform geschaltet, die ebenfalls mit berücksichtigt werden muss. Eine Übersicht über typische Transportketten der Schweiz befindet sich im Anhang I.1.

Die Aufgliederung der Prozesskette in Hauptprozesse, Teilprozesse und Aktivitäten ermöglicht nun eine Zuordnung von IT auf definierte Teile der Prozesskette. Bei der Migros Non-Food Transportkette wurde für den Transport mit der Eisenbahn zusätzlich das IT-Produkt

RailOptCargo und für den Strassentransport CargoRent eingesetzt.

Bei der Aktivität „Zug fahren“ kommt das Produkt RailOptCargo zum Einsatz. Dieses ist ebenfalls der Funktionalität / Funktion „Verknüpfung von Disposition und Überwachung“ bzw. der Ausprägung der Funktionalität / Funktion „Änderungsaufträge direkt zu Fahrer / Techniker“ zugeordnet. Bei der Aktivität „Lkw fahren“ kommt das Produkt Cargo Rent zum Einsatz. Dieses ist der Funktionalität / Funktion „Verknüpfung von Disposition und Überwachung“ bzw. der Ausprägung der Funktionalität / Funktion „Änderungsaufträge direkt zu Fahrer / Techniker“ zugeordnet. Für die genannten IT-Produkte wurden auf Basis von Herstellerangaben Optimierungspotenziale abgeleitet, und zwar zunächst in Form theoretischer Berechnungen. In der Praxis werden allerdings niemals so genaue Ergebnisse zu erwarten sein. Dazu kommt, dass die Berechnungen bestimmte Einflüsse ausser Acht lassen, z. B. dass der Güterzug dank IT zwar rein rechnerisch schneller wird, jedoch wegen einer daraus folgenden ungünstigen Fahrplanlage in einem Überholgleis warten muss und so die Zeitgewinne wieder verlieren könnte.

Insgesamt zeigte sich, dass die Wirkung in Form von Zeitgewinn bei RailOptCargo deutlich grösser ist als bei CargoRent, und zudem die kombinatorische Anwendung von IT-Produkten durchaus die Gesamtwirkung von IT steigern kann. Dies muss aber nicht in jedem Fall gegeben sein. Umleitungsempfehlungen durch ein Navigationssystem können zu Fahrzeitverlängerungen führen. Daraus kann folgen, dass Fahrzeitgewinne aus anderer Ursache rasch egalisiert werden.

Auf dieser Basis ist es Prozesskettenbetreibern möglich, eine optimale IT-Auswahl für ihre Prozesskette zu treffen. Sind alle Prozessketten eines Unternehmens im Detail bekannt, so lässt sich das IT-Potenzial für dieses Unternehmen bestimmen, indem das IT-Potenzial der einzelnen Prozessketten summiert wird.

Das in (Abb. 1.28) dargestellte Prozessmodell Transport geht über die einzelne Prozesskette hinaus. Es führt die in der Funktionalitäten / Funktionen-Tabelle erfassten Funktionalitäten / Funktionen in Form einer Prozesskette zusammen. Daraus folgt die Erkenntnis, dass rein qualitativ an jeder Stelle der Prozesskette Optimierungspotenziale aus dem Einsatz von IT-Systemen entstehen können.

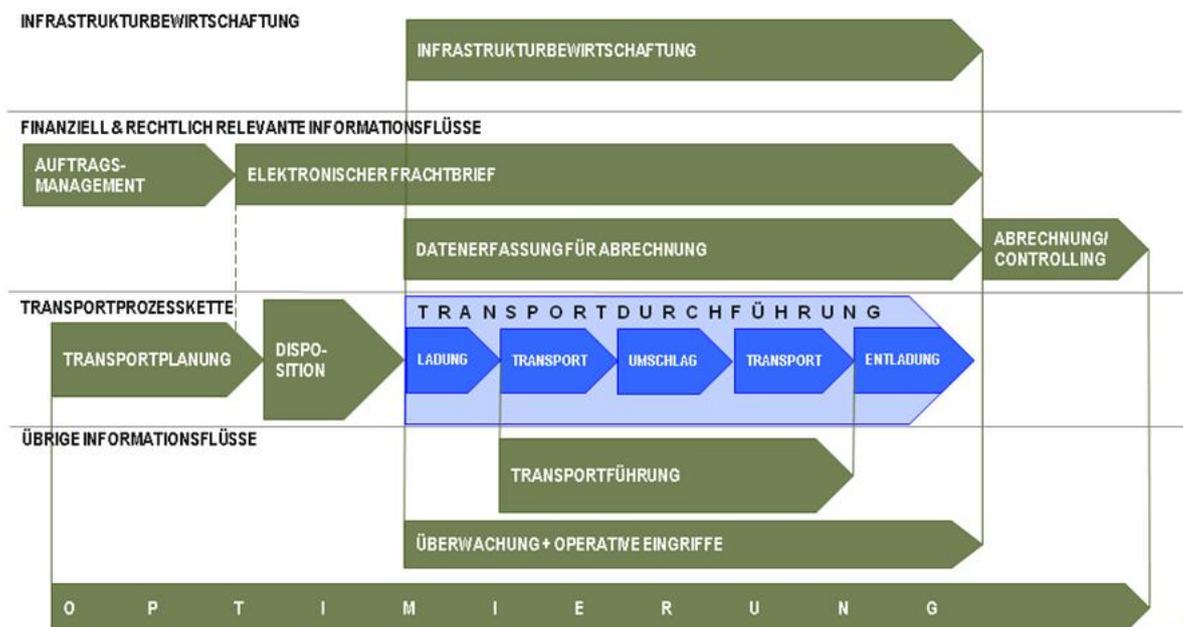


Abb. 1.28: Prozessmodell Transport

Optimierungspotenziale (Infrastrukturquerschnitt)

Eine der zentralen Fragen von Teilprojekt E lautet, welche Form von Informationstechnologie an einem bestimmten Infrastrukturquerschnitt zu wählen ist. Dabei wird davon ausgegangen, dass an dem kritischen Querschnitt ein Kapazitätsproblem besteht, d.h. der Querschnitt ist so stark belastet, dass die Verkehrsmenge am kritischen Querschnitt in einem Stau resultiert. Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass die IT imstande ist, durch ihre kapazitätssteigernde Wirkung das Stauproblem zumindest abzumildern. In der Literatur ((nach (Chlond & Geweke, 2006); (Fischer J. , 2007); (Friedrich, 2010); (Gesellschaft für Verkehrstelematik München, 2008); (Kölle, 2007); (PROGNOS AG, 2001))) wird darauf verwiesen, dass bestimmte IT-Produkte in der Lage sind, kapazitätssteigernd zu wirken. Es ist anzumerken, dass vom Einsatz der IT selbst nur geringe Kapazitätssteigerungswirkungen ausgehen (ca. +2%). Wird die IT mit ergänzenden verkehrsorganisatorischen Massnahmen kombiniert wie z. B. der Freigabe des Seitenstreifens auf Autobahnen, sind wesentlich grössere Kapazitätssteigerungen möglich (ca. +30%). Auf diesen Umstand weist auch (Schick, 2003) hin.

Zur Bestimmung des Ortes, wo - bezogen auf einen Infrastrukturquerschnitt - eine bestimmte Form von Infrastrukturtechnologie zur Anwendung kommt, bietet eine österreichische Richtlinie entscheidende Hinweise. Die „Allgemeine Richtlinie VG-VBA Verkehrstechnische Grundsätze zur Planung von Verkehrstelematikanlagen“ (ASFINAG, 2005) legt genau definierte Kriterien zugrunde, wann eine Verkehrsbeeinflussungsanlage (VBA) erforderlich ist (Tab. I.68).

Tab. I.68: Kriterien für den Einsatz einer VBA nach (ASFINAG, 2005)

Kriterium	Beschreibung
Geschwindigkeit und / oder Auslastung	Eine Streckenbeeinflussungsanlage ist in Streckenabschnitten erforderlich, in der die Verkehrsgeschwindigkeit $V_V < 80$ km/h (< 60 km/h auf Stadtautobahnen mit $V_{ZUL} = 80$ km/h) ist und / oder die Auslastung 0,8 erreicht.
Verkehrsqualität	Eine VBA mit Fahrstreifensicherungsanlage (FSA) bzw. Zuflussregelung (ZFR) ist im Bereich von Knoten einzusetzen, wenn in einem kritischen Bereich die gewünschte Qualitätsstufe D („Level of Service D“: Verkehrsablauf mit deutlichen Beeinträchtigungen, jedoch noch stabilem Verkehrszustand) nicht erreicht wird.
Unfallrate	Liegt die VBA-spezifische Unfallrate eines Abschnittes 20 % über der österreichweiten Unfallrate UR_{VBA} , ist aufgrund der Verkehrssicherheit eine Streckenbeeinflussungsanlage (SBA) erforderlich. Grenzwert $UR_{VBA} = 0,0088$ [UPS/1Mio.Kfz-km]
Unfalldichte	Liegt die VBA-spezifische Unfalldichte eines Abschnittes 20 % über der österreichweiten UD_{VBA} , ist aufgrund der Verkehrssicherheit eine Streckenbeeinflussungsanlage (SBA) erforderlich. Grenzwert $UD_{VBA} = 1,015$ [UPS/km]
Witterungsbedingte Unfallrate	Liegt die witterungsbedingte VBA-spezifische Unfallrate eines Abschnittes 20 % über der österreichweiten UR_{wVBA} , ist aufgrund der Verkehrssicherheit eine Streckenbeeinflussungsanlage (SBA) erforderlich. Grenzwert $UR_{wVBA} = 0,034$ [UPS/1Mio.Kfz-km]
Witterungsbedingte Unfalldichte	Liegt die witterungsbedingte VBA-spezifische Unfalldichte eines Abschnittes 20 % über der österreichweiten UD_{wVBA} , ist aufgrund der Verkehrssicherheit eine Streckenbeeinflussungsanlage (SBA) erforderlich. Grenzwert $UD_{wVBA} = 0,396$ [UPS/km]

UPS = Unfälle mit Personenschaden

Unter Anwendung der oben genannten Kriterien sowie unter Verwendung bestimmter in (ASFINAG, 2005) festgelegter Regeln lässt sich feststellen, wo eine Verkehrsbeeinflussungsanlage erforderlich ist. Unter Annahme vergleichbarer Verhältnisse wie in Österreich ergeben sich unter Anwendung österreichischer Grenzwerte auf schweizerischen Autobahnen jene Bereiche, in denen eine VBA erforderlich ist. Das VBA Potenzial (in Kfz pro Stunde) ermittelt sich dann als 5 bis 10 % der Grundleistungsfähigkeit (durchschnittliche Kapazität des Autobahnregelquerschnitts ohne VBA), die in den VBA-Abschnitten auftritt.

Optimierungspotenziale (Netzbetrachtung)

Wie die Ausführungen oben zeigen, ist für die prozesskettenbezogene Längsschnittbetrachtung die Geschwindigkeit jene Komponente, die sich bezogen auf den Betriebsablauf ändert, wenn IT für die Prozesskette unterstützend genutzt wird. Für die infrastrukturbezogene Querschnittsbetrachtung ist die Kapazität bzw. Verkehrsstärke (in Kfz pro Stunde) der variable Parameter, wenn IT in den Verkehrsablauf (der Strasse) eingreift. Die Fundamentalgleichung im Strassenverkehr sagt aus, dass die Verkehrsstärke das Produkt aus Verkehrsdichte und Geschwindigkeit ist. Rein qualitativ lässt sich das Fundamentaldiagramm so interpretieren, dass einer Änderung der Geschwindigkeit eine Änderung der Verkehrsstärke folgt und umgekehrt. Den tatsächlichen Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit des Fahrzeugkollektivs und der Verkehrsstärke zu beschreiben, ist oft nur unter grossem Aufwand und unter teils komplexen Modellannahmen möglich. Für die hier vorliegende Untersuchung ist eine Netzbetrachtung mit dieser Modellierungsgenauigkeit viel zu komplex. Nicht jede hier untersuchten IT besitzt eine Wirkung auf das gesamte Verkehrsnetz (z. B. RFID als Be-/Entladungskontrolle) und auch nicht jede IT beeinflusst Verkehrsmittel (Lkw oder Güterzug) kollektiv. Damit genügt für Teilprojekt E, die Abschätzungen zu vereinfachen und Längsschnitt- sowie Querschnittsbetrachtungen getrennt voneinander durchzuführen.

Ausgehend von den oben beschriebenen Wirkungen wurden unter Zuhilfenahme der schweizerischen Studie zu den Modal Split Funktionen im Güterverkehr (siehe (Rapp Trans, ETH IVT, 2008)) Abschätzungen zur modalen Verkehrsverlagerung vorgenommen. Allerdings wurde mit pessimistischeren Eingangsgrössen gerechnet, so dass die Ergebnisse auf der „sicheren Seite“ liegen. Aus der Akteursbefragung von Teilprojekt E lässt sich ableiten, dass nur ein geringerer Anteil der tatsächlichen Wirkungen entfaltet werden können, da die Nutzungswahrscheinlichkeit der IT laut Befragung nur bei ca. 50 % liegt (siehe Kapitel 4.2.1). Aus der Literatur ist bekannt, dass bestimmte IT-Systeme auf den Verkehrsablauf beschleunigend wirken. Dieses wurde in der o.a. Studie anhand von vier Szenarien exemplarisch dargestellt. Durch die Veränderungen in den Eingangsgrössen der Modal Split Funktionen lassen sich modale Verkehrsverlagerungen berechnen.

In den Berechnungen für Teilprojekt E wurden vier passende Szenarien gewählt. Ausserdem wurde ein vorhandenes, beispielhaftes IT-Produkt (zedas cargo) für die Eisenbahn herangezogen. Auch ein ebenso vorhandenes, beispielhaftes IT-Produkt (Cargo Rent) für den Strassengüterverkehr wurde berücksichtigt. Für die Berechnung interessierte zusätzlich, welche Effekte auftreten, wenn beide IT-Produkte parallel und gleichzeitig angewendet werden. Die Eingangsgrössen der Berechnung wurden so gewählt, dass sie der Realität sehr nahe kommen. Kostenreduktionen als monetäre Einheit lassen sich hierbei am einfachsten ermitteln bzw. zur Umrechnung nutzen. Damit eine Vergleichbarkeit gegeben, ist wurden alle vier Szenarien gleich behandelt. Es wurde bei den Vergleichen jeweils ermittelt, wie gross die Verkehrsverlagerungen zwischen Strasse und Eisenbahn und umgekehrt bei Kostenreduktionen von 1,0 oder 1,5 % sind. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in den folgenden Tabellen (Tab. I.69, Tab. I.70, Tab. I.71, Tab. I.72) dargestellt.

Tab. I.69: Resultierende Verkehrsverlagerung bei IT-Einsatz im Szenario Zürich – Genf (Ost-West-Relation)

IT-Produkt	Verlagerung	Zeitgewinn	Kostenreduktion	Verlagerung
Name	Bezeichnung der Verkehrsträger	[%]	[%]	[%]
zedas cargo	von Strasse auf Eisenbahn	1	1,5	1,7
zedas cargo	von Strasse auf Eisenbahn	1	1,0	1,2
cargo rent	von Eisenbahn auf Strasse	1	1,5	2,4
cargo rent	von Eisenbahn auf Strasse	1	1,0	1,7
zedas cargo / cargo rent	von Eisenbahn auf Strasse	1	1,5	0,9
zedas cargo / cargo rent	von Eisenbahn auf Strasse	1	1,0	0,6

Tab. I.70: Resultierende Verkehrsverlagerung bei IT-Einsatz Szenario Zürich – Chiasso (Nord-Süd-Relation)

IT-Produkt	Verlagerung	Zeitgewinn	Kostenreduktion	Verlagerung
Name	Bezeichnung der Verkehrsträger	[%]	[%]	[%]
zedas cargo	von Strasse auf Eisenbahn	1	1,5	0,9
zedas cargo	von Strasse auf Eisenbahn	1	1,0	0,7
cargo rent	von Eisenbahn auf Strasse	1	1,5	1,0
cargo rent	von Eisenbahn auf Strasse	1	1,0	0,7
zedas cargo / cargo rent	von Eisenbahn auf Strasse	1	1,5	0,0
zedas cargo / cargo rent	von Eisenbahn auf Strasse	1	1,0	0,0

Tab. I.71: Resultierende Verkehrsverlagerung bei IT-Einsatz Szenario Stuttgart – Genua (Transit-Relation)

IT-Produkt	Verlagerung	Zeitgewinn	Kostenreduktion	Verlagerung
Name	Bezeichnung der Verkehrsträger	[%]	[%]	[%]
zedas cargo	von Strasse auf Eisenbahn	-	1,5	0,6
zedas cargo	von Strasse auf Eisenbahn	-	1,0	0,4
cargo rent	von Eisenbahn auf Strasse	-	1,5	1,7
cargo rent	von Eisenbahn auf Strasse	-	1,0	1,1
zedas cargo / cargo rent	von Eisenbahn auf Strasse	-	1,5	1,0
zedas cargo / cargo rent	von Eisenbahn auf Strasse	-	1,0	0,7

Tab. I.72: Resultierende Verkehrsverlagerung bei IT-Einsatz Szenario Solothurn – Duisburg (Import/Export-Relation)

IT-Produkt	Verlagerung	Zeitgewinn	Kostenreduktion	Verlagerung
Name	Bezeichnung der Verkehrsträger	[%]	[%]	[%]
zedas cargo	von Strasse auf Eisenbahn	-	1,5	1,0
zedas cargo	von Strasse auf Eisenbahn	-	1,0	0,6
cargo rent	von Eisenbahn auf Strasse	-	1,5	1,3
cargo rent	von Eisenbahn auf Strasse	-	1,0	0,4
zedas cargo / cargo rent	von Eisenbahn auf Strasse	-	1,5	0,4
zedas cargo / cargo rent	von Eisenbahn auf Strasse	-	1,0	0,2

Insgesamt wird deutlich, dass die Verlagerungspotenziale relativ klein sind (maximal ca. 2,4 %). Bei gleichzeitiger und paralleler Anwendung der IT kommt es dazu, dass sich die Verlagerungseffekte grossteils aufheben. (Rapp Trans, ETH IVT, 2008)

In den folgenden Grafiken (Abb. I.29) sind zum Vergleich mit der vorangegangenen Berechnung Verkehrsverlagerungspotenziale aus (Prätorius, 2010) grafisch dargestellt.

Dass die oben dargestellten Verkehrsverlagerungspotenziale in einer Grössenordnung liegen, die bisherigen Erfahrungen entspricht, ist auch der Literatur (Prätorius, 2010) zu entnehmen. Nach der TA-Studie führen Telematikdienste „zur Verflüssigung des Verkehrs und zu Reisezeitgewinnen. Bei sonst unveränderten Rahmenbedingungen steigern sie die Attraktivität des Strassenverkehrs. Durch die „verbesserte Informationsbereitstellung“ wird eine „Verlagerung auf andere Verkehrsträger von bis zu 2 %“ ermöglicht. Aber es ist „keine verkehrsträgerübergreifende Optimierung“ möglich.

Auf Basis der Überlegungen zur modalen Verkehrsverlagerung wurde für zwei ausgesuchte Relationen abgeschätzt, welche räumliche Verlagerungswirkung durch den Einsatz von Informationstechnologie erzielt werden kann. Allerdings wird die räumliche Verkehrsverlagerung nicht permanent wirksam sondern nur, wenn auf der Alternativroute erhebliche Vorteile (z. B. Zeitvorteile) gegenüber der ursprünglichen Route entstehen. Die Verkehrsverlagerungswirkung auf die Alternativroute zwischen Burgdorf und Sursee beträgt beispielsweise etwa 1 %, zwischen Lausanne und Payerne sind dies etwa 0,75 %.

Relation: Zürich – Genf
IT Produkt: zedas cargo
Verkehrsträger: Eisenbahn
Verkehrsverlagerung: von der Straße
auf die Eisenbahn

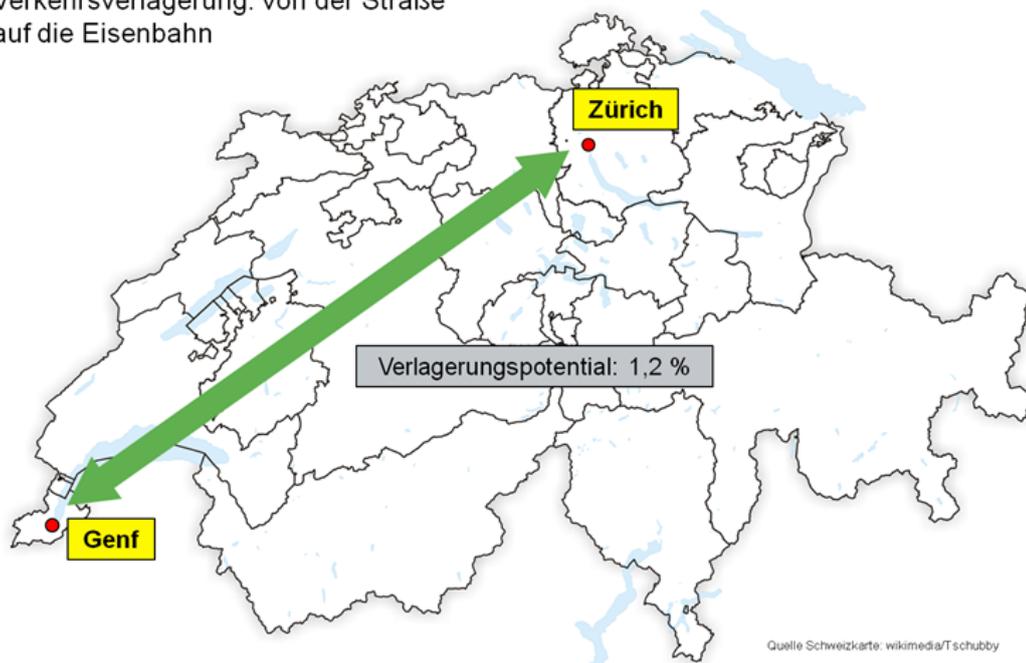
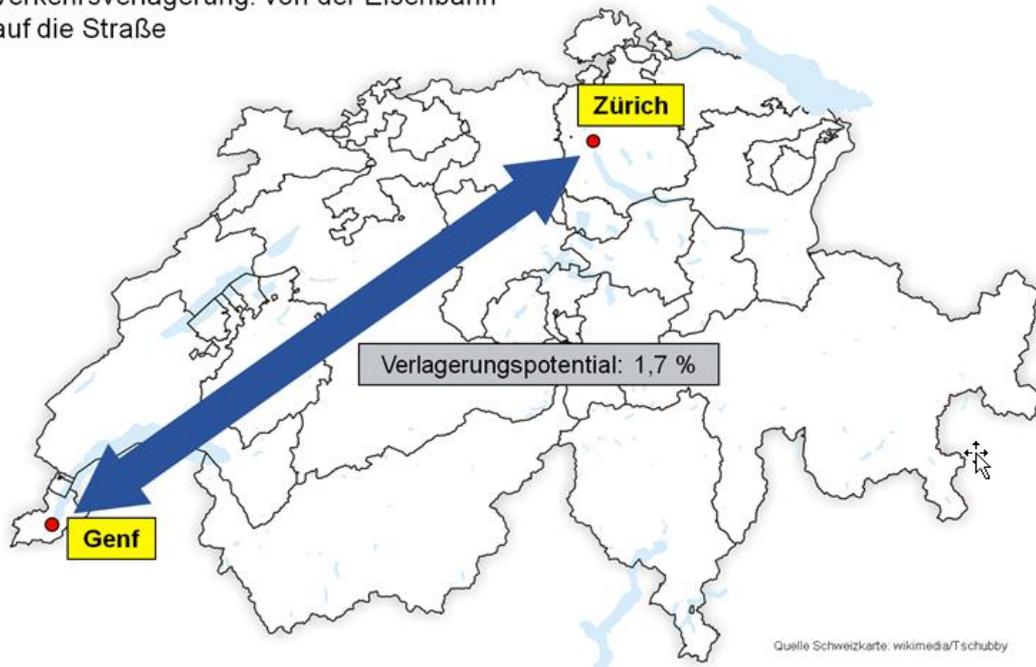


Abb. I.29: Verkehrsverlagerungspotenziale aus (Prätorius, 2010)

Relation: Zürich – Genf
IT Produkt: cargo rent
Verkehrsträger: Straße
Verkehrsverlagerung: von der Eisenbahn
auf die Straße

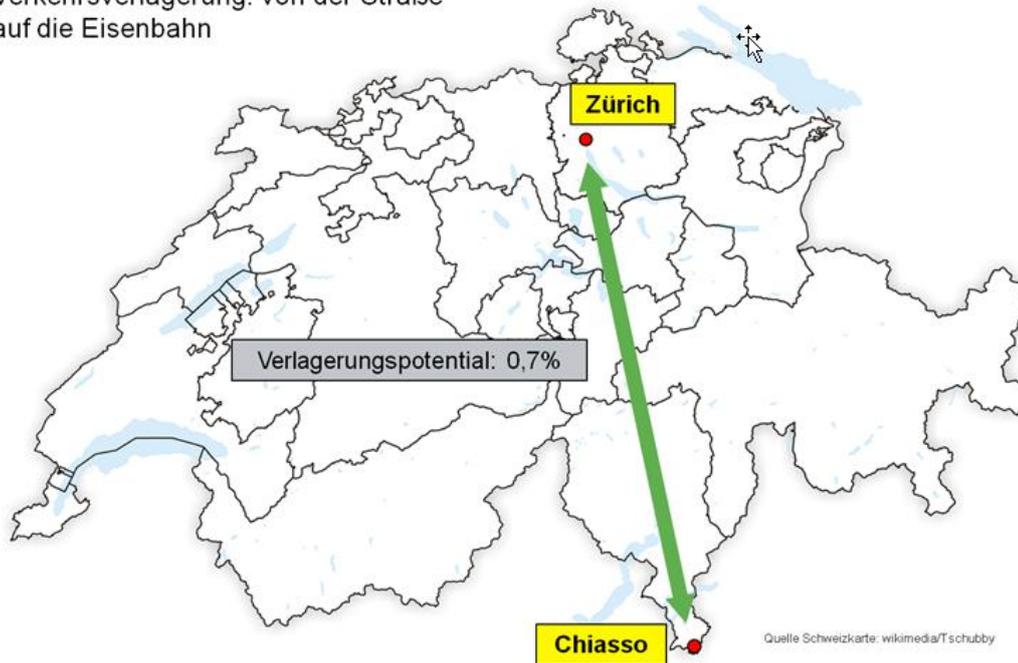


Relation: Zürich – Genf
IT Produkt: zedas cargo (Eisenbahn), cargo rent (Straße)
Verkehrsträger: Eisenbahn, Straße
Verkehrsverlagerung: von der Eisenbahn
auf die Straße



Abb. I.30: Verkehrsverlagerungspotenziale aus (Prätorius, 2010) (Fortsetzung)

Relation: Zürich – Chiasso
IT Produkt: zedas cargo
Verkehrsträger: Eisenbahn
Verkehrsverlagerung: von der Straße
auf die Eisenbahn



Relation: Zürich – Chiasso
IT Produkt: cargo rent
Verkehrsträger: Straße
Verkehrsverlagerung: von der Eisenbahn
auf die Straße

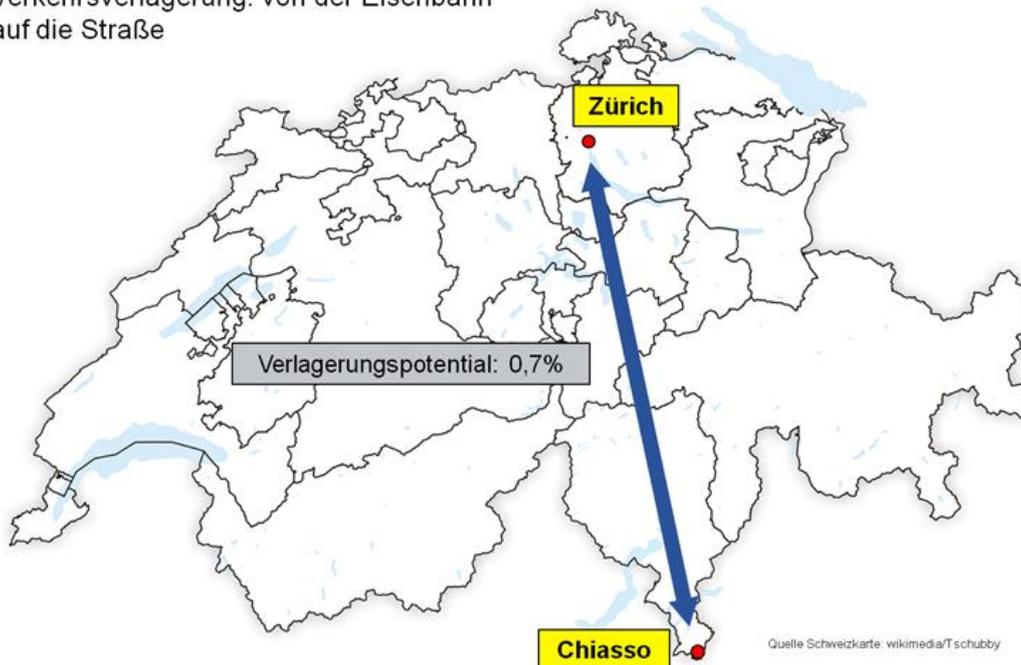


Abb. I.31: Verkehrsverlagerungspotenziale aus (Prätorius, 2010) (Fortsetzung)

Relation: Zürich – Chiasso
IT Produkt: zedas cargo (Eisenbahn), cargo rent (Straße)
Verkehrsträger: Eisenbahn, Straße
Verkehrsverlagerung: –



Relation: Stuttgart – Genua
IT Produkt: zedas cargo
Verkehrsträger: Eisenbahn
Verkehrsverlagerung: von der Straße auf die Eisenbahn

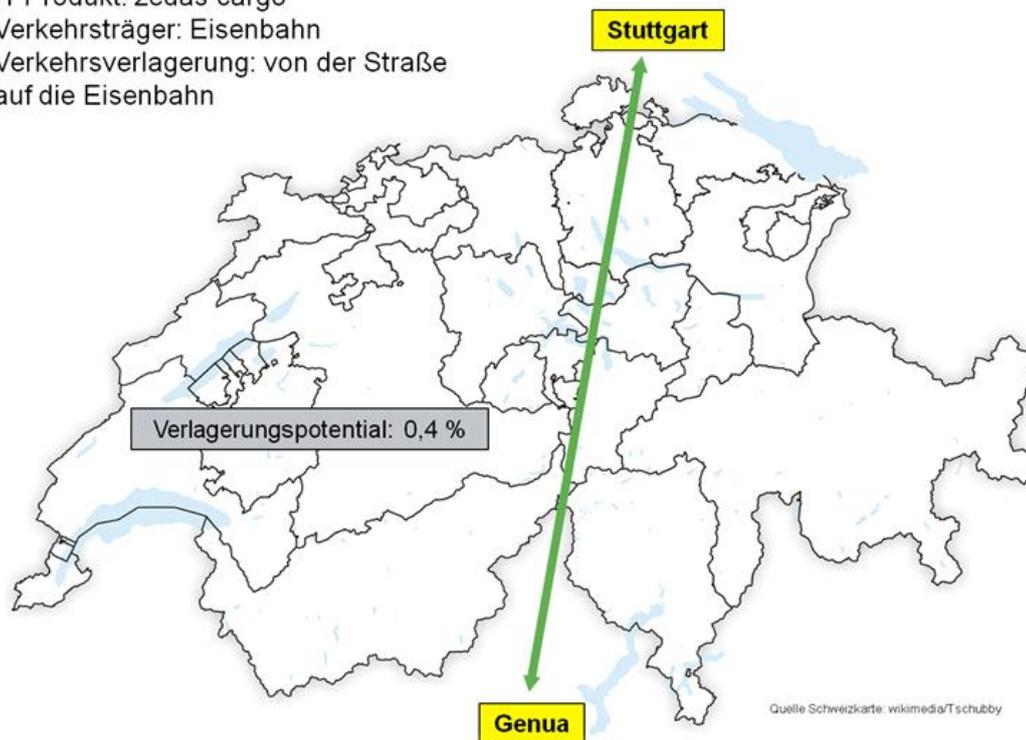
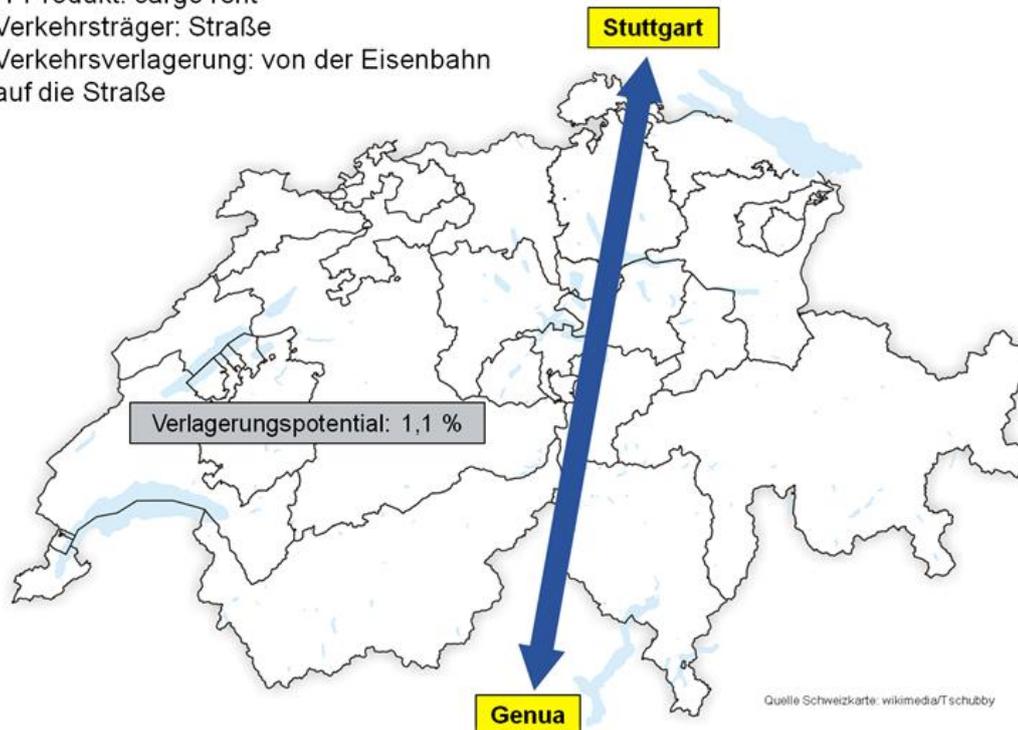


Abb. I.32: Verkehrsverlagerungspotenziale aus (Prätorius, 2010) (Fortsetzung)

Relation: Stuttgart – Genua
IT Produkt: cargo rent
Verkehrsträger: Straße
Verkehrsverlagerung: von der Eisenbahn
auf die Straße



Relation: Stuttgart – Genua
IT Produkt: zedas cargo (Eisenbahn), cargo rent (Straße)
Verkehrsträger: Eisenbahn, Straße
Verkehrsverlagerung: von der Eisenbahn
auf die Straße

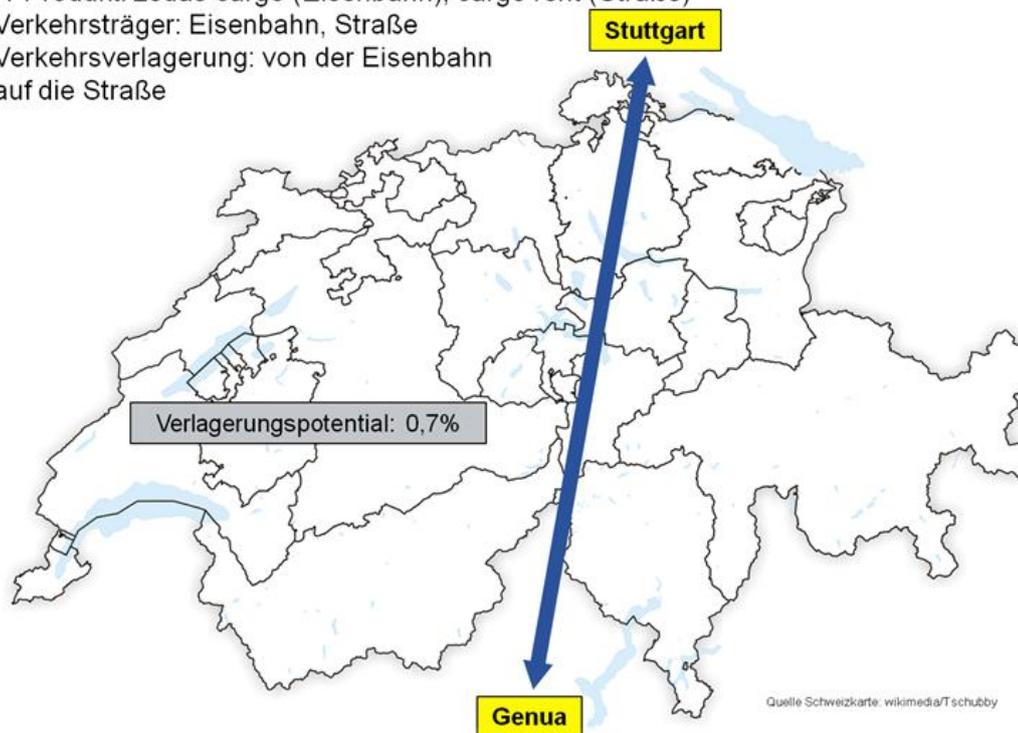


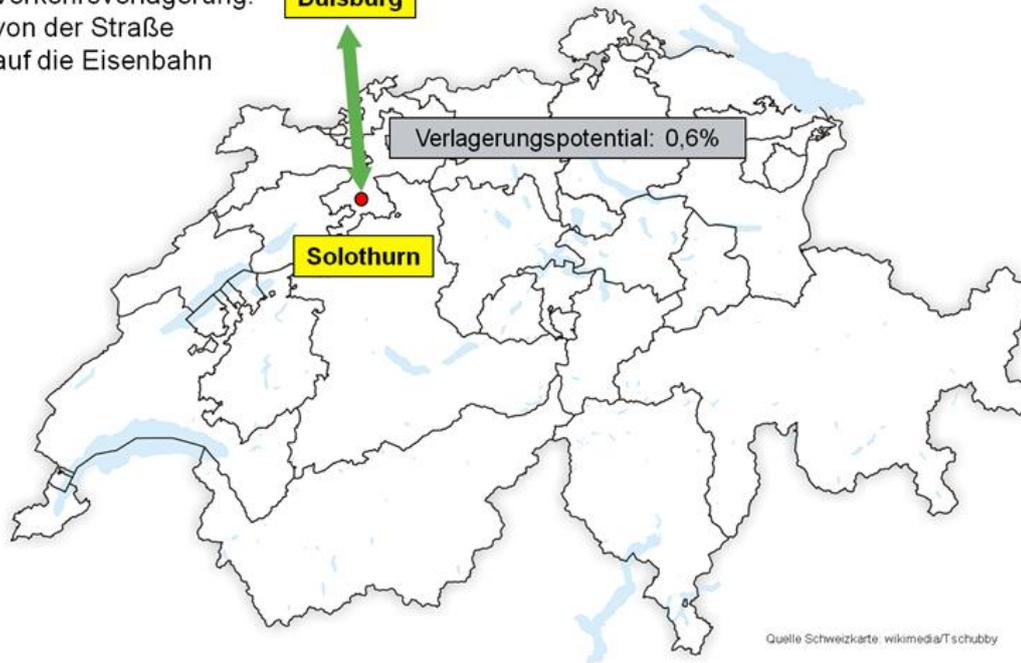
Abb. I.33: Verkehrsverlagerungspotenziale aus (Prätorius, 2010) (Fortsetzung)

Relation: Solothurn – Duisburg

IT Produkt: zedas cargo

Verkehrsträger: Eisenbahn

Verkehrsverlagerung:
von der Straße
auf die Eisenbahn



Relation: Solothurn – Duisburg

IT Produkt: cargo rent

Verkehrsträger: Straße

Verkehrsverlagerung:
von der Eisenbahn
auf die Straße



Abb. I.34: Verkehrsverlagerungspotenziale aus (Prätorius, 2010) (Fortsetzung)

Relation: Solothurn – Duisburg

IT Produkt: zedas cargo (Eisenbahn), cargo rent (Straße)

Verkehrsträger: Eisenbahn, Straße

Verkehrsverlagerung:
von der Eisenbahn
auf die Straße



Abb. I.35: Verkehrsverlagerungspotenziale aus (Prätorius, 2010) (Fortsetzung)

Ausgehend von den Reisezeitgewinnen wurden diese auf Kapazitätssteigerungen infolge des Einsatzes von IT umgelegt. Hilfsmittel für diese überschlägige Abschätzung war eine Untersuchung der Fraunhofer Gesellschaft (Fraunhofer Gesellschaft, 2006). Dabei wurde unterstellt, dass die diesbezüglichen Zusammenhänge, die in Deutschland Gültigkeit haben, grundsätzlich auch für die Schweiz gelten (Tab. I.73).

Tab. I.73: Zusammenhang zwischen der Fahrtenauslastung und Reduktion der gefahrenen Lkw-Kilometer aufgrund der Nutzung von IT (nach (Fraunhofer Gesellschaft, 2006))

Zunahme der Auslastung in [%]	Reduktion der Lkw-Fahr-Kilometer in [%]
1	0,3
2	0,7
4	1,4

Aufsetzend auf dem in der Tabelle beschriebenen Zusammenhang wurden die weiteren Berechnungen durchgeführt. Beispielsweise führt eine Zunahme der Auslastung von 1 % zu einer Reduktion der Lkw-Fahr-Kilometer um 0,3 %, eine Auslastungszunahme von 2 % zu einer Reduktion der Lkw-Fahr-Kilometer um 0,7 %. Die Reduktion der gefahrenen Lkw-Kilometer ist geringer als die Zunahme der Auslastung, da bei Sammelgutverkehren durch Aufnahmen weiterer Sendungen Umwegfahrten entstehen und damit die Fahrleistung erhöhen. Umgelegt auf die Lkw-Verkehre innerhalb der schweizerischen Kantone ergibt sich das in (Abb. 12.74) aufgeführte Verkehrsvermeidungspotenzial. Es können somit 7 bzw. 14 Mio. Lkw-Fahr-Kilometer vermieden werden (Tab. I.74). Insgesamt ist das Verkehrsvermeidungspotenzial also recht klein.

Tab. 1.74: Reduktion der Lkw-Fahr-Kilometer durch verbesserte Kapazitätsauslastung

Region	Messgrössen des Verkehrsvermeidungspotenzials			
	Güterfahrzeuge	Anteil Güterfahrzeuge	Vermiedene Lkw-Fahr-Kilometer bei einer Reduktion um 0,3%	Vermiedene Lkw-Fahr-Kilometer bei einer Reduktion um 0,7 %
	Anzahl	%	Mio. Lkw-Fahr-Kilometer	Mio. Lkw-Fahr-Kilometer
Genferseeregion	90.564	15,6	1,093	2,185
Waadt	42.779	7,4	0,516	1,032
Wallis	28.235	4,9	0,341	0,681
Genf	19.550	3,4	0,236	0,472
Espace Mittelland	149.606	25,8	1,805	3,610
Bern	91.790	15,8	1,107	2,215
Freiburg	22.935	4,0	0,277	0,553
Solothurn	17.836	3,1	0,215	0,430
Neuenburg	9.900	1,7	0,119	0,239
Jura	7.145	1,2	0,086	0,172
Nordwestschweiz	69.292	11,9	0,836	1,672
Basel-Stadt	8.330	1,4	0,101	0,201
Basel-Landschaft	16.543	2,9	0,200	0,399
Aargau	44.419	7,7	0,536	1,072
Zürich	75.943	13,1	0,916	1,833
Ostschweiz	105.680	18,2	1,275	2,550
Glarus	3.858	0,7	0,047	0,093
Schaffhausen	6.724	1,2	0,081	0,162
Appenzell A. Rh.	4.711	0,8	0,057	0,114
Appenzell I. Rh.	2.080	0,4	0,025	0,050
St. Gallen	39.570	6,8	0,477	0,955
Graubünden	23.637	4,1	0,285	0,570
Thurgau	25.100	4,3	0,303	0,606
Zentralschweiz	105.680	18,2	1,275	2,550
Luzern	32.040	5,5	0,387	0,773
Uri	3.047	0,5	0,037	0,073
Schwyz	12.989	2,2	0,157	0,313
Obwalden	4.148	0,7	0,050	0,100
Nidwalden	3.145	0,5	0,038	0,076
Zug	8.403	1,4	0,101	0,203
Tessin	25.200	4,3	0,304	0,608
Bund	120	0,0	0,001	0,003
Schweiz Total	580.177	100,0	7,000	14,000

Ergänzender Hinweis: Nur innerschweizerische Verkehre; temporäre Spitzenverkehre entlang der Transitrouten bleiben unberücksichtigt.

Darüber hinaus wurde eine ergänzende Abschätzung durchgeführt, um herauszufinden, wo sich geeignete Transportunternehmen für eine IT-Umsetzung befinden. Gemäss (Load-on, 2010) gilt für Deutschland, dass sämtliche Transportunternehmen, die mehr als sieben Lkw besitzen, hierfür in Frage kommen. Unter (BFS, 2011) wurde die Anzahl der Transportunternehmen in der Schweiz im Jahr 2008 mit 8.341 beziffert, wobei aber nur 6.919 im Landverkehr tätig sind. Aus (BFS, 2010) konnte der Anteil der schweizerischen Transportunternehmen mit mehr als zehn Mitarbeitern mit 18 % aller schweizerischen Transportunternehmer bestimmt werden. Es wurde angenommen, dass wenigstens zehn Mitarbeiter

benötigt werden, um mindestens sieben Lkw zu fahren bzw. zu betreiben. Unter Nutzung von Informationen aus (BFS, 2011) und (EuroPages, 2011) wurde bezogen auf die einzelnen schweizerischen Kantone die Anzahl jener Transportunternehmen geschätzt, die EDV-basierte Disposition kombiniert mit Telematik für Datenkommunikation, Ortung und Navigation umsetzen können. Die Ergebnisse wurden unter Verwendung von (Stölzle, 2008) auf einer Karte dargestellt (Abb. I.36). Unter der Annahme, dass die Fahrzeuge am Standort des Transportunternehmens stationiert sind, zeigt das Ergebnis der Abschätzung, dass dort, wo die Verkehrssituation im Strassenverkehr am kritischsten ist (Stau in den Grossräumen Zürich und Bern) auch das grösste Potenzial zur Verbesserung besteht. Insbesondere in Zürich, aber auch in Bern gibt es viele verschiedene Transportunternehmen, für die der IT-Einsatz äusserst nutzbringend wäre (mehr als sieben Lkw).

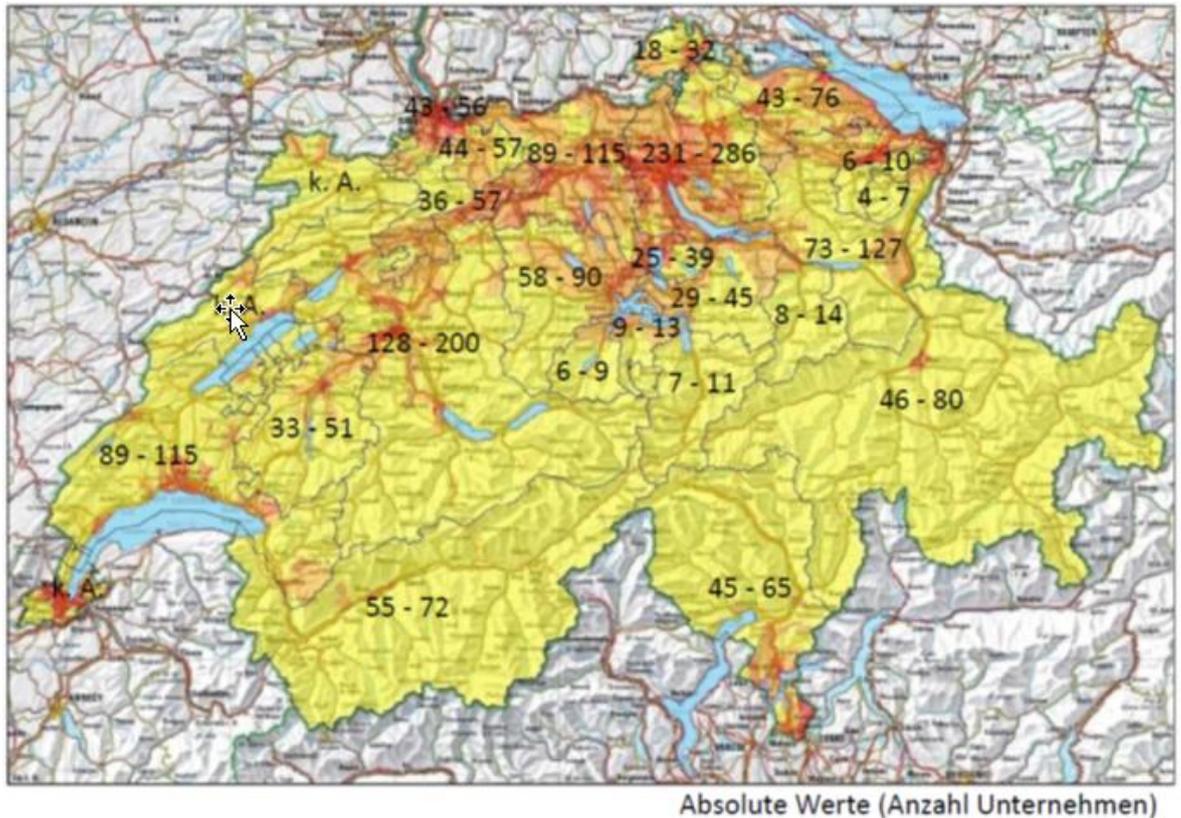


Abb. I.36 Regionale Anzahl und Verteilung der Unternehmen als potenzielle IT-Umsetzer

I.2 Prozessketten

I.2.1 Übersicht über typische Prozessketten

Tab. I.75: Tabelle Übersicht Prozessketten

	Direktlauf	Einstufige Prozesskette	Zweistufige Prozesskette	Dreistufige Prozesskette	Vierstufige Prozesskette
Typische Getränkeprozesskette	X				
Typische NF Prozesskette			X		
Typische NF Retouren Prozesskette			X		
Typische Post Prozesskette					X

I.2.2 Typische Getränke Prozesskette Firma Coca-Cola Hellenic

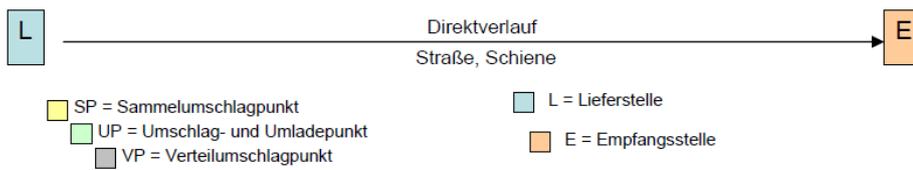


Abb. I.37: Typ: Direktlauf

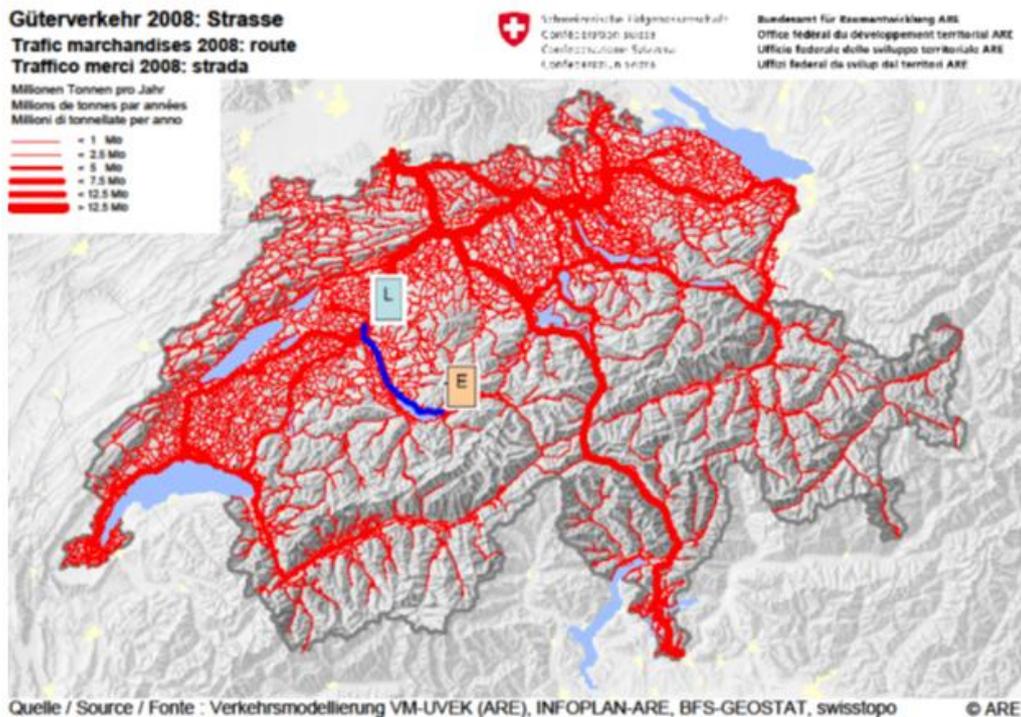


Abb. I.38: Verortung einer typischen Getränke Transportkette

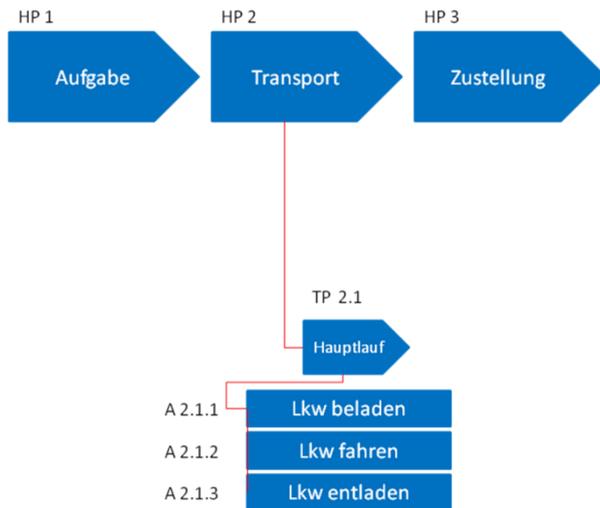


Abb. 1.39: Aufgliederung einer typischen Getränke Transportkette

Tab. 1.76: Ort / Zeit für typische Getränke Transportkette

Quelle: Coca-Cola HBC Switzerland Ltd

Hauptprozess (HP) / Teilprozess (TP) / Aktivität (A)	Beschreibung	Ort	Zeit [min]	Weg [km]
HP 1	Aufgabe	Bolligen		
HP 2	Transport	Bolligen - Interlaken		
TP 2.1	Hauptlauf	Bolligen - Interlaken		
A 2.1.1	Lkw beladen	Bolligen - Interlaken	30	0
A 2.1.2	Lkw fahren	Bolligen - Interlaken	47	55
A 2.1.3	Lkw entladen	Interlaken	30	0
HP 3	Zustellung	Interlaken		

I.2.3 Typische Non Food Prozesskette Firma Migros

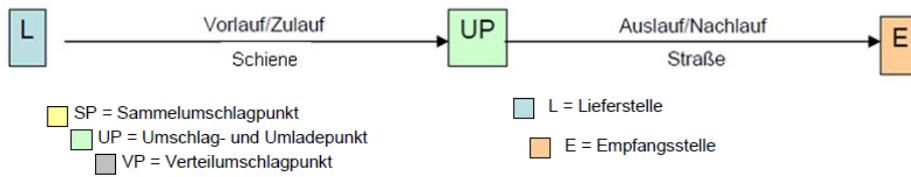


Abb. I.40: Typ: zweistufige Transportkette



Abb. I.41: Verortung einer typischen Non Food Transportkette

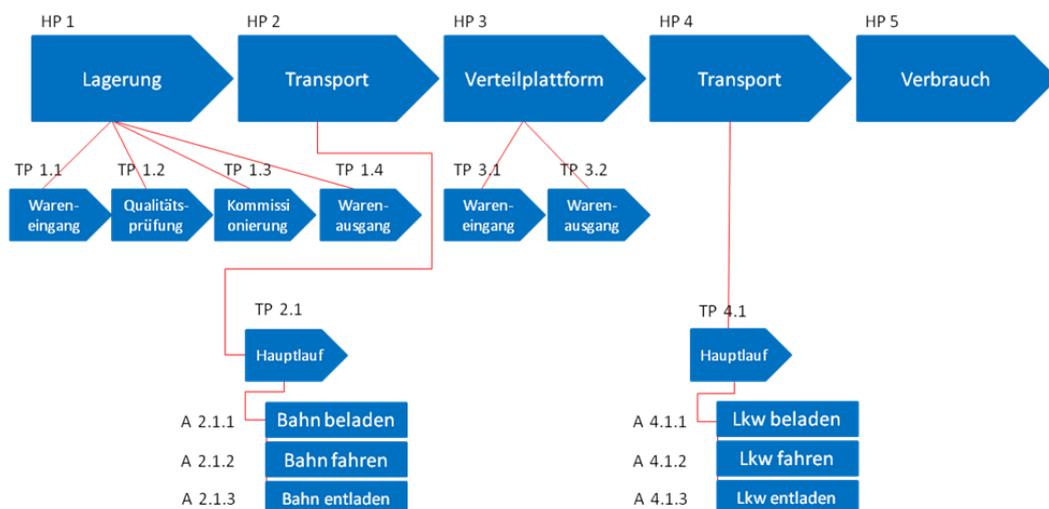


Abb. I.42: Aufgliederung einer typischen Non Food Transportkette

Tab. I.77: Ort / Zeit für typische Non Food Transportkette

Quelle: Migros

Hauptprozess (HP) / Teilprozess (TP) / Aktivität (A)	Beschreibung	Ort	Zeit [min]	Weg [km]
HP 1	Lagerung	Neuendorf		
TP 1.1	Wareneingang	Neuendorf		
TP 1.2	Qualitätsprüfung	Neuendorf		
TP 1.3	Kommissionierung	Neuendorf		
TP 1.4	Warenausgang	Neuendorf		
HP 2	Transport	Neuendorf – Genf		
TP 2.1	Hauptlauf	Neuendorf – Genf		
A 2.1.1	Zug beladen	Neuendorf	30	0
A 2.1.2	Zug fahren	Neuendorf – Genf	360	216
A 2.1.3	Zug entladen	Genf	30	0
HP 3	Verteilplattform	Genf	60	0
TP 3.1	Wareneingang	Genf		
TP 3.2	Warenausgang	Genf		
HP 4	Transport	Genf – Vézenaz		
TP 4.1	Hauptlauf	Genf – Vézenaz		
A 4.1.1	Lkw beladen	Genf	30	0
A 4.1.2	Lkw fahren	Genf – Vézenaz	20	10
A 4.1.3	Lkw entladen	Vézenaz	30	0
HP 5	Verbrauch	Vézenaz		

I.2.4 Typische Non Food Prozesskette Firma Migros, Retouren

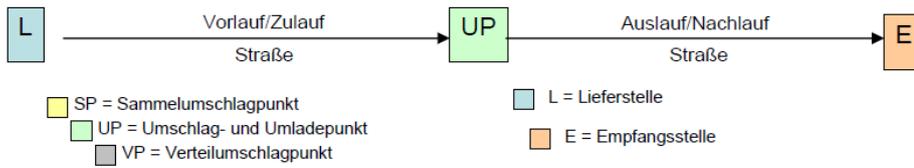


Abb. I.43: Typ: zweistufige Transportkette

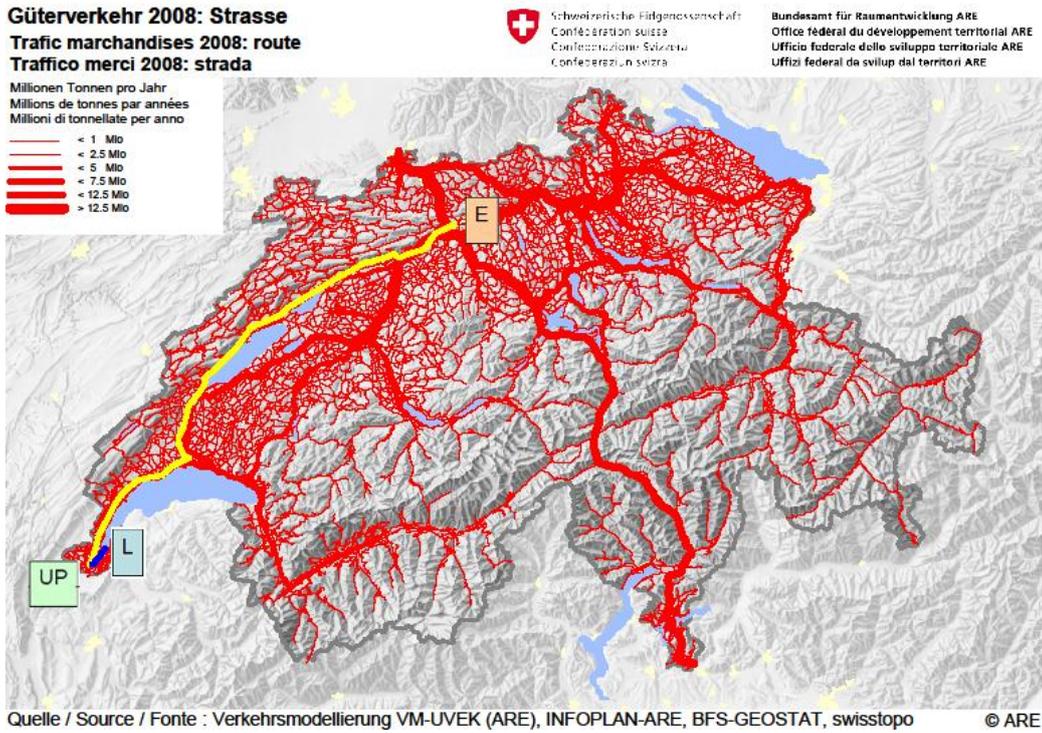


Abb. I.44: Verortung einer typischen Non Food Transportkette

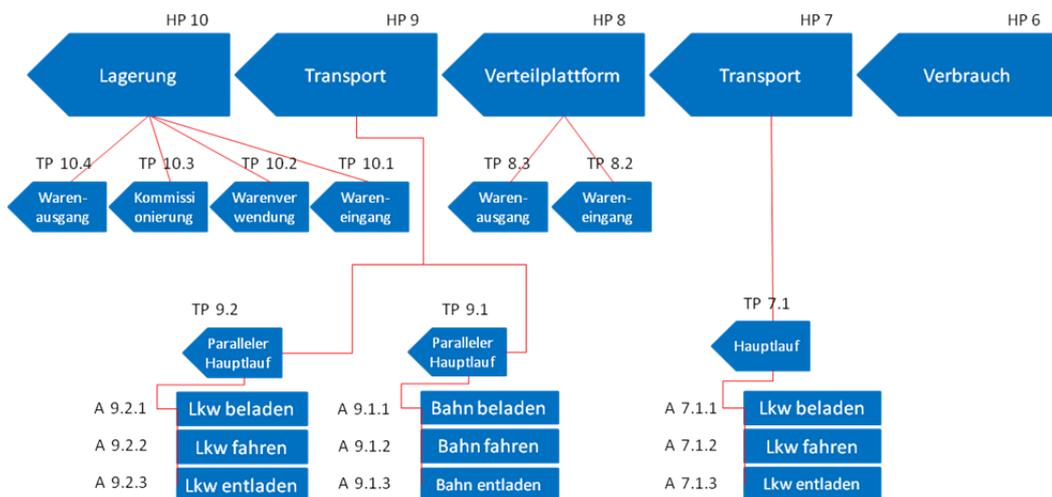


Abb. I.45: Aufgliederung einer typischen Non Food Transportkette

Tab. 1.78: Ort / Zeit für typische Non Food Transportkette

Quelle: Migros

Hauptprozess (HP) / Teilprozess (TP) / Aktivität (A)	Beschreibung	Ort	Zeit [min]	Weg [km]
HP 6	Verbrauch	Vésenaz		
HP 7	Transport	Vésenaz – Genf		
TP 7.1	Hauptlauf	Vésenaz – Genf		
A 7.1.1	Lkw beladen	Vésenaz	30	0
A 7.1.2	Lkw fahren	Vésenaz – Genf	20	10
A 7.1.3	Lkw entladen	Genf	30	0
HP 8	Verteilplattform	Genf		
TP 8.1	Wareneingang	Genf		
TP 8.2	Warenausgang	Genf		
HP 9	Transport	Genf – Neuendorf		
TP 9.2	Hauptlauf	Genf – Neuendorf		
A 9.2.1	Lkw beladen	Genf	30	0
A 9.2.2	Lkw fahren	Genf – Neuendorf	190	222
A 9.2.3	Lkw entladen	Neuendorf	30	0
HP 10	Lagerung	Neuendorf		

I.2.5 Typische Post Prozesskette Firma Schweizerische Post

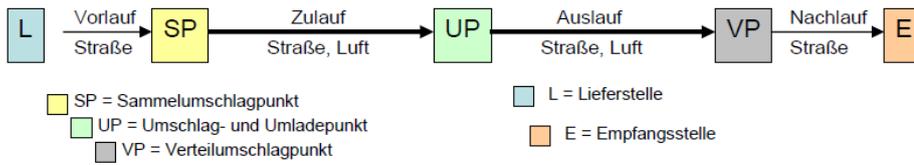


Abb. I.46: Typ: vierstufige Transportkette

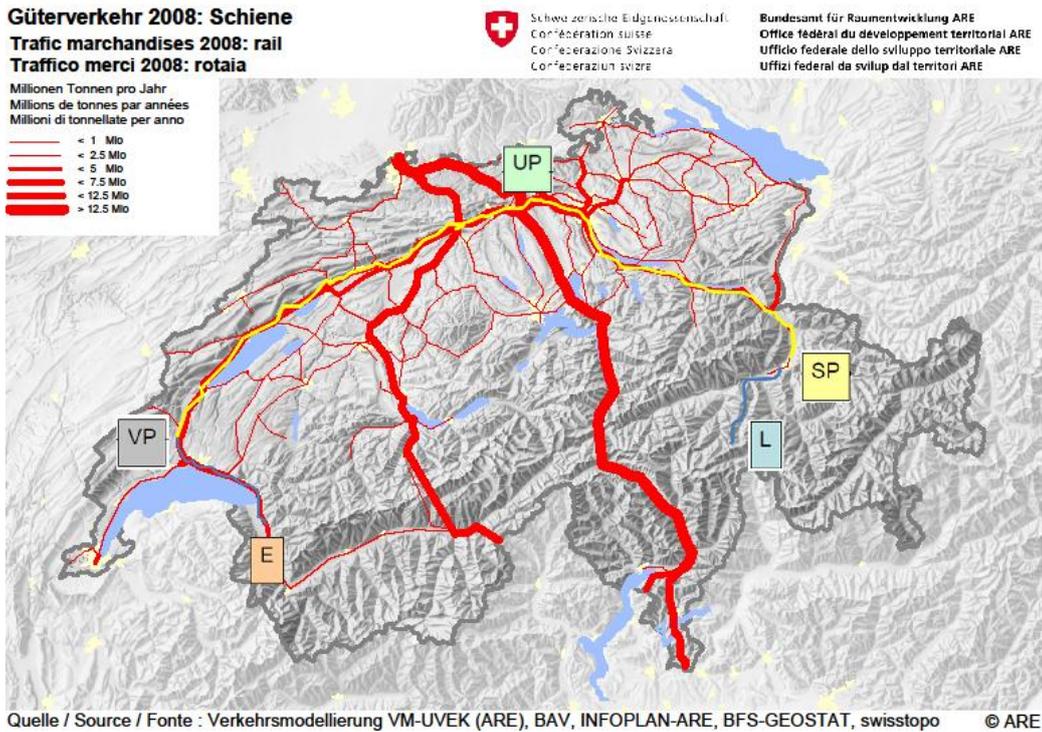


Abb. I.47: Verortung einer typischen Post Transportkette

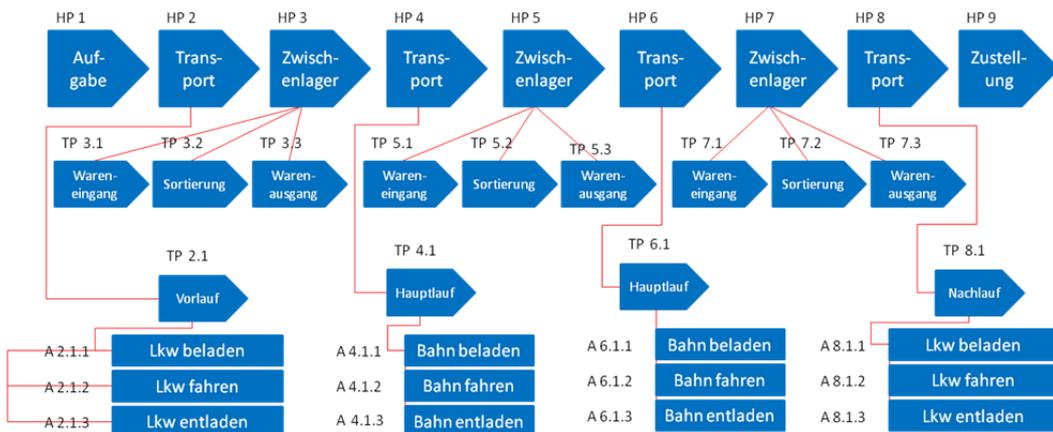


Abb. I.48: Aufgliederung einer Post Transportkette

Tab. 1.79: Ort / Zeit für typische Non Food Transportkette
 Quelle: (Die Post, 2010)

Hauptprozess (HP) / Teilprozess (TP) / Aktivität (A)	Beschreibung	Ort	Zeit [min]	Weg [km]
HP 1	Aufgabe	Alvaneu		
HP 2	Transport	Alvaneu – Landquart		
TP 2.1	Vorlauf	Alvaneu – Landquart		
A 2.1.1	Lkw beladen	Alvaneu	27	0
A 2.1.2	Lkw fahren	Alvaneu – Landquart	95	52
A 2.1.3	Lkw entladen	Landquart	7	0
HP 3	Zwischenlager	Landquart	1	0
TP 3.1	Wareneingang	Landquart		
TP 3.2	Sortierung	Landquart		
TP 3.3	Warenausgang	Landquart		
HP 4	Transport	Landquart – Zürich		
TP 4.1	Hauptlauf	Landquart – Zürich		
A 4.1.1	Zug beladen	Landquart	7	0
A 4.1.2	Zug fahren	Landquart – Zürich	94	118
A 4.1.3	Zug entladen	Zürich	7	0
HP 5	Zwischenlager	Zürich	94	0
TP 5.1	Wareneingang	Zürich		
TP 5.2	Sortierung	Zürich		
TP 5.3	Warenausgang	Zürich		
HP 6	Transport	Zürich – Eclépens		
TP 6.1	Hauptlauf	Zürich – Eclépens		
A 6.1.1	Zug beladen	Zürich	7	0
A 6.1.2	Zug fahren	Zürich – Eclépens	150	222

A 6.1.3	Zug entladen	Eclépens	7	0
HP 7	Zwischenlager	Eclépens	126	0
TP 7.1	Wareneingang	Eclépens		
TP 7.2	Sortierung	Eclépens		
TP 7.3	Warenausgang	Eclépens		
HP 8	Transport	Eclépens – Verbier		
TP 8.1	Nachlauf	Eclépens – Verbier		
A 8.1.1	Lkw beladen	Eclépens	30	0
A 8.1.2	Lkw fahren	Eclépens – Verbier	143	117
A 8.1.3	Lkw entladen	Verbier	5	0
HP 9	Zustellung	Verbier		

I.3 Qualitative Bewertung

I.3.1 Übersicht über Kriterien und Klassifikation

Tab. I.80: Übersicht Kriterien und Klassifikation

Kriterium	Name Kriterium	Klassifikation 1	Klassifikation 2	Klassifikation 3
K1	Eignung zur dezentralen Datenhaltung	Ja (3 Punkte)	Anpassbar (2 Punkte)	Nein (1 Punkt)
K2	Durchsatzkriterium IT (bezogen auf die CH)	Weit verbreitet (3 Punkte)	Vorhanden (2 Punkte)	Nicht vorhanden (1 Punkt)
K3	Potenzial zur Verkehrsvermeidung	Gross (3 Punkte)	Mittel (2 Punkte)	Klein (1 Punkt)
K4	Potenzial zur Verkehrsverlagerung	Gross (3 Punkte)	Mittel (2 Punkte)	Klein (1 Punkt)
K5	Potenzial zur Lenkung des Verkehrs	Gross (3 Punkte)	Mittel (2 Punkte)	Klein (1 Punkt)
K6	Grobe Aufwandsschätzung	Gross (3 Punkte)	Mittel (2 Punkte)	Klein (1 Punkt)
K7	Optimierungspotenzial	Gross (3 Punkte)	Mittel (2 Punkte)	Klein (1 Punkt)
K8	Beitrag der IT zu einem integrierten Bewirtschaftungskonzept	Gross (3 Punkte)	Mittel (2 Punkte)	Klein (1 Punkt)
K9	Einfluss der IT auf die Wirtschaftsentwicklung der Schweiz	Gross (3 Punkte)	Mittel (2 Punkte)	Klein (1 Punkt)
K10	Beitrag der IT zur effizienten Ausnutzung der Infrastruktur	Gross (3 Punkte)	Mittel (2 Punkte)	Klein (1 Punkt)
K11	Einsatz im Personenverkehr		PV (1 Punkt)	
	Einsatz im Güterverkehr		GV (2 Punkte)	
	Einsatz im kombinierten Verkehr (Strasse/Schiene)		KV (3 Punkte)	

I.3.3 Beschreibung der Kriterien und der Klassifikation

Kriterium K1 „Eignung zur dezentralen Datenhaltung“

Die Eignung zur dezentralen Datenhaltung eines IT-Produktes lässt sich nicht a priori erkennen. Deshalb ist es erforderlich eine Produktrecherche (im Internet oder per Telefonanruf beim Hersteller) durchzuführen. Erst dann kann beurteilt werden, ob sich das IT-Produkt zur dezentralen Datenhaltung eignet.

Kriterium K2 „Durchsatzkriterium IT (bezogen auf die Schweiz)“

Bei diesem Kriterium wird geprüft, wie weit das zu untersuchende IT-Produkt in der Schweiz verbreitet ist. Die Erfahrung lehrte, dass in der Regel Aussagen zum Marktanteil, zur Anzahl der verkauften Einheiten oder ähnliche Informationen zum konkret gesuchten IT-Produkt nicht frei verfügbar sind. So musste eine Hilfsgrösse definiert werden, anhand derer abgeschätzt werden konnte, wie gross der Verbreitungsgrad des IT-Produktes in der Schweiz ist. Dazu diente die Trefferquote bestimmter Begriffe im Internet. Ergänzt wurde die Internetrecherche durch das bewusste Suchen von Kunden des zu bewertenden IT-Produktes in der Schweiz ebenfalls im Internet oder durch einen Telefonanruf beim Hersteller.

Kriterium K3 „Potenzial zur Verkehrsvermeidung“

Verkehre können vermieden werden, wenn sie aufgrund des Einsatzes der IT völlig entfallen oder wenn es aufgrund des Einsatzes von IT-Produkten zu einer (signifikanten) Reduktion der zurückgelegten Wege kommt. Daher dient die Weglängen-Reduktion als Masszahl für das Potenzial zur Verkehrsvermeidung.

Kriterium K4 „Potenzial zur Verkehrsverlagerung“

Um das Potenzial zur Verkehrsverlagerung wenigstens qualitativ beurteilen zu können wurde auf die Studie „Modal Split Funktionen im Güterverkehr der Schweiz“ zurückgegriffen. Dort wurden folgende Parameter für die Modalwahl im Güterverkehr als massgebend erkannt.

- Pünktlichkeit des Transportes
- Kosten des Transportes
- Transportdauer
- Das Vorhandensein von Gleisanschlüssen
- Flexibilität

Die Flexibilität ist nur sehr schwierig mathematisch abzubilden. Deshalb wird bereits innerhalb der Studie „Modal Split Funktionen im Güterverkehr der Schweiz“ auf eine weitere Verwendung des Parameters Flexibilität verzichtet. Das Vorhandensein von Gleisanschlüssen kann durch Informationstechnologie nicht beeinflusst werden. Deshalb entfällt auch dieser Parameter. Somit wird das Potenzial zur Verkehrsverlagerung anhand der Pünktlichkeit, der Kosten und der Transportdauer beurteilt. Im Rahmen der „Modal Split Funktionen im Güterverkehr der Schweiz“ wurden Nutzenfunktionen errechnet, anhand derer sich Modal Split Änderungen abschätzen lassen, wenn nur ausreichend Zahlen und Daten vorhanden sind.

Kriterium K5 „Potenzial zur Lenkung des Verkehrs“

Unter der Lenkung des Verkehrs wird verstanden, dass eine zeitliche und räumliche Vergleichsmässigung des Verkehrsflusses durch die IT erzielt werden kann. Dies bedingt ein Einwirken der IT auf die Geschwindigkeit der Strassen- bzw. Schienenfahrzeuge. Allerdings kann ein Lenkungseffekt erst dann erzielt werden, wenn die IT ein Fahrzeugkollektiv beeinflusst. Also dient die Möglichkeit der IT zur kollektiven Beeinflussung der Geschwindigkeit als Mass für das Potenzial zur Lenkung des Verkehrs.

Kriterium K6 „Grobe Aufwandsschätzung“

Im Laufe der Bearbeitung von Teilprojekt E zeigte sich, dass Informationen darüber, wie viel Geld für den Erwerb bestimmter IT-Produkte zu investieren ist, ebenfalls nicht im grossem Rahmen zur Verfügung stehen. Vereinzelt geben Hersteller über Investitionssummen

oder Betriebskosten Auskunft. Insgesamt ist das jedoch zu wenig Information, um eine umfassende Beurteilung vornehmen zu können. Um trotzdem den Aufwand für das jeweilige IT-Produkt einschätzen zu können, ist es sinnvoll diesen anhand von Kategorien zu beurteilen. Der Aufwand wurde in drei Kategorien eingeteilt:

- **Gross:** Dies bedeutet, dass zur Umsetzung der IT Investitionen in die Infrastruktur der Verkehrswege erforderlich sind. Mehrere 100.000 bis mehrere Millionen CHF sind zu investieren. Ein Beispiel für eine IT, bei der Investitionen dieser Grössenordnung notwendig sind, ist die Verkehrsbeeinflussungsanlage.
- **Mittel:** Ist hauptsächlich eine Investition in das Fahrzeug erforderlich, so wird der Aufwand mit mittel eingeschätzt. Auch wenn die Informationstechnologie selbst keine allzu grossen Kosten verursacht, so bindet der Einbau der Geräte in das Fahrzeug Personal und verursacht so zusätzlich zu den Materialkosten Personalkosten. Je nach Grösse der Lkw-Flotte können mehrere 10.000 bis mehrere 100.000 CHF an Kosten entstehen. Ein Beispiel für IT der Kategorie mittel sind Ortungsgeräte, die in Lkws eingebaut werden.
- **Klein:** Wenn lediglich ein Softwaredownload benötigt wird, wird das IT-Produkt bezüglich des Aufwandes in die Kategorie klein eingeordnet. Hier reicht die Spanne vom kostenlosen download oder Link im Internet bis hin zur mehrere 10.000 CHF teuren massgeschneiderten Software. Ein Beispiel für eine IT der Kategorie klein ist die Software EcoTransIT, die frei zugänglich im Internet zur Verfügung steht.

Kriterium K7 „Optimierungspotenzial“

Optimierungspotenziale wurden im Laufe von TP E bereits an früherer Stelle ermittelt. Dabei zeigte sich, dass die Informationen zu den Optimierungspotenzialen in der Literatur oft nur sehr allgemein oder für einige wenige ausgewählte IT-Produkte äusserst genau bekannt sind. Diese Form der Information besitzt für eine auf Ausprägungen von Funktionalitäten bezogene Betrachtung nicht die erforderliche Genauigkeit. Daher wurde – unter zusätzlichem Rechercheaufwand – im Rahmen von Teilprojekt E eine Tabelle entwickelt, aus der Optimierungspotenziale den Ausprägungen der Funktionalitäten zugeordnet wurden (die Tabelle ist noch in Bearbeitung). Die Zuordnung wurde in den Kategorien Umweltbelastung, Personalkosten, Kapitalkosten, Betriebskosten und Reisezeitgewinne vorgenommen. Diese Tabelle gibt eine Vorstellung über die Optimierungspotenziale der Ausprägungen der Funktionalitäten. Zumindest qualitativ kann nun abgeschätzt werden wo Optimierungspotenziale zu finden sind. Die Zahlenangaben in der Tabelle deuten die Spannweite der Potenziale an. Da sich die Aussagen auch hier auf vergleichsweise wenige IT-Produkte beziehen, ist die Tabelle mit Vorbehalt zu verwenden. Mit der Tabelle als Orientierungshilfe war es zusätzlich erforderlich argumentativ das Potenzial einzuschätzen. Dazu diente einerseits eine aus logischen Zusammenhängen entwickelte Vorstellung über das Optimierungspotenzial einer Einheit der zu beurteilenden IT und eine Abschätzung der Menge an zukünftig eingesetzter IT.

Kriterium K8 „Beitrag der IT zu einem integrierten Bewirtschaftungskonzept“

Der Begriff eines „integrierten Bewirtschaftungskonzeptes“ ist selbst sehr komplex und umfasst viele Komponenten. In Zusammenhang mit der hier im Rahmen von Teilprojekt E vorgenommenen Bewertung wird integriert mit verkehrsträgerübergreifend gleichgesetzt. D.h. eine bestimmte Informationstechnologie leistet dann einen umso höheren Beitrag zum integrierten Bewirtschaftungskonzept, bei je mehr Verkehrsträgern sie eingesetzt werden kann. Folglich ist die Anzahl der Verkehrsträger ein Mass für den Beitrag zu einem integrierten Bewirtschaftungskonzept.

Kriterium K9 „Einfluss der IT auf die Wirtschaftsentwicklung der Schweiz“

Auch zu diesem Kriterium gibt es in den seltensten Fällen belastbare Informationen, die allgemein zur Verfügung stehen. Dies liegt z.B. daran, dass der Beitrag einer bestimmten IT zum Wachstum der schweizerischen Volkswirtschaft (noch) nicht explizit untersucht wurde. Für die in Einsatz befindlichen IT-Produkte, die sich mittlerweile am Markt behauptet haben, kann davon ausgegangen werden, dass sie für das Unternehmen, das sie vertreibt, Gewinn bringen. Von erfolgreichen Unternehmen profitiert auch der Staat indirekt durch Steuern. So gesehen kann davon ausgegangen werden, dass etablierte IT-Produkte

die Wirtschaftsentwicklung eines Landes positiv beeinflussen. Zur Abschätzung der Gröszenordnung des Einflusses der IT auf die Wirtschaftsentwicklung der Schweiz wurde auf den Zeitgewinn durch die IT als Hilfsmessgrösse zurückgegriffen. In der frei gewordenen Zeit kann zusätzlich Wirtschaftsleistung erbracht werden gegenüber dem Zustand, wenn die Zeitgewinne nicht da wären. Die Wirklichkeit ist selbstverständlich erheblich komplexer, aber für eine erste Einschätzung reichen die Zeitgewinne als Beurteilungsindikator aus.

Kriterium K10 „Beitrag der IT zur effizienten Ausnutzung der Infrastruktur“

Da die Effizienz und Effektivität in Teilprojekt E eine hohe Bedeutung hat, wurde das Kriterium K10 „Beitrag der IT zur effizienten Ausnutzung der Infrastruktur“ in das Bewertungsschema aufgenommen. Die Zusammenhänge, die effizient ausgenutzte Infrastruktur beschreiben, sind in der Regel sehr komplex. Im Strassenverkehr ist hierzu das Fundamentaldiagramm heranzuziehen und jener Bereich zu finden, bei dem eine optimale Fahrzeugdichte auf der Autostrasse herrscht. Bei der Eisenbahn sind optimale Leistungsbereiche zu identifizieren. Bei K10 geht es also darum, dass der Einsatz der IT bewirkt, dass die Ausnutzung der Infrastruktur näher an die optimale Fahrzeugdichte bzw. näher an den optimalen Leistungsbereich bringt. Stark vereinfachend wird bei der Bewertung davon ausgegangen, dass ein Reisezeitgewinn zur effizienten Ausnutzung der Infrastruktur beiträgt. In der eingesparten Zeit kann zusätzliche Verkehrsleistung erbracht werden und damit eine grössere Verkehrsmenge über die Infrastruktur transportiert werden. Dies führt im nächsten Schritt zu einer effizienteren Ausnutzung der Infrastruktur gegenüber dem Fall, wo kein Reisezeitgewinn vorliegt. Der Reisezeitgewinn ist also die Masszahl für Kriterium K10 „Beitrag der IT zur effizienten Ausnutzung der Infrastruktur“.

Kriterium K11 „Einsatz in ...“

Geht es darum einzuordnen, wo ein IT-Produkt zum Einsatz kommt, ob im Personen-, Güter- oder kombinierten Verkehr, so mutet dies zunächst sehr banal an. Dennoch muss dieses Kriterium beachtet werden. Eine IT, die ausschliesslich im Personenverkehr zum Einsatz kommt, ist für den Güterverkehr wertlos. Dies ist ein Grund, die untersuchte IT nicht weiter zu beachten. Es gibt aber auch Informationstechnologie, die sowohl auf den Personenverkehr Einfluss ausübt als auch auf den Güterverkehr. Dann verdient sie es, weiter berücksichtigt zu werden. Das heisst eine an richtiger Stelle eingesetzte IT stiftet von sich aus Nutzen, falsch eingesetzte IT-Produkte sind nutzlos. Eine Zuordnung alleine stellt noch keine Bewertung dar. Erst wenn die einzelnen Zuordnungen gewichtet werden, findet eine Wertung statt. Deshalb werden bei K11 Punkte zugeteilt. Der Einsatz der IT im Personenverkehr wird hier mit einem Punkt bewertet. Damit wird dokumentiert, dass die Veränderungen im Bereich des Personenverkehrs indirekt auf den Güterverkehr Auswirkungen haben. Der Güterverkehr bekommt zwei Punkte, der kombinierte Verkehr drei Punkte.

I.3.5 Übersicht Zielsystem Teilprojekt E

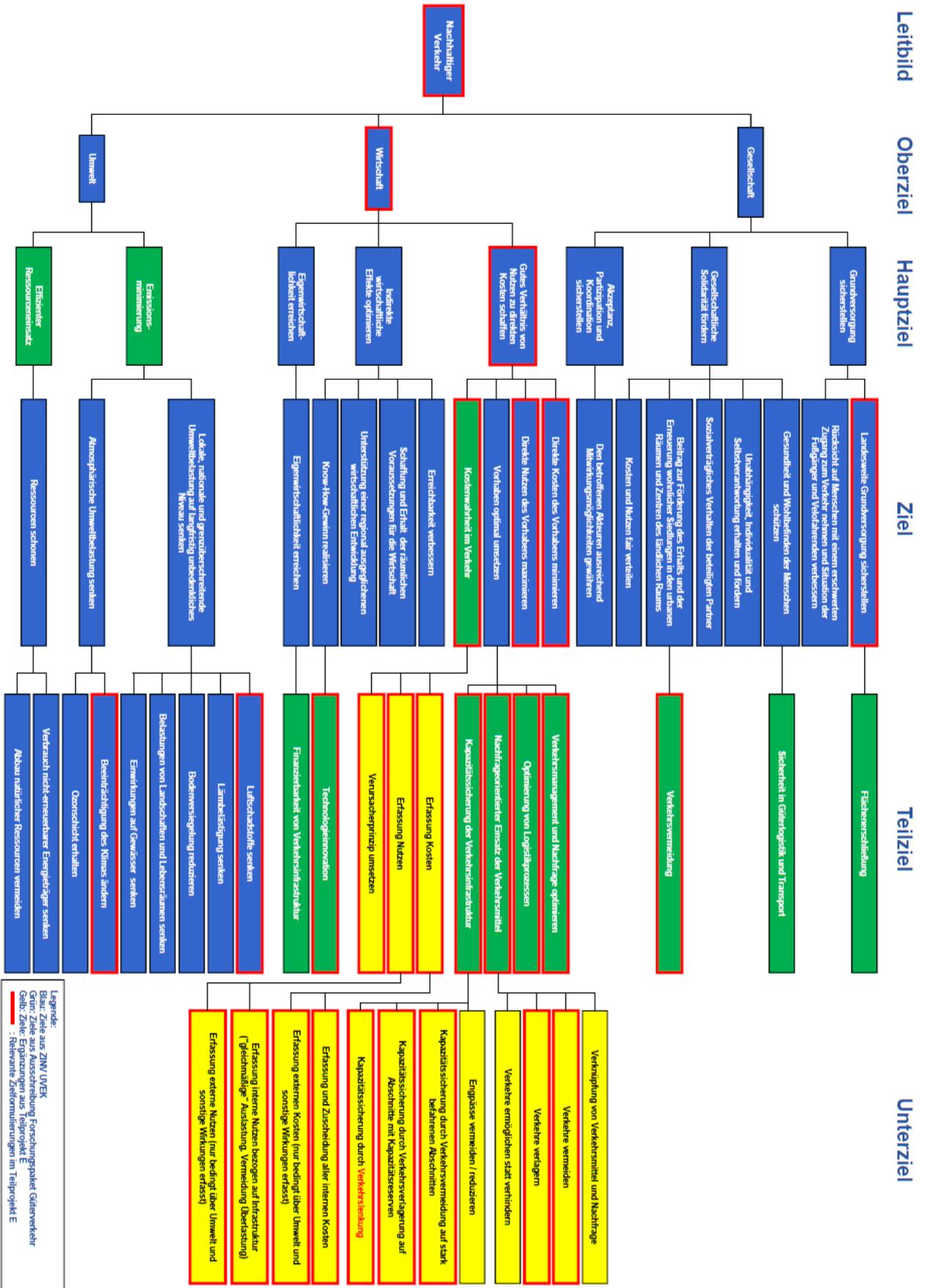


Abb. 1.49: Übersicht Zielsystem Teilprojekt E

Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
Abb.	Abbildung
ARA	Antwerpen Rotterdam Amsterdam
CAN-Bus	Controller Area Network (ein asynchrones, serielles Bussystem)
DGNSS	Differential Global Navigation Satellite System
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
ERP	Enterprise Resource Planning
ESA	European Space Agency
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
FMS	Funkmeldesystem
GNSS	Global Navigation Satellite System
GV	Güterverkehr
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IT	Informationstechnologie
MSAS	Multi-functional Satellite Augmentation System
NIF	Nautischer Informationsfunk
NST	Nomenclature uniforme de merchandise pour les statistiques
RFS	Road Feeder System
SBA	Streckenbeeinflussungsanlagen
SGV	Schienengüterverkehr
TAF TSI	Telematics Applications for Freight, Technical Specifications for Interoperability
T & T	Tracking and Tracing
UKV	Unbegleiteter Kombinierte Verkehr
VBA	Verkehrsbeeinflussungsanlage
WAAS	Wide Area Augmentation System

Literaturverzeichnis

- ADAC. (Dezember 2009). Marktübersicht Navigationsgeräte. *ADAC Motorwelt*, S. 72.
- Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften. (1991). *Kriterien für die Bewertung der Sicherheit von Systemen der Informationstechnik (ITSEC), Version 1.2*. Luxemburg: ISBN 92-826-3003-X.
- ARE. (2007). *Staukosten des Strassenverkehrs in der Schweiz. Aktualisierung 2000/2005*.
- ARE Bundesamt für Raumordnung. (2007). *Volkswirtschaftliche Auswirkungen des LSWA mit höherer Gewichtslimite, Schlussbericht*. Bern.
- ARE, A. B. (01. 05 2003). Reservationssystem für den Schwerverkehr A2/A13, Konzept für die Gotthardroute. Bern.
- ASFINAG. (2005). *Verkehrstechnische Grundsätze zur Planung von Verkehrstelematikanlagen. Allgemeine Richtlinie*. abgerufen am 08. 12 2010 von ASFINAG: http://www.asfinag.net/Home/DownloadPdf?filename=get_file~uuid%3Dd1251525-fdee-4ed6-a4e8-40d02880d2ba%26groupId%3D10141.pdf
- ASTRA. (2008). *Verkehrsentwicklung und Verfügbarkeit der Nationalstrassen. Jahresbericht 2008*.
- ASTRA. (2010). *Handbuch eNISTRA 2010* abgerufen am 21. Juni 2011 von: http://www.astra.admin.ch/dienstleistungen/00129/00183/00187/index.html?download=NH_zLpZeg7t,lnp6l0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2YUq2Z6gpJCDdIN6gmym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--&lang=de
- ASTRA. (2012). *Verkehrs-Telematik (ITS-CH 2012), Leitbild für die Schweiz im Jahre 2012*. Bern.
- Baranek, M., Caila-Müller, O., & Wirsing, E. (Februar 2010). Telematik verbessert Infokette. *Internationales Verkehrswesen*, S. 41-42.
- BAV. (2006). *NIBA: Nachhaltigkeitsindikatoren für Bahninfrastrukturprojekte*. Bern/Zürich.
- BAV. (2011). *Botschaft zur Volksinitiative "Für den öffentlichen Verkehr" und zum direkten Gegenentwurf (Bundesbeschluss über die Finanzierung und den Ausbau der Bahninfrastruktur, FABI) vom 18. Januar 2012*. Bern.
- Bebi, J., & Guha, P. (2008). *Telematikanwendungen im kombinierten Güterverkehr*. Forschungsauftrag VSS 1999/256.
- Berndt, T. (2001). *Eisenbahngüterverkehr*. Stuttgart/Leipzig/Wiesbaden: Teubner Verlag.
- BFS. (2012). *Mobilität und Verkehr, Taschenstatistiken 2012*. Neuchatel: BFS.
- Biel, R. (2004). *Verkehrswissenschaftliche Standortuntersuchung*. München: Universität der Bundeswehr.
- Bisbal, J., Lawless, D., Wu, B., Grimson, J., & Cunningham, P. (1999). *Legacy Information System Migration: A Brief Review of Problems, Solutions and Research Issues - Technical Report TCD-CS-1999-38*. Dublin: Trinity College Dublin.
- BMU. (2010). *Symposium Verkehrsvermeidung im Güterverkehr* abgerufen am 15. Juni 2010 von: <http://www.bmu.de/bmu/presse-reden/pressemitteilungen/pm/artikel/symposium-zur-verkehrsvermeidung-im-gueterverkehr/>
- BMVBS. (2001). *Bundesautobahn A100. Verkehrsbeeinflussungsanlage zwischen den Anschlussstellen Hohenzollerndamm und Oberlandstraße* abgerufen am 06. Dezember 2010 von: http://www.viaberlin.de/web/img/pj/0098330_prospekt.pdf
- BMVBS. (2009). *Telematikanwendungen in der europäischen Binnenschifffahrt*. abgerufen am 27. November 2010 von: <http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/44674/publicationFile/1313/workshop-telematikanwendungen-vortrag-reche-pdf.pdf>
- BMVBS. (2010). Abgerufen am 27. November 2010 von Kombiniertes Verkehr: <http://www.bmvbs.de>
- Bruckmann, D., Fumasoli, T., & Weidmann, U. (2012). *Einsatzoptionen der Intra-Zugkommunikation, Studie im Rahmen der Abgeltungsvereinbarung Einzelwagenverkehr zwischen der SBB Cargo AG und dem Bundesamt für Verkehr*. Studie, Zürich.
- Buchholz, J., Clausen, U., & Vastag, A. ((1998)). *Handbuch der Verkehrslogistik*. Berlin: Springer-Verlag.
- Buscholl, F. (2007). *Telematikanwendungen im Güterverkehr "Anbieter - Marktübersicht"* abgerufen am 25. Juli 2011 von: http://www.gvb-ev.de/fileadmin/pdfs/forschungsergebnisse_08a.pdf
- Caimi, G. C. (2009). *Algorithmic decision support for train scheduling in a large and highly utilised railway network*. Herzogenrath: Shaker-Verlag.
- CAOS GmbH. (2012). *Produktübersicht*. abgerufen am 22. 08 2012 von <http://www.caos-gmbh.de/produkte.html>
- Chlond, B., & Geweke, S. (2006). *Wirkungen von Verkehrsinformation auf das Verkehrsgeschehen*

- *Einschätzungen auf Basis des Forschungsprojektes OVID* abgerufen am 06. August 2010 von: http://www.ziv.de/veranstaltungen/symposien/downloads/Chlond_Vortrag_OVID.pdf
- Clausen, U. B. (2008). *Crew Scheduling as one Part of Optimal Resource Allocation in Railway Freight Transportation*. In: D.C. Mattfeld, H.-O. Günther, L. Suhl, and S. Voss (eds.); *Informations- und Kommunikationssysteme in Supply Chain Management, Logistik und Transport*. Paderborn: DS&OR Lab. Universität Paderborn.
- Cluster-Treff. (2009). *Optimierungspotenziale durch IT-Einsatz in der Transportlogistik*. Giebelstadt.
- Computerworld. (2010a). *Der IT-Markt in der Schweiz bis 2012*. abgerufen am 15. Juni 2010 von <http://www.computerworld.ch/management/artikel/der-it-markt-in-der-schweiz-bis-2012-47754/>
- Computerworld. (2010b). *Exklusiv: Swiss IT - Fakten, Trends und Prognosen*. abgerufen am 15. Juni 2010 von <http://www.computerworld.ch/news/artikel/exklusiv-swiss-it-fakten-trends-und-prognosen-47709/1/>
- Computerworld. (2010c). *Wie tickt der Schweizer IT-Markt?* abgerufen am 15. Juni 2010 von <http://www.computerworld.ch/news/artikel/deloitte-studie-so-ticken-schweizer-cios-64425/>
- Deutsches Verkehrsforum. (2005). *Infoletter05* abgerufen am 15. Juni 2010 von: http://www.verkehrsforum.de/fileadmin/dvf/pdf_downloads/Newsletter05/5_2005.pdf
- Die Post. (2010). *Der Weg des Briefes. Nachts unterwegs, pünktlich am Ziel* abgerufen am 13. Dezember 2010 von: <http://www.post.ch/post-startseite/post-konzern/post-konzernuebersicht/post-kundenkontakt/post-briefzentrum/post-weg-des-briefes.htm>
- Dobeschinsky, H. (1991). *Automatisierte verkehrsträgerübergreifende Informationssysteme*. Stuttgart: Verkehrswissenschaftliches Institut an der Universität Stuttgart.
- EcoTransIT. (2010). *EcoTransIT* abgerufen am 07. Juli 2011 von: <http://www.ecotransit.org>
- EuroPages. (2011). *Firmen im Güterverkehr* abgerufen am 28. Juli 2011 von: <http://spedition-transport.europages.de>
- FGSV, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (Hrsg.). (1997). *Aktualisierung der RAS-W 86. Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS), Entwurf*. Köln: FGSV-Verlag.
- Fischer, J. (2007). *Verkehrstelematik in Großstädten als Alternative zum Neubau von Verkehrswegen am Beispiel des Nauenheimer Felds in Heidelberg*. Kaiserslautern: Fachgebiet Verkehrswesen der Universität Kaiserslautern.
- Fischer, P. H. ((2010)). *Lexikon der Informatik*. Luzern: Springer-Verlag.
- FOCUS. (2005). *Der Markt der Informationstechnologie. Daten, Fakten, Trends* abgerufen am 02. Dezember 2010 von: http://www.medialine.de/media/uploads/projekt/medialine/docs/bestellung_download/marktanalysen/2009/foc_ma_infotech_200909.pdf
- Fraunhofer Gesellschaft. (2006). *Kurzbericht Auswirkungen von IuK-Technologien* abgerufen am 25. August 2011 von: <http://www.iml.fraunhofer.de/content/dam/iml/de/documents/OE%20320/Infoseiten%20Projekte/Leitfaden%20-%20Kurzbericht%20-%20Auswirkungen%20von%20IuK-Technologien.pdf>
- Freundt, A. (2006). *Logistik im Main-Tauber-Kreis. Eine Branchenstudie der IHK Hanau-Gelnhausen-Schlüchtern* abgerufen am 05. Dezember 2010 von: <http://hanau.ihk.de>
- Friedrich, M. (2010). *Wirkungen individueller und kollektiver Verkehrsbeeinflussungsanlagen für den Straßenverkehr* abgerufen am 18. Mai 2010 von: <http://www.vm2010.de>
- Fries, N. (2009). *Market Potential and Value of Sustainable Freight Transport Chains*. Zürich: Eidgenössische Technische Hochschule Zürich.
- Gabler. (2011). *Ereignisgesteuerte Transportkette* abgerufen am 15. März 2011 von: <http://wirtschaftlexikon.gabler.de>
- Gesellschaft für Verkehrstelematik München. (2008). *Mobilität und Ökologie - Dokumentation 7. Forumsveranstaltung 03.12.2008* abgerufen am 01. Dezember 2010 von: <http://www.its-munich.de/wordpress/wp-content/uploads/ITS-Mob-Oeko-sob5-web.pdf>
- Gotthardkomitee. (2011). *Alpenquerender Verkehr 2020* abgerufen 2010 von: <http://www.gotthardkomitee.ch/icc.asp?oid=8906&cid=8902>.
- GPSAUGE. (2010). *GPSAUGE* abgerufen am 18. Juli 2011 von: <http://www.gpsauge.de>
- GPSOVERIP. (2010). *GPS over IP* abgerufen am 18. Juli 2011 von: <http://www.gpsoverip.de>
- Gronau, N. ((2004)). *Enterprise Resource Planning and Supply Chain Management*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- GVB. (2007). *GVB-Studienkreis Telematik Anwendungen im Güterkraftverkehr - Erste Ergebnisse einer Unternehmensbefragung der Arbeitsgruppe Marktübersicht* abgerufen am 13. Juli 2011 von: http://www.gvb-ev.de/fileadmin/pdfs/forschungsergebnisse_01.pdf

- Hauptmann, D. (2000). *Automatische und diskriminierungsfreie Ermittlung von Fahrplantrassen in beliebig großen Netzen spurgeführter Verkehrssysteme*. Hamburg: DVV Media, Eurailpress.
- Helling, U. (2006). *Fahrzeit und Informationsvorteile durch dynamische Zielführung, Der Einfluss der Verkehrsmeldungsqualität unter Beachtung von Netzauslastung und Alternativrouten*. Essen.
- Henning, K. (2004). *Lastenheft für elektronisch gekoppelte LKW-Konvois: Schlussbericht des Projektes "Vorbereitende Maßnahmen für den praktischen Einsatz von Fahrerassistenzsystemen im Güterverkehr"*. VDI-Verlag.
- Hossner, R. (. (1996). *Jahrbuch der Logistik 1996*. Fachverlag Verlagsgruppe Handelsblatt.
- HSVV, H. L.-u. (2010). *Handbuch zum Baustellenmanagement*.
- Hunkeler, P. (2007). Der richtige Wagen - ein entscheidender Faktor. by Rail now, S. 18-19.
- IDC Deutschland. (2010). *Die grosse Anwenderbefragung: Der IT-Markt in der Schweiz - Fakten, Prognosen, Trends* abgerufen am 15. Juni 2010 von: <http://www.idc.com/germany>
- INSIDE IT. (10. Juni 2009). Swico: Schweizer IT-Markt schrumpft aber nur leicht abgerufen am 15. Juni 2010 von: <http://www.inside-it.ch/articles/18020>
- Intraplan Consult. (2005). *Entwicklung des Luftverkehrs in der Schweiz - Nachfrageprognose*. Studie, München.
- Intraplan Consult GmbH. (2005). *Entwicklung des Luftverkehrs in der Schweiz bis 2030 - Nachfrageprognose*. München: Bundesamt für Zivilluftfahrt.
- Intraplan Consult GmbH; VWI Stuttgart GmbH; Prof. Dr.-Ing. G. Heimerl. (2006). *Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Nahverkehrs und Folgekostenrechnung*. München/Stuttgart: Intraplan Consult GmbH.
- Janker, C. (2001). Telematik im Straßengüterverkehr - Stand der Umsetzung und Nutzungspotenziale. *Logistik Management - Supply Chain Management und e-Business*, S. Stuttgart.
- Jankowski, C. (30. 01 2012). Der baubetriebliche Anmeldeprozess nach Ril 406 bei der DB ProjektBau GmbH. Cottbus.
- Kesting, A., Treiber, M., & Schönhof, M. u. (2008). Adaptive cruise control design for active congestion avoidance. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, S. 668 - 683.
- Klaus, P. u. (2008). *Gabler Lexikon Logistik, Management logistischer Netzwerke und Prozesse*. Wiesbaden: Gabler, GWV-Fachverlage.
- Kölle, M. (2007). *Verkehrsbeeinflussung druch Strecken- und Netzbeeinflussungsanlagen und ihre Wirkungen - Vortrag beim Symposium Stauvermeidung 31.10.2007* abgerufen am 18. Mai 2010 von: <http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de>
- Lingwood, S., Schlup, M., Schaufelberger, W., & Boysen, J. (2008). *Datenverarbeitung für eine verkehrsträgerübergreifende Mobilitätssteuerung*. Forschungsauftrag VSS 2003/901.
- LIS, L. I. (2012). *Speditionsoftware*. abgerufen am 23. 08 2012 von <http://www.lis.eu/de/speditionsoftware.html>
- Load-on. (2010). *Optimierte Disposition und Telematik steigern Effizienz im Schwerverkehr* abgerufen am 1. August 2011 von: <http://www.load-on.eu/index.php/abgeschlossene-projekte/dispo-1>
- Lünendonk, T., & Brand, H. (2010). *Der Markt für IT-Dienstleistungen 2010 bis 2015. Eine Analyse der Lünendonk GmbH für Deutschland, Österreich und die Schweiz* abgerufen am 02. Dezember 2010 von: <http://www.luenendonk.de>
- Lüthi, M. ((2009)). *Improving the Efficiency of Heavily Used Railway Networks through Integrated Real-Time Rescheduling*. Zürich: Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme.
- Mazur, F. . (2005). *BASICS OF THE ONLINE TRAFFIC INFORMATION SYSTEM AUTOBAHN.NRW*. Hannovermesse.
- Meissner. (2010). Die IT verhindert Lieferstörungen. *Deutsche Verkehrs-Zeitung/Deutsche Logistik-Zeitung*, 5.
- Moll, S. W. (2012). A Methodological Framework for Analyzing Rail Freight Planning. *Transportation Research Board 91th Annual Meeting*. Washington.
- NAVIGON. (2010). *Navigon* abgerufen am 18. Juli 2011 von: <http://www.navigon.com>
- NEA, H. R. (2008). *Terminal Study on the freight Corridor, Final Report*. Zoetermeer.
- Night Star Express GmbH Logistik. (2010). *First Class Nachtexpress* abgerufen am 27. November 2010 von: <http://www.night-star-express.de>
- o.N. (2011). Schweizer Gründlichkeit mit deutscher Technik. *Privatbahnmagazin 4/2011*, 16.
- Ohr, C. ((2008)). *Tourenplanung im Strassengüterverkehr*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- ÖKO INSTITUT e.V. (2010). *Nachhaltige Mobilität durch Innovationen im Güterverkehr* abgerufen am 15. Juni 2010 von: <http://www.oeko.de/oekodoc/372/2007-021-de.pdf>

- ORACLE. (2010). *Oracle Transportation Management* abgerufen am 27. November 2010 von: <http://www.oracle.com/us/products/applications/ebusiness/logistics/018756.htm>
- Pape, M., & Virgin, K. (2008). EDV-Systembaukasten für Bahnen. *Güterbahnen* (3), S. 41-43.
- PCSoft. (2010). *Zedas-Lösungen: Logistikkösungen und anlagenmanagement* abgerufen am 18. Juli 2011 von: <http://www.pcsoft.de>
- Perrin, N. (12. 01 2012). Infrastruktur wird die Mangelware der Zukunft. (D. Verkehrs-Zeitung, Interviewer)
- Port of Switzerland. (2010). *Rheinschiffahrtstriedktion Basel und Rheinhäfen des Kantons Basel-Landschaft* abgerufen am 31. Mai 2010 von: <http://www.portofbasel.ch>
- Prätorius, G. (2010). *Verkehrspolitik und Verkehrsökonomie - Nachhaltige Mobilität im globalen Kontext* abgerufen am 25. August 2011 von: <http://www.tu-braunschweig.de>
- PROGNOS AG. (2001). *Wirkungspotenziale der verkehrstelematik zur Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur- und Verkehrsmittelnutzung*. Basel.
- RailNetEurope. (o.J.). RNE Europtirails. *International Train Monitoring and Reporting*. Wien.
- Rapp Trans, ETH IVT. (2008). *Modal Split Funktionen im Güterverkehr*. Bern: SVI Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure.
- RMCon. (2012). *RailSys Enterprise - Planungsplattform*. abgerufen am 2012. 08 22 von <http://www.rmcon.de/de/produkte/railsys/railsys-enterprise.html>
- Ruesch, M., Petz, C., Wichser, J., & Moll, S. ((2007)). *SPIN-ALP: Scanning the Potential of Intermodal Transport on Alpine Corridors, Schlussbericht Forschungsauftrag ASTRA 2007/006*. Zürich: ASTRA.
- Ruhnow, D. (2008). Just-in-Time-Belieferung machbar auch auf Schienen. *Güterbahnen* (3), S. 44-45.
- SALT Mobile Systems. (2010). *CargoRent - der Transportleitstand* abgerufen am 27. November 2010 von: <http://www.salt-mobile.de>
- Sandvoss, J. ((2008)). Grosse Baustellen im Netz – Optimierung von Baustellenplanung und Fahrplan. *Eisenbahntechnische Rundschau*.
- SAP. (2011). Abgerufen am 15. März 2011 von *Prozesskette*: <http://help.sap.com>
- SBB. (2009). *Externes Netzaudit - Audit der Anlagen der SBB Infrastruktur*. Bern: Roland Berger, Ernst Basler + Partner.
- Schick, P. (2003). *Einfluss von Streckenbeeinflussungsanlagen auf die Kapazität von Autobahnabschnitten sowie die Stabilität des Verkehrsflusses*. Stuttgart: Universität Stuttgart, Institut für Straßen- und Verkehrswesen.
- Schiehser. (März 2010). SOA und Web Services zur Kopplung von Informations- und Diagnosesystemen. *EI - Eisenbahningenieur*, S. 52-59.
- Schönsleben, P. ((2001)). *Integrales Logistikmanagement*. Berlin: Springer-Verlag.
- Schönsleben, P. ((2002)). *Integrales Logistikmanagement*. Berlin: Springer-Verlag.
- Schulz, E. (2008). *Moderner Schienengüterverkehr: Technologie, Ökonomie, Ökologie*.
- Schweng, H. (März 2008). IT-Lösungen schaffen freie Bahn für Cargo-Bahnen. *Güterbahnen*, S. 46-47.
- SCI Verkehr GmbH. (Dezember 2009). *Logistikbarometer* abgerufen am 15. Juni 2010 von: <http://www.sci.de/produkte/scilogistikbarometer.html>
- SCI Verkehr GmbH. (Januar 2010). *SCI Branchenbarometer Bahn 1/2010* abgerufen am 15. Juni 2010 von: http://www.sci.de/fileadmin/user_upload/branchenbarometer/pdf/100219_BBB_Quartal_I-2010.pdf
- SCI Verkehr GmbH. (2010). *Marktanalyse 2004 bis 2009 - Akteure, Volumina und Prognosen. Der deutsche Bahnmarkt* abgerufen am 15. Juni 2010 von.: <http://www1.messe-berlin.de>
- SKY EYE. (2010). *Sky Eye Downloads* abgerufen am 15. Juni 2010 von: <http://www.sky-eye.com>
- Stern, T. J. ((2010)). *Erfolgreiches Innovationsmanagement, Erfolgsfaktoren – Grundmuster - Fallbeispiele, 4. Überarbeitete Auflage*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Stölzle, W. (29. September 2008). *Ergebnisse der Logistikmarktstudie*, abgerufen am 28. Juli 2011 von 2009: <http://event.bw-i.de>
- Stopka, U. (2003). Verkehrstelematik - im Spannungsfeld von Beschleunigung und Stillstand. In D. Klumpp, H. Kubicek, & A. (. Roßnagel, *Next generation information society? Notwendigkeit einer Neuorientierung*. Talheimer.
- Stricker, B. (03. Dezember 2008). Die Optimierungsfelder gezielt orten. *Handelszeitung, Schweizer Wochenblatt für Wirtschaft und Management*, S. 87.
- Stuhr, H., & Bruckmann, D. (Mai 2010). Zukünftige Entwicklung der Produktionstechnologie im Schienengüterverkehr. *Eisenbahntechnische Rundschau*, S. 268-273.
- SVI. (2000). *Wirksamkeit und Nutzen der Verkehrsinformation*. Bern: SVI Vereinigung

- Schweizerischer Verkehrsingenieure.
- TamTron. (2010). *Musterbeschreibungen Produkte*: Abgerufen am 15. Juli 2011 von <http://tamtron.tilman.net>
- TEIA AG. (2010). *Teialehrbuch*, abgerufen am 26. Oktober 2011 von: www.teialehrbuch.de
- ten Hompel, M. (2012). *IT in der Logistik, Trends des Logistik IT-Marktes auf einen Blick vom Supply Chain Management bis zum Warehouse Management*. Hamburg: DVV Media Group.
- Thommen, J.-P. ((2008)). *Lexikon der Betriebswirtschaft, 4. Auflage*. Zürich: Versus Verlag.
- Transfracht. (2012). *Transfracht, E-Services*. Abgerufen am 23. 08 2012 von <http://www.transfracht.com/nc/e-services/nologin.html>
- TU Berlin. (2007). *Effiziente Verkehrspolitik für den Straßensektor in Ballungsräumen: Kapazitätsauslastung, Umweltschutz, Finanzierung*: Abgerufen am 10. Dezember 2010 von <http://www.wip.tu-berlin.de>
- UVEK. (2001). *Ziel- und Indikatorensystem nachhaltiger Verkehr UVEK (ZINV UVEK)*. Bern: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation.
- Voigt, K.-I. ((2008)). *Industrielles Management, Industriebetriebslehre aus prozessorientierter Sicht*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- VSS Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (Hrsg.). (2005). *Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr - Grundnorm SN 641 820*. Bern.
- VWI, IWW, ISE-E, & NESTEAR. (2007). *Verbundprojekt CORRECT: Corridor for Rail Equilibrium and Cooperation in Transport*. Stuttgart: VWI e.V.
- White, S. M. ((2008)). *BPMN – Modeling and Reference Guide*. Lighthouse Point: Future Strategies Inc.
- Wikipedia. (2010). *European Geostationary Navigation Overlay Service*. Abgerufen am 27. Mai 2010 von <http://de.wikipedia.org>
- Wild, M., & Herges, S. (2000). *Total Cost of Ownership (TCO) - Ein Überblick*. Mainz: Lehrstuhl für Allgemeine BWL und Wirtschaftsinformatik Johannes Gutenberg-Universität Mainz.
- Wilke, R., & Baranek, M. (April 2010). Grenzenloser Informationsfluss - Telematik als Mittel der autonomen Informationsbeschaffung in Europa. *Internationales Verkehrswesen*, S. 46-47.
- Wirtschaftlexikon24. (2011). *Transportkette* Abgerufen am 15. März 2011 von: <http://www.wirtschaftslexikon24.net>
- Zumkeller, D. (2000). *Telekommunikation, Telematik und Verkehr im Jahr 2020 - ein Zukunftsbild unserer Mobilität*. IfV-Report Nr. 00_4 2000, Karlsruhe.
- Zürich, R. d. (13. 02 2008). Protokoll der Sitzung vom 13.02.2008. Zürich.

Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 30.10.2013

Grunddaten

Projekt-Nr.: SVI 2009/005

Projekttitel: Informationstechnologien in der zukünftigen Transportwirtschaft

Enddatum: 31.12.2012

Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Hinsichtlich der Methodik zeigte sich, dass ein quantitativer Ansatz zur Ermittlung der Potenziale von Informationstechnologien in der Gütertransportwirtschaft nur begrenzt geeignet ist. Zusammen mit einer qualitativen Analyse der Wirkungen ergaben sich folgende Resultate:

Das durch einen verstärkten Einsatz vorhandener IT-Technologien erschliessbare Potenzial ist bei Anwendung rein empfehlender Produkte bezogen auf die Zielstellung und das gegenwärtige regulative Umfeld gering. Bei intensiverer Nutzung vorhandener IT-Produkte und deren integrativer „Verzahnung“ werden insbesondere Effizienzsteigerungen im Strassengüterverkehr erwartet. Hier wirkt sich die bisher im Vergleich zum Schienenverkehr immer noch geringe Regelungsdichte hinsichtlich Routenwahl und Transportzeitpunkt aus. Die damit verbundene Effizienzsteigerung im Strassengüterverkehr erzeugt Nebeneffekte, wie z. B. Flexibilitätsverluste bei der Erfüllung von Kundenanforderungen oder eine Mehrbelastung des bisher wenig belasteten untergeordneten Strassennetzes. Die erzielbaren gesamtwirtschaftlichen Nutzen erzeugen gleichzeitig neue Belastungen bei den Akteuren in der Transportkette oder bei Dritten.

Grundsätzlich gilt dabei: Je grösser der anweisende Charakter der verwendeten IT ist, desto grösser ist die Wirkung auf die Infrastrukturnutzung. Dieses ist jedoch insbesondere im Strassengüterverkehr mit dem zumindest partiellen Verlust des jederzeitigen freien Zugangs zum Strassennetz verbunden.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

Zielerreichung:

Die gesetzten Ziele hinsichtlich der Untersuchung der drei Nutzungsebenen für IT im Güterverkehr konnten nur begrenzt erreicht werden:
Bei der Infrastrukturbewirtschaftung lassen sich durch den IT-Einsatz nur sehr geringe Optimierungspotenziale erzielen. Dabei konnten nur qualitative Ergebnisse ermittelt werden, eine Quantifizierung war nicht belastbar möglich.
Auf den Ebenen der Prozesskettenbetreiber und der Unternehmen sind keine Wirkungen ermittelt worden.

Folgerungen und Empfehlungen:

Trotz der begrenzten Wirkungen der IT-Nutzung auf die Infrastrukturnutzung sind die verbleibenden Optimierungspotenziale zu nutzen. Diese liegen insbesondere in den Bereichen einer mathematischen Optimierung in der Umlaufplanung, einer Automatisierung der Fahrplanerstellung und einer kapazitätsorientierten Instandhaltungsplanung. Die grössten Wirkungen im Strassennetz hat eine verbindliche Verkehrslenkung und -beschränkung. Hier sind jedoch auch die grössten Akzeptanzprobleme zu erwarten.

Hinsichtlich einer staatlichen Förderung von Massnahmenumsetzungen sind nur Massnahmen auf der Infrastrukturebene zu fördern, während Massnahmen auf der Ebene der Prozesskettenbetreiber und der Unternehmen von diesen alleine umgesetzt werden, sofern diese wirtschaftlich sind. Weiterer Forschungsbedarf besteht vor allem im Bereich von Optimierungsalgorithmen und Heuristiken zur Lösung der komplexen Probleme bei Transportoptimierung.

Publikationen:

Forschungsbericht SVI 2009/005 "Informationstechnologien in der zukünftigen Gütertransportwirtschaft"

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Prof. Dr.-Ing. Martin

Vorname: Ullrich

Amt, Firma, Institut: Direktor, Verkehrswissenschaftliches Institut an der Universität Stuttgart e.V.

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Formular Nr. 3: Projektabschluss

Beurteilung der Begleitkommission:

Beurteilung:

Das Projekt sollte die grundlegenden Anforderungen an eine zukünftige informationstechnische Infrastruktur ermitteln, wobei in erster Priorität Massnahmen zur IT - gestützten Optimierung und effizienteren Nutzung der Infrastrukturen und Prozessketten zu entwickeln und zu beurteilen waren.

Hierzu sollten Prognosen über die aktivierbaren Infrastrukturressourcen (Kapazitätspotenziale) erstellt und den damit einhergehenden Investitions- und Betriebskosten für die (explizit und implizit) involvierten Akteure bestimmt werden. Zudem sollten neben den Nutzenpotenzialen der Bestandteile der Kommunikations- und Informationseinrichtungen, für alle am Prozess der Leistungserstellung Beteiligten, der kurz- bis mittelfristig verbleibende Infrastrukturbedarf verkehrs- träger und -artübergreifend aufgezeigt werden.

Die Begleitkommission beurteilt die Forschungsergebnisse sehr kritisch und hat mehrfach ihre Unzufriedenheit gegenüber der Forschungsstelle ausgedrückt. Die Forschungsziele sind nicht erreicht worden.

Umsetzung:

Hinsichtlich einer staatlichen Förderung von Massnahmenumsetzungen sind nur Massnahmen auf der Infrastrukturebene zu fördern, während Massnahmen auf der Ebene der Prozesskettenbetreiber und der Unternehmen von diesen alleine umgesetzt werden, sofern diese wirtschaftlich sind.

weitergehender Forschungsbedarf:

Die identifizierten Potenziale für IT-Systeme, die mit einer Anschubunterstützung ab einem bestimmten Verbreitungsgrad wirksam werden, sind den Bereichen „Verkehrlenkung und Steuerung“ sowie „Disposition von Ladungen und Fahrzeugen“ zuzuordnen. Themen:

- Kapazitätsorientierte Buchungssysteme für Einzelladungsverkehr
- Algorithmische Umlaufplanung
- Automatische Fahrplanplanung im Störfall (Rescheduling)
- Optimierte Zugführung

Einfluss auf Normenwerk:

-

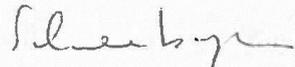
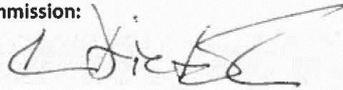
Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Dielerle

Vorname: Rudolf

Amt, Firma, Institut: Bundesamt für Strassen ASTRA

Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:

i.V.  

Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1422	ASTRA 2011/006_OB F	Fracture processes and in-situ fracture observations in Gipskeuper	2013
1421	VSS 2009/901	Experimenteller Nachweis des vorgeschlagenen Raum- und Topologiemodells für die VM-Anwendungen in der Schweiz (MDATrafo)	2013
1420	SVI 2008/003	Projektierungsfreiräume bei Strassen und Plätzen	2013
1419	VSS 2001/452	Stabilität der Polymere beim Heisseinbau von PmB-haltigen Strassenbelägen	2013
1416	FGU 2010/001	Sulfatwiderstand von Beton: verbessertes Verfahren basierend auf der Prüfung nach SIA 262/1, Anhang D	2013
1415	VSS 2010/A01	Wissenslücken im Infrastrukturmanagementprozess "Strasse" im Siedlungsgebiet	2013
1414	VSS 2010/201	Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausstattung	2013
1413	SVI 2009/003	Güterverkehrsintensive Branchen und Güterverkehrsströme in der Schweiz Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz Teilprojekt B1	2013
1412	ASTRA 2010/020	Werkzeug zur aktuellen Gangliniennorm	2013
1411	VSS 2009/902	Verkehrstelematik für die Unterstützung des Verkehrsmanagements in ausserordentlichen Lagen	2013
1410	VSS 2010/202_OB F	Reduktion von Unfallfolgen bei Bränden in Strassentunneln durch Abschnittsbildung	2013
1409	ASTRA 2010/017_OB F	Regelung der Luftströmung in Strassentunneln im Brandfall	2013
1408	VSS 2000/434	Viellissement thermique des enrobés bitumineux en laboratoire	2012
1407	ASTRA 2006/014	Fusion des indicateurs de sécurité routière : FUSAIN	2012
1406	ASTRA 2004/015	Amélioration du modèle de comportement individuel du Conducteur pour évaluer la sécurité d'un flux de trafic par simulation	2012
1405	ASTRA 2010/009	Potential von Photovoltaik an Schallschutzmassnahmen entlang der Nationalstrassen	2012
1404	VSS 2009/707	Validierung der Kosten-Nutzen-Bewertung von Fahrbahn-Erhaltungsmassnahmen	2012
1403	SVI 2007/018	Vernetzung von HLS- und HVS-Steuerungen	2012
1402	VSS 2008/403	Witterungsbeständigkeit und Durchdrückverhalten von Geokunststoffen	2012
1401	SVI 2006/003	Akzeptanz von Verkehrsmanagementmassnahmen-Vorstudie	2012
1400	VSS 2009/601	Begrünte Stützgitterböschungssysteme	2012

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1399	VSS 2011/901	Erhöhung der Verkehrssicherheit durch Incentivierung	2012
1398	ASTRA 2010/019	Environmental Footprint of Heavy Vehicles Phase III: Comparison of Footprint and Heavy Vehicle Fee (LSVA) Criteria	2012
1397	FGU 2008/003_OB F	Brandschutz im Tunnel: Schutzziele und Brandbemessung Phase 1: Stand der Technik	2012
1396	VSS 1999/128	Einfluss des Umhüllungsgrades der Mineralstoffe auf die mechanischen Eigenschaften von Mischgut	2012
1395	FGU 2009/003	KarstALEA: Wegleitung zur Prognose von karstspezifischen Gefahren im Untertagbau	2012
1394	VSS 2010/102	Grundlagen Betriebskonzepte	2012
1393	VSS 2010/702	Aktualisierung SN 640 907, Kostengrundlage im Erhaltungsmanagement	2012
1392	ASTRA 2008/008_00 9	FEHRL Institutes WIM Initiative (Fiwi)	2012
1391	ASTRA 2011/003	Leitbild ITS-CH Landverkehr 2025/30	2012
1390	FGU 2008/004_OB F	Einfluss der Grundwasserströmung auf das Quellverhalten des Gipskeupers im Belchentunnel	2012
1389	FGU 2003/002	Long Term Behaviour of the Swiss National Road Tunnels	2012
1388	SVI 2007/022	Möglichkeiten und Grenzen von elektronischen Busspuren	2012
1387	VSS 2010/205_OB F	Ablage der Prozessdaten bei Tunnel-Prozessleitsystemen	2012
1386	VSS 2006/204	Schallreflexionen an Kunstbauten im Strassenbereich	2012
1385	VSS 2004/703	Bases pour la révision des normes sur la mesure et l'évaluation de la planéité des chaussées	2012
1384	VSS 1999/249	Konzeptuelle Schnittstellen zwischen der Basisdatenbank und EMF-, EMK- und EMT-DB	2012
1383	FGU 2008/005	Einfluss der Grundwasserströmung auf das Quellverhalten des Gipskeupers im Chienbergtunnel	2012
1382	VSS 2001/504	Optimierung der statischen Eindringtiefe zur Beurteilung von harten Gussasphaltsorten	2012
1381	SVI 2004/055	Nutzen von Reisezeiteinsparungen im Personenverkehr	2012
1380	ASTRA 2007/009	Wirkungsweise und Potential von kombinierter Mobilität	2012
1379	VSS 2010/206_OB F	Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen bei Tunnel-Prozessleitsystemen	2012
1378	SVI 2004/053	Mehr Sicherheit dank Kernfahrbahnen?	2012
1377	VSS 2009/302	Verkehrssicherheitsbeurteilung bestehender Verkehrsanlagen (Road Safety Inspection)	2012
1376	ASTRA 2011/008_00 4	Erfahrungen im Schweizer Betonbrückenbau	2012
1375	VSS 2008/304	Dynamische Signalisierungen auf Hauptverkehrsstrassen	2012

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1374	FGU 2004/003	Entwicklung eines zerstörungsfreien Prüfverfahrens für Schweisnähte von KDB	2012
1373	VSS 2008/204	Vereinheitlichung der Tunnelbeleuchtung	2012
1372	SVI 2011/001	Verkehrssicherheitsgewinne aus Erkenntnissen aus Datapooling und strukturierten Datenanalysen	2012
1371	ASTRA 2008/017	Potenzial von Fahrgemeinschaften	2011
1370	VSS 2008/404	Dauerhaftigkeit von Betonfahrbahnen aus Betongranulat	2011
1369	VSS 2003/204	Rétention et traitement des eaux de chaussée	2012
1368	FGU 2008/002	Soll sich der Mensch dem Tunnel anpassen oder der Tunnel dem Menschen?	2011
1367	VSS 2005/801	Grundlagen betreffend Projektierung, Bau und Nachhaltigkeit von Anschlussgleisen	2011
1366	VSS 2005/702	Überprüfung des Bewertungshintergrundes zur Beurteilung der Strassengriffigkeit	2010
1365	SVI 2004/014	Neue Erkenntnisse zum Mobilitätsverhalten dank Data Mining?	2011
1364	SVI 2009/004	Regulierung des Güterverkehrs Auswirkungen auf die Transportwirtschaft Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP D	2012
1363	VSS 2007/905	Verkehrsprognosen mit Online -Daten	2011
1362	SVI 2004/012	Aktivitätenorientierte Analyse des Neuverkehrs	2012
1361	SVI 2004/043	Innovative Ansätze der Parkraumbewirtschaftung	2012
1360	VSS 2010/203	Akustische Führung im Strassentunnel	2012
1359	SVI 2004/003	Wissens- und Technologientransfer im Verkehrsbereich	2012
1358	SVI 2004/079	Verkehrsanbindung von Freizeitanlagen	2012
1357	SVI 2007/007	Unaufmerksamkeit und Ablenkung: Was macht der Mensch am Steuer?	2012
1356	SVI 2007/014	Kooperation an Bahnhöfen und Haltestellen	2011
1355	FGU 2007/002	Prüfung des Sulfatwiderstandes von Beton nach SIA 262/1, Anhang D: Anwendbarkeit und Relevanz für die Praxis	2011
1354	VSS 2003/203	Anordnung, Gestaltung und Ausführung von Treppen, Rampen und Treppenwegen	2011
1353	VSS 2000/368	Grundlagen für den Fussverkehr	2011
1352	VSS 2008/302	Fussgängerstreifen (Grundlagen)	2011
1351	ASTRA 2009/001	Development of a best practice methodology for risk assessment in road tunnels	2011
1350	VSS 2007/904	IT-Security im Bereich Verkehrstelematik	2011
1349	VSS 2003/205	In-Situ-Abflussversuche zur Untersuchung der Entwässerung von Autobahnen	2011
1348	VSS 2008/801	Sicherheit bei Parallelführung und Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene	2011
1347	VSS 2000/455	Leistungsfähigkeit von Parkierungsanlagen	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1346	ASTRA 2007/004	Quantifizierung von Leckagen in Abluftkanälen bei Strassentunneln mit konzentrierter Rauchabsaugung	2010
1345	SVI 2004/039	Einsatzbereiche verschiedener Verkehrsmittel in Agglomerationen	2011
1344	VSS 2009/709	Initialprojekt für das Forschungspaket "Nutzensteigerung für die Anwender des SIS"	2011
1343	VSS 2009/903	Basistechnologien für die intermodale Nutzungserfassung im Personenverkehr	2011
1342	FGU 2005/003	Untersuchungen zur Frostkörperbildung und Frosthebung beim Gefrierverfahren	2010
1341	FGU 2007/005	Design aids for the planning of TBM drives in squeezing ground	2011
1340	SVI 2004/051	Aggressionen im Verkehr	2011
1339	SVI 2005/001	Widerstandsfunktionen für Innerorts-Strassenabschnitte ausserhalb des Einflussbereiches von Knoten	2010
1338	VSS 2006/902	Wirkungsmodelle für fahrzeugseitige Einrichtungen zur Steigerung der Verkehrssicherheit	2009
1337	ASTRA 2006/015	Development of urban network travel time estimation methodology	2011
1336	ASTRA 2007/006	SPIN-ALP: Scanning the Potential of Intermodal Transport on Alpine Corridors	2010
1335	VSS 2007/502	Stripping bei lärmindernden Deckschichten unter Überrollbeanspruchung im Labormassstab	2011
1334	ASTRA 2009/009	Was treibt uns an? Antriebe und Treibstoffe für die Mobilität von Morgen	2011
1333	SVI 2007/001	Standards für die Mobilitätsversorgung im peripheren Raum	2011
1332	VSS 2006/905	Standardisierte Verkehrsdaten für das verkehrsträgerübergreifende Verkehrsmanagement	2011
1331	VSS 2005/501	Rückrechnung im Strassenbau	2011
1330	FGU 2008/006	Energiegewinnung aus städtischen Tunneln: Systemevaluation	2010
1329	SVI 2004/073	Alternativen zu Fussgängerstreifen in Tempo-30-Zonen	2010
1328	VSS 2005/302	Grundlagen zur Quantifizierung der Auswirkungen von Sicherheitsdefiziten	2011
1327	VSS 2006/601	Vorhersage von Frost und Nebel für Strassen	2010
1326	VSS 2006/207	Erfolgskontrolle Fahrzeugrückhaltesysteme	2011
1325	SVI 2000/557	Indices caractéristiques d'une cité-vélo. Méthode d'évaluation des politiques cyclables en 8 indices pour les petites et moyennes communes.	2010
1324	VSS 2004/702	Eigenheiten und Konsequenzen für die Erhaltung der Strassenverkehrsanlagen im überbauten Gebiet	2009
1323	VSS 2008/205	Ereignisdetektion im Strassentunnel	2011
1322	SVI 2005/007	Zeitwerte im Personenverkehr: Wahrnehmungs- und Distanzabhängigkeit	2008
1321	VSS 2008/501	Validation de l'oedomètre CRS sur des échantillons intacts	2010
1320	VSS 2007/303	Funktionale Anforderungen an Verkehrserfassungssysteme im Zusammenhang mit Lichtsignalanlagen	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1319	VSS 2000/467	Auswirkungen von Verkehrsberuhigungsmassnahmen auf die Lärmimmissionen	2010
1318	FGU 2006/001	Langzeitquellversuche an anhydritführenden Gesteinen	2010
1317	VSS 2000/469	Geometrisches Normalprofil für alle Fahrzeugtypen	2010
1316	VSS 2001/701	Objektorientierte Modellierung von Strasseninformationen	2010
1315	VSS 2006/904	Abstimmung zwischen individueller Verkehrsinformation und Verkehrsmanagement	2010
1314	VSS 2005/203	Datenbank für Verkehrsaufkommensraten	2008
1313	VSS 2001/201	Kosten-/Nutzenbetrachtung von Strassenentwässerungssystemen, Ökobilanzierung	2010
1312	SVI 2004/006	Der Verkehr aus Sicht der Kinder: Schulwege von Primarschulkindern in der Schweiz	2010
1311	VSS 2000/543	VIABILITE DES PROJETS ET DES INSTALLATIONS ANNEXES	2010
1310	ASTRA 2007/002	Beeinflussung der Luftströmung in Strassentunneln im Brandfall	2010
1309	VSS 2008/303	Verkehrsregelungssysteme - Modernisierung von Lichtsignalanlagen	2010
1308	VSS 2008/201	Hindernisfreier Verkehrsraum - Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderung	2010
1307	ASTRA 2006/002	Entwicklung optimaler Mischgüter und Auswahl geeigneter Bindemittel; D-A-CH - Initialprojekt	2008
1306	ASTRA 2008/002	Strassenglätte-Prognosesystem (SGPS)	2010
1305	VSS 2000/457	Verkehrserzeugung durch Parkieranlagen	2009
1304	VSS 2004/716	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen	2008
1303	ASTRA 2009/010	Geschwindigkeiten in Steigungen und Gefällen; Überprüfung	2010
1302	VSS 1999/131	Zusammenhang zwischen Bindemittleigenschaften und Schadensbildern des Belages?	2010
1301	SVI 2007/006	Optimierung der Strassenverkehrsunfallstatistik durch Berücksichtigung von Daten aus dem Gesundheitswesen	2009
1300	VSS 2003/903	SATELROU Perspectives et applications des méthodes de navigation pour la télématique des transports routiers et pour le système d'information de la route	2010
1299	VSS 2008/502	Projet initial - Enrobés bitumineux à faibles impacts énergétiques et écologiques	2009
1298	ASTRA 2007/012	Griffigkeit auf winterlichen Fahrbahnen	2010
1297	VSS 2007/702	Einsatz von Asphaltbewehrungen (Asphalteinlagen) im Erhaltungsmanagement	2009
1296	ASTRA 2007/008	Swiss contribution to the Heavy-Duty Particle Measurement Programme (HD-PMP)	2010
1295	VSS 2005/305	Entwurfgrundlagen für Lichtsignalanlagen und Leitfaden	2010
1294	VSS 2007/405	Wiederhol- und Vergleichspräzision der Druckfestigkeit von Gesteinskörnungen am Haufwerk	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1293	VSS 2005/402	Détermination de la présence et de l'efficacité de dope dans les bétons bitumineux	2010
1292	ASTRA 2006/004	Entwicklung eines Pflanzenöl-Blockheizkraftwerkes mit eigener Ölmühle	2010
1291	ASTRA 2009/005	Fahrmuster auf überlasteten Autobahnen Simultanes Berechnungsmodell für das Fahrverhalten auf Autobahnen als Grundlage für die Berechnung von Schadstoffemissionen und Fahrzeitgewinnen	2010
1290	VSS 1999/209	Conception et aménagement de passages inférieurs et supérieurs pour piétons et deux-roues légers	2008
1289	VSS 2005/505	Affinität von Gesteinskörnungen und Bitumen, nationale Umsetzung der EN	2010
1288	ASTRA 2006/020	Footprint II - Long Term Pavement Performance and Environmental Monitoring on A1	2010
1287	VSS 2008/301	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit von komplexen ungesteuerten Knoten: Analytisches Schätzverfahren	2009
1286	VSS 2000/338	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit auf Strassen ohne Richtungstrennung	2010
1285	VSS 2002/202	In-situ Messung der akustischen Leistungsfähigkeit von Schallschirmen	2009
1284	VSS 2004/203	Evacuation des eaux de chaussée par les bas-cotés	2010
1283	VSS 2000/339	Grundlagen für eine differenzierte Bemessung von Verkehrsanlagen	2008
1282	VSS 2004/715	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen: Zusatzkosten infolge Vor- und Aufschub von Erhaltungsmassnahmen	2010
1281	SVI 2004/002	Systematische Wirkungsanalysen von kleinen und mittleren Verkehrsvorhaben	2009
1280	ASTRA 2004/016	Auswirkungen von fahrzeuginternen Informationssystemen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit Verkehrspsychologischer Teilbericht	2010
1279	VSS 2005/301	Leistungsfähigkeit zweistreifiger Kreisel	2009
1278	ASTRA 2004/016	Auswirkungen von fahrzeuginternen Informationssystemen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit - Verkehrstechnischer Teilbericht	2009
1277	SVI 2007/005	Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Strassenverkehr - Vorstudie	2010
1276	VSS 2006/201	Überprüfung der schweizerischen Ganglinien	2008
1275	ASTRA 2006/016	Dynamic Urban Origin - Destination Matrix - Estimation Methodology	2009
1274	SVI 2004/088	Einsatz von Simulationswerkzeugen in der Güterverkehrs- und Transportplanung	2009

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1273	ASTRA 2008/006	UNTERHALT 2000 - Massnahme M17, FORSCHUNG: Dauerhafte Materialien und Verfahren SYNTHESE - BERICHT zum Gesamtprojekt "Dauerhafte Beläge" mit den Einzelnen Forschungsprojekten: - ASTRA 200/419: Verhaltensbilanz der Beläge auf Nationalstrassen - ASTRA 2000/420: Dauerhafte Komponenten auf der Basis erfolgreicher Strecken - ASTRA 2000/421: Durabilité des enrobés - ASTRA 2000/422: Dauerhafte Beläge, Rundlaufversuch - ASTRA 2000/423: Griffigkeit der Beläge auf Autobahnen, Vergleich zwischen den Messergebnissen von SRM und SCRIM - ASTRA 2008/005: Vergleichsstrecken mit unterschiedlichen oberen Tragschichten auf einer Nationalstrasse	2008
1272	VSS 2007/304	Verkehrsregelungssysteme - behinderte und ältere Menschen an Lichtsignalanlagen	2010
1271	VSS 2004/201	Unterhalt von Lärmschirmen	2009
1270	VSS 2005/502	Interaktion Strasse Hangstabilität: Monitoring und Rückwärtsrechnung	2009
1269	VSS 2005/201	Evaluation von Fahrzeugrückhaltesystemen im Mittelstreifen von Autobahnen	2009
1268	ASTRA 2005/007	PM10-Emissionsfaktoren von Abriebspartikeln des Strassenverkehrs (APART)	2009
1267	VSS 2007/902	MDAinSVT Einsatz modellbasierter Datentransfernormen (INTERLIS) in der Strassenverkehrstelematik	2009
1266	VSS 2000/343	Unfall- und Unfallkostenraten im Strassenverkehr	2009
1265	VSS 2005/701	Zusammenhang zwischen dielektrischen Eigenschaften und Zustandsmerkmalen von bitumenhaltigen Fahrbelägen (Pilotuntersuchung)	2009
1264	SVI 2004/004	Verkehrspolitische Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung	2009
1263	VSS 2001/503	Phénomène du dégel des sols gélifs dans les infrastructures des voies de communication et les pergélisols alpins	2006
1262	VSS 2003/503	Lärmverhalten von Deckschichten im Vergleich zu Gussasphalt mit strukturierter Oberfläche	2009
1261	ASTRA 2004/018	Pilotstudie zur Evaluation einer mobilen Grossversuchsanlage für beschleunigte Verkehrslastsimulation auf Strassenbelägen	2009
1260	FGU 2005/001	Testeinsatz der Methodik "Indirekte Vorauserkundung von wasserführenden Zonen mittels Temperaturdaten anhand der Messdaten des Lötschberg-Basistunnels	2009
1259	VSS 2004/710	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen - Synthesebericht	2008
1258	VSS 2005/802	Kaphaltestellen Anforderungen und Auswirkungen	2009
1257	SVI 2004/057	Wie Strassenraumbilder den Verkehr beeinflussen Der Durchfahrtswiderstand als Arbeitsinstrument bei der städtebaulichen Gestaltung von Strassenräumen	2009
1256	VSS 2006/903	Qualitätsanforderungen an die digitale Videobild-Bearbeitung zur Verkehrsüberwachung	2009

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1255	VSS 2006/901	Neue Methoden zur Erkennung und Durchsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit	2009
1254	VSS 2006/502	Drains verticaux préfabriqués thermiques pour la consolidation in-situ des sols	2009
1253	VSS 2001/203	Rétention des polluants des eaux de chaussées selon le système "infiltrations sur les talus". Vérification in situ et optimisation	2009
1252	SVI 2003/001	Nettoverkehr von verkehrintensiven Einrichtungen (VE)	2009
1251	ASTRA 2002/405	Incidence des granulats arrondis ou partiellement arrondis sur les propriétés d'adhérence des bétons bitumineux	2008
1250	VSS 2005/202	Strassenabwasser Filterschacht	2007
1249	FGU 2003/004	Einflussfaktoren auf den Brandwiderstand von Betonkonstruktionen	2009
1248	VSS 2000/433	Dynamische Eindringtiefe zur Beurteilung von Gussasphalt	2008
1247	VSS 2000/348	Anforderungen an die strassenseitige Ausrüstung bei der Umwidmung von Standstreifen	2009
1246	VSS 2004/713	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen: Bedeutung Oberflächenzustand und Tragfähigkeit sowie gegenseitige Beziehung für Gebrauchs- und Substanzwert	2009
1245	VSS 2004/701	Verfahren zur Bestimmung des Erhaltungsbedarfs in kommunalen Strassennetzen	2009
1244	VSS 2004/714	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen - Gesamtnutzen und Nutzen-Kosten-Verhältnis von standardisierten Erhaltungsmassnahmen	2008
1243	VSS 2000/463	Kosten des betrieblichen Unterhalts von Strassenanlagen	2008
1242	VSS 2005/451	Recycling von Ausbaupasphalt in Heissmischgut	2007
1241	ASTRA 2001/052	Erhöhung der Aussagekraft des LCPC Spurbildungstests	2009
1240	ASTRA 2002/010	L'acceptabilité du péage de congestion : Résultats et analyse de l'enquête en Suisse	2009
1239	VSS 2000/450	Bemessungsgrundlagen für das Bewehren mit Geokunststoffen	2009
1238	VSS 2005/303	Verkehrssicherheit an Tagesbaustellen und bei Anschlüssen im Baustellenbereich von Hochleistungsstrassen	2008
1237	VSS 2007/903	Grundlagen für eCall in der Schweiz	2009
1236	ASTRA 2008/008_07	Analytische Gegenüberstellung der Strategie- und Tätigkeitsschwerpunkte ASTRA-AIPCR	2008
1235	VSS 2004/711	Forschungspaket Massnahmenplanung im EM von Fahrbahnen - Standardisierte Erhaltungsmassnahmen	2008
1234	VSS 2006/504	Expérimentation in situ du nouveau drainomètre européen	2008
1233	ASTRA 2000/420	Unterhalt 2000 Forschungsprojekt FP2 Dauerhafte Komponenten bitumenhaltiger Belagsschichten	2009
651	AGB 2006/006_OBF	Instandsetzung und Monitoring von AAR-geschädigten Stützmauern und Brücken	2013
650	AGB 2005/010	Korrosionsbeständigkeit von nichtrostenden Betonstählen	2012

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
649	AGB 2008/012	Anforderungen an den Karbonatisierungswiderstand von Betonen	2012
648	AGB 2005/023 + AGB 2006/003	Validierung der AAR-Prüfungen für Neubau und Instandsetzung	2011
647	AGB 2004/010	Quality Control and Monitoring of electrically isolated post-tensioning tendons in bridges	2011
646	AGB 2005/018	Interactin sol-structure : ponts à culées intégrales	2010
645	AGB 2005/021	Grundlagen für die Verwendung von Recyclingbeton aus Betongranulat	2010
644	AGB 2005/004	Hochleistungsfähiger Faserfeinkornbeton zur Effizienzsteigerung bei der Erhaltung von Kunstbauten aus Stahlbeton	2010
643	AGB 2005/014	Akustische Überwachung einer stark geschädigten Spannbetonbrücke und Zustandserfassung beim Abbruch	2010
642	AGB 2002/006	Verbund von Spanngliedern	2009
641	AGB 2007/007	Empfehlungen zur Qualitätskontrolle von Beton mit Luftpermeabilitätsmessungen	2009
640	AGB 2003/011	Nouvelle méthode de vérification des ponts mixtes à âme pleine	2010
639	AGB 2008/003	RiskNow-Falling Rocks Excel-basiertes Werkzeug zur Risikoermittlung bei Steinschlagschutzgalerien	2010
638	AGB2003/003	Ursachen der Rissbildung in Stahlbetonbauwerken aus Hochleistungsbeton und neue Wege zu deren Vermeidung	2008
637	AGB 2005/009	Détermination de la présence de chlorures à l'aide du Géoradar	2009
636	AGB 2002/028	Dimensionnement et vérification des dalles de roulement de ponts routiers	2009
635	AGB 2004/002	Applicabilité de l'enrobé drainant sur les ouvrages d'art du réseau des routes nationales	2008
634	AGB 2002/007	Untersuchungen zur Potenzialfeldmessung an Stahlbetonbauten	2008
633	AGB 2002/014	Oberflächenschutzsysteme für Betontragwerke	2008
632	AGB 2008/201	Sicherheit des Verkehrssystem Strasse und dessen Kunstbauten Testregion - Methoden zur Risikobeurteilung Schlussbericht	2010
631	AGB 2000/555	Applications structurales du Béton Fibré à Ultra-hautes Performances aux ponts	2008
630	AGB 2002/016	Korrosionsinhibitoren für die Instandsetzung chloridverseuchter Stahlbetonbauten	2010
629	AGB 2003/001 + AGB 2005/019	Intégrale Brücken - Sachstandsbericht	2008
628	AGB 2005/026	Massnahmen gegen chlorid-induzierte Korrosion und zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit	2008

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
627	AGB 2002/002	Eigenschaften von normalbreiten und überbreiten Fahrbahnübergängen aus Polymerbitumen nach starker Verkehrsbelastung	2008
626	AGB 2005/110	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Baustellensicherheit bei Kunstbauten	2009
625	AGB 2005/109	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Effektivität und Effizienz von Massnahmen bei Kunstbauten	2009
624	AGB 2005/108	Sicherheit des Verkehrssystems / Strasse und dessen Kunstbauten / Risikobeurteilung für Kunstbauten	2010
623	AGB 2005/107	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Tragsicherheit der bestehenden Kunstbauten	2009
622	AGB 2005/106	Rechtliche Aspekte eines risiko- und effizienzbasierten Sicherheitskonzepts	2009
621	AGB 2005/105	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten Szenarien der Gefahrenentwicklung	2009
620	AGB 2005/104	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Effektivität und Effizienz von Massnahmen	2009
619	AGB 2005/103	Sicherheit des Verkehrssystems / Strasse und dessen Kunstbauten / Ermittlung des Netzrisikos	2010
618	AGB 2005/102	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Methodik zur vergleichenden Risikobeurteilung	2009
617	AGB 2005/100	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten Synthesebericht	2010
616	AGB 2002/020	Beurteilung von Risiken und Kriterien zur Festlegung akzeptierter Risiken in Folge aussergewöhnlicher Einwirkungen bei Kunstbauten	2009

SVI Publikationsliste

Forschungsberichte auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI) / Rapports de recherche sur proposition de l'Association suisse des ingénieurs en transports

(erschienen im Rahmen der Forschungsreihe des UVEK / parus dans le cadre des recherches du DETEC, Stand 11. Dezember 2013)

- 1980 **Velo- und Mofaverkehr in den Städten**
(*R. Müller*)
- 1980 **Anleitung zur Projektierung einer Lichtsignalanlage**
(*Seiler Niederhauser Zuberbühler*)
- 1981 **Güternahverkehr, Gesetzmässigkeiten**
(*E. Stadtmann*)
- 1981 **Optimale Haltestellenabstände beim öffentlichen Verkehr**
(*Prof. H. Brändli*)
- 1982 **Entwicklung des schweizerischen Strassenverkehrs ***
(*SNZ Ingenieurbüro AG*)
- 1983 **Lichtsignalanlagen mit oder ohne Uebergangssignal Rot-Gelb**
(*Weber Angehm Meyer*)
- 1983 **Güternahverkehr, Verteilungsmodelle**
(*Emch + Berger AG*)
- 1983 **Modèle Transyt 8: Traffic Network Study Tool; Programme Pretrans**
(...)
- 1983 **Parkraumbewirtschaftung als Mittel der Verkehrslenkung ***
(*Glaser + Saxer*)
- 1984 **Le rôle des taxis dans les transports urbains (franz. Ausgabe)**
(*Transitec*)
- 1984 **Park and Ride in Schweizer Städten ***
(*Balzari & Schudel AG*)
- 1986 **Verträglichkeit von Fahrrad, Mofa und Fussgänger auf gemeinsamen Verkehrsflächen ***
(*Weber Angehm Meyer*)
- 1986 **Transyt 8 / Pretrans; Modell Programmsystem für die Optimierung von Signalplänen von städtischen Strassennetzen**
(...)
- 1987 **Verminderung der Umweltbelastungen durch verkehrsorganisatorische und – technische Massnahmen ***
(*Metron AG*)
- 1987 **Provisorischer Behelf für die Umweltverträglichkeits-Prüfung von Verkehrsanlagen ***
(*Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer*)
- 1988 **Bestimmungsgrössen der Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr ***
(*Rapp AG*)
- 1988 **EDV-Anwendungen im Verkehrswesen**
(*IVT, ETH Zürich*)
- 1988 **Forschungsvorschläge Umweltverträglichkeitsprüfung von Verkehrsanlagen**
(*Büro BC, Jenni & Gottardi AG, Scherrer*)
- 1989 **Vereinfachte Methode zur raschen Schätzung von Verkehrsbeziehungen ***
(*P. Widmer*)
- 1990 **Planungsverfahren bei Ortsumfahrungen**
(*Toscano-Bernardi-Frey AG*)
- 1990 **Anteil der Fahrzeugkategorien in Abhängigkeit vom Strassentyp**
(*Abay & Meyer*)

- 1991 **Busbuchten, ja oder nein?***
(Zwicker und Schmid)
- 1991 **EDV-Anwendung im Verkehrswesen, Katalog 1990**
(IVT, ETH Zürich)
- 1991 **Mofa zwischen Velo und Auto**
(Weber Angehrn Meyer)
- 1991 **Erhebung zum Güterverkehr**
(Abay & Meier, Albrecht & Partner AG, Holinger AG, RAPP AG, Sigmoplan AG)
- 1991 **Mögliche Methoden zur Erstellung einer Gesamtbewertung bei Prüfverfahren***
(Basler & Partner AG)
- 1992 **Parkierungsbeschränkungen mit Blauer Zone und Anwohnerparkkarte**
(Jud AG)
- 1992 **Einsatzkonzepte und Integrationsprobleme der Elektromobile***
(U. Schwegler)
- 1992 **UVP bei Strassenverkehrsanlagen, Anleitung zur Erstellung von UVP-Berichten***
(Büro BC, Jenni & Gottardi AG, Scherrer)
erschieden auch als Mitteilungen zur UVP Nr. 7/Mai 1992 des BUWAL
- 1992 **Von Experten zu Beteiligten - Partizipation von Interessierten und Betroffenen beim Entscheiden über Verkehrsvorhaben***
(J. Dietiker)
- 1992 **Fehlerrechnung und Sensitivitätsanalyse für Fragen der Luftreinhaltung: Verkehr - Emissionen - Immissionen ***
(INFRAS)
- 1993 **Indikatoren im Fussgängerverkehr ***
(RAPP AG)
- 1993 **Velofahren in Fussgängerzonen***
(P. Ott)
- 1993 **Vernetztes bzw. ganzheitliches Denken bei Verkehrsvorhaben**
(Jauslin + Stebler, Rudolf Keller AG)
- 1993 **Untersuchung des Zusammenhanges von Verkehrs- und Wandermobilität**
(synergo, Jenni + Gottardi AG)
- 1993 **Einsatzmöglichkeiten und Grenzen von flexiblen Nutzungen im Strassenraum**
(Sigmoplan AG)
- 1993 **EIE et infrastructures routières, Guide pour l'établissement de rapports d'impact***
(Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer)
erschieden als Mitteilungen zur UVP Nr. 7(93) / Juli 1993 des BUWAL/parus comme informations concernant l'étude de l'impact sur l'environnement EIE No. 7(93) / juillet 1993 de l'OFEFP
- 1993 **Handlungsanleitung für die Zweckmässigkeitsprüfung von Verkehrsinfrastrukturprojekten, Vorstudie**
(Jenni + Gottardi AG)
- 1994 **Leistungsfähigkeit beim Fahrstreifenabbau auf Hochleistungsstrassen**
(Rutishauser, Mögerle, Keller)
- 1994 **Perspektiven des Freizeitverkehrs, Teil 1: Determinanten und Entwicklungen***
(R + R Burger AG, Büro Z)
- 1995 **Verkehrsentwicklungen in Europa, Vergleich mit den schweizerischen Verkehrsperspektiven**
(Prognos AG / Rudolf Keller AG)
erschieden als GVF-Auftrag Nr. 267 des GS EVED Dienst für Gesamtverkehrsfragen / paru au SG DFTCE Service d'étude des transports No. 267
- 1996 **Einfluss von Strassenkapazitätsänderungen auf das Verkehrsgeschehen**
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1997 **Zweckmässigkeitsbeurteilung von Strassenverkehrsanlagen ***
(Jenni + Gottardi AG)
- 1997 **Verkehrsgrundlagen für Umwelt- und Verkehrsuntersuchungen**
(Ernst Basler + Partner AG)
- 1998 **Entwicklungsindices des Schweizerischen Strassenverkehrs ***
(Abay + Meier)
- 1998 **Kennzahlen des Strassengüterverkehrs in Anlehnung an die Gütertransportstatistik 1993**
(Albrecht & Partner AG / Symplan Map AG)

- 1998 **Was Menschen bewegt. Motive und Fahrzwecke der Verkehrsteilnahme**
(J. Dietiker)
- 1998 **Das spezifische Verkehrspotential bei beschränktem Parkplatzangebot ***
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1998 **La banque de données routières STRADA-DB somme base de modèles de trafic**
(Robert-Grandpierre et Rapp SA / INSEER SA / Rosenthaler & Partner AG)
- 1998 **Perspektiven des Freizeitverkehrs. Teil 2: Strategien zur Problemlösung**
(R + R Burger und Partner, Büro Z)
- 1998 **Kombinierte Unter- und Überführung für FussgängerInnen und VelofahrerInnen**
(Büro BC / Pestalozzi & Stäheli)
- 1998 **Kostenwirksamkeit von Umweltschutzmassnahmen**
(INFRAS)
- 1998 **Abgrenzung zwischen Personen- und Güterverkehr**
(Prognos AG)
- 1999 **Gesetzmässigkeiten im Strassengüterverkehr und seine modellmässige Behandlung**
(Abay & Meier / Ernst Basler + Partner AG)
- 1999 **Aktualisierung der Modal Split-Ansätze**
(P. Widmer)
- 1999 **Management du trafic dans les grands ensembles**
(Transportplan SA)
- 1999 **Technology Assessment im Verkehrswesen : Vorstudie**
(RAPP AG Ing. + Planer Zürich)
- 1999 **Verkehrstelematik im Management des Verkehrs in Tourismusgebieten**
(ASIT / IC Infraconsult AG)
- 1999 **„Kernfahrbahnen“ Optimierte Führung des Veloverkehrs an engen Strassenquerschnitten ***
(Metron Verkehrsplanung und Ingenieurbüro AG)
- 2000 **Sensitivitäten von Angebots- und Preisänderungen im Personenverkehr**
(Prognos AG)
- 2000 **Delphi-Umfrage Zukunft des Verkehrs in der Schweiz**
(P. Widmer / IPSO Sozial-, Marketing- und Personalforschung)
- 2000 **Der Wert der Zeit im Güterverkehr**
(Jenni + Gottardi AG)
- 2000 **Floating Car Data in der Verkehrsplanung**
(Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG + Rosenthaler + Partner AG)
- 2000 **Verlässlichkeit als Entscheidvariable: Experimente mit verschiedenen Befragungssätzen**
(IVT - ETHZ)
- 2001 **Aktivitätenorientierte Personenverkehrsmodelle, Vorstudie**
(P. Widmer und K.W. Axhausen)
- 2001 **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**
(G. Abay und K.W. Axhausen)
- 2001 **Véhicules électriques et nouvelles formes de mobilité**
(Transitec Ingénieurs-Conseils SA)
- 2001 **Besetzungsgrad von Personenwagen: Analyse von Bestimmungsgrössen und Beurteilung von Massnahmen zu dessen Erhöhung**
(RAPP AG Ingenieure + Planer)
- 2001 **Grobkonzept zum Aufbau einer multimodalen Verkehrsdatenbank**
(INFRAS)
- 2001 **Ermittlung der Gesamtleistungsfähigkeit (MIV + OEV) bei lichtsignalgeregelten Knoten**
(büro S-ce Simon-consulting-engineering)
- 2001 **Besteuerung von Autos mit einem Bonus/Malus-System im Kanton Tessin**
(U. Schwegler Büro für Verkehrsplanung)
- 2001 **GIS als Hilfsmittel in der Verkehrsplanung**
(büro widmer)
- 2001 **Umgestaltung von Strassen im Zuge von Erneuerungen**
(Infraconsult AG + Zeltner + Maurer AG)

- 2001 **Piloterhebung zum Dienstleistungsverkehr und zum Gütertransport mit Personewagen**
(Prognos AG, Emch+Berger AG, IVU Traffic Technologies AG)
- 2002 **Parkplatzbewirtschaftung bei publikumsintensiven Einrichtungen - Auswirkungenanalyse**
(Metron AG, Neosys AG, Hochschule Rapperswil)
- 2002 **Probleme bei der Einführung und Durchsetzung der im Transportwesen geltenden Umweltschutzbestimmungen; unter besonderer Berücksichtigung des Vollzugs beim Strassenverkehrslärm**
(B+S Ingenieur AG)
- 2002 **Nachhaltigkeit und Koexistenz in der Strassenraumplanung**
(Berz Hafner + Partner AG)
- 2002 **Warum steht P. Müller lieber im Stau als im Tram?**
(Planungsbüro Jürg Dietiker / MOVE RAUM P. Regli / Landert Farago Davatz & Partner / Dr. A. Zeyer)
- 2002 **Nachhaltigkeit im Verkehr**
(Jenni + Gottardi AG)
- 2002 **Massnahmen zur Erhöhung der Akzeptanz längerer Fuss- und Velostrecken**
(Arbeitsgemeinschaft Büro für Mobilität / V. Häberli / A. Blumenstein / M. Wältli)
- 2002 **Carreiverkehr: Grundlagen und Perspektiven**
(B+S Ingenieur AG / Gare Routière de Genève)
- 2002 **Potentielle Gefahrenstellen**
(Basler & Hofmann / Psychologisches Institut der Universität Zürich)
- 2003 **Evaluation kurzfristiger Benzinpreiserhöhungen**
(Infras / M. Peter / N. Schmidt / M. Maibach)
- 2002 **Verlässlichkeit als Entscheidungsvariable, Vorstudie**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2002 **Mischverkehr MIV / ÖV auf stark befahrenen Strassen**
(Verkehrsingenieurbüro TEAMverkehr)
- 2003 **Vorstudie zu den Wechselwirkungen Individualverkehr – öffentlicher Verkehr infolge von Verkehrstelematik-Systemen**
(Abay & Meier, Zürich)
- 2003 **Strassen mit Gemischtverkehr: Anforderungen aus der Sicht der Zweiradfahrer**
(WAM Partner, Planer und Ingenieure, Solothurn)
- 2003 **Erfolgskontrolle von Umweltschutzmassnahmen bei Verkehrsvorhaben**
(Metron Landschaft AG, Brugg / Quadra GmbH, Zürich / Metron Verkehrsplanung AG, Brugg)
- 2004 **Perspektiven für kurze Autos**
(Ingenieur- und Planungsbüro Bühlmann, Zollikon)
- 2004 **Lange Planungsprozesse im Verkehr**
(BINARIO TRE, Windisch)
- 2004 **Auswirkungen von Personal Travel Assistance (PTA) auf das Verkehrsverhalten**
(Ernst Basler und Partner AG, Zürich)
- 2004 **Methoden zum Erstellen und Aktualisieren von Wunschlinienmatrizen im motorisierten Individualverkehr**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2004 **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT / Rapp Trans AG, Zürich)
- 2004 **Determinanten des Freizeitverkehrs: Modellierung und empirische Befunde**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2004 **Verfahren von Technology Assessment im Verkehrswesen**
(Rapp Trans AG, Zürich / IKAÖ, Bern / Interface, Luzern)
- 2004 **Mobilitätsdatenmanagement für lokale Bedürfnisse**
(SNZ, Zürich / TEAMverkehr, Cham / Büro für Verkehrsplanung, Fisingen)
- 2004 **Auswirkungen neuer Arbeitsformen auf den Verkehr - Vorstudie**
(INFRAS, Bern)
- 2004 **Standards für intermodale Schnittstellen im Verkehr**
(synergo, Zürich / ILS NRW, Dortmund)
- 2005 **Verkehrsumlegungs-Modelle für stark belastete Strassennetze**
(büro widmer, Frauenfeld)
- 2005 **Wirksamkeit und Nutzen der Verkehrsinformation**
(B+S Ingenieure AG, Bern / Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Landert Farago Partner, Zürich)

- 2005 **Spezialisierung und Vernetzung: Verkehrsangebot und Nachfrageentwicklung zwischen den Metropolitanräumen des Städtesystems Schweiz**
(*synergo, Zürich*)
- 2005 **Wirkungsketten Verkehr - Wirtschaft**
(*ECOPLAN, Altdorf und Bern / büro widmer, Frauenfeld*)
- 2005 **Cleaner Drive
Hindernisse für die Markteinführung von neuen Fahrzeug-Generationen**
(*E'mobile, der Schweizerische Verband für elektrische und effiziente Strassenfahrzeuge, Urs Schwegler*)
- 2005 **Spezifische Anforderungen an Autobahnen in städtischen Agglomerationen**
(*Ingenieur- und Planungsbüro Dr. Walter Berg, Zürich*)
- 2005 **Instrumente für die Planung und Evaluation von Verkehrssystem-Management-Massnahmen**
(*Jenni + Gottardi AG, Zürich / Universität Karlsruhe*)
- 2005 **Trafic de support logistique de grandes manifestations (Betriebsverkehr von Grossanlässen)**
(*Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, EPFL*)
- 2005 **Verkehrsdosierungsanlagen, Strategien und Dimensionierungsgrundsätze**
(*Ingenieurbüro Walter Berg, Zürich*)
- 2005 **Angebote und Erfolgskriterien im nächtlichen Freizeitverkehr**
(*Planungsbüro Jud, Zürich*)
- 2005 **Vor- und Nachlauf im kombinierten Ladungsverkehr**
(*Rapp Trans AG, Zürich*)
- 2005 **Finanzielle Anreize für effiziente Fahrzeuge - Eine Wirkungsanalyse der Projekte VEL2 (Tessin) und NewRide in Basel und Zürich**
(*Rapp Trans AG, Zürich / Interface, Luzern*)
- 2006 **Reduktionsmöglichkeiten externer Kosten des MIV am Beispiel des Förderprogramms VEL2 im Kanton Tessin**
(*Università della Svizzera Italiana, Lugano / Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich*)
- 2006 **Nachhaltigkeit im Verkehr Indikatoren im Bereich Gesellschaft**
(*Ernst Basler + Partner AG, Zollikon / Landert Farago Partner, Zürich*)
- 2006 **Früherkennung von Entwicklungstrends zum Verkehrsangebot**
(*Interface - Institut für Politikstudien, Luzern*)
- 2006 **Publikumsintensive Einrichtungen PE: Planungsgrundlagen und Gesetzmässigkeiten**
(*Metron Verkehrsplanung AG, Brugg / Transitec Ingenieurs-Conseils SA, Lausanne / Fussverkehr Schweiz, Zürich*)
- 2006 **Erhebung des Fuss- und Veloverkehrs**
(*IRAP, Hochschule für Technik, Rapperswil / Fussverkehr Schweiz, Zürich / Pestalozzi & Stäheli, Basel / Daniel Sauter, Urban Mobility Research, Zürich*)
- 2006 **Verkehrstechnische Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte auf Strassen innerorts**
(*S-ce Simon consulting experts, Zürich*)
- 2006 **Beurteilung von Busbevorzugungsmassnahmen**
(*Metron Verkehrsplanung AG, Brugg*)
- 2006 **Error Propagation in Macro Transport Models**
(*Systems Consult, Monaco / B+S Ingenieur AG, Bern*)
- 2007 **Fussgängerstreifenlose Ortszentren**
(*Ingenieurbüro Ghielmetti, Winterthur / IAP, Zürich*)
- 2007 **Kernfahrbahnen auf Ausserortsstrecken**
(*Frossard GmbH, Zürich*)
- 2007 **Road Pricing Modelle auf Autobahnen und in Stadtregionen**
(*INFRAS, Zürich / Rapp Trans AG, Basel*)
- 2007 **Entkopplung zwischen Verkehrs- und Wirtschaftswachstum**
(*INFRAS, Zürich / Università della Svizzera Italiana, Lugano*)
- 2007 **Genderfragen in der Verkehrsplanung Vorstudie**
(*SNZ Ingenieure und Planer AG, Zürich*)
- 2007 **Konfliktanalyse beim Mischverkehr**
(*Sigmaplan AG, Bern*)
- 2007 **Verfahren zur Berücksichtigung der Zuverlässigkeit in Evaluationen**
(*Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich*)

- 2007 **Überlegungen zu einem Marketingansatz im Fuss- und Veloverkehr**
(Büro für Mobilität AG, Bern/Burgdorf / büro für utopien, Burgdorf/Berlin / LP Ingenieure AG, Bern / Masciardi communication & design AG, Bern)
- 2008 **Einbezug von Reisekosten bei der Modellierung des Mobilitätsverhaltens**
(Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) ETH, Zürich / TRANSP-OR EPF Lausanne, Lausanne / IRE USI, Lugano)
- 2008 **Ausgestaltung von multimodalen Umsteigepunkten**
(Metron AG, Brugg / Universität Zürich Sozialforschungsstelle, Zürich)
- 2008 **Überbreite Fahrstreifen und zweistreifige Schmalfahrbahnen**
(IRAP HSR Hochschule für Technik, Rapperswil)
- 2008 **Fahrten- und Fahrleistungsmodelle: Erste Erfahrungen**
(Hesse+Schwarze+Partner, Zürich / büro widmer, Frauenfeld)
- 2008 **Quantitative Auswirkungen von Mobility Pricing Szenarien auf das Mobilitätsverhalten und auf die Raumplanung**
(Verkehrsconsulting Fröhlich, Zürich / TransOptima GmbH, Olten / Ernst Basler + Partner AG, Zürich)
- 2008 **Organisatorische und rechtliche Aspekte des Mobility Pricing**
(Ernst Basler + Partner AG)
- 2008 **Forschungspaket "Güterverkehr", Initialprojekt "Bestandesaufnahme und Konkretisierung des Forschungspakets"**
(Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich - ETH / Università della Svizzera Italiana / Universität St. Gallen)
- 2008 **Freizeitverkehr innerhalb von Agglomerationen**
(Hochschule Luzern - Wirtschaft, Luzern / ISOE, Frankfurt am Main / Interface Politikstudien, Luzern)
- 2008 **Gesetzmässigkeiten des Anlieferverkehrs**
(Sigmaplan AG / Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG)
- 2009 **Modal Split Funktionen im Güterverkehr**
(Rapp Trans AG, Zürich / IVT ETH, Zürich)
- 2009 **Mobilitätsmuster zukünftiger Rentnerinnen und Rentner: eine Herausforderung für das Verkehrssystem 2030?**
(büro widmer Frauenfeld / Institut für Psychologie, Universität Bern)
- 2008 **Mobilitätsmanagement in Betrieben - Motive und Wirksamkeit**
(synergo, Zürich / Tensor Consulting AG, Bern)
- 2009 **Monitoring und Controlling des Gesamtverkehrs in Agglomerationen**
(Ecoplan, Altdorf und Bern / Ernst Basler + Partner, Zürich)
- 2009 **Wie Strassenraumbilder den Verkehr beeinflussen**
(Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften zhaw, Winterthur / Jenni + Gottardi AG, Thalwil)
- 2009 **Nettoverkehr von verkehrsintensiven Einrichtungen (VE)**
(Berz Hafner + Partner AG, Bern / Hornung Wirtschafts- und Sozialstudien, Bern / Künzler Bossert + Partner GmbH, Bern / Roduner BSB + Partner AG, Schliern)
- 2009 **Verkehrspolitische Entscheidung in der Verkehrsplanung**
(synergo, Mobilität - Politik - Raum, Zürich / Institut für Politikwissenschaft/Uni Bern, Bern / Büro Vatter, Bern / Büro für Mobilität AG, Bern)
- 2009 **Einsatz von Simulationswerkzeugen in der Güterverkehrs- und Transportplanung**
(Rapp Trans AG, Zürich / ZHAW, Wädenswil, IAS Institut für Angewandte Simulation)
- 2009 **Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Strassenverkehr - Vorstudie**
(Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich)
- 2010 **Optimierung der Stassenverkehrsunfallstatistik durch Berücksichtigung von Daten aus dem Gesundheitswesen**
(Rapp Trans AG, Zürich)
- 2010 **Systematische Wirkungsanalysen von kleinen und mittleren Verkehrsvorhaben**
(B,S,S. Volkswirtschaftliche Beratung AG, Basel / Basler & Hofmann AG, Zürich)
- 2011 **Zeitwerte im Personenverkehr: Wahrnehmungs- und Distanzabhängigkeit**
(Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich)
- 2011 **Hindernisfreier Verkehrsraum - Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderung**
(Pestalozzi & Stäheli, Basel / Schweiz. Fachstelle für behindertengerechtes Bauen, Zürich)
- 2011 **Der Verkehr aus Sicht der Kinder: Schulwege von Primarschulkindern in der Schweiz**
(Interfakultäre Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie (IKAÖ), Bern / Interface Politikstudien Forschung und Beratung, Luzern / verkehrsteiner, Bern)
- 2011 **Alternativen zu Fussgängerstreifen in Tempo-30-Zonen**
(Ingenieurbüro Ghielmetti, Chur / Pestalozzi & Stäheli, Basel / verkehrsteiner, Bern)

- 2011 **Standards für die Mobilitätsversorgung im peripheren Raum**
(Ecoplan, Bern / Metron, Brugg)
- 2011 **Widerstandsfunktionen für Innerorts-Strassenabschnitte ausserhalb des Einflussbereiches von Knoten**
(büro widmer ag, Frauenfeld / Rudolf Keller & Partner AG, Muttenz)
- 2011 **Indices caractéristiques d'une cité-vélo. Méthode d'évaluation des politiques cyclables en 8 indices pour les petites et moyennes communes**
(ROLAND RIBI & ASSOCIES SA, Genève)
- 2011 **Aggressionen im Verkehr**
(Basler & Hofmann AG, Zürich / Psychologischer Dienst der Psychiatrischen Universitätsklinik PUK, Basel)
- 2011 **Einsatzbereiche verschiedener Verkehrsmittel in Agglomerationen**
(IVT, ETH Zürich)
- 2012 **Kooperation an Bahnhöfen und Haltestellen**
(Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ) GmbH, Berlin / ETH Zürich - Institut für Umweltentscheidungen, Zürich)
- 2012 **Unaufmerksamkeit und Ablenkung: Was macht der Mensch am Steuer?**
(Universität Zürich, Zürich / Planungsbüro Jud AG, Zürich / Boss et Partenaires SA, Neuchâtel)
- 2012 **Aktivitätenorientierte Analyse des Neuverkehrs**
(IVT, ETH Zürich)
- 2012 **Innovative Ansätze der Parkraumbewirtschaftung**
(Rapp Trans AG)
- 2012 **Neue Erkenntnisse zum Mobilitätsverhalten dank Data Mining?**
(Büro Widmer AG, Frauenfeld / Institut für Datenanalyse und Prozessdesign (idp) Zürcher Hochschule, Winterthur)
- 2012 **Verkehrsanbindung von Freizeitanlagen**
(Hochschule Luzern - Wirtschaft (HSLU), Luzern / Hochschule für Technik (HSR), Rapperswil)
- 2012 **Wissens- und Technologietransfer im Verkehrsbereich**
(Hochschule Luzern, Luzern / Planungsbüro Jud, Zürich)
- 2012 **Regulierung des Güterverkehrs Auswirkungen auf die Transportwirtschaft**
(INFRAS, Zürich / Rapp Trans AG, Zürich / Moll Advokatur, Bern)
- 2012 **Verkehrssicherheitsgewinne aus Erkenntnissen aus Datapooling und strukturierten Datenanalysen**
(regioConcept AG, Herisau)
- 2013 **Nutzen von Reisezeiteinsparungen im Personenverkehr**
(Metron Verkehrsplanung AG / Sozialforschungsstelle Universität Zürich)
- 2013 **Mehr Sicherheit dank Kernfahrbahnen?**
(ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, IAP Institut für Angewandte Psychologie, Winterthur / Frossard GmbH, Zürich / verkehrsteiner AG, Bern)
- 2013 **Vernetzung von HLS- und HVS-Steuerungen**
(B+S AG, Bern)
- 2013 **Akzeptanz von Verkehrsmanagementmassnahmen – Vorstudie**
(Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH / SNZ Ingenieure und Partner AG / Institut für Verkehrspsychologie Aachen)
- 2013 **Güterverkehrsintensive Branchen und Güterverkehrsströme in der Schweiz**
(Lehrstuhl für Logistikmanagement – Universität St Gallen / Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme – ETH Zürich)
- 2013 **Möglichkeiten und Grenzen von elektronischen Busspuren**
(Rapp Trans AG, Basel)
- 2013 **Projektierungsfreiräume bei Strassen und Plätzen**
(ewp AG, Effretikon / Planungsbüro Jürg Dietiker)
- 2013 **Branchenspezifische Logistikkonzepte und Güterverkehrsaufkommen sowie deren Trends**
(ProgTrans AG, Basel)
- 2013 **Einschätzungen der Infrastrukturnutzer zur Weiterentwicklung des Regulativs**
(ProgTrans AG, Basel)

* vergriffen: Diese Exemplare können auf Wunsch nachkopiert werden

*épuisé: Selon désir, ces rapports peuvent être copiés

Die Berichte können bezogen werden bei / Les rapports peuvent être commandés au:
VSS, Sihlquai 255, 8005 Zürich, Tel. 044 / 269 40 20, Fax. 044 / 252 31 30, info@vss.ch