



TA -DT 33/2003

## Document de travail

# Das vernetzte Fahrzeug

## Verkehrstelematik für Strasse und Schiene

**Franz Mühlethaler**  
**Michal Arend**  
**Kay Axhausen**  
**Sabine Martens**  
**Marcus Steierwald**

[www.ta-swiss.ch](http://www.ta-swiss.ch)



Bundesamt für Strassen (ASTRA)  
Office fédéral des routes (OFROU)  
Ufficio federale delle strade (USTRA)  
Uffizi federal da vias (UVIAS)

---

Diese Reihe der TA-Publikationen enthält die Ergebnisse der Studien, die im Auftrag des Zentrums für Technologiefolgen-Abschätzung (Technology Assessment TA) beim Schweizerischen Wissenschafts- und Technologierat (SWTR) durchgeführt wurden.

TA hat zum Ziel, die gesellschaftlichen Auswirkungen neuer Technologien möglichst umfassend zu untersuchen. Es geht darum, die allfälligen positiven und negativen Einflüsse der Technologie auf soziale, politische, wirtschaftliche und ökologische Systeme und Abläufe abzuschätzen.

Um diese Aufgabe zu erfüllen, setzt der SWTR einen TA-Leitungsausschuss aus Fachleuten von Wissenschaft, Industrie, Politik und NGO's (Nichtstaatliche Organisationen) ein, welcher die massgeblichen Themen und Fragen definiert, die es im Zentrum für TA zu behandeln gilt.

Nach einer Pilotphase von vier Jahren haben der Bundesrat und das Parlament den SWTR beauftragt, die TA-Aktivitäten für die Periode 1996 bis 1999 weiterzuführen. Ende 1999 wurde vom Parlament beschlossen, die Technologiefolgen-Abschätzung zu institutionalisieren. Dies ist im Bundesgesetz über die Forschung vom 8. Oktober 1999 festgehalten.

Die materielle Verantwortung für den Bericht liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Cette série des publications TA contient les résultats des projets menés dans le cadre du Centre d'évaluation des choix technologiques (Technology Assessment), auprès du Conseil Suisse de la science et de la technologie (CSST).

Sous la dénomination TA, on comprend les projets visant à cerner, de la manière la plus approfondie possible, les effets des nouvelles technologies sur la société. Il s'agit là des influences potentielles, aussi bien positives que négatives, que la technologie peut avoir sur des procédures et des systèmes sociaux, politiques, économiques et écologiques. Pour répondre à cette demande, le CSST a nommé un Comité Directeur composé de scientifiques, de spécialistes des domaines industriel et politique ainsi que des représentants des organisations non gouvernementales (NGO).

Après une phase-pilote de quatre années, le Conseil fédéral et le Parlement ont chargé le CSST de poursuivre les activités du programme TA pour la période 1996-1999. Le Parlement a décidé fin 1999 d'institutionnaliser les activités d'évaluation des choix technologiques. Cette décision est consignée dans la loi fédérale sur la recherche du 8 octobre 1999.

Ce rapport n'engage que son (ses) auteur(s).

**Herausgeber** TA-SWISS  
Zentrum für Technologiefolgen-  
Abschätzung  
Birkenweg 61  
CH-3003 Bern  
Telefon +41 (0) 31 322 99 63  
Fax +41 (0) 31 323 36 59  
E-Mail ta@swtr.admin.ch  
Internet www.ta-swiss.ch

**Editeur** TA-SWISS  
Centre d'évaluation  
des choix technologiques  
Birkenweg 61  
CH-3003 Berne  
Téléphone +41 (0) 31 322 99 63  
Fax +41 (0) 31 323 36 59  
E-Mail ta@swtr.admin.ch  
Internet www.ta-swiss.ch



Bundesamt für Strassen (ASTRA)  
Office fédéral des routes (OFROU)  
Ufficio federale delle strade (USTRA)  
Uffizi federal da vias (UVIAS)



**Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung TA-SWISS**  
beim Schweizerischen Wissenschafts- und Technologierat

und

**Bundesamt für Strassen (ASTRA)**

**Das vernetzte Fahrzeug**  
Verkehrstelematik für Strasse und Schiene

Arbeitsdokument

Franz Mühlethaler, ASIT AG Bern  
Michal Arend, Econcept AG Zürich  
Kay Axhausen, IVT, ETH Zürich  
Sabine Mertens, TA-Akademie Stuttgart  
Marcus Steierwald, TA-Akademie Stuttgart

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	1
Résumé.....	2
Summary.....	4
1 Was ist Verkehrstelematik? .....	6
2 Ziele und Aufbau der Studie.....	9
2.1 Ziele .....	9
2.2 Berichtsaufbau .....	11
3 Status Quo der Verkehrstelematik .....	12
3.1 Verkehrstelematik-Anwendungen.....	12
3.1.1 Telematik im Bereich der Schieneninfrastruktur .....	12
3.1.2 Ticketing .....	13
3.1.3 Fahrgastinformation .....	14
3.1.4 Intermodaler Routenplaner.....	15
3.1.5 Routing .....	15
3.1.6 Parkleitsysteme.....	16
3.1.7 Flottenmanagement .....	17
3.1.8 Verkehrssicherheit .....	17
3.1.9 Rechnergestützte Betriebsleitsysteme .....	18
3.1.10 Dynamische Verkehrssteuerung Linien und Netze .....	18
3.1.11 Verkehrsbeeinflussungssysteme.....	20
3.1.12 Erfassung von Strassenbenutzungsgebühren (Road Pricing) .....	20
3.1.13 Automatische Kontrolle .....	21
3.2 Wissensstand Forschung.....	22
3.2.1 Allgemeine Übersicht .....	22
3.2.2 Forschungsprogramme und -projekte in der EU und ihren Mitgliedstaaten ...	22
3.2.3 Forschungsprogramme und -projekte in der Schweiz .....	24
3.2.4 Beispiele von Forschungsprogrammen und -projekten in der übrigen Welt ..	25
3.3 Interoperabilität und Normierung.....	27
3.4 Politische und gesellschaftliche Diskussion in der Schweiz.....	28
3.4.1 Konsens und Konfliktfelder .....	28
3.4.2 Akzeptanz .....	29
4 Der Untersuchungsrahmen: Szenarien zu drei Einsatzbereichen .....	31
4.1 Wahl der Szenariotechnik als Untersuchungsmethodik.....	31
4.2 Eingrenzung des Untersuchungsgegenstandes .....	32
4.3 Ziele und Wirkungen .....	33
4.3.1 Effizienz und Planbarkeit.....	34
4.3.2 Verkehrssicherheit .....	34
4.3.3 Individuelle Teilnahme.....	34
4.3.4 Wirtschafts- und Raumwirkungen .....	35
4.3.5 Ökologische Ziele .....	35
4.4 Die drei Einsatzbereiche und ihre Wechselwirkungen.....	36
5 Einsatzbereich Transportoptimierung.....	37

5.1	Einführung .....	37
5.2	Routenoptimierung .....	39
5.3	Optimierung der Transportketten .....	41
5.4	Optimierung des Fahrzeugeinsatzes .....	43
5.5	Normative Bewertung und Handlungsbedarf .....	45
6	Einsatzbereich Verkehrssicherheit .....	48
6.1	Einführung .....	48
6.2	Beeinflussung des Fahrverhaltens .....	49
6.3	Sicherheitstechnische Überwachung .....	52
6.4	Bewältigung sicherheitskritischer Ereignisse .....	53
6.5	Normative Bewertung und Handlungsbedarf .....	55
7	Einsatzbereich Nutzung der Verkehrswege .....	58
7.1	Einführung .....	58
7.2	Effizienzsteigerung durch Verkehrslenkung .....	60
7.3	Management der Fahrberechtigungen .....	62
7.4	Verkehrsdosierung .....	64
7.5	Nutzungsgebühren (Road Pricing) .....	66
7.6	Fahrzeugpriorisierung .....	68
7.7	Normative Bewertung und Handlungsbedarf .....	69
8	Schlussfolgerungen .....	71
8.1	Bedeutung der Verkehrstelematik .....	71
8.2	Mobilitätsentwicklung .....	72
8.3	Verkehrsmanagement .....	74
8.4	Intermodalität und Förderung der Fahrzeugeffizienz .....	75
8.5	Verkehrssicherheit .....	76
8.6	Kontrolle und Persönlichkeitsschutz .....	78
8.7	Informationsplattformen als zentrales Element .....	79
8.8	Verbesserung des Zugangs zu Verkehrstelematik-Diensten .....	81
8.9	Verkehrstelematik und öffentliche Diskussion .....	82
8.10	Zuständigkeiten und Abwicklung verkehrstelematischer Projekte .....	84
9	Handlungsempfehlungen .....	87
9.1	Übergeordnete Empfehlungen .....	87
9.2	Schwerpunkt 1: Errichtung intermodaler Transportketten im Personenverkehr .....	88
9.3	Schwerpunkt 2: Fahrzeugführerunterstützung und intelligente Fahrzeugüberwachung .....	90
9.4	Schwerpunkt 3: Nachfragemanagement im Strassenverkehr .....	91
	Abkürzungsverzeichnis .....	94
	Literaturverzeichnis .....	96

## Zusammenfassung

Verkehrstelematik macht die Informationstechnologie für das Verkehrssystem nutzbar. Sie zeichnet sich aus durch breite und heterogene Anwendungsmöglichkeiten sowie durch eine sehr dynamische Entwicklung. Verkehrstelematik beeinflusst weniger das äussere Erscheinungsbild der Fahrzeuge und Verkehrsnetze, hat aber das Potenzial, das eigentliche Verkehrsgeschehen wesentlich zu gestalten. Das Interesse der Technologiefolgeabschätzung an Verkehrstelematik ist dadurch gerechtfertigt, dass sie Hoffnungen auf Lösungen akuter Verkehrsprobleme wie auch Befürchtungen vor ihrer Zuspitzung und anderen unerwünschten "Nebenfolgen" weckt. Im Konfliktfeld verschiedener Individual- und Kollektivinteressen eröffnet Verkehrstelematik neue Möglichkeiten und erschliesst neue Problemlösungsansätze, zum Beispiel durch vergleichende Routenberechnungen auf Strasse und Schiene, durch Systeme, die vor gefährlichem Fahrverhalten warnen oder durch dem aktuellen Verkehrsgeschehen angepasste Steuerungen an Verkehrsknoten und Geschwindigkeitsvorgaben.

Die vorliegende Studie analysiert den Stand der Verkehrstelematik in der Schweiz und im Ausland und leitet daraus mögliche Zukunftsentwicklungen ab. Sie zeigt denkbare Wirkungen auf Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt und untersucht, welcher Handlungsbedarf und welche Handlungsmöglichkeiten bestehen.

Verkehrstelematik wird eingesetzt zur **Optimierung der Transporte** von Personen und Gütern. Dies gilt sowohl für einzelne Fahrten, als auch bezüglich der Abstimmung des Einsatzes von ganzen Fahrzeugflotten und für die Wahl bestmöglicher Orte für Fahrzeugwechsel zwischen Ausgangs- und Zielpunkt. Dieser Einsatzbereich der Verkehrstelematik entwickelt sich aufgrund wirtschaftlicher Interessen aus einer inneren Dynamik heraus. Er reagiert aber sehr sensibel auf die Rahmenbedingungen, denen er unterliegt. Rechtliche, institutionelle und technische Hindernisse können die Optimierungsbestrebungen in Teilbereichen verzögern und unter historisch gewachsenen Voraussetzungen negative Auswirkungen - insbesondere in Form von unerwünschten Verkehrsverlagerungen - haben. Transportoptimierung durch die Verkehrstelematik lässt sich aber nicht aufhalten. Die Herausforderung besteht darin, sie durch passende Rahmenbedingungen und Begleitmassnahmen in akzeptierbare Bahnen zu lenken.

Im Zusammenhang mit der **Verkehrssicherheit** kann Verkehrstelematik einen wesentlichen Beitrag zur Verminderung der Zahl von Toten und Verletzten sowie der Schäden leisten. Die grösste diesbezügliche Wirkung lässt sich erzielen durch Systeme in den Fahrzeugen, die in Verbindung mit von aussen übertragenen Daten das Fahrverhalten beeinflussen. Dass hier die Entwicklung noch fast am Anfang steht, ist vorab auf die wenig koordinierte und nur schwach unterstützte Forschung und Entwicklung zurückzuführen. Die eigentliche Brisanz dieses Einsatzbereiches liegt aber in der Frage des Zusammenspiels zwischen Fahrzeugführer und neuen telematischen Systemen im Fahrzeug. Offen ist insbesondere, wie weit durch Anreize auch denjenigen Systemen zum Durchbruch verholfen werden kann, welche einen Sicherheitsgewinn auf Kosten der individuellen Einfluss- und Selbstverwirklichungsmöglichkeiten der Fahrzeugführer erzielen.

Das Verkehrsaufkommen hat in den letzten Jahren laufend und stark zugenommen. Damit ist einerseits das Bewusstsein gewachsen, dass Massnahmen zur Vermeidung oder zumindest Verminderung von Verkehrsstörungen und Staus notwendig sind. Andererseits haben negative Umweltwirkungen den Ruf nach Verkehrsbeschränkungen zumindest in besonders sensiblen Gebieten aufkommen lassen. Beides verlangt, dass der Verkehr nicht sich selbst überlassen, sondern die **Nutzung der Verkehrswege** nach örtlichen, zeitlichen und nach Fahrzeugart differenzierten Vorgaben geregelt wird. Verkehrstelematik bietet dazu sehr wirksame Instrumente, die aber nur

dann eingesetzt werden können, wenn über die Vorgaben ein verkehrspolitischer Konsens besteht oder erzeugt werden kann. Für eine nachhaltige Lösung der Verkehrsprobleme scheint längerfristig ein Nachfragemanagement unumgänglich. Ein mittels Verkehrstelematik umgesetztes Road Pricing bietet dazu den passenden Ansatz.

Verkehrstelematik wirft eine Reihe gesellschaftlich relevanter Fragen auf: welche Mobilitätswirkung entfaltet sie und wie weit soll mit ihr die Mobilitätsentwicklung beeinflusst werden? Damit zusammenhängend: wie soll die nicht unbeschränkt ausbaubare Mobilität verteilt werden? Wie weit haben verschiedene gesellschaftliche Gruppen unterschiedlichen Zugang zur Verkehrstelematik und können dadurch Benachteiligungen entstehen? Kritisch ist auch die Frage des Datenschutzes, da sich mit Verkehrstelematik Bewegungsprofile von Personen erstellen lassen. Zudem besteht die Herausforderung, die Zuständigkeiten neu zu definieren, denn Verkehrstelematik liegt oft quer zu den traditionellen Zuständigkeitsaufteilungen im Verkehrsbereich.

Ungeschickt wäre, diesen Fragen auszuweichen, da einerseits viele Chancen der Verkehrstelematik ungenutzt blieben, andererseits sich eigenständig entwickelnde Verkehrstelematik-Anwendungen zu schwelenden gesellschaftlichen Konflikten führen würden. Wichtig ist deshalb, dass die Öffentlichkeit in die Diskussion um mit Verkehrstelematik umzusetzende verkehrspolitische Ziele, aber auch um die Ausgestaltung der Verkehrstelematik-Systeme, frühzeitig einbezogen wird. Partizipative Methoden können hier einen wichtigen Beitrag leisten. Wichtig ist ebenso, dass Verkehrstelematik nicht nur als Sammlung bei Bedarf abrufbarer Einzelanwendungen gesehen, sondern dass ein flexibler Rahmen für die Implementierung von Verkehrstelematik-Anwendungen entwickelt und bereitgestellt wird. Damit lassen sich einerseits die mit Verkehrstelematik erreichbaren Effekte bewusst steuern, andererseits werden Synergien zwischen verschiedenen Anwendungen genutzt, was Einführungshürden abbaut und zu besserer Wirtschaftlichkeit führt.

## Résumé

La télématique des transports met la technologie informatique au service des systèmes de transport. Elle se distingue par l'ampleur et l'hétérogénéité de ses possibilités d'application ainsi que par un développement très dynamique. La télématique des transports influe peu sur l'aspect extérieur des véhicules et des réseaux de communication, mais elle est en mesure de déterminer en grande partie la circulation proprement dite. L'intérêt de l'évaluation des choix technologiques pour la télématique des transports est justifié dans la mesure où elle suscite des espoirs de solution face aux problèmes graves posés par la circulation de même que des craintes par rapport à leur aggravation et à d'autres effets secondaires indésirables. Dans le cadre des conflits entre les divers intérêts individuels et collectifs, la télématique des transports ouvre des possibilités et offre de nouvelles amorces de solution, notamment par l'évaluation comparative d'itinéraires routiers et ferroviaires, par des systèmes signalant des comportements dangereux ou par des consignes de vitesse et des dispositifs de contrôle adaptés au flux de circulation et installés aux endroits stratégiques.

La présente étude analyse le développement de la télématique des transports en Suisse et à l'étranger, et elle en dégage des possibilités d'évolution ultérieure. Elle révèle son incidence éventuelle sur la société, l'économie et l'environnement, et examine les besoins et les possibilités d'action existants.

La télématique des transports est destinée à l'**optimisation des transports** de personnes et de biens. Elle s'applique autant aux trajets isolés qu'à l'emploi harmonisé de flottes entières de véhicules et au choix des meilleurs sites possibles pour le changement de véhicule entre le point de départ et le lieu de destination. Le champ d'application de la télématique des transports se développe en fonction des intérêts économiques et à partir d'une dynamique interne. Il se montre

néanmoins très sensible aux mécanismes régulateurs auxquels il est soumis. Les obstacles juridiques, institutionnels et techniques peuvent compromettre les efforts d'optimisation menés dans certains secteurs et avoir une incidence négative dans certaines conditions résultant d'une évolution historique – notamment sous forme de déplacements de trafic indésirables. L'optimisation générée par la télématique des transports ne peut toutefois s'arrêter. Le défi à relever consiste à la diriger vers des directions acceptables au moyen de mécanismes régulateurs et de mesures d'accompagnement adaptées.

Par rapport à la **sécurité des transports**, la télématique des transports peut contribuer dans une large mesure à réduire le nombre de morts et de blessés et les coûts occasionnés. La plus grande efficacité peut être obtenue par des systèmes équipant les véhicules, et qui, reliés à des données transmises de l'extérieur, peuvent influencer sur le comportement de l'automobiliste. Si le développement de ces systèmes n'en est qu'à ses débuts, c'est principalement en raison du manque de coordination et de soutien de la recherche dans ce domaine. Mais l'intérêt de ce secteur réside dans la coordination entre le conducteur du véhicule et les nouveaux systèmes télématiques installés dans le véhicule. On peut notamment se demander dans quelle mesure des encouragements peuvent favoriser le développement de ces systèmes, qui permettent un gain de sécurité au détriment des possibilités de contrôle et d'accomplissement individuel du conducteur.

Le trafic a constamment et considérablement augmenté au cours des dernières années. Ainsi, l'opinion a, d'une part, pris conscience que des mesures étaient nécessaires pour éviter ou au moins réduire les encombrements et les embouteillages. D'autre part, les répercussions négatives sur l'environnement ont suscité une demande de réduction de la circulation dans des zones particulièrement sensibles. Ces deux préoccupations exigent que les transports ne soient pas laissés à eux-mêmes, mais que l'**utilisation des voies de transport** soit soumise à des consignes différenciées selon le lieu, le moment et le type de véhicule. La télématique des transports offre à ce sujet des instruments très efficaces, mais qui ne peuvent intervenir que si les consignes font l'objet d'un consensus politique ou si un tel consensus peut être créé. Une solution durable des problèmes de transport semble imposer à long terme une gestion de la demande. La réalisation d'une taxation des déplacements par le biais de la télématique des transports offre sur ce plan une démarche adaptée.

La télématique des transports soulève toute une série de questions sociales pertinentes : quelle action exerce-t-elle sur la mobilité et dans quelle mesure faut-il qu'elle influe sur l'évolution de la mobilité ? Comment faut-il - dans ce contexte - répartir cette mobilité, qui n'est pas extensible à volonté ? Dans quelle mesure les divers groupes sociaux ont-ils un accès différent à la télématique des transports et en quoi cela peut-il provoquer des préjudices ? La question de la protection des données est également critique, car la télématique des transports peut permettre d'établir des profils de déplacement. S'y ajoute le défi que constitue la redéfinition des compétences, car la télématique des transports est souvent incompatible avec l'attribution traditionnelle des compétences dans le secteur des transports.

Il serait maladroite d'éluder ces questions. D'une part, les nombreuses possibilités offertes par la télématique des transports resteraient inexploitées ; d'autre part, le développement autonome des diverses applications de la télématique des transports engendrerait des conflits sociaux potentiels. Il importe donc que l'opinion publique soit intégrée de bonne heure dans le débat sur les objectifs politiques réalisables grâce à la télématique des transports mais aussi sur l'aménagement de ces systèmes télématiques. Les méthodes participatives peuvent ici jouer un rôle prépondérant. Il convient également de ne pas considérer la télématique des transports seulement comme une collection de différentes applications utilisables en cas de besoin, mais d'élaborer et de mettre en place un cadre souple facilitant leur utilisation. De cette manière, il sera possible de maîtriser sciemment les effets susceptibles d'être obtenus grâce à la télématique des transports et d'exploiter



ter les synergies entre les diverses applications, ce qui éliminera les obstacles à son introduction et améliorera sa rentabilité.

## Summary

Transport telematics is making the benefits of information technology available to road and rail users. It features a broad and heterogeneous range of applications and is experiencing very rapid development. Transport telematics is unlikely to change the exterior appearance of the vehicles and traffic networks, but it has the potential to influence the overall traffic situation substantially. Technology assessment of transport telematics is justified, as it raises both hopes of finding solutions to acute traffic problems, as well as fears of a further deterioration accompanied by undesired "side effects". In the area of conflict between the various individual and collective interests, transport telematics provides new options and leads to new ways of solving the problems. Examples are comparative route calculations for road and rail, or using systems that warn the driver when dangerous situations develop, or vehicle actuated intersection control or adaptive speed restrictions.

The present study analyses the current status of transport telematics in Switzerland and abroad and presents possible future scenarios based on this analysis. It discusses conceivable effects on society, on the economy and on the environment, and describes what action needs to be taken and what possibilities for action exist.

Transport telematics is used to **optimise the transport** of persons and goods. This applies to decisions regarding an individual journey, the deployment of entire vehicle fleets or when choosing the best places to change vehicles between the starting point and destination. These applications of transport telematics have been motivated by possible financial gains to the road users and develop based on the dynamics of the system itself. They are very sensitive, however, to the background conditions under which they operate. Legal, institutional and technical obstacles can delay optimisation efforts in some areas and can lead to negative effects – particularly in the form of undesirable shifts in traffic distribution patterns. But optimising transport with the aid of transport telematics is here to stay. The challenge lies in guiding it along acceptable channels by providing the appropriate background conditions and support.

Combined with other **traffic safety measures**, transport telematics can make a significant contribution to reducing both the number of deaths and injured on our roads, and the damage. The greatest impact will come from the installation of suitable systems in the vehicles themselves, which, in combination with data transmitted from outside the vehicle, can influence driving behaviour. The reason why there is little progress in this field so far is that research and development is not very well coordinated and receives little support. The really controversial aspect of this application, however, is the relationship between the driver and the new in-vehicle telematics systems. It is still not clear to what extent incentives can be used to help those systems achieve a breakthrough that increase safety performance at the cost of the driver's individual control of the vehicle.

The volume of traffic on our roads has increased steadily and quite significantly over the last few years. This has resulted, on the one hand, in an increased awareness that action is necessary to prevent or at least reduce traffic congestion. On the other hand, negative environmental impacts have resulted, at least in particularly sensitive regions, in a call for traffic restrictions. Both trends lead to the demand that traffic is not be left to its own devices, but that the **utilisation of the traffic network** be controlled on the basis of regulations depending on to the place, the time and the type of vehicle. Transport telematics provides effective tools for this that can only be employed, however, when there is consensus on the regulations required. For a sustainable solution to the current and future traffic problems, demand management would seem to be unavoidable in the

long term. Road pricing implemented with the aid of transport telematics would be a suitable approach.

Transport telematics raises a number of issues that are important for society - What impact will it have on mobility and how far should it affect mobility development and the mobility distribution among citizens? To what extent do the various social groups have different access to transport telematics and can this result in discrimination? Another critical issue is data protection, since movement profiles of private persons can be created with transport telematics. There is also the challenge of redefining responsibilities, since transport telematics often cuts right across the traditional responsibilities in the transport sector.

It would be silly to ignore such issues, since many opportunities offered by transport telematics would then remain unexploited and transport telematics applications that develop independently could lead to ongoing social conflicts. What is important, therefore, is that the general public is involved at an early stage in the discussion on the transport policies to be implemented with transport telematics and also on the development of the specific transport telematics system concepts. Participative methods can be a very important tool here. It is also important that transport telematics are not only seen as a collection of individual applications that can be accessed as needed, but that a flexible framework for the implementation of transport telematics applications has to be developed and implemented. This would, on the one hand, enable the effects that can be achieved with transport telematics to be controlled, while, on the other hand, synergies that exist between the various applications could be exploited. This would help remove obstructions to the implementation of new systems and increase efficiency.

# 1 Was ist Verkehrstelematik?

<i>Information im Verkehr</i>	Information hat im Verkehr eine herausragende Bedeutung. Fahrpläne unterrichten uns über die Abfahrtszeiten von Zügen und Bussen, Verkehrssignale regeln unsere Fahrweise, Strassenkarten ermöglichen uns, das Fahrziel zu finden und Verkehrsinformationen vom Radio teilen uns mit, wo wir mit Verspätungen und Staus zu rechnen haben. Ohne all diese Informationen wäre unser Verkehrssystem und unsere Mobilität nicht denkbar.  In den letzten Jahrzehnten haben sich die Techniken zum Umgang mit Information in atemberaubendem Tempo weiterentwickelt. Computer, Digitalisierung, Datennetze und Mobiltelefonie sind ein paar Stichworte dazu. Es ist naheliegend, dass die neuen Techniken auch auf die Informationen des Verkehrssystems angewandt werden können. Das Fachgebiet, das sich damit beschäftigt, heisst Verkehrstelematik <sup>1</sup> .
<i>Datenverarbeitung im Fahrzeug</i>	Fahrzeuge sind im Verkehrssystem zu wichtigen Informationsdreh scheiben geworden. Schon seit einigen Jahrzehnten hält die Elektronik im Fahrzeug Einzug. Verkehrstelematik gibt dieser Entwicklung eine neue Dimension, indem komplexe Datenverarbeitungsprozesse durch Fahrzeuggeräte ausgeführt und auch Daten von ausserhalb der Fahrzeuge einbezogen sowie nach aussen übermittelt werden. Oft wird in Zusammenhang mit Verkehrstelematik der Begriff des "intelligenten Fahrzeugs" verwendet.
<i>Ortung der Fahrzeuge</i>	Zur Gewährleistung des Datenaustausches und der Datenabstimmung auf die spezifische Situation muss festgestellt werden, wo sich das Fahrzeug im Verkehrsnetz befindet und wie es sich bewegt. Dafür ist als eine Grundfunktion der Verkehrstelematik die Fahrzeug-Navigation zuständig. Neben satellitengestützten Navigationssystemen (wie das Global Positioning System GPS) stehen auch Bewegungssensoren im Fahrzeug zur Verfügung, sowie an bestimmten Punkten im Verkehrsnetz Baken, die mittels Funkkommunikation über kurze Distanz vorbeifahrende Fahrzeuge registrieren, respektive ihnen Informationen übermitteln.
<i>Nutzer und Dienste</i>	Die Verkehrstelematik hat sehr unterschiedliche Nutzer: Reisende, Fahrzeugführer, Transportunternehmer, Verkehrsnetzbetreiber etc. Nicht immer betreiben diese Nutzer die Telematiksysteme selbst. Oft gibt es Betreiber, welche den Nutzern Dienste anbieten. Eigenschaft dieser Dienste ist, dass zumindest ein Teil der Daten zentral beim Betreiber gehalten und aufbereitet werden.
<i>Mobile Kommunikation</i>	Wenn die ortsfesten Verkehrstelematik-Zentralen mit Fahrzeugen Daten austauschen sollen, können dazu die Techniken der Mobilkommunikation verwendet werden. Sowohl bekannte Kommunikationssysteme wie GSM <sup>2</sup> , als auch spezifisch für Verkehrstelematik entwickelte Systeme kommen zum Einsatz. Verkehrsdaten, aus denen die Zentralen einen Mehrwert für

---

<sup>1</sup> "Telematik" ist ein zusammengesetztes Wort aus "Telekommunikation" und "Informatik"

<sup>2</sup> Global System for Mobile communication

den Nutzer generieren, können auch durch Sensoren entlang der Verkehrswege gewonnen werden.

### Verwendete Begriffe

Der Begriff **Verkehr** im Sinne dieser Studie bedeutet, dass sich Fahrzeuge auf Verkehrsnetzen bewegen, wobei zwischen dem Strassennetz für Autos und dem Schienennetz für Züge unterschieden wird.

Zweck des Verkehrs ist der **Transport**: Personen und Güter werden durch die Fahrzeuge von ihren Ausgangspunkten zu den Zielpunkten transportiert. Dabei können sie unterwegs das Fahrzeug wechseln, wodurch eine **Transportkette** entsteht.

Jedes Fahrzeug hat einen **Fahrzeugführer**, welcher auf dem Verkehrsnetz die **Route** wählt und das **Fahrverhalten**, das heisst die Geschwindigkeit und im Strassenverkehr auch die Richtung vorgibt.

**Knoten** ermöglichen im Verkehrsnetz Richtungsentscheide, während die **Abschnitte** jeweils zwei Knoten untereinander verbinden und (in der Regel in beiden Richtungen) befahren werden können.

Der motorisierte **Individualverkehr** (MIV) beschränkt sich heute auf Strassenfahrzeuge, welche der Fahrzeugführer ausschliesslich für seine individuellen Transportbedürfnisse nutzt. Dagegen gibt es den **öffentlichen Verkehr** sowohl **auf der Strasse** als auch **auf der Schiene**. Hier stehen die Fahrzeuge mit Fahrzeugführer allen offen. Meist fahren sie heute nach einem fest vorgegebenen **Fahrplan** und ihre Fahrten werden durch eine **Betriebsleitzentrale** überwacht sowie im Schienenverkehr durch das Stellen der Weichen an Knoten in ihrer Richtung bestimmt.

Die Gesamtheit aller Fahrten auf einem Verkehrsnetz stellt das **Verkehrsaufkommen** dar. Dabei entsteht auf den Abschnitten ein **Verkehrsfluss** in Form einer Anzahl Fahrzeuge, welche pro Zeiteinheit den Abschnitt befahren. Jeder Abschnitt hat eine **Kapazitätsgrenze** als maximal auf ihm möglichen Verkehrsfluss.

**Verkehrspolitik** beschäftigt sich mit Vorgaben zum Verkehr und der Umsetzung dieser Vorgaben. Der Umfang und die Inhalte der verkehrspolitischen Entscheide hängen auch von der **Konsensfähigkeit** - das heisst der Bereitschaft der Meinungsbildner und Entscheidungsträger zu Kompromissen - ab.

Die Verkehrspolitik kann als ein Umsetzungsmittel Verkehrstelematik einsetzen. Verkehrstelematik wird in spezifischen **Anwendungen** mit einem vorgegebenen auf den Verkehr bezogenen Zweck eingesetzt. Die technische Umsetzung erfolgt in Verkehrstelematik-**Systemen**, welche den Nutzern **Dienste** anbieten.

Entscheidend für die Umsetzung von Anwendungen ist ihre Akzeptanz. Welche Einstellung die Nutzer zu den Diensten haben, wird durch die **Einstellungsakzeptanz** bestimmt. Wie sie sich gegenüber den angebotenen Diensten verhalten, hängt von der **Verhaltensakzeptanz** ab.

### Überlegenheit der Verkehrstelematik

Verkehrstelematik wird sich nur dort durchsetzen, wo sie gegenüber bestehenden Techniken Vorteile hat [14]. Diese Vorteile beziehen sich auf die im Verkehrssystem benötigten Informationen:

- Verkehrstelematik kann Grössen erfassen, die bisher nicht erfasst wurden, wie zum Beispiel die Abstände zwischen Fahrzeugen.
- Informationen können individuell aufbereitet werden und spezifische Merkmale der Fahrzeuge und ihrer Lenker berücksichtigen.
- Verkehrstelematik kann Informationen an Orten zur Verfügung stellen, an denen sie bisher nicht verfügbar waren. Insbesondere können bisher nur ausserhalb der Fahrzeuge verfügbare Informationen in die Fahrzeuge übermittelt werden und umgekehrt.
- Informationen können rascher verfügbar gemacht werden.
- Die Übermittlung und Aufbereitung der Informationen kann automatisiert werden. Zum Beispiel ist heute die Planung des Einsatzes einer grösseren Fahrzeugflotte mit elektronischer Datenverarbeitung wesentlich effizienter als eine rein manuelle Planung.
- Es werden neue Formen der Aufbereitung der Daten und Informationen möglich. So ist zum Beispiel die koordinierte Steuerung des Strassen-

verkehrs in Abhängigkeit vom Verkehrsaufkommen durch Lichtsignalanlagen in einer ganzen Stadt nur noch mit Hilfe von Informationstechnologien machbar.

- Die Informationen können in anderer Form dargestellt werden. Für Fahrzeugführer kann es sehr hilfreich sein, wenn ihm gewisse Informationen im Fahrzeug akustisch mitgeteilt werden.

#### *Verkehrspolitik und Verkehrstelematik*

Das Verkehrssystem gewährt viele Gestaltungsmöglichkeiten. Wo sollen welche Verkehrsverbindungen erstellt oder ausgebaut werden? Welche Anforderungen sind an die Fahrzeuge zu stellen? Was sind die finanziellen Bedingungen zur Benutzung der Verkehrswege? Die Aufgabe der Verkehrspolitik ist es, hier Vorgaben zu machen. Sie muss - das hat sie in letzter Zeit immer deutlicher erkannt - dazu auch die Möglichkeiten der Verkehrstelematik einbeziehen [30].

Durch die immer beschränkteren Ausbaumöglichkeiten der Verkehrssysteme und die weiter wachsende Nachfrage nach Transporten sind in der Verkehrspolitik immer mehr Interessenskonflikte entstanden. Es stellt sich die Frage, wie die Verkehrstelematik sich auf die aktuellen Auseinandersetzungen auswirkt: Erlaubt es ihr gezielter Einsatz, Konflikte zu entschärfen, oder kann andererseits eine Konfliktverschärfung dadurch auftreten, dass Verkehrstelematik einseitig Interessen unterstützt? Kritische Themen im Zusammenhang mit den Chancen und Risiken der Verkehrstelematik sind:

- Der Einfluss auf die Entwicklung der Mobilität. Führt die Verkehrstelematik dazu, dass Transporte noch attraktiver werden und damit die Mobilität einen zusätzlichen Antrieb erhält, oder gibt es Möglichkeiten der Verkehrstelematik, das Wachstum der Mobilität zu beschränken?
- Die Förderung der Effizienz des Verkehrssystems. Wie weit kann Verkehrstelematik die Effizienz in der Nutzung der Verkehrswege und in der Nutzung der Fahrzeuge steigern?
- Die negativen Wirkungen des Verkehrs, insbesondere die Umweltwirkungen (Lärm, Schadstoffe, Ressourcenverbrauch etc.) und die Schäden durch Unfälle. Werden sie durch Verkehrstelematik verstärkt oder lassen sie sich mit ihrer Hilfe reduzieren?
- Die Rolle und Möglichkeiten der Menschen im Verkehrssystem. Wie weit führt die Verkehrstelematik zu Gewichtsverlagerungen? Wer sind die Gewinner und Verlierer in dieser Entwicklung?
- Positive und negative (erwünschte und unerwünschte) Auswirkungen der Verkehrstelematik auf gesellschaftliche Benachteiligungen und soziale Ausschlüsse

#### *Neue Dimension dank Verkehrstelematik*

Verkehrstelematik gibt dem Verkehr eine neue Perspektive, indem immer mehr Informationen vernetzt werden und die Fahrzeuge als Knoten in diesem Informationsnetz dienen. Das geht weit über die heute bekannten meist isolierten Einzelanwendungen hinaus. Die grundlegende Wandlung unserer Gesellschaft zur Informationsgesellschaft hat mit der Verkehrstelematik im Verkehrsbereich ihre Entsprechung gefunden.

## 2 Ziele und Aufbau der Studie

### 2.1 Ziele

#### *Blick in die Zukunft*

Verkehrstelematik ist ein äusserst heterogenes und vielschichtiges Sachgebiet. Es befindet sich in der Frühphase seiner Entwicklung und viele Anwendungen sind in ihrer zukünftigen Ausrichtung und Ausgestaltung heute noch kaum erkennbar. Eine Technikfolgenabschätzung der wenigen heute schon im grösseren Massstab eingesetzten Anwendungen würde der Situation nicht gerecht, denn schon innerhalb kurzer Zeit könnte eine solche Arbeit Makulatur sein. Erforderlich ist deshalb eine Projektion in die Zukunft: Was kann, was wird uns die Verkehrstelematik bringen? Wohin führt die Fortschreibung heute erkennbarer Entwicklungen?

#### *Untersuchung der Wirkung*

Verkehrstelematik verwendet nicht grundsätzlich neue Techniken, sondern dehnt vorhandene in neue Anwendungsbereiche aus. Die Brisanz der Verkehrstelematik liegt in der Wirkung der aus diesen Techniken heraus entwickelten Anwendungen auf den Verkehr.

#### *Betrachtungsweisen*

Etwas verkürzt und vereinfacht kann gesagt werden, dass die Wissenschaft den Möglichkeiten und Wirkungen neuer Technikanwendungen aus der Optik von drei verschiedenen sich gegenseitig ergänzenden bzw. teilweise überlappenden Grundvorstellungen bzw. Thesen begegnet:

1. Die Katalysatorthese betont die passive bzw. nichtlebendige Natur technologischer Innovationen, die von sich aus nichts bewirken, aber zu Vielem und Verschiedenem gebraucht werden können. Es sind nicht die Techniken an sich, die für ihre Auswirkungen auf den Menschen und auf die Gesellschaft verantwortlich zu machen sind, sondern ihre sie für verschiedene Zwecke einsetzenden und verschiedenen Interessen gehorchenden Nutzer.
2. Die Ambivalenzthese betont die Gleichzeitigkeit von Chancen und Gefahren der technologischen Entwicklung und die Tatsache, dass diese zum Vehikel bzw. Instrument höchst unterschiedlicher Zukunftsoptionen gemacht werden können.
3. Die Politik- bzw. Handlungsbedarfsthese greift die Aussage der ersten beiden Thesen auf und leitet aus ihnen die Notwendigkeit eines bewussten gestaltenden Handelns ab, zur Nutzung erwünschter und Verhinderung unerwünschter Auswirkungen. Nur ein solches gestaltendes Handeln erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die in allen neuen Technologien innewohnenden positiven Potenziale im kollektiven Interesse auch genutzt werden; gleichzeitig wird die Gefahr unterbunden, dass uns eine sachzwangsartig-verselbständigte "Fortschrittmachine" auch Entwicklungen aufdrängt, durch die unser Leben entwertet wird.

Die Studie stützt sich auf alle drei Thesen, wobei die dritte These am stärksten, die zweite am zweitstärksten und die erste am wenigsten gewichtet wird. Neue Technologien können - je nachdem wozu und wie wir sie gebrauchen - zum Vehikel höchst unterschiedlicher Zukunftsoptionen gemacht werden. Der technologische Fortschritt, der den Menschen in Vergangenheit aus den Fesseln seiner Mühsal und seines Kampfes mit der

Natur befreite, löste ihn zugleich aus den ihn tragenden Strukturen der Alleinrichtigkeit und Selbstverständlichkeit von Handlungen. Die Menschheit wählt heute zwischen mehreren Optionen ihres künftigen Schicksals, wobei der Umgang mit neuen Technologien eines der wichtigsten Unterscheidungsmerkmale verschiedener Zukunftsentwürfe darstellt.

*Beeinflussung des Verkehrssystems*

Alle Anwendungen der Verkehrstelematik zielen darauf ab, das Verkehrssystem umzugestalten. Sie können deshalb nicht losgelöst vom Thema Verkehr diskutiert werden. Die Studie nimmt bekannte Stärken und Schwächen des Verkehrssystems auf und untersucht, wie diese durch Verkehrstelematik beeinflusst und verändert werden.

*Rahmenbedingungen*

Die Rahmenbedingungen, unter welchen sich heute Verkehrstelematik entwickelt, wurden noch weitgehend ohne das Bewusstsein für die Möglichkeiten dieser Technologie geschaffen. Es stellt sich die wichtige Frage, ob die Richtung stimmt, in welcher sich diese Technologie in linearer Fortschreibung heute erkennbarer Tendenzen und Entwicklungen von alleine - d.h. im wesentlichen markt- und wettbewerbsgesteuert und ohne weitere gestaltende und flankierende Massnahmen - entwickeln würde. Wir erläutern in folgenden Kapiteln die Chancen, welche die Verkehrstelematik bietet, aber auch die Gefahren einer sich selbst bzw. dem Markt und Wettbewerb alleine überlassenen Entwicklung.

<b>Ziele des Auftraggebers</b>		
<p>Der Auftraggeber, das Zentrum für Technikfolgenabschätzung beim Schweizerischen Wissenschafts- und Technologierat, hat nachstehende Ziele für die Studie formuliert:</p> <p>"Die Problematik der Verkehrstelematik soll umfassend aufgearbeitet werden (technisch-naturwissenschaftliche, gesellschaftliche, ethische, ökonomische, rechtliche und politische Aspekte) und in einem Bericht, der</p>	<p>wissenschaftlichen Anforderungen genügt, dargestellt werden.</p> <p>Der Bericht soll</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einen Überblick über das breite Anwendungsfeld der Verkehrstelematik schaffen und die kritischen Themen und Fragen identifizieren,</li> <li>• den künftigen Handlungsbedarf aufzeigen und Empfehlungen für politische und gesellschaftliche</li> </ul>	<p>Akteure im Bereich der Verkehrstelematik geben und</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorschläge unterbreiten, wie ein gesellschaftlicher Diskurs über konsensfähige Entwicklungspfade in der Schweiz initiiert werden könnte."</li> </ul>

*Handlungsorientierter Ansatz*

Wenn es möglich ist, Gefahren im voraus zu erkennen, warum sollte nicht versucht werden, diese zu vermeiden? Die Studie will nicht nur ein Bild von der durch Verkehrstelematik geprägten Zukunft des Verkehrs zeichnen, sondern auch angeben, wie verkehrspolitische Zielvorstellungen erreicht werden können. Welche Handlungen sind notwendig, um bestimmte Entwicklungen zu initiieren, zu fördern oder um andere zu unterbinden? Hauptaugenmerk liegt dabei auf den Möglichkeiten der Verkehrstelematik. Aber es wird auch darauf eingegangen, welche äusseren Voraussetzungen gegeben sein müssen, damit die Verkehrstelematik sich entsprechend entfalten und ihren Einfluss ausüben kann.

*Beitrag zur Konfliktlösung*

Unter dem Eindruck der allgemeinen Verkehrszunahme sind die Diskussionen zum Thema Verkehr von wachsenden Konflikten geprägt. Die diesen Konflikten zugrunde liegenden Interessengegensätze kann Verkehrstelematik nicht beeinflussen und auflösen. Es kann auch nicht Gegenstand dieser Studie sein, diese Interessen zu bewerten. Unsere Untersuchung soll aber aufzeigen, welche Handlungsansätze aus welchen Interessen

heraus geboten sind. Dabei stellt sich an der einen oder anderen Stelle heraus, dass die unter früheren Voraussetzungen gewachsenen verkehrspolitischen Positionen angesichts der verkehrstelematischen Möglichkeiten überholt sind.

## 2.2 Berichtsaufbau

### *Kapitel 3*

Das Kapitel 3 befasst sich mit dem heutigen Entwicklungsstand in den verschiedenen auf Verkehrstelematik bezogenen Themenbereichen. Es analysiert Anwendungen, welche heute schon verbreitet sind, aber auch Prototyp-Anwendungen. Es zeigt auf, wo die wissenschaftliche Forschung steht und welchen Beitrag die Normierung leistet. Schliesslich wird der heutige verkehrspolitische Diskurs und die darin bezüglich Verkehrstelematik vertretenen Grundpositionen behandelt.

### *Kapitel 4*

Im Kapitel 4 werden die Grundlagen für die Abschätzung der zukünftigen Entwicklungen gelegt. Der methodische Ansatz wird erklärt und es wird gezeigt, wie durch die Auswahl von drei Einsatzbereichen der Verkehrstelematik mittels Szenariotechnik Aussagen über zu erwartende Wirkungen und Handlungsmöglichkeiten formuliert werden können.

### *Kapitel 5 bis 7*

Kapitel 5 bis 7 erläutern die einzelnen Einsatzbereiche. Sie zeigen mögliche Endpunkte der Entwicklung und beschreiben systematisch die Techniken und Anwendungen, welche auf den verschiedenen Entwicklungspfaden zum Einsatz gelangen können. Die vorhandenen Optionen werden aufgrund ihrer Wirkungen bewertet und wesentliche Einflussgrössen dargestellt.

### *Kapitel 8*

In Kapitel 8 werden die Schlussfolgerungen aus der Analyse der Einsatzbereiche dargestellt. Dabei wird insbesondere auf mögliche Synergien und Wechselwirkungen eingegangen.

### *Kapitel 9*

Aus diesen Schlussfolgerungen lassen sich Handlungsempfehlungen ableiten, welche in Kapitel 9 konkretisiert werden, wobei drei Handlungsschwerpunkte gewählt werden.



## 3 Status Quo der Verkehrstelematik

### 3.1 Verkehrstelematik-Anwendungen

#### 3.1.1 Telematik im Bereich der Schieneninfrastruktur

##### *Definition*

Unter dem Druck der Konkurrenz der Strasse, unter finanziellen Zwängen und neuer Kundenorientierung hat bei den Bahnen die Entwicklung telematischer Systeme eingesetzt. Die Zugsicherungstechniken, die über 100 Jahre auf dem Blockabstandsprinzip<sup>1</sup> beruhten, wurden jüngst unter Einbezug der induktiven Zugsicherung bzw. Linienzugbeeinflussung zu einem flexiblen Zugfolgeabstand mit dem europäischen Leit- und Sicherungssystem ERTMS (European Rail Traffic Management System) weiterentwickelt. Hauptelemente sind das auf Kurzstanz-Funk zwischen Zügen und Einrichtungen entlang der Schienen beruhende Zugkontrollsystem ETCS (European Train Control System) und das speziell auf den Bahnbereich zugeschnittene Mobilfunknetz GSM-R (R für Rail). Es wird durch die Systeme eine Kapazitätssteigerung von 15 bis 30 Prozent erwartet. Hauptaufgaben sind zur Zeit<sup>2</sup> die Herstellung von vertikaler (intermodaler) und horizontaler (internationaler) Interoperabilität, Hauptentwicklungen die automatische Zugführung, die Führerstandssignalisation, die Fahrzeug- und Zugüberwachung und die Wagen- und Stückgutdisposition.

##### *Status*

Die mangelhafte horizontale Interoperabilität in Europa (14 Systeme) und der Umstand, dass die Produkte stets für einen sehr kleinen Markt (geringe Stückzahlen) entwickelt werden, führen zu einer gegenüber den anderen Verkehrsträgern stark verzögerten Einführung von Telematik bei den Bahnen. Der erste betriebsmässige Einsatz einer Kommunikationseinrichtung nach ERTMS erfolgte im Jahr 2000 in der Schweiz auf der Pilotstrecke Walenstadt-Landquart. Zur Zeit werden erste Strecken und Lokomotiven regulär mit den Einrichtungen des ERTMS ausgerüstet.

Die horizontale Interoperabilität wird nach Beobachtung von Fachleuten durch Tendenzen der Marktabschottung verzögert. Neuere Verfahren der Zugs-, Lokomotiv- und Wagendisposition sind beschrieben, aber noch nicht umgesetzt [40]. Die automatische Zugführung ist heute für U-Bahnen bereits Realität (Lille, Lyon, Paris, Chicago, Taipeh etc.) und auch Hochgeschwindigkeitszüge der neusten Generation (ICE 3) könnten im Prinzip führerlos fahren.

---

<sup>1</sup> Einteilung der Strecke in Gleisabschnitte (Blöcke); nachfolgender Zug darf erst in einen Block einfahren, wenn dieser ‚frei‘ gemeldet worden ist.

<sup>2</sup> Ergebnis einer Sitzung des Arbeitskreises *telematics@rail* (Vors.: H.Uebel/Alcatel) vom 22.3.02

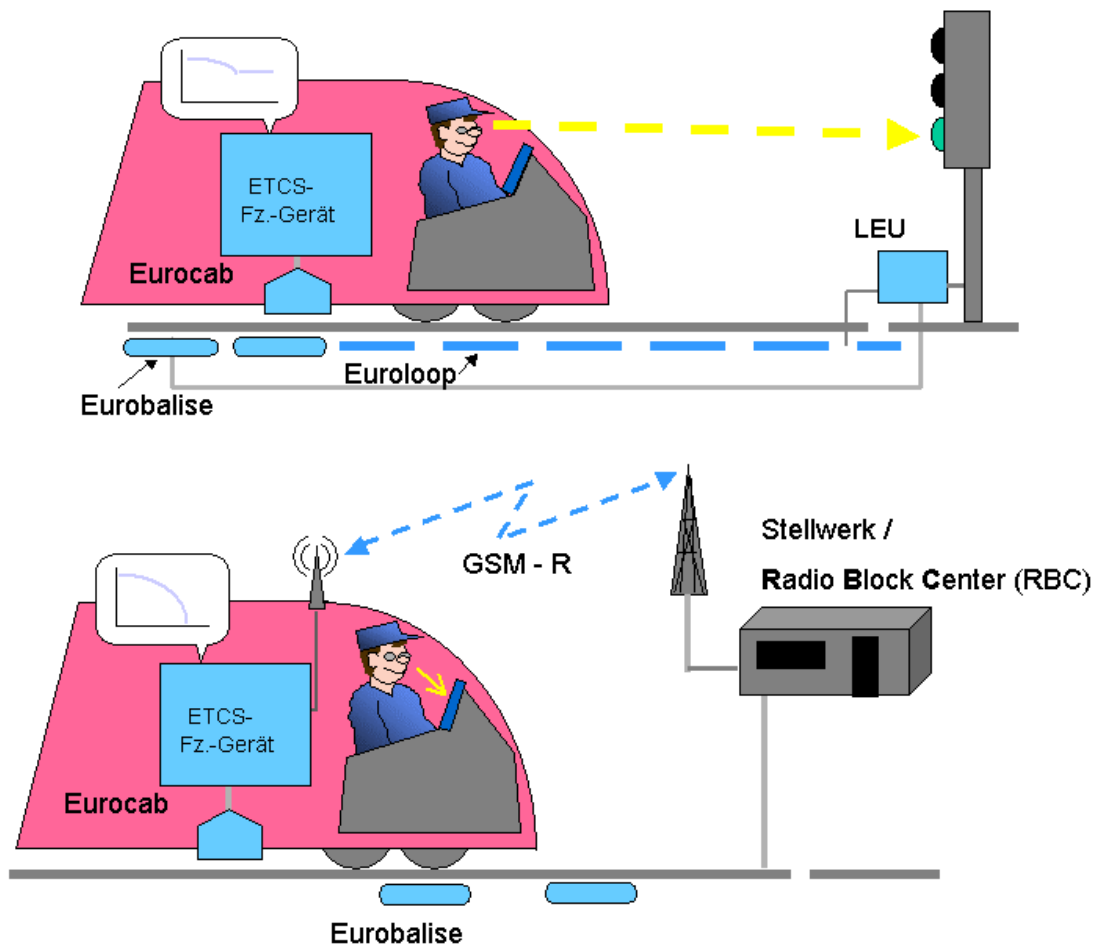


Abbildung 3-1: Funktionsschemen für das European Train Control System (ETCS). Oben die erste Ausbaustufe (Level 1) mit automatischer Zugskontrolle, unten die zweite Ausbaustufe (Level 2) mit der Führerstandssignalisation.

### 3.1.2 Ticketing

#### Definition

Die Tarifsysteme im ÖV sind historisch gewachsen und haben eine hohe und mitunter undurchschaubare Diversität erreicht: Die Schwierigkeiten eines Ticket-Kaufs in einer fremden Stadt sind sprichwörtlich. Die Kosten der Fahrt im Nahverkehr errechnen sich heute aus Zonenmodellen, die wenig Bezug zur Nutzungsdauer und zur Strecke haben. Diese Probleme kann ein Zahlungssystem beheben, das Dauer und Fahrstrecke erfasst, ohne dass die Bedienung für den Fahrgast kompliziert würde [47]. Mit Lösungen, bei denen sich der Fahrgast im Fahrzeug mittels Chipkarten an- und abmeldet, kann jede Fahrt exakt in Rechnung gestellt werden. Zudem lassen sie genaue Aussagen über die Linienbelastung zu. Besonders komfortabel sind Karten bei denen die Erfassung berührungslos geschieht. Für den Kunden kann als Ergänzung der E-Ticketing-Systeme die Vernetzung mit Zusatzdienstleistungen erfolgen: Platzreservierungen per Internet, Tickets für Veranstaltungen, Hinweise auf günstigere Fahrtmöglichkeiten etc. [7].

#### Status

Die Erfahrungen mit Ticketing (z.B. das norwegische Trønderkortet) und Anschlussinfosystemen (z.B. Mobilist Stuttgart) sind überwiegend positiv, doch befinden sich die meisten Systeme noch in der Implementierungsphase. Die Ablösung vorhandener Tarifsysteme erweist sich als problema-

tisch und Zusatzdienstleistungen scheitern oft an mangelnder Finanzierung. Beim Ticketing gibt es grosse Widerstände infolge der Konflikte mit dem Datenschutz. Zudem wird vom Personal der Abbau von Arbeitsplätzen befürchtet. In der Schweiz läuft seit Mitte 1998 das Projekt EasyRide, mit dem alle zum direkten Verkehr gehörigen ÖV-Unternehmungen der Schweiz im Sinne einer Allianz Smart-Card-Systeme vorantreiben. Das für ca. 2010 angestrebte Ziel ist es, sowohl für den Fern- als auch den Regional- und Agglomerationsverkehr bzw. sogar die touristischen Unternehmungen (Seilbahnen) einen berührunglosen walk-in-walk-out-Ansatz zu verwirklichen. Die Vorteile für den ÖV-Kunden bestehen im maximal vereinfachten Ticket-Handling, in der Zeitersparnis, im individuellen Best-Preis-Verfahren und im Verzicht auf die Kenntnis schwer zu bedienender Automaten. Für die Unternehmungen fallen verminderte Distributionskosten, gemeinsame und damit verbilligte Hard- und Softwarebeschaffung, zuverlässige, schnelle und als fast kostenloses Nebenprodukt Frequenzzählungen und Einnahmenezuschreibungen ins Gewicht.

Das EasyRide-Projekt hat bis Ende 2001 vor allem die rasche Einführung von EasyAccess (berührungsfreies Walk-in-walk-out) forciert [58]. In der ersten Jahreshälfte 2001 haben in den Grossräumen Genf und Basel-Elsass Grossversuche mit je dreissig ausgerüsteten Fahrzeugen stattgefunden, welche die hohe Zuverlässigkeit des Systems erwiesen haben (99.2 Prozent von richtig erfassten Fahrten) [59]. Wegen notwendiger technischer Weiterentwicklung ist erst gegen Ende des Jahrzehnts mit der flächendeckenden Umsetzung von EasyAccess zu rechnen.

Noch im Jahre 2002 wollen die SBB mit MyTicket das zuhause oder im Bahnwagen ausdruckbare und elektronisch abzurechnende Billet realisieren. Die Deutsche Bahn hat ein entsprechendes System bereits in Betrieb. EasyTicket, die nächste Generation erleichterter Ticket-Bestellung und Bezahlung am Automaten mittels Chipkarte, wird ab 2003 eingeführt. EasyTicket wird vor allem den Zugang zu städtischen Verkehrsmitteln nochmals vereinfachen.

### 3.1.3 Fahrgastinformation

#### *Definition*

Eine weitere bedeutende telematische Anwendung ist die Fahrgastinformation im laufenden Betrieb durch Anschluss- und Verspätungsanzeige an der Haltestelle und in den Fahrzeugen [68], [71]. Bedingt der Telematik können die Fahrplaninformationssysteme auf dem Internet zugegriffen werden: Ihre Reaktionszeit auf Störungen ist relativ hoch, die meisten Systeme basieren auf statischen Daten.

#### *Status*

Fahrplaninformationssysteme sind für fast alle europäischen Verkehrsunternehmen verfügbar und werden durch regionale, teilweise kommunale Initiativen ergänzt. Zur Expo 2002 wird in den teilnehmenden Städten von der SBB ein ergänzender Dienst angeboten: mit „RailLink“ kann ab Bahnhof ein Mietwagen gebucht werden, in den meisten anderen Informationssystemen sind Mietwagenfirmen nur über Links angebunden. Standard ist auch die Verbindung bzw. Verlinkung mit nicht-verkehrsbezogenen Diensten wie Hotelreservation oder Wetterinformationen. Bei der SBB sind zudem Informationen über das Immobilienangebot, insbesondere über mietbare Parkplätze erreichbar.

Unter dem Projektnamen *MobilCenter* versuchen in der Schweiz die Unternehmungen des öffentlichen Verkehrs zusammen mit den Tourismusorganisationen für rund 1000 Bahnhöfe und Haltepunkte eine öffentlich und einfach zugängliche elektronische Plattform zu entwickeln. Sie soll vor allem ÖV-Kunden in Echtzeit alle relevanten Infos zum ÖV (z.B. Fahrplan, Bahnhofangebote), zur Vernetzung mit Touren im Langsamverkehr, zu lokalen touristischen und kulturellen Offerten und zur Verknüpfung mit dem Privatverkehr (z.B. Car-Sharing) bieten. MobilCenter umfasst ausserdem alle schweizerischen Mobilitätszentralen mit einheitlichem Erscheinungsbild. Es soll im Rahmen des vom Bund geförderten Projektes *SchweizMobil* bis 2006 verwirklicht sein.

### 3.1.4 Intermodaler Routenplaner

#### *Definition*

Der intermodale Routenplaner verknüpft mehrere Reise- und Informationsmodi zu einem innovativen Auskunft- und Planungssystem für individuelle Mobilitätsfragen. Dazu werden auf Verkehrsnetzen (einschliesslich Fuss und Radwegnetz) die dynamisch aktualisierten Fahrtmöglichkeiten der verschiedenen Verkehrsträger übereinandergelegt und die Verknüpfungspunkte identifiziert. In dem so entstehenden Netz werden die Bestwegrouten gesucht und dem Nutzer angezeigt. Auf diese Weise können Transporte unmittelbar vor Fahrtantritt optimal geplant werden. Als Kommunikationsmedien mit dem Zentralrechner dienen Internet, mobiles Internet und sogenannte "Personal Travel Assistants" (PTA), eine Form der "Personal Digital Assistants" mit mobiler Datenübertragung und Positionsbestimmung. Für Personen ohne direkten Zugang zu elektronischen Informationsmedien sind intermodale Routenplaner über Mobilitätszentralen persönlich oder telephonisch erreichbar.

#### *Status*

Zur Zeit werden meist nur Testbetriebe gefahren (Schweiz: TRANS3 in der Region Basel, Deutschland: DOM, Mobilist; Entwicklungen im Rahmen des österr. Vorhabens Logistik Austria Plus, etc.). Das Bundesamt für Strassen (ASTRA) hat in der Schweiz einen intermodalen Routenplaner für den Schwerverkehr im Alptransit eingeführt. Wegen des hohen Informations- und Vernetzungsbedarfs ist keine Anwendung in Flächenstaaten absehbar, jedoch wurde ein hoher Detaillierungsgrad der Systemarchitektur im Rahmen des amerikanischen ITS-Programms (Intelligent Transportation Society of America) entwickelt (siehe 3.2.4). Aufgrund der grossen Fülle an Daten und der zur sicheren Bestwegsuche nötigen relativ kurzen Aktualisierungsintervalle ist die benötigte Rechnerleistung sehr gross.

### 3.1.5 Routing

#### *Definition*

Mit Hilfe von Navigationssystemen wird eine optimale Route für eine Fahrt berechnet. Fahrtanweisungen werden auf einem Display im Fahrzeug angezeigt und in der Regel auch per Sprachausgabe an den Fahrzeugführer gegeben. Die Systeme basieren auf GPS-Ortungsverfahren, elektronischem Kompass, Information des Tachometers und digitalen Strassenkarten. Beim dynamischen Routing werden auch Informationen über die aktuelle Verkehrslage (Staus, Wetterdaten) vom System ausgewertet und eine Alternativroute wird bei Bedarf den Bedingungen entsprechend errechnet. Das System erhält die codierten Verkehrsinformationen von Radiosendern

über einen speziellen Datenkanal (Radio Data Service/ Traffic Message Channel oder Digital Audio Broadcasting). Durch dynamisches Routing soll für den Fahrer ein Zeitgewinn entstehen, zum einen durch die Umfahrung von Staus, zum anderen durch schnellere Zielfindung in unbekanntem Umgebungen. Optimale Routen lassen sich auch vor Fahrtantritt über entsprechende Internet-Dienste bestimmen. Auch hierbei können Verkehrsinformationen berücksichtigt und ebenso Angaben über die zu erwartenden Reisezeiten gemacht werden.

#### Status

Navigationssysteme sind mittlerweile ausgereift und weit verbreitet. Der Absatz, sowohl ab Werk als auch für Nachrüstsysteme betrug 1999 in Europa 500'000 Geräte, für das Jahr 2000 750'000. Bis Ende 2001 sollen, so eine Schätzung des ADAC, europaweit 2,7 Millionen Fahrzeuge mit einem Navigationssystem unterwegs gewesen sein. Für dynamische Systeme wurde für 2001 eine Zahl von 700'000 Fahrzeugen für Deutschland vorhergesagt [9]. Die grossen Automobilhersteller bieten solche Systeme in den gehobenen Klassen in Neuwagen bereits serienmässig an. Auch grosse Elektronikkonzerne haben schon seit einigen Jahren entsprechende Systeme im Angebot. Neben der Routenbestimmung im Fahrzeug sind Dienste vorhanden, die Routen zentral berechnen und zum Beispiel über PDA oder Mobiltelefone in die Fahrzeuge übermitteln.

Aktuelle Daten zur Verkehrslage im MIV und ÖV (Stau, Baustellen, Verspätungen) können vor der Fahrt in unterschiedlicher Qualität und Detailliertheit für Länder (einschliesslich Schweiz), Regionen oder grössere Städte per Internet oder Handy abgerufen werden. Im Internet wird die aktuelle Verkehrslage an Verkehrsschwerpunkten häufig zusätzlich per Webcam dargestellt. So lässt sich der ideale Zeitpunkt für einen Fahrtantritt bestimmen. Die Möglichkeit des Handyabrufs macht eine Abstimmung der Informationen auf den Kunden möglich. Durch die Angabe der täglichen Fahrstrecke wird der Nutzer über das Verkehrsaufkommen informiert. Im Falle eines Staus bekommt er rechtzeitig eine Nachricht und kann so einen anderen Abfahrtszeitpunkt oder eine andere Strecke wählen. Die Informationen zur Verkehrslage schliessen oft Kurzzeitprognosen zum fließenden und ruhenden Verkehr ein (z. B. Projekt „Intermobil Region Dresden“, Projekt „BayernInfo“). Verkehrsdaten für dynamische Navigationssysteme sind in Europa weit verbreitet (Schweiz, Dänemark, Finnland, Frankreich, Italien, Deutschland, Niederlande, Spanien, Schweden und Grossbritannien).

### 3.1.6 Parkleitsysteme

#### Definition

Parkleitsysteme geben dem Autofahrer Hinweise über freien Parkraum auf Parkplätzen, in Parkhäusern oder -tiefgaragen. Es werden Daten über die Belegung z.B. des Parkhauses erhoben (Zählung der Ein- und Ausfahrten, Meldungen von Parkscheinautomaten) und an eine Leitstelle weitergeleitet, wo sie in das System der Anzeigetafeln entlang der Strassen eingespeist werden. Ziel ist es, durch eine zielgerichtete Führung den Parksuchverkehr und somit die Emissionen zu reduzieren.

#### Status

Parkleitsysteme gibt es in vielen Städten bereits seit einigen Jahren. Waren die Informationen nur vor Ort auf den Anzeigetafeln zu sehen, sind sie jetzt häufig per Internet als Pre-Trip-Informationen abrufbar, so beispielsweise in den Städten Bern, Luzern und Zürich. Für die Städte Regensburg,

Köln, Bern und Teile Berlins sind z.B. die Daten der Parkleitsysteme neben dem Internet auch per WAP abrufbar, was noch auf weitere Städte ausgedehnt werden soll. Weitere Übertragungsmöglichkeiten sind Digital Audio Broadcasting (DAB) und Videotext. In Köln werden in einem Pilotprojekt die Parkraumdaten direkt in die Navigationssysteme der Fahrzeuge übertragen (Cologne Parkinfo) [43].

### 3.1.7 Flottenmanagement

#### *Definition*

Flottenmanagementsysteme werden zur effizienteren Ablaufgestaltung hauptsächlich im Gütertransport (sowohl Strasse als auch Schiene) und im Spezialtransport (z.B. Behindertentransporte) eingesetzt. Vor allem bei der Bildung von Transportketten (kombinierter Verkehr) werden Telematiksysteme zur Vernetzung der Verkehrsträger und zur Sendungsverfolgung (Tracking and Tracing) eingesetzt.

Flottenmanagementsysteme basieren meist auf Fahrzeuggeräten mit GPS und drahtloser Verbindung zur Zentrale (z.B. per GSM), so dass der Aufenthaltsort der Fahrzeuge und somit der zu transportierenden Ware jederzeit abrufbar sind. Im Bereich des Auftragsmanagements unterstützen Flottenmanagementsysteme die Prozesse von der Auftragsübernahme bis zur Transportdurchführung (Disposition, Tourenplanung und Informationsverwaltung). Leerfahrten werden so vermieden, Ankunftszeiten können dem Kunden avisiert werden. Weitere Funktionen sind die technische Fahrzeugüberwachung und das Fuhrparkmanagement [13].

#### *Status*

Im Bereich der Flottenmanagementsysteme gibt es bereits ein breites Paket von Lösungsmöglichkeiten mit unterschiedlichsten Endgeräten und Softwareanwendungen [73]. Vor allem im Bereich der Kurier- und Paketdienste werden diese Telematikanwendungen eingesetzt. Die Sendungsverfolgung ist weit verbreitet (50%), ebenso die Tourendisposition (40%). Technisch basieren die heutigen Lösungen für die Ortung meist auf GPS. Es gibt auch Anbieter, die Techniken mit Handy-Ortungsverfahren einsetzen. Für die Übertragung von Daten vom und ins Fahrzeug wird meist SMS eingesetzt. Zunehmend gibt es auch Online-Varianten, bei denen die Daten (Fahrzeugposition, Ladungsstatus, Tourenverlauf) sich direkt per Internet vom Server des Telematikdienstleisters abrufen lassen. Damit kann jederzeit und von jedem Ort auf die Informationen zugegriffen werden. Neben den Elektronikunternehmen entwickeln, in Allianzen mit Softwareherstellern, auch immer mehr die Hersteller von Nutzfahrzeugen entsprechende Systeme. Einige Anbieter bieten Erweiterungsmöglichkeiten wie die Alarmauslösung bei Pannen oder einen Staumonitor an.

### 3.1.8 Verkehrssicherheit

#### *Definition*

Telematische Verkehrssicherheitssysteme dienen der Gewährleistung des Schutzes von Menschen und Gütern gegen Verletzung, Beschädigung oder kriminelle Delikte. Bei den Fahrzeugführerassistenz- und Warnsystemen steht die Zuführung von ergänzenden Informationen zur umgebenden Situation (z.B. geltende Tempolimits) an den Fahrer im Vordergrund [74]; bei Notfallmeldungen werden sowohl automatische Unfallmeldungen (aus Fahrzeugzuständen wie plötzliches Bremsen oder Airbag-Auslösung) wie auch Notrufe durch den Fahrer verarbeitet; Diebstahlschutz und Verfolgung

gestohlener Fahrzeuge sowie automatisierte Verkehrsüberwachung sind weitere Anwendungsbereiche.

*Status*

Die Bandbreite der entwickelten und erprobten Anwendungen ist bei den Fahrzeugführerassistenz- und Warnsystemen ausserordentlich gross. Sie reicht von der intelligenten Geschwindigkeitsüberwachung (z.B. Projekt ISA in Schweden) bis zur Warnung vor Alkoholfahrt. Im Bereich der automatischen Verkehrskontrolle ist unter anderem in den Niederlanden ein System zur flächendeckenden Registrierung von Geschwindigkeitsübertretungen auf Autobahnen im Aufbau. Notruf-Systeme sind zum Beispiel im Zusammenhang mit Projekten des Deutschen Bundesministeriums für Bildung und Forschung (Projekt AIDA) entwickelt worden; eine reale Anwendung bieten Mobilfunkanbieter, die eine Zusatzapplikation zum Einbaukit für Freisprechanlagen nutzen. In den USA existier(t)en Pilotprojekte (IM-Incident Management) im Rahmen der Metropolitan Model Deployment Initiative. Diebstahlschutz-Systeme mit ferngesteuerter Motorabschaltung finden beim Lkw Anwendung, in Oberklassen-Fahrzeugen der führenden Automobilhersteller sind Ortungs- und Meldungssysteme als Sonderausstattung verfügbar.

### 3.1.9 Rechnergestützte Betriebsleitsysteme

*Definition*

Mit Hilfe von Rechnergestützten Betriebsleitsystemen (RBL) werden dispositive Massnahmen in Leitstellen des Öffentlichen Personennahverkehrs eingeleitet, um z.B. Anschlüsse an Umsteigehalttestellen zu gewährleisten. Sie ermöglichen den Informationsaustausch zwischen Fahrzeugen und Leitstelle sowie unter den Fahrzeugen und zwischen Fahrzeugen und Streckeneinrichtungen. Dies geschieht auf der Basis von integrierten Bordinformations- und Kommunikationssystemen. Geortet werden die Fahrzeuge durch Wegstreckenmessung, Funksender entlang der Strecke oder durch GPS, wodurch sich ihr Standort ständig im Netz verfolgen lässt. Ziel ist es u.a., Verspätungen zu reduzieren. Die Daten der Rechnergestützten Betriebsleitsysteme bilden die Grundlage für dynamische, zeitnahe Fahrgastinformationssysteme, mit denen über Ankunftszeiten, Verspätungen oder Betriebsstörungen informiert werden kann.

RBL werden häufig noch durch Systeme zur Priorisierung des ÖV und Sicherung von Anschlüssen ergänzt (z.B. Freigabesignalanforderung, Fahrzeugabmeldung an Lichtsignalanlagen) [16].

*Status*

Rechnergesteuerte Betriebsleitsysteme sind weltweit in zahlreichen Städten seit einigen Jahren im Einsatz und wurden ständig verbessert. Innerhalb der Projektes „Mobilist“ wird beispielsweise in der Region Stuttgart ein Informationssystem aufgebaut, mit dem Fahrgäste über Abfahrtstafeln, Monitore in den Fahrzeugen und Bildschirme in den Stationen über Anschlüsse etc. informiert werden sollen. In Genf und anderen Schweizer Städten sind an den Busstationen Informationsterminals installiert, die Echtzeit-Informationen über Busabfahrten anbieten.

### 3.1.10 Dynamische Verkehrssteuerung Linien und Netze

*Definition*

Die dynamische Verkehrssteuerung ist als Beitrag zur Effizienzsteigerung des Strassennetzes zu verstehen. Ihr Ergebnis soll eine Optimierung von

Netzeingriffen zur Reduktion der Staulängen, Emissionen und Unfälle sein. Dazu werden einzelne Elemente der netzwerkstabilen Steuerung, insbesondere Lichtsignalanlagen und Wechselwegweisungen, so verändert, dass sich rechnerisch der erwartete Verkehrszustand im Netz verbessert. Die Berechnung geschieht per Kurzfristprognose auf der Basis von Ist-Daten – Querschnittsbelastungen, Staulängen, Witterung etc. – in Verknüpfung mit Erfahrungswerten, z.B. Ganglinien. Die Strategien der Veränderung sind teilweise heuristisch, teilweise strukturiert; neuere Verfahren verwenden zur Berechnung des Folgezustands bzw. seiner Regelungsmechanismen ein evolutionäres Modell [10].

Status

Der hohe Datenaufwand und die erforderliche Rechnerleistung haben dazu geführt, dass die in Forschung und Entwicklung sehr detailliert beschriebenen Entwürfe bislang nicht befriedigend umgesetzt worden sind. Die Mitte der 90er Jahre für die Städte des Forschungsverbands Verkehrssimulation und Umweltwirkungen in Nordrhein-Westfalen entwickelten dynamischen Simulationen werden nur in Teilnetzen zur Steuerung verwendet [21].

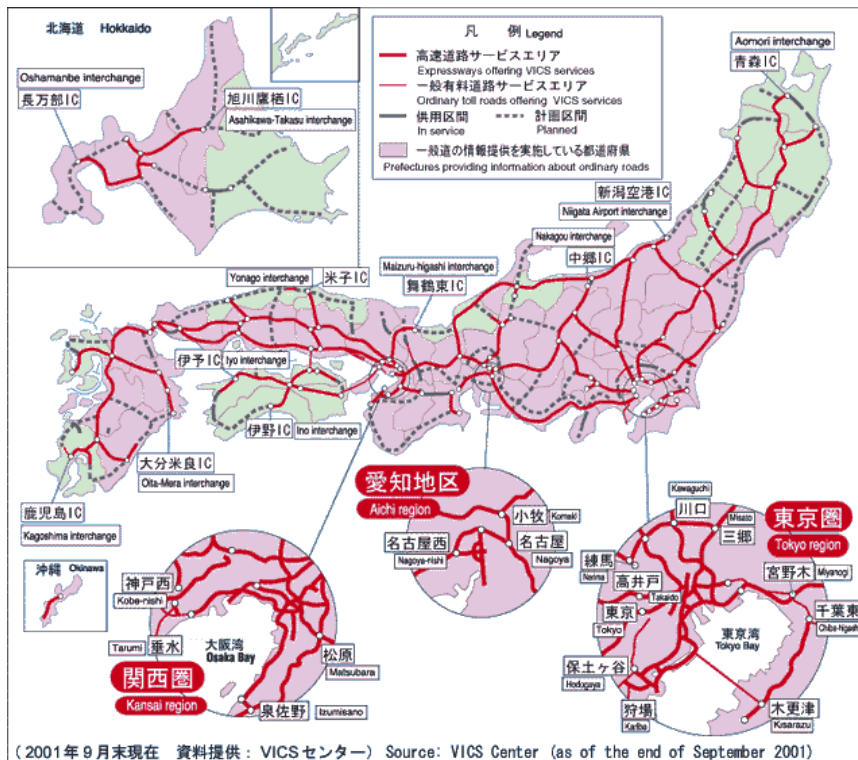


Abbildung 3-2<sup>1</sup>: Mit Ramp-Metering und VICS ausgerüsteten Strecken in Japan

Im Rahmen eines Eigenprojekts der TA-Akademie Stuttgart<sup>2</sup> wurden zwei Hemmnisse identifiziert: Kommunale Entscheidungsträger verfügen nicht über Wissen zu den Einsatzmöglichkeiten solcher Systeme und Entwickler sind selten bereit, ihre Systeme anhand von Anforderungsprofilen bzw. Lastenheften prüfen zu lassen. Für Teilbereiche städtischer Netze liegen Erfahrungen über die Verwendung von Kombinationen aus dynamischer Si-

<sup>1</sup> Abbildung aus [www.its.go.jp/ITS/index/indexHBook.html](http://www.its.go.jp/ITS/index/indexHBook.html) →section3

<sup>2</sup> Projekt „Effiziente Infrastruktur“ in Vorbereitung; telefonische und persönliche Interviews.



mulation, LSA-Steuerung und Störungsmanagement vor: Graz, Köln, Kopenhagen und Piräus haben Netzbereiche der Grösse zwischen 22 und 135 Lichtsignalanlagen mit diesem Teilsystem ausgerüstet. Die Zuflussdosierung (Ramp Metering, vgl. Kapitel 7.2) auf der Basis von Mikrosimulationen [69] ist weltweit erprobt und kann als eingeführt gelten: ITS-Publikationen in den USA nennen sie ebenso wie das japanische ITS-Handbook. Es ist in Japan mit dem Vehicle Information and Communication System (VICS) verbunden.

### 3.1.11 Verkehrsbeeinflussungssysteme

#### *Definition*

Durch rechnergesteuerte Verkehrsbeeinflussungsanlagen wird der Verkehr zum einen mittels strassenseitiger Anzeigetafeln über die aktuelle Verkehrslage informiert, zum anderen wird er aktiv beeinflusst. Erfasst wird die Verkehrs- und Wetterlage mittels Sensoren, Videokameras oder Induktionsschleifen im Strassenbelag. Die Informationen werden zentral gesammelt, verarbeitet und das Ergebnis in die flexiblen elektronischen Anzeigen eingespeist. Die Verkehrsleitsysteme passen die Vorgaben zur Höchstgeschwindigkeiten den aktuellen Verkehrs- und Wetterverhältnissen an und warnen zusätzlich vor Gefahren wie Stau, Nebel und Unfall. Mit Verkehrslenksystemen wird der Verkehr durch variable Wechselwegweiser auf weniger belastete Alternativrouten umgeleitet.

#### *Status*

Systeme zur Verkehrsbeeinflussung sind bereits seit einigen Jahren im Einsatz, hauptsächlich auf Autobahnen.

Auf dem Schweizer Nationalstrassennetz gibt es erste Wechseltextanzeigen zur regionalen und nationalen Verkehrslenkung. Sie beschränken sich zur Zeit auf Anlagen in den Kantonen Basel-Land, Solothurn, Zug und Tessin. Weitere Anlagen befinden sich in der Planung. Seit Sommer 2000 wird am Baregg-Tunnel Staumanagement durch Wechselsignale und Wechseltextanzeigen betrieben. Ein weiteres System umfasst beispielsweise die Angabe von voraussichtlichen Reisezeiten zwischen ausgewählten Referenzpunkten, so dass Autofahrer sich aufgrund der bereitgestellten Informationen gegebenenfalls für eine Alternativroute entscheiden können (Paris).

### 3.1.12 Erfassung von Strassenbenutzungsgebühren (Road Pricing)

#### *Definition*

Durch elektronische Systeme zur Erhebung von Strassenbenutzungsgebühren werden Mautstellen an Autobahnen oder anderen gebührenpflichtigen Strassen potenziell überflüssig, denn die Erfassung des Fahrzeugs und die Abrechnung der Gebühren für eine gefahrene Strecke erfolgt automatisch im Vorbeifahren. Es gibt dazu drei grundsätzlich verschiedene technische Ansätze:

1. Die Fahrzeuge werden mit einfachen Geräten ausgerüstet, welche mit sogenannter Dedicated Short-Range Communication (DSRC) über kurze Distanz Daten mit einer neben oder über der Strasse angeordneten Funkbake austauschen. Es ist sowohl eine Abbuchung der Gebühr im Fahrzeuggerät als auch in einer Zentrale möglich, welche mit den Funkbaken verbunden ist. Bei der Abbuchung im Fahrzeug liefert die Bake die Information, welche Gebühr abzuliefern ist. Bei der zentralen Abbu-

chung dagegen liefert das Fahrzeuggerät die Information, auf welchem Konto eine Gebühr abzubuchen ist.

2. Auf die Funkbaken kann verzichtet werden, wenn etwas aufwändigere Fahrzeuggeräte eingesetzt werden, welche über eine ortsunabhängige mobile Datenverbindung mit einer Zentrale Daten austauschen und durch Vergleich der über GPS festgestellten Fahrzeugposition mit den im Gerät gespeicherten Positionen von Gebührenstellen automatisch eine Gebührenabbuchung auslösen.
3. Die neuste Methode sieht vor, dass für die Fahrten auf gebührenpflichtigen Strecken vor Fahrtantritt zum Beispiel an einem Automaten oder über Internet eine Berechtigung erlangt und dafür eine Gebühr entrichtet wird. Die Berechtigung ist gebunden an Informationen zum Identifizieren des Fahrzeuges, d.h. in der Regel an das Nummernschild. Mit Videokameras mit automatischer Bildauswertung entlang der Strecke können die Fahrten mit den Berechtigungen abgeglichen werden.

#### *Status*

Systeme auf der Basis von DSRC sind weltweit schon weit verbreitet (z.B. Italien, Frankreich, Norwegen, Portugal, USA, Japan, Australien, Singapur, Chile). Die Autobahngebühren für LKW in Deutschland sollen demnächst auf der Basis eines mit GPS-Technik und mobiler Datenübertragung über GSM ausgerüsteten Fahrzeuggerätes eingezogen werden und auch Österreich, die Niederlande und Grossbritannien erwägen ähnliche Systeme. Ein auf Videokameras basierendes System wurde im kleinen Rahmen erstmals in Kanada eingesetzt. Es soll demnächst in London und als Ergänzung für nicht mit Fahrzeuggeräten ausgerüsteten Fahrzeugen auch bei der Autobahngebühr für Lastwagen in Deutschland eingesetzt werden. In der Schweiz wird für die leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (LSVA) ein auf DSRC basierendes, aber um einige Elemente (unter anderem GPS und Übernahme der Distanzinformation vom Fahrtenschreiber) erweitertes Fahrzeuggerät eingesetzt [55].

### **3.1.13 Automatische Kontrolle**

#### *Definition*

Zur automatischen Überwachung von Verkehrsregeln unter dem Ziel der Sicherheitssteigerung werden einige der Technologien der Verkehrsflussüberwachung verwendet, z.B. Geschwindigkeitssensoren. Die Systeme kombinieren dafür ein Videogerät und einen spezifischen Sensor. Wichtigstes Element ist die zuverlässige Fahrzeugidentifikation, für welches neben Videokameras mit automatischer Nummernschilderkennung auch Systeme der Automatic Vehicle Identification (AVI) mit Datenübertragung über Funk eingesetzt werden können.

#### *Status*

Anwendungen automatischer Kontrollen sind Geschwindigkeitskontrolle, Gewichtskontrolle und die Rotlichtüberwachung. Daneben werden mit dem System in den USA auch die Fahrt auf reservierte Fahrstreifen (dedicated commuter lanes) oder innerstaatliche Fahrberechtigungen überwacht. Da ein wichtiges Grundelement der Anwendung ein zentralisiertes Register von Fahrzeugdaten ist, lässt sich das System schwer über nationale Grenzen der Länder Europas ausdehnen. Um diese Schwierigkeiten einer einheitlichen Datengrundlage zu überwinden, gibt es z.B. eine grenzüber-

schreitende Zusammenarbeit in Skandinavien – zwischen Norwegen, Schweden und Dänemark.

## 3.2 Wissensstand Forschung

### 3.2.1 Allgemeine Übersicht

*Entwicklung und Beteiligte* Mit der allgemeinen Verfügbarkeit hochleistungsfähiger Rechnersysteme und mit den seitdem möglichen Realisierungen entwickelte sich die Verkehrstelematikforschung als eigenständiger Zweig der Verkehrswissenschaften<sup>1</sup>. Als quasi Geburtsdatum der Verkehrstelematikforschung kann die erste HEUREKA-Konferenz des Jahres 1983 gelten. Seitdem hat sich das Forschungsfeld ausserordentlich dynamisch entwickelt. Kaum eine Forschungsinstitution der Verkehrsbereiche von Ingenieurwesen, Informatik, Logistik, Geographie, Stadtplanung und Wirtschaftswissenschaften verweist nicht auf ihr Engagement in Sachen Telematik. Das hat auch dazu geführt, dass die Kommunikationsforen wenig dauerhaft sind und viele Parallel- bzw. Doppel-Entwicklungen vorgenommen werden.

*Mängel in der Dokumentation* Bei der Recherche zu diesen Abschnitten haben sich drei Faktoren als ausserordentlich störend erwiesen:

- Die Forschung ist weltweit in zahllose Einzelinitiativen zersplittert, zwischen denen Kommunikation kaum stattfindet. Die Teilnehmer von grösseren Verbänden wie dem ITS-Programm oder von der HEUREKA erfassen nur einen kleinen Teil der Forschung.
- Die veröffentlichten Studien und Projekte sind hinsichtlich ihrer Qualität sehr unterschiedlich; es fehlt eine Institution, die eine regelmässige Review vornehmen könnte. Die im Internet gefundenen Projekte sind zu einem grossen Teil als Absichtserklärungen zu fassen und halten einer Prüfung selten stand.
- Die industrielle Forschung ist kaum zugänglich. Die entscheidenden Entwicklungen werden in den gesicherten Unternehmensbereichen vorangetrieben. Dies gilt nicht nur für die Automobilkonzerne, sondern auch für Consultings, die Marktvorteile von Telematik-Kompetenzen erwarten können. Davon betroffen sind auch Ergebnisse aus Kooperationen zwischen öffentlichen und privaten Einrichtungen.

Die folgenden Ausführungen sind unter diesen Vorbehalten als sehr grobe Übersicht zu werten.

### 3.2.2 Forschungsprogramme und -projekte in der EU und ihren Mitgliedstaaten

*Dominanz der EU-Förderprogramme* In den EU- bzw. EU-assozierten Staaten ist das Forschungsgeschehen stark von den Förderprogrammen der EU abhängig, die eigenstaatlichen Forschungsprogramme sind stark reduziert worden [24]. Die von der EU geförderten Projekte hatten und haben einen wesentlichen Anteil an der Entwicklung und Umsetzung von Verkehrstelematikanwendungen in Europa. Mit ihren Rahmen- und Zusatzprogrammen förderte die EU theoretisch

<sup>1</sup> Fundstellen zur Verkehrstelematik-Forschung finden sich über die in [1] bis [6] angegebenen Internetportale.

sche Untersuchungen, technische Machbarkeitsstudien bzw. Pilotprojekte und Feldversuche.

*DRIVE und Rahmenprogramme*

Während die ersten Programme im Bereich der Verkehrstelematik wie DRIVE I/ DRIVE II (Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe, 2. und 3. Rahmenprogramm von 1988-1991 bzw. 1992-1994) den Entwurf von Systemen und Feldversuche zum Inhalt hatten, lag der Schwerpunkt der Folgeprogramme (4. und 5. Rahmenprogramm) im wesentlichen auf der Validierung, Implementierung und Bewertung der Systeme [2].

*PROMETHEUS*

Im Rahmen des EUREKA-Rahmenprogramms standen im Projekt PROMETHEUS (Programme for a European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety 1986-1994) fahrzeugseitige Verkehrstelematiksysteme im Vordergrund. Mit Hilfe elektronischer Spitzentechnologie sollte der Strassenverkehr in Europa sicherer, komfortabler und umweltfreundlicher gemacht werden. PROMETHEUS wurde von der deutschen Automobilindustrie initiiert. Im Gegensatz zu PROMETHEUS wurden in den Programm DRIVE I und II schwerpunktmässig strassenseitige Systeme entwickelt, die in der zweiten Phase in Versuchen umgesetzt wurden.

*4. Rahmenprogramm*

Das Forschungs- und Entwicklungsprogramm „Telematics Applications Programme (TAP)“, ein Unterprogramm des 4. Rahmenprogramms der Europäischen Kommission, förderte die Entwicklung von Telematik im Verkehrswesen. Insgesamt 110 Projekte wurden mit einem Budget von ca. 220 Mio. € unterstützt. Schwerpunkte waren Fahrerinformation, Intermodalität und öffentlicher Verkehr sowie Netzwerk- und Verkehrsmanagement. In allen Projekten wurden Telematikanwendungen entwickelt und validiert. Sie deckten die gesamte Kette von der Datenerfassung und Weiterverarbeitung bis zur Übertragung und zum Empfang ab.

Mehrere Institutionen, Firmen oder Städte kooperierten für die gemeinsame Projektarbeit. Die Fülle von Projekten und der oft unklare Status – oftmals ist nicht zu erkennen, in welche Anwendung in einer Stadt die Ergebnisse geflossen sind und ob sie überhaupt noch weiterverfolgt werden – machen eine Auswertung der Ergebnisse sehr schwierig.

Neben dem TAP gab es innerhalb des 4. Rahmenprogramms das Unterprogramm ESPRIT (European Strategic Programme for Research and development in Information Technology) mit Fokus auf Informatikdesign.

*5. Rahmenprogramm*

Innerhalb des 5. Rahmenprogramms (1998-2002) werden Projekte zum Thema Verkehrstelematik in drei thematischen Programmen gefördert, denen wiederum mehrere Leitaktionen zugeordnet sind. Leitaktionen mit Bezug zur Verkehrstelematik sind „Systeme und Dienste für den Bürger“, „Nachhaltige Mobilität und Intermodalität“, „Landverkehrstechnologien und Meerestechnologien“ und „Stadt von morgen und kulturelles Erbe“. Die Leitaktion „Systeme und Dienste für den Bürger“ hat beispielweise den Handlungsschwerpunkt „Verkehr und Tourismus“ mit den Clustern „Mobilität und Intelligente Infrastruktur für den Verkehr“, „Intelligente Fahrzeuge“ und „Intelligente Systeme für den Tourismus“. Insgesamt werden 88 Projekte mit einem EU-Finanzierungsvolumen von 1025 Mio. € gefördert.

<i>6. Rahmenprogramm</i>	Im 6. Rahmenprogramm (2002-2006) wird der Forschungsbereich „Information Society Technologies“ den Schwerpunkt auf Fahrzeuginfrastruktur und tragbare Systeme für integrierte Sicherheit legen sowie die Bereiche „advanced logistics infomobility“ und „location based services“ berücksichtigen.
<i>Euroregionale Projekte</i>	Die Generaldirektion Verkehr und Energie der EU unterstützt seit 1995 fünf sogenannte „Euro-Regionale Projekte“ [44]. Sie fördern den Aufbau von grenzüberschreitenden Verkehrsmanagementsystemen innerhalb und zwischen Nachbarländern. Die fünf Projekte erstrecken sich über zwölf Mitgliedsstaaten der EU sowie Norwegen und die Schweiz.
<i>Nationale Programme</i>	Als Beispiel eines nationalen Programmes in EU-Staaten ist das deutsche MoTiV zu nennen (Laufzeit 1996-2000) [20]. In seinem Rahmen wurden Grundlagen für neue IT-gestützte Dienste zur Bereitstellung verkehrsträgerübergreifender Informationen entwickelt und die Realisierbarkeit von Telematikanwendungen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit auf der Straße erarbeitet. Im Nachfolgeprojekt „Mobilität in Ballungsräumen“ (1998-2003) werden in fünf Projekten (WAYflow Frankfurt/Main, StadtInfo Köln, MOBINET München, Mobilist Stuttgart; InterMobil Dresden) mit einem Gesamtfördervolumen von ca. 78 Millionen € technische Systeme zur verbesserten Kapazitätsauslastung von Verkehrsmitteln und -infrastrukturen und flexiblen und effizienten Anpassung an die individuelle Transportnachfrage entwickelt.
<i>Erfahrungen</i>	Obwohl von den verschiedenen Förderprogrammen in Europa wesentliche Impulse für die Verkehrstelematik ausgingen, sind die Erfahrungen insgesamt zwiespältig. Trotz prognostizierter positiver Effekte wurden viele Projekte nach Wegfall der Förderung nicht weiterverfolgt oder Einführungshürden erwiesen sich als weit hartnäckiger als erwartet. Insgesamt hat sich die Verkehrstelematik in Europa wesentlich weiterentwickelt, aber niemals so rasch, wie dies ursprünglich erwartet worden war.

### 3.2.3 Forschungsprogramme und -projekte in der Schweiz

<i>Nationales Forschungsprogramm 41 Verkehr und Umwelt</i>	Im Nationalen Forschungsprogramm 41 „Verkehr und Umwelt: Wechselwirkungen Schweiz – Europa“ (NFP 41), welches unter der Schirmherrschaft des Schweizer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung stand, wurden im Modul E „Verkehrssystemmanagement: Potentiale und Auswirkungen“ insgesamt 5 Projekte durchgeführt [51]. Sie sollten zum einen die Fragen nach den heutigen und künftigen technischen Möglichkeiten im Bereich von Verkehrssystemen sowie nach deren Wirkungen auf das Verkehrsgeschehen und die Umwelt beantworten und zum anderen die politischen Weichenstellungen im Hinblick auf eine nachhaltige Verkehrsentwicklung vorbereiten. Während das Projekt E5 „Perspektiven der Verkehrstelematik“ übergeordneten Charakter hatte, beschäftigten sich die anderen vier Projekte mit konkreten Anwendungen im Bereich der Verkehrstelematik (Integrierte Kundeninformation im öffentlichen Verkehr, Internationale abgestimmte Abgabeerhebung im Schwerverkehr, Datennutzung für Verkehrsmanagementsysteme, VISUM (Verkehrsinformationssystem und Umweltmanagement)).
--	---

Auch in den anderen Modulen gab es Projekte mit Bezug zur Verkehrstelematik, wie z.B. eine Abschätzung der Wirkungen des Verkehrssystemmanagements in der Schweiz oder eine Untersuchung zum Potential von Carpooling (Projekte A4 und A5). Innerhalb des Moduls D „Politische und ökonomische Strategien und Rahmenbedingungen“ wurde die Akzeptanz für Road Pricing näher beleuchtet, indem in Bern, Genf und Zürich repräsentative Umfragen durchgeführt wurden.

Da das Forschungsprogramm eher auf die Erarbeitung von Grundlagen ausgerichtet war, konnte es kaum einen Entwicklungsschub der Verkehrstelematik in der Schweiz auslösen, aber immerhin an einigen Stellen ein Bewusstsein für die Möglichkeiten und Probleme schaffen.

*Swiss Transport Research Conference*

Das NFP 41 wurde Ende Januar 2001 abgeschlossen. Weitergeführt werden die Forschungen/Ideen des NFP 41, die angewandte Forschung betreffend, vom Bundesamt für Raumentwicklung (Übersicht Verkehrsforschung Schweiz und EU). Ein Forum für Verkehrswissenschaftler bildet die „Swiss Transport Research Conference“, die sich u.a. auf ihren Veranstaltungen mit den Fragen der Verkehrstelematik befasst (Session ITS) [5].

*Strassenforschung des Bundes, VSS, SVI*

Vom Bundesamt für Strassen (ASTRA), vom Schweizerischen Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) und Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI) werden im Bereich Verkehrstelematik zahlreiche Projekte initiiert und begleitet [1]. Die Projekte untersuchen z.B. als Grundlagenforschung die Anwendungsmöglichkeiten verschiedener Verkehrstelematik-Techniken in der Schweiz (Beispiel: Beitrag der Verkehrstelematik zu einer Verkehrssicherheitsstrategie), sind Machbarkeits- und Begleitstudien (Beispiel: Begleitstudie und Bewertung des Projektes „CARLOS“), Bewertungen und Weiterentwicklungen von Verkehrstelematik-Techniken und Wirkungsstudien einzelner Telematik-Dienste (Beispiel: Auswirkungen von Personal Travel Assistents (PTA) auf das Verkehrsverhalten).

*EU-Projekte*

An eine Reihe von EU-Projekten aus dem Bereich Verkehrstelematik waren und sind Schweizer Partner beteiligt, insbesondere im 4. und 5. Rahmenprogramm.

*Beteiligte*

Forschungen zum Thema Verkehrstelematik werden schwerpunktmässig an der ETH Zürich und der EPFL Lausanne betrieben. An den Projekten in den genannten Bereichen beteiligen sich auch zahlreiche Ingenieurbüros und Beratungsfirmen.

### 3.2.4 Beispiele von Forschungsprogrammen und -projekten in der übrigen Welt

*USA: Übersicht*

In den USA erfolgte die Einführung der ITS Techniken seit Anfang der 90er Jahre mit erheblicher Förderung aus Mitteln des Bundes und der US-Bundesstaaten und ist im Gegensatz zu Europa von grossem Optimismus geprägt. ITS wird dort als wesentliche Voraussetzungen zur Lösung der anstehenden Probleme und zur Gestaltung zukünftiger verbesserter Lebensbedingungen gesehen. Bemerkenswert ist hierbei die systematische Planung und Durchführung der Projekte, wobei sich das staatliche Engagement nicht nur auf die Projektförderung beschränkt, sondern auch die praktische Einführung der neuen Techniken begleitet [38].

Das nationale ITS-Programm ist kein fixiertes Umsetzungsprogramm, sondern offen für Änderungen, die sich aus veränderten Anforderungen der Politik, aus der technischen Entwicklung, den Marktbedingungen und aus den positiven wie negativen Erfahrungen mit dem Programm ergeben. Weiterer Ausdruck für strategisches Vorgehen neben der gesetzlichen Verankerung ist die nationale Systemarchitektur, die den flexiblen und erweiterbaren Rahmen für die Entwicklung und Umsetzung der ITS-Techniken im Verkehrsbereich bildet.

Eine Evaluation ist für alle Projekte verbindlich – sowohl auf der Ebene der Einzelprojekte als auch projektübergreifend. Es kommt kein standardisiertes Verfahren zum Einsatz, sondern die Untersuchung der Auswirkungenbereiche im Rahmen von Einzelstudien. Hauptziel der Evaluation ist eine Akzeptanzschaffung eines möglichst grossen Benutzerkreises für die neuen Dienste und Produkte. Die Durchführung der Evaluation erfolgt durch private Dienstleister, die Koordination liegt beim Ministerium.

*USA: National Intelligent Transportation Infrastructure*

Die beiden Schwerpunkte des Nationalen ITS-Programms liegen zum einen in der National Intelligent Transportation Infrastructure (NITI), die im wesentlichen von staatlichen Stellen getragen wird und folgende drei Themenfelder beinhaltet:

- Metropolitan Intelligence Transportation soll die zahlreichen NITI-Komponenten in den Ballungsraum integrieren
- Commercial Vehicle Operations Infrastructure soll existierende Informationen und Datenbanken integrieren, um einen sicheren und effizienten Güterverkehr sowie die elektronische Abwicklung des Geschäftsverkehrs zu ermöglichen
- Rural Initiative: Identifikation von Techniken, die eine Erhöhung der Sicherheit auf Highways in den ländlichen Gebieten und eine Verbesserung der Verkehrsdienstleistungen in ländlichen Gemeinden gestattet.

*USA: Intelligent Vehicle Initiative*

Der zweite Schwerpunkt liegt in der Intelligent Vehicle Initiative (IVI), eine gemeinsame Initiative von Staat und Industrie, die sich auf fahrzeugbasierte Telematikanwendungen (vor allem Fahrerassistenz und Sicherheitssysteme) konzentriert.

*Vergleich USA-Europa*

In den USA wird vornehmlich der Einsatz kollektiver Systeme gefördert, d.h. Systeme, die allen Verkehrsteilnehmern zur Verfügung stehen. In Europa stehen bisher eher individuelle Leitsysteme in den einzelnen Fahrzeugen im Vordergrund. Das hat in den USA nur untergeordnete Bedeutung. ITS in den USA soll vornehmlich der Effizienzsteigerung des Verkehrssystems, weniger der Verbesserung der Umweltbedingungen dienen, was sich allerdings schon aus seiner Geschichte heraus begründet, da bereits das Vorgängerprogramm (Intelligent Vehicle-Highway Systems IVHS) auf den Strassenverkehr konzentriert war [38].

Durch die intensive staatliche Förderung von Verkehrstelematik und dem starken Optimismus gegenüber solchen Projekten, werden die Forschungsergebnisse stärker und schneller in die Praxis umgesetzt als in Europa, wo die Implementierung in den vergangenen Jahren eher schleppend verlief.

*Japan*

In Japan gibt es zahlreiche Forschungsinstitute auf verschiedenen Ebenen, die sich mit Telematik auseinandersetzen. Sie reichen von Nationalen Forschungsinstituten, über öffentliche Forschungsinstitute, Non-Profit-Organisationen bis hin zu Hochschulinstituten mit jeweils unterschiedlichen Forschungsschwerpunkten.

Japan ist bestrebt, die ITS-Technologien durch die Organisation ITS Japan zu koordinieren. Getragen wird die Forschung durch fünf Regierungsbehörden: National Police Agency, Ministerium für Internationalen Handel und Industrie, Ministerium für Verkehr, Ministerium für Post und Telekommunikation, und Ministerium für Bauwesen. ITS Japan beschäftigt sich mit neun Forschungsfeldern: Navigationssysteme, elektronische Gebührenerfassung, Fahrzeugführerassistenz, Verkehrsmanagement, Erhöhte Effizienz im Strassenmanagement, Unterstützung des Öffentlichen Verkehrs, Erhöhung der Effizienz in der Logistik, Fussgängersicherheit und Unterstützung für Einsatzfahrzeuge von Rettungsdiensten.

Von Bedeutung ist vor allem, dass man sich vom ITS-Programm auf nationaler Ebene sogar einen Wandel im Gesellschaftssystem verspricht und es als grosses Potential für die Schaffung neuer Industrien und Märkte gesehen wird. Durch das ITS sollen vor allem die Verkehrssicherheit erhöht, der Verkehrsfluss optimiert und die Umweltbeeinträchtigungen reduziert werden.

### 3.3 Interoperabilität und Normierung

*Aktivitäten von ISO und CEN*

Schon früh wurde in der Verkehrstelematik erkannt, dass wesentliche Einführungshürden beseitigt werden können, wenn Systemkomponenten von unterschiedlichen Herstellern in der Lage sind, Daten auszutauschen. Die "technische Interoperabilität", wie diese Eigenschaft genannt wird, kann wesentlich effizienter als durch direkte Absprachen zwischen den Herstellern über die Normierung erreicht werden. So hat sowohl die internationale Normenorganisation ISO als auch die europäische Normenorganisation CEN ein technisches Komitee, welches sich mit Normen zur Verkehrstelematik befasst.

*Systemarchitektur- und Schnittstellennormen*

Zwei Typen von Normen wurden für zahlreiche Anwendungsbereiche erarbeitet:

- Sogenannte Systemarchitektur-Normen legen die Aufteilung von Systemen in Teilkomponenten sowie die Aufgaben und Informationsflüsse dieser Teilkomponenten fest.
- Die Schnittstellen-Normen legen genaue Übertragungsprotokolle und Datenformate für die Datenübertragung zwischen Systemkomponenten fest. Es werden sowohl spezielle Ausprägungen bestehender Schnittstellen-Normen für die Belange der Verkehrstelematik als auch völlig neuartige Schnittstellen definiert.

*Beitrag zur Interoperabilität*

Nicht immer sind die Normen erfolgreich. Oft gehen sie an den Bedürfnissen der Anwender vorbei und werden deshalb kaum angewandt. Auch hat sich gezeigt, dass die Normen allein noch keine Interoperabilität garantieren. Selbst auf technischer Ebene lassen sie oft noch so viele unterschiedliche Möglichkeiten zu, dass auch Geräte, welche die Norm einhalten, noch



nicht automatisch interoperabel sind. Zudem muss für den Datenaustausch auch ein passender organisatorischer Rahmen vorhanden sein, zum Beispiel aufbauend auf vertraglichen Vereinbarungen. Dieser Rahmen wird aber mit den Normen nicht abgedeckt.

#### *Aktivitäten in der Schweiz*

Auch die Schweiz hat, angegliedert an den für Normen im Strassenbereich zuständigen VSS, eine Fachkommission für Verkehrstelematik-Normen aufgebaut, die FK9. Diese begleitet einerseits die internationale und europäische Normierung, andererseits erarbeitet sie ergänzende Schweizer Normen und hat zu diesem Zweck auch die Möglichkeit, Forschungsaufträge zu vergeben.

### **3.4 Politische und gesellschaftliche Diskussion in der Schweiz**

Ziel dieses Abschnitts ist die wissenschaftliche Analyse und Reflexion der (verkehrspolitischen) Diskussion über die Verkehrstelematik in der Schweiz. Dieser Diskurs ist wichtig, weil er, wahrscheinlich mehr als die theoretischen Entlastungspotenziale, für die Verbreitung der Verkehrstelematik entscheidend ist. Folgende Ausführungen basieren im wesentlichen auf der Vernehmlassung zum Strassenverkehrstelematik-Leitbild des Departementes für Umwelt, Verkehr, Energie, Kommunikation (UVEK) [72].

#### *Diskursteilnehmer*

An der Diskussion über die Verkehrstelematik in der Schweiz beteiligen sich Experten, politische Parteien, Verbände und Interessenvertreter unterschiedlicher Couleur und Provenienz. Der Diskurs ist "organisations-" und "interessenlastig", abwesend bzw. nur schwach beteiligt sind Öffentlichkeit sowie Nutzer und andere Betroffene. Im Vergleich zu wesentlich stärker umstrittenen Technologien wie Kernkraft oder Biotechnologie wirft der verkehrstelematische Diskurs in der Schweiz keine hohen Wellen. Ein Grossteil der Möglichkeiten, Fragen und Probleme, die wir hier darstellen, ist nur Eingeweihten, Experten und Interessenvertretern bekannt.

#### *Gliederung der Grundpositionen*

Eine mögliche Gliederung der Grundpositionen im verkehrstelematischen Diskurs teilt auf in

- "Linksgrün": Aktiver Einsatz der Verkehrstelematik (Verkehrslenkung und -gestaltung), um kollektive Ziele im allgemeinen Interesse (z.B. Sicherheit, Umweltentlastungen, Verzicht auf den Bau neuer Strassen) zu erreichen.
- "Bürgerlichliberal": Zurückhaltender Einsatz der Verkehrstelematik unter Wahrung individueller Privatsphäre und aller Wahlfreiheiten.
- "Antiinterventionistisch": Markt- und wettbewerbsgesteuert, ausgerichtet in erster Linie auf höhere Produktivität, Effizienz und Wirtschaftlichkeit; diese sollen dann am ehesten gewährleistet sein, wenn sich der Staat und die Politik aus dem freien Spiel der Marktkräfte heraushält oder sich - im Sinne ihrer für alle akzeptablen Minimalrollen - auf das Schaffen günstiger Rahmenbedingungen beschränkt.

#### **3.4.1 Konsens und Konfliktfelder**

In der Schweiz besteht ein Oberziel- bzw. Oberflächenkonsens in Bezug auf den möglichen Beitrag der Verkehrstelematik zur Sicherheit, Verkehrsoptimierung, Intermodalität, zur besseren Nutzung und Auslastung beste-

hender Infrastrukturen sowie zum Umweltschutz. Es gibt aber auch stark unterschiedliche Gewichtung dieser Ziele und stark unterschiedliche Vorstellungen darüber, wie sie erreicht werden können und welche Rolle dabei die Verkehrstelematik spielen soll. Diskussionsprägend sind aber die drei folgenden stark umstrittenen Konfliktfelder:

*Hauptkonflikt Nr. 1*

- Verkehrstelematik als Ersatz für Strassen- und Infrastrukturausbauten

**Position:** Strassenverkehrstelematik ist ein starkes und vielseitig einsetzbares Verkehrslenkungs- und Optimierungsinstrument, dessen Potenziale zuerst ausgeschöpft werden müssen, bevor man mit der Planung und mit dem Bau neuer Strassen beginnt.

**Gegenposition:** Die Entlastungs- und Optimierungspotenziale der Strassenverkehrstelematik werden in der Regel überschätzt. Man muss deshalb eine "Strategie auf mehreren Pfeilern" verfolgen und unverzüglich mit der Planung neuer Strassen und Infrastrukturausbauten beginnen. Gemeint ist hier vor allem die zweite Röhre am Gotthard.

*Hauptkonflikt Nr. 2*

- Haltungen gegenüber automatischen Verkehrskontrollen

**Position:** Verkehrstelematik soll als wirksames und kostengünstiges Instrument zur Kontrolle und Durchsetzung von Vorschriften im Strassenverkehr eingesetzt werden (z.B. Geschwindigkeit, Arbeits- und Ruhezeit, Abstände etc.).

**Gegenposition:** Automatische Kontrollen gehen zu weit in Richtung "Überwachungs-" und "Kontrollstaat". Sie generieren Daten mit hohem Missbrauchsrisiko und haben in einer freiheitlich-pluralistischen Gesellschaft wie die Schweiz nichts zu suchen.

*Hauptkonflikt Nr. 3*

- Haltungen gegenüber Verkehrslenkung und Nachfragemanagement

(Entzündet sich insbesondere im Zusammenhang mit dem Thema Strassenbenützungsgebühren)

**Position:** Verkehrstelematik schafft bzw. verbessert stark die Voraussetzungen zur differenzierten und kleinräumigen Beeinflussung und Lenkung des Verkehrs; und soll auch zu diesem Zwecke im Sinne einer umfassenden und differenzierten Verkehrssteuerung genutzt werden.

**Gegenposition:** Widerstand gegen alle dirigistischen, einschränkenden und verkehrerschwerenden Eingriffe und Massnahmen.

### 3.4.2 Akzeptanz

*Bedeutung*

Über die Einführung und Verbreitung von Innovationen entscheidet nicht alleine die technische Machbarkeit, sondern auch ihre politische Konsensfähigkeit sowie ökonomische und soziale Akzeptanz. Die "Akzeptanz" hängt sehr stark davon ab, wie die Einführung und Verbreitung vor sich gehen und mit welchen Einstellungen und Verhaltensweisen die Menschen dem technisch Möglichen begegnen. Eine grundsätzlich positive Haltung gegenüber den neuen Technologien bedingt, dass diese als Hilfsinstrumente der persönlichen Bedürfniserfüllung und Selbstentfaltung erfahren werden, und dass die in ihnen ebenfalls innewohnenden Gefahren der Ausschlüsse, Herrschaft, Kontrolle, Fremdbestimmung und Vernichtung von Arbeitsplätzen nicht Überhand nehmen [46], [50].

*Ziele der Akzeptanzforschung*

Der Begriff "Akzeptanz" bezeichnet Einstellungen oder Verhalten gegenüber Neuerungen und wird am häufigsten im Sinne von **Massnahmenakzeptanz** und/oder **Technologieakzeptanz** verwendet. Im Falle der Verkehrstelematik ist der Übergang fließend, da diese auch ein wichtiges Instrument zur Realisierung verkehrspolitischer Massnahmen darstellt. Akzeptanzforschung hat eine

- analytische Zielsetzung, bei der es darum geht, die Haltungen und das Verhalten der Nutzer und Betroffenen zu verstehen.
- gestaltende Zielsetzung; hier geht es darum geht die Neuerungen so zu verbessern, dass ihr Gebrauch leichter fällt bzw. ihre Akzeptanz grösser wird.
- promotorische Zielsetzung; hier geht es darum, die Zielgruppen davon zu überzeugen, dass sie eine Technologie oder Massnahme ohne Veränderungen eher nutzen oder akzeptieren.

*Stand im Bereich Verkehrstelematik*

Im Zusammenhang mit der Verkehrstelematik dominiert in der Schweiz - aber auch im Ausland - die promotorische Akzeptanzforschung, bei welcher häufig von einer allzu simplen und mechanistischen Vorstellung ausgegangen wird, dass man Akzeptanz wie eine Ware oder ein Produkt "beschaffen" oder "herstellen" kann. Die Aufgabe der Akzeptanzherstellung bzw. -beschaffung wird häufig erst nach dem Auftreten unerwünschter Akzeptanzprobleme an die Wissenschaft delegiert. Eine analytische Akzeptanzforschung, wie es sie etwa für die brisantere Techniken wie Gentechnologie oder Kernkraft gibt, existiert zur Verkehrstelematik in der Schweiz nicht. Man weiss fast nichts darüber, was die Schweizer zur Verkehrstelematik wirklich meinen, welche Erfahrungen sie mit ihr bereits heute machen, welche Hoffnungen und Ängste sie hinsichtlich ihrer Konsequenzen haben und wie bewusst ihnen die möglichen Folgen sind [61].

## 4 Der Untersuchungsrahmen: Szenarien zu drei Einsatzbereichen

### 4.1 Wahl der Szenariotechnik als Untersuchungsmethodik

#### *Motivation der Szenariotechnik*

Zur Erfüllung der Untersuchungsziele ist es nicht zweckmässig, von Einzelanwendungen oder Fallbeispielen auszugehen, weil deren Relevanz in der heutigen Frühphase der Entwicklung noch kaum abzuschätzen ist und sich die getroffenen Aussagen gar nicht oder kaum verallgemeinern lassen. Aus diesem Grund kam in der vorliegenden Untersuchung die Szenariotechnik zur Anwendung. Diese Technik wurde gewählt, weil sie erlaubt

- Einzelanwendungen zu einem Gesamtbild zu verknüpfen,
- mögliche Zukunftsentwicklungen in Form von Wenn-Dann-Aussagen aufzuzeigen,
- auf unterschiedliche Interessen einzutreten, die hinter der Anwendung von Verkehrstelematik stehen,
- die Wirkungen der Verkehrstelematik aus verschiedenen Blickwinkeln und Perspektiven zu beleuchten und
- den Handlungsbedarf sowie die Schlüsselstellen und Ansatzpunkte für Handlungen zu identifizieren.

Szenarien beschreiben hypothetische (visionäre) Sequenzen von Handlungen, Entwicklungen und Ereignissen. Man wendet sie mit Vorteil an, wenn komplexe Fragestellungen zur Diskussion stehen und wenn sich die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen der Technikanwendung durch viele "Strukturbrüche" und Ungewissheiten auszeichnen. Im Falle von Verkehrstelematik und ihrer Anwendung in der Schweiz sind diese Voraussetzungen allesamt gegeben.

#### *Bestimmung der Einsatzbereiche*

Szenarien zum Gesamtbereich Verkehrstelematik wären äusserst komplex und mit grossen Unsicherheiten behaftet. In der Umsetzung des Szenariensatzes wurden deshalb drei spezifische Einsatzbereiche ausgewählt. Die Szenarien wurden an zwei Workshops am 24. Oktober 2001 und am 26. Februar 2002 dargelegt und mit Fachleuten diskutiert. Zudem wurden zahlreiche Experten zu relevanten Spezialthemen befragt. Die Resultate wurden zusammen mit eingehenden Analysen des Projektteams in den hier vorliegenden Bericht eingearbeitet.

#### *Untersuchte Gesichtspunkte*

Grundlage für die Szenarien sind die möglichen **Technologieentwicklungen** in den Einsatzbereichen. Aus dem Entwicklungsstand heutiger Techniken lässt sich zumindest für die nähere Zukunft die **Verbreitung** abschätzen. Wesentlich wichtiger als die Technik sind für die Entwicklung aber rechtliche, wirtschaftliche, institutionelle und infrastrukturelle **Einflüsse** sowie Fragen der **gesellschaftlichen Akzeptanz**. Dabei stellt sich die zentrale Frage, welche **Ziele** in den Einsatzbereichen mit den verkehrstelematischen Systemen verfolgt werden, und welche beabsichtigten oder unbeabsichtigten **Folge- und Nebenwirkungen** sich ergeben, welche das Erreichen der Ziele beschleunigen oder verzögern können. Im vorliegenden Bericht sind die wichtigsten Resultate zusammengestellt.

Weil zu den Zielen der Studie auch die Analyse des Handlungsbedarfes und Formulierung konkreter Handlungsempfehlungen gehören, mussten von den Verfassern auch **normative Bewertungen der möglichen Einflüsse, Ziele und Wirkungen der Verkehrstelematik** vorgenommen werden.

*Empfehlungen: Bezug zu Bewertungen*

Die Handlungsempfehlungen stimmen selbstverständlich nur dann, wenn die vorgenommenen Bewertungen geteilt werden. Das Projektteam hat deshalb versucht, in den Bereichen, in welchen es widersprüchliche Interesselagen erkennen konnte, Bewertungen vorzunehmen, welche möglichst weitgehend konsensfähig sind. Wo dies nicht möglich schien, weist es auf die vorhandenen Diskrepanzen hin.

## 4.2 Eingrenzung des Untersuchungsgegenstandes

*Schweiz und international*

Die Entwicklung der Verkehrstelematik spielt sich auf einer internationalen Bühne ab. Trotzdem liegt der Studie klar eine Betrachtung aus Schweizer Sicht zugrunde. Nur so ist die Studie in den hier vorhandenen Diskussionszusammenhängen gewinnbringend einsetzbar.

*Strassen- und Schienenverkehr*

Eine aus Schweizer Sicht naheliegende Einschränkung ist, dass nur Strassen- und Schienenverkehr betrachtet werden. Diese haben zusammen den weitaus grössten Verkehrsanteil und stehen auch in der verkehrspolitischen Diskussion klar an erster Stelle. Eingegangen wird sowohl auf den motorisierten Individualverkehr als auch auf den öffentlichen Verkehr und auf neue Optionen einschliesslich Intermodalität.

*Personen- und Güterverkehr gemeinsam*

Es wäre möglich gewesen, den Personenverkehr und den Güterverkehr getrennt darzustellen. Die Untersuchung hat allerdings gezeigt, dass die grundlegenden Ausprägungen und Wirkungen der Verkehrstelematik - und mit diesen beschäftigt sich die Studie vorab - in beiden Bereichen weitgehend identisch sind, so dass keine strenge Trennung vorgenommen wurde. Wo Unterschiede vorhanden sind, wird dies explizit dargestellt.

*Zeithorizont*

Die Geschwindigkeit und Intensität, mit welcher die Verbreitung der Verkehrstelematik vonstatten gehen wird, lässt sich heute nur schwer abschätzen. Deswegen wird unseren Szenarien kein klar abgegrenzter Zeitraum zugrundegelegt. Vielmehr werden ausgehend von kurzfristigen, einigermassen überschaubaren Veränderungen auch mittel- und langfristige Perspektiven aufgezeigt, die oft noch fast utopisch erscheinen mögen, aber dennoch im Lichte der heutigen Probleme im Verkehrsbereich ihre Relevanz haben.

*Nur qualitative Aussagen*

Der wechselnde Zeithorizont bringt es mit sich, dass quantitative Aussagen über die Entwicklung weder sinnvoll noch im vorgegebenen Untersuchungsrahmen zuverlässig möglich sind. Es wird aber auf die zahlreichen umfassenden Studien verwiesen, welche versucht haben, quantitative Abschätzungen vorzunehmen (z.B. [31], [57]). Auch wenn oft die Erwartungen in Verbreitung und Wirkung von Verkehrstelematik-Anwendungen nicht erfüllt werden, zeigt sich insgesamt doch ein grosses Einflusspotential auf das Verkehrssystem.

### 4.3 Ziele und Wirkungen

In diesem Abschnitt wird erörtert, welche Wirkungen Verkehrstelematik entfaltet und welche Ziele bzw. Erwartungen mit ihrer Hilfe angestrebt bzw. erreicht werden können. Der Katalog der Ziele wird dann in der detaillierten Beschreibung der Einsatzbereiche verwendet, um in Tabellenform die Beiträge unterschiedlicher Ausprägungen der Verkehrstelematik darzustellen und zu diskutieren. Weil es sehr viele solche Ziele und Wirkungen gibt, sollen nur die wichtigsten unter ihnen kurz aufgezählt werden.

Die Ziele wurden durchwegs so formuliert, dass eine eindeutige Zielrichtung besteht. Je nachdem, ob sich der Erfüllungsgrad erhöht oder verkleinert, hat eine Wirkung bezogen auf das Ziel einen positiven oder einen negativen Beitrag. Einige der Ziele sind je nach Interessenlage durchaus ambivalent. Das heisst, dass für Einige gerade das Gegenteil des formulierten Zieles erstrebenswert erscheint. Für sie vertauschen sich dann die positiven und negativen Beiträge. Mögliche Ambivalenzen werden nachfolgend dargestellt.

Das verwendete Zielsystem besteht aus fünf Hauptzielen mit je bis zu vier Unterzielen. Zu jedem Unterziel werden beispielhaft mögliche Wirkungen angegeben, die zur Erreichung des Ziels beisteuern.

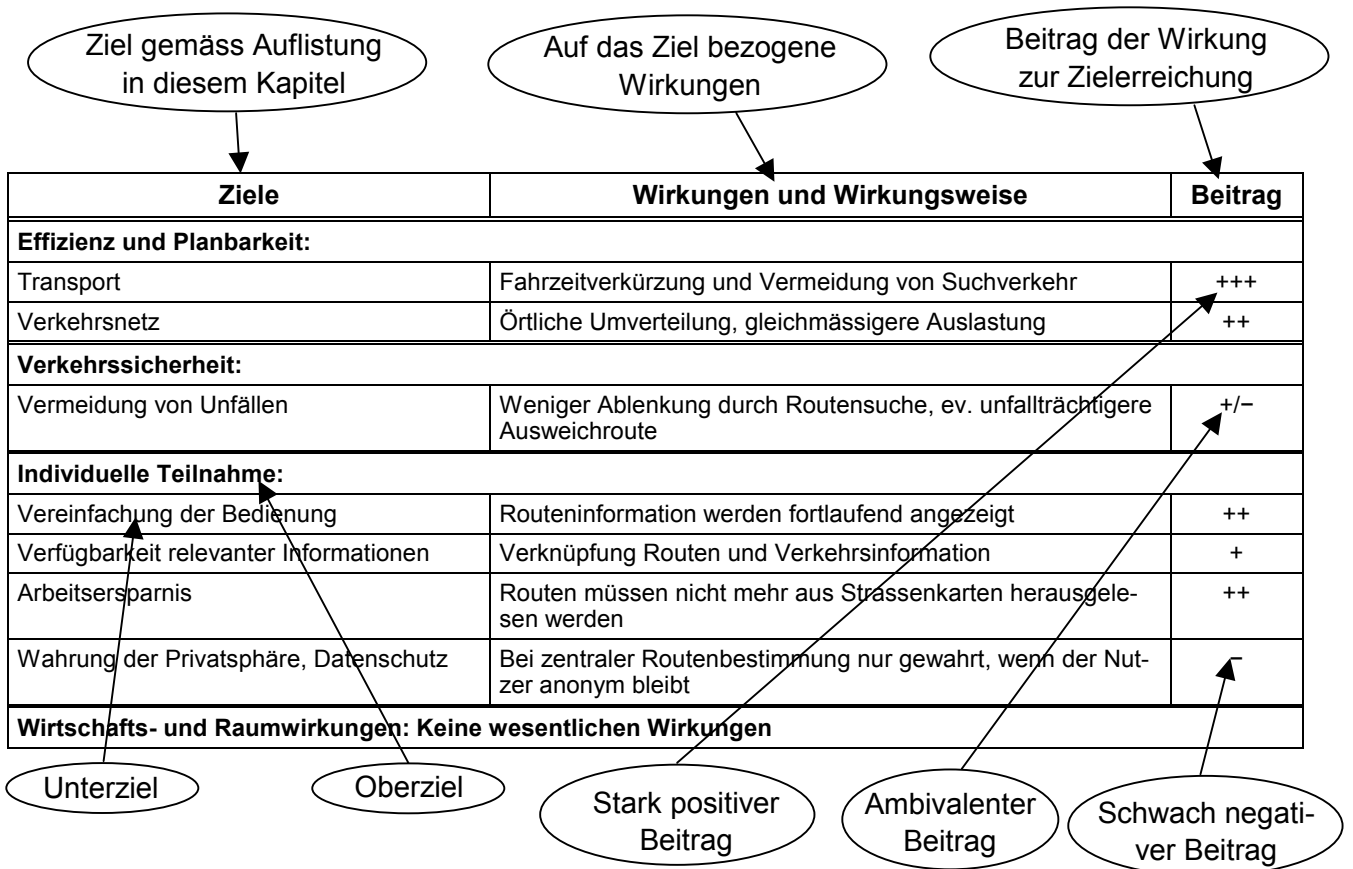


Abbildung 4-1: Erläuterungen zu den Tabellen in Kapitel 5 bis 7. Es werden jeweils nur Unterziele aufgeführt, zu denen der Einsatzbereich eine wesentliche Wirkung aufweist.

### 4.3.1 Effizienz und Planbarkeit

Die Erfahrung zeigt, dass eine Verbesserung der Verfügbarkeit von Informationen zur Erhöhung der Effizienz im Verkehrssystem beiträgt und dass als Nebenprodukt dabei auch die Planbarkeit verbessert wird. Diese Effekte lassen sich auf drei Ebenen erzielen:

#### *Transport*

Dank Verkürzung der Fahrzeiten und/oder Vermeidung von Wartezeiten beim Fahrzeugwechsel können Personen und Güter schneller bzw. mit weniger Aufwand von ihrem Ausgangs- zum Zielort gebracht werden. Auch durch das Ausbleiben oder die Verkürzung der Parkplatzsuche verringert sich der Aufwand. Generell erhöht die Vermeidung von Suchverkehr die Effizienz.

#### *Fahrzeug*

Auf der Ebene der Fahrzeuge bedeutet mehr Effizienz, dass mit weniger Aufwand mehr transportiert werden kann. Positiven Einfluss hat sicher eine erhöhte Fahrzeugbelegung. Aber auch wenn vermehrt Fahrzeuge eingesetzt werden, welche eine höhere Transportkapazität aufweisen, wirkt sich dies positiv aus. So ist bezüglich diesem Ziel eine Beeinflussung des Modal Split zugunsten des ÖV in der Regel positiv zu bewerten.

#### *Verkehrsnetz*

Verkehrsnetze sind dann effizienter, wenn auf Abschnitten oder an Knoten der Fahrzeugdurchsatz erhöht wird. Aber auch eine gleichmässiger örtliche Verteilung der Fahrzeuge oder eine zeitliche Verlagerung des Verkehrs weg von den Spitzenzeiten ("Nachfrageversteigerung") unterstützt das Ziel.

### 4.3.2 Verkehrssicherheit

#### *Vermeidung von Unfällen*

Neben Systemen, die direkt das Fahrverhalten in Richtung Vermeidung von Unfällen beeinflussen, gibt es auch indirekte Wirkungen zum Beispiel über den Abbau von Verkehrsstörungen und einen homogeneren Verkehrsfluss.

#### *Schadensbegrenzung und Beseitigung*

Positiv wirkt sich aus, wenn die Einsatzkräfte rascher alarmiert werden und schneller an den Ort des Ereignisses gelangen können. Aber auch die Vermeidung von Sekundärunfällen kann als positive Wirkung angeführt werden.

#### *Verminderung des Störfallrisikos*

Ein spezieller Aspekt der Verkehrssicherheit sind die Störfälle mit Gefahrguttransporten. Hier lässt sich das Risiko neben den Massnahmen zur Vermeidung von Unfällen und Schadensbegrenzung durch gezielte Überwachung der Ladung und durch eine Routenwahl in weniger kritischen Gebieten vermindern.

### 4.3.3 Individuelle Teilnahme

#### *Vereinfachung der Bedienung*

Eine Vereinfachung der Bedienung kann zum Beispiel dadurch erwirkt werden, dass sie von einer anderen Stelle aus möglich ist oder dass die Bedienabläufe nutzergerecht gestaltet werden können.

#### *Verfügbarkeit relevanter Information*

Informationen werden automatisch übermittelt und zusammengeführt, so dass sie da verfügbar sind, wo sie benötigt werden. Neue Informationsinhalte oder Zusammenhänge können dargestellt werden. In diesem Zusammenhang ist es besonders wichtig, dass Verbesserungen zugunsten der Einen nicht auf Kosten bzw. zu Lasten Anderer erfolgen. Eine rundum

positive Bilanz kann nur dann gezogen werden, wenn die Informationen auch für Personen ohne Zugang zu modernen Informationstechnologien gut zugänglich bleiben.

*Arbeitsersparnis*

Die Arbeitsersparnis ist als Ziel ambivalent. Wenn sie im Einzelnen meist positiv gesehen wird, so kann im Grossen der Rückgang der Beschäftigung negativ gewertet werden. Arbeitsersparnis geht in der Regel auf Automatisierungen zurück. Auch wenn gewisse Abläufe nicht mehr an einen festen Ort gebunden sind, bringt dies eine Ersparnis.

*Persönliche Entfaltung*

Die persönliche Entfaltung wird dann gefördert, wenn die Menschen vermehrt an der Mobilität teilhaben können und wenn monotone Arbeitsabläufe wegfallen. Sie leidet andererseits dann, wenn Systeme in Tätigkeiten eingreifen, welche von den Menschen als Genuss empfunden werden.

*Wahrung der Privatsphäre, Datenschutz*

Die Privatsphäre und der Datenschutz sind so lange gewährt, als nicht bekannt wird, wer sich wann wo aufhält oder unterwegs ist. Es ergeben sich keine Datenschutzprobleme, wenn die relevanten Daten anonym erhoben werden.

#### 4.3.4 Wirtschafts- und Raumwirkungen

*Verbesserung der Erreichbarkeit*

Erreichbarkeit ist vorab im Verhältnis der wirtschaftlichen Zentren zu den Randregionen wichtig. Wenn Transportangebote verbessert werden, erhöht dies die Erreichbarkeit, während Beschränkungen auf Zufahrten oder längere Fahrzeiten sie vermindern. Die Erreichbarkeit ist ein wesentlicher Faktor der Standortgunst.

*Abbau wirtschaftlicher Konzentration*

Wenn Transportunternehmen mit einem Monopol durch neue Angebote Konkurrenz erwächst, baut dies wirtschaftliche Konzentrationen ab. Wenn dagegen kleine Unternehmen gegenüber grossen benachteiligt sind, ist mit einer Zunahme der wirtschaftlichen Konzentration bis hin zu einer Monopoltendenz zu rechnen.

*Infrastruktur-Zuverlässigkeit*

Das Ziel der Infrastruktur-Zuverlässigkeit wird erreicht auf Seite der Fahrzeuge durch die Vermeidung oder raschere Behebung von Pannen und auf der Seite der Verkehrsnetze durch die Vermeidung von Störungen.

*Modernisierung der Infrastruktur*

Ein Druck in Richtung Modernisierung der Infrastruktur entsteht dort, wo Verkehrstelematik modernerer Infrastruktur einen Kostenvorteil verschafft.

#### 4.3.5 Ökologische Ziele

*Stabilisierung der Gesamtverkehrsmenge*

Zur Stabilisierung der Gesamtverkehrsmenge tragen Massnahmen bei, welche insgesamt die Verkehrsnachfrage drosseln. Dagegen wirken Massnahmen dem Ziel entgegen, welche den Verkehr insgesamt attraktiver machen.

*Verbesserung des Fahrzeugeinsatzes*

Der Fahrzeugeinsatz wird aus ökologischer Sicht unter anderem dann verbessert, wenn Fahrten vermieden werden können, wenn der Verkehr verflüssigt wird und dadurch weniger Emissionen verursacht und wenn umweltfreundliche Fahrzeuge begünstigt werden.

*Umverteilung der Belastungen*

Wenn ökologisch empfindliche Gebiete vom Verkehr entlastet werden können, wirkt sich die entsprechende Umverteilung im Sinne ökologischer Ziele



le positiv aus. Insbesondere eine erwünschte Wirkung wird durch Verkehrsbeschränkung und -kanalisierung erreicht.

#### 4.4 Die drei Einsatzbereiche und ihre Wechselwirkungen

*Aufteilung nach Zweck und nicht nach Technik*

Die Schwierigkeit der Bestimmung von Einsatzbereichen bestand darin, Verkehrstelematik-Anwendungen zu "Clustern" zusammenzufassen, die sich untereinander ergänzen, Synergien erzeugen und einen guten Anwendungsmix ergeben. Die Lösung bestand darin, die Anwendungen nicht nach eingesetzten Techniken aufzuteilen - wie dies an anderen Stellen oft geschieht - sondern entsprechend ihrem Zweck nach Ähnlichkeiten zu suchen. Gewählt wurden schliesslich drei übergeordnete Zwecke, denen eine ganze Reihe von Anwendungen zugeordnet werden können:

- die Transportoptimierung,
- die Erhöhung der Verkehrssicherheit und
- die Beeinflussung der Nutzung von Verkehrswegen.

*Wechselwirkung der Zwecke*

Selbstverständlich sind die drei Zwecke nicht unabhängig, sondern stehen in starker Wechselwirkung zueinander. Eine Effizienzsteigerung in der Nutzung der Verkehrswege bewirkt z.B. auch eine optimalere Abwicklung der Transporte. Trotzdem wurden die Einsatzbereiche getrennt, da mit der Beeinflussung der Nutzung von Verkehrswegen neben Transportoptimierung auch andere Ziele verfolgt werden können. Die Abgrenzung könnte auch dadurch charakterisiert werden, dass bei der Transportoptimierung die Sicht des einzelnen Nutzers und bei der Nutzung der Verkehrswege diejenige des Betreibers im Vordergrund steht. Mit dieser Abgrenzung ist auch klar, dass Anwendungen im Bereich der Fahrzeugflotten der Transportoptimierung zuzuordnen sind.

*Abdeckungsgrad*

Die Untersuchung ergab, dass von allen heute bekannten Verkehrstelematik-Anwendungen weitaus der grösste Teil einem der drei Einsatzbereiche zugeordnet werden kann, und dass folglich mit dieser Wahl ein guter Überblick über den Gesamtbereich Verkehrstelematik vermittelbar ist. So ist es auch möglich, allgemeine Schlussfolgerungen zu ziehen, mit Gültigkeit über die drei Einsatzbereiche hinaus.

## 5 Einsatzbereich Transportoptimierung

### 5.1 Einführung

#### *Arten von Transportoptimierung*

Das Verkehrssystem erbringt seinen Nutzen, indem es Personen und Güter transportiert. Dazu werden Fahrzeuge eingesetzt, welche sich auf dem Verkehrsnetz bewegen. Der Nutzen wird grösser, wenn der Transport optimiert wird. Ein Optimierungspotenzial besteht bei der Zuweisung von Personen und Gütern zu den Fahrzeugen und bei den Routen, welche die Fahrzeuge auf dem Verkehrsnetz zurücklegen.

Ebenfalls zu optimieren ist die Zuweisung der Fahrzeugführer zu den Fahrzeugen, so weit hier nicht feste Zuordnungen bestehen, wie dies etwa im motorisierten Individualverkehr üblich ist. Auf diesen Aspekt wird aber in den nachfolgenden Ausführungen nur am Rand eingegangen, da der Einfluss auf das Verkehrssystem als Ganzes gering ist.

Zu berücksichtigen ist, dass die Personen und Güter auf ihrem Weg vom Ausgangs- zum Zielpunkt das Fahrzeug wechseln können. Man spricht dann von Transportketten. Oft müssen an den Punkten, an welchen diese Wechsel stattfinden, besondere Einrichtungen vorhanden sein, wie etwa Parkplätze für Park and Ride oder Umladeeinrichtungen für Container.

#### *Rahmenbedingungen*

In der Regel unterliegt jeder Transport bestimmten Rahmenbedingungen, die bei der Optimierung zu berücksichtigen sind. Neben dem Ausgangs- und Zielpunkt sind meistens gewünschte Abfahrts- oder Ankunftszeiten vorgegeben, manchmal werden Bedingungen an das einzusetzende Fahrzeug gestellt oder das Wechseln des Fahrzeuges ist nicht möglich.

#### *Grundaufgabe*

Die Optimierungsaufgabe besteht darin, die Informationen über die auszuführenden Transporte und ihre Rahmenbedingungen zusammenzutragen und diese zusammen mit den Informationen zu den einzusetzenden Fahrzeugen und zu den Verkehrsnetzen zu Transportplänen zu verarbeiten. Diese Transportpläne müssen sowohl für die einzelnen Transporte die Zuweisung zu Fahrzeugen als auch für die Fahrzeuge die Routen vorgeben.

#### **Vision**

Die benötigten Transporte werden registriert. Anschliessend werden unter Berücksichtigung der verfügbaren Fahrzeuge und der Zustände der Verkehrsnetze optimierte Transportketten und Routen berechnet. Einbezogen werden alle Fahrzeuge von den privaten über die kollektiv benutzten (Taxis, Mietautos, Car-Sharing etc.) bis zu denjenigen des öffentlichen

Verkehrs. Bei geänderten Bedingungen wird die verbleibende Route neu berechnet. Aus den Berechnungen werden Vorgaben für die zu transportierenden Personen, die Fahrzeugführer und die Zuständigen an Umsteige/Umladepunkten abgeleitet. Falls notwendig, werden Reservationen automatisch vorgenommen und die Fahrtkosten automatisch eingezogen.

Diese Vision kann aus gesellschaftlicher Sicht kritisch hinterfragt werden. Denn während die Transporte nach messbaren Kriterien optimiert werden, dürften weniger gut messbare Kriterien wie das Durchfahren einer als angenehm empfundenen Landschaft oder interessante Begegnungen unterwegs in dieser Vision eher zu kurz kommen.

#### *Beitrag der Verkehrstelematik*

Diese Aufgabe, welche bisher weitgehend "von Hand" erledigt wurde, sei es durch die Fahrzeugführer oder durch Disponenten, und für welche schon in den letzten Jahren zunehmend Hilfsmittel der Informationstechnologie eingesetzt werden, lässt sich im Prinzip vollständig automatisieren und mit Hilfe der Verkehrstelematik durchführen. Dies führt zu einer neuen

Betrachtungsweise, in welcher Kunden bestimmte Transportdienste nachfragen, welche durch ein Verkehrstelematik-System bearbeitet werden. Als Resultat erhalten die Kunden und die Fahrzeugführer Vorgaben zum Ausführen der Transportdienste. Es soll im Moment offen bleiben, wie viele derartige Verkehrstelematik-Systeme es geben sollte.

Zu untersuchende Fragen

Damit ist ein Entwicklungspfad vorgegeben, und die mittels Szenarientechnik zu untersuchenden Fragen lauten:

- Wie weit und wie rasch wird dieser Entwicklungspfad unter heutigen Rahmenbedingungen beschritten?
- Was ist das Resultat der dabei entstehenden Transportoptimierung? Wie sieht die Transportabwicklung mit vollständig automatisierter Optimierung aus?
- Was sind die Wirkungen dieser Transportabwicklung auf das Verkehrssystem als Ganzes?
- Wie kann durch Änderung der Rahmenbedingungen der Entwicklungspfad beeinflusst werden, sei es im Tempo der Entwicklung, dem erreichbaren Endzustand oder im Resultat bezüglich Transportabwicklung?

Mittel der Untersuchung: Optimierungsrahmen

Um die Fragen zu beantworten, wurden drei klar getrennte Optimierungsrahmen definiert: die Routenoptimierung, die Optimierung der Transportketten und die Optimierung des Fahrzeugeinsatzes. Alle Kombinationen dieser Optimierungsrahmen ergeben auch wieder sinnvolle Optimierungen und erschliessen zusätzliche Optimierungspotenziale. Im Idealfall werden alle drei Optimierungsrahmen kombiniert.

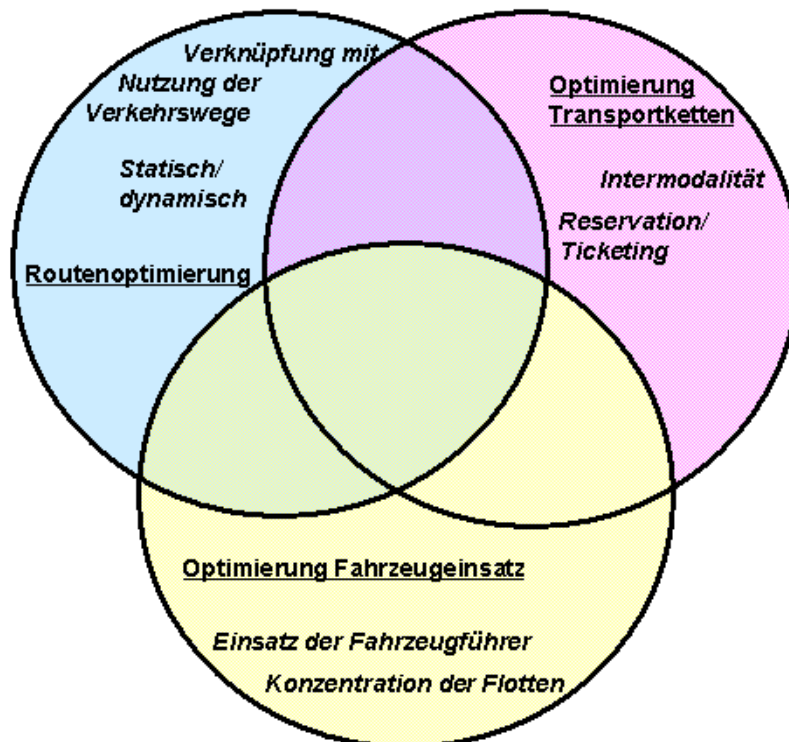


Abbildung 5-1: Die drei Optimierungsrahmen mit den möglichen Kombinationen.

*Generelles Potenzial* Generell kann davon ausgegangen werden, dass sich die Verkehrstelematik-Systeme zur Transportoptimierung so weit durchsetzen werden, wie deren Nutzen die Kosten übersteigen, das heisst der Optimierungsgewinn grösser ist als die Investition in die Systeme. In der nachfolgenden Beschreibung der Optimierungsrahmen werden die wesentlichen Einflussfaktoren aufgeführt, welche dieses Kosten-Nutzen-Verhältnis bestimmen.

## 5.2 Routenoptimierung

*Aufgabe der Routenoptimierung* Zwischen zwei Wechsellpunkten, an welchen Personen oder Güter aufgenommen oder abgegeben werden, haben die Fahrzeuge oft die Wahl unter verschiedenen Routen. Die Aufgabe der Routenoptimierung ist es, aus diesen die beste auszuwählen und dem Fahrzeugführer anzugeben. Schon heute werden auf dem Markt Navigationssysteme angeboten, welche diese Aufgabe übernehmen. Sie basieren auf elektronischen Strassenkarten und Positionsbestimmung mittels GPS und Zusatzsensoren.

*Dynamische Routenoptimierung* Je nach Verkehrssituation können unterschiedliche Routen optimal sein. In der dynamischen Routenoptimierung wird die aktuelle Verkehrssituation berücksichtigt. Zu diesem Zweck müssen Verkehrsinformationen automatisch aufbereitet und in die Routenoptimierung eingespielt werden. Auch die dynamische Routenoptimierung wird heute vereinzelt schon eingesetzt.

*Zentrale Routenbestimmung* Während die statische Routenoptimierung sinnvollerweise im Fahrzeug erfolgt, kann die dynamische auch zentral vorgenommen und die errechnete Route in das Fahrzeug übertragen werden. Daraus ergibt sich insbesondere die Möglichkeit, die Routen mehrerer Fahrzeuge aufeinander abzustimmen und damit Überlastungen auf bestimmten Verkehrswegen vorzubeugen.

*Optimierungskriterien* In der Regel erfolgt die Routenoptimierung nach dem Kriterium der Fahrzeit. Der Grund liegt darin, dass unter heutigen Bedingungen die Fahrkosten in erster Linie von den Fahrzeiten abhängig sind. Zu berücksichtigen ist, dass bei längeren Fahrten nicht nur das Fahrzeug und der Fahrzeugführer später für die nächste Fahrt bereit sind, sondern auch, dass die transportierten Personen oder Güter später am Ziel ankommen. Bei geänderten Bedingungen wie zum Beispiel einer distanzabhängigen Gebühr können auch andere Faktoren wie etwa die Fahrdistanz bedeutender werden und bei der Optimierung ein grösseres Gewicht erlangen.

*Potenzial im Schienenverkehr* Im Schienenverkehr ist das Potenzial der Routenoptimierung unter heutigen Rahmenbedingungen bescheiden. Im Personenverkehr geben die Fahrpläne eine feste Route vor und zwischen den Haltestellen bestehen kaum Ausweichrouten, während der Güterverkehr in der Regel durch die Netzbelastung des priorisierten Personenverkehrs auf bestimmte Routen verdrängt wird. Routenoptimierung wird kaum im Einzelfall, sondern eher im Rahmen vorbereiteter Betriebsszenarien im Falle grösserer Netzstörungen betrieben.

*Potenzial im Strassenverkehr* Die statische Routenoptimierung auf der Strasse hat ihren Nutzen dann, wenn der Fahrzeugführer in einer ihm unbekanntem Gegend ein Ziel finden muss. Da sich die entsprechenden Systeme schon heute rasch verbreiten, dürfte bei tendenziell sinkenden Kosten die statische Routenoptimierung

auf der Strasse schon bald zur Standardausrüstung der Fahrzeuge gehören.

Die dynamische Routenoptimierung bringt dann einen Nutzen, wenn im Strassennetz Störungen auftreten, welche der Fahrzeugführer nicht voraussehen kann, und wenn günstigere Ausweichrouten vorhanden sind. Die Häufigkeit solcher Störungen nimmt mit dem Verkehrsaufkommen zu. Aber auch die Ausweichrouten werden umso rascher überlastet, je grösser das Verkehrsaufkommen ist und vor allem je mehr Fahrzeuge mit dynamischer Routenoptimierung ausgerüstet sind und der Störung ausweichen. Mehr als einen vorübergehenden Erfolg kann die dynamische Routenoptimierung auf der Strasse deshalb höchstens dann haben, wenn Verkehrsinformationen hoher Qualität (damit sinnvolle, nicht selbst auch schon überlastete Ausweichrouten vorgeschlagen werden) zu einem günstigen Preis angeboten werden.

Ziele	Wirkungen und Wirkungsweise	Beitrag
<b>Effizienz und Planbarkeit:</b>		
Transport	Fahrzeitverkürzung und Vermeidung von Suchverkehr	+++
Verkehrsnetz	Örtliche Umverteilung, gleichmässige Auslastung	++
<b>Verkehrssicherheit:</b>		
Vermeidung von Unfällen	Weniger Ablenkung durch Routensuche, ev. unfallträchtigere Ausweichroute	+/-
<b>Individuelle Teilnahme:</b>		
Vereinfachung der Bedienung	Routeninformation werden fortlaufend angezeigt	++
Verfügbarkeit relevanter Informationen	Verknüpfung Routen und Verkehrsinformation	+
Arbeitsersparnis	Routen müssen nicht mehr aus Strassenkarten herausgelesen werden	++
Wahrung der Privatsphäre, Datenschutz	Bei zentraler Routenbestimmung nur gewahrt, wenn der Nutzer anonym bleibt	-
<b>Wirtschafts- und Raumwirkungen: Keine wesentlichen Wirkungen</b>		
<b>Ökologische Ziele:</b>		
Stabilisierung der Gesamtverkehrsmenge	Weniger Suchverkehr, oft längere Ausweichrouten	+/-
Verbesserung des Fahrzeugeinsatzes	Weniger Stops für Routensuche, macht MIV gegenüber ÖV attraktiver	+/-
Umverteilung der Belastungen	Ausweichverkehr auf sekundärem Strassennetz, Verhinderung der Verkehrskanalisation	---

**Tabelle 5-1: Wirkungen der Routenoptimierung<sup>1</sup>**

*Positive Wirkungen* Hauptwirkung der Routenoptimierung ist die Effizienzsteigerung und Verbesserung der Planbarkeit von Fahrten. Vorteile für die Fahrzeugführer ergeben sich zusätzlich auch dadurch, dass ihnen die Aufgabe der Routenbestimmung und Routensuche abgenommen wird und dass die Fahrweisungen situationsgerecht erfolgen. Das vermindert auch die Ablenkung und führt dadurch zu mehr Verkehrssicherheit.

*Problem des Ausweichverkehrs* Das Hauptproblem der Routenoptimierung liegt aber darin, dass bei Störungen und Staus auf Hauptverkehrsachsen auf das sekundäre Strassennetz ausgewichen wird, welches unfallträchtiger ist und auf welchem der

<sup>1</sup> Erläuterungen siehe Kapitel 4.3.

Verkehr mehr negative Wirkungen auf die Umgebung ausübt. Auch hat das sekundäre Netz eine zu geringe Kapazität, um den Verkehr der Hauptachsen aufzunehmen, weshalb es oft auch dort zu massiven Störungen kommt und der Lokalverkehr behindert wird. Je mehr Routenoptimierungssysteme eingesetzt werden, desto grösser ist die Gefahr einer Überreaktion bei der Wahl von Ausweichrouten. Diesem Effekt muss begegnet werden, indem passende Massnahmen getroffen werden, welche das sekundäre Strassennetz für Ausweichverkehr weniger attraktiv machen (siehe insbesondere Kapitel 7.3, 7.4 und 7.5).

### 5.3 Optimierung der Transportketten

*Aufgabe der Optimierung von Transportketten*

Viele Transporte lassen es grundsätzlich zu, dass zwischen dem Ausgangs- und dem Zielpunkt an Wechsellpunkten das Fahrzeug gewechselt wird. Geht man von einer gegebenen Auswahl an Wechsellpunkten und dazwischen angebotenen Fahrten aus, dann lässt sich die Abfolge der für den Transport konkret benutzten Wechsellpunkte wählen und so die Transportkette optimieren. Im öffentlichen Personenverkehr besteht ein solches Angebot schon heute in Form der elektronischen Fahrplanauskunft.

*Intermodalität*

Die Optimierungsmöglichkeiten lassen sich deutlich steigern, wenn auch andere Transportdienste wie zum Beispiel Mietfahrzeuge, Fahrgemeinschaften, Mitfahrdienste, Taxidienste, Rufbusse und Sammeltaxis, aber auch Fahrten mit dem Privatauto, einbezogen werden. Die Optimierung der Transportketten kann in diesem Sinn als eine intermodale Transportoptimierung betrachtet werden. Die wesentlichen Potenziale und Wirkungen sind in diesem Falle verkehrsmodus-übergreifend. Erste Pilotversuche mit dieser Form der Optimierung laufen bereits<sup>1</sup>.

*Optimierungsgrössen*

Optimierungskriterium ist hier in der Regel die Gesamtdauer eines Transportes. Eine kurze Dauer kann durch eine möglichst direkte Verbindung über die Wechsellpunkte, wenig Wechsellpunkte und kurze Wartezeiten erreicht werden.

*Optimierungspotenzial innerhalb des ÖV*

Innerhalb des ÖV ist das Optimierungspotenzial gering, da schon von Hand aus den Fahrplänen meist die beste Verbindung herausgelesen werden kann. Dass der elektronische Fahrplan von den Transportunternehmen angeboten wird, dient eher der Erleichterung des Zugangs. Es ist damit zu rechnen, dass schon bald die verschiedenen Fahrpläne vollständig untereinander verknüpft werden (sogenannte Tür-zu-Tür-Reiseinformation).

*Optimierungspotenzial im intermodalen Bereich*

Systematische Untersuchungen über das Optimierungspotenzial von intermodalen Transportketten liegen nicht vor. Es darf aber davon ausgegangen werden, dass dieses Potenzial dasjenige der Routenoptimierung deutlich übertrifft. Es nimmt zu, wenn bei Störungen im Bereich eines Verkehrsträgers auf einen anderen ausgewichen werden kann. Eine aussichtsreiche Optimierungsstrategie dürfte darin bestehen, für Verbindungen mit grosser Transportnachfrage Fahrzeuge mit hoher Transportkapazität einzusetzen (also zum Beispiel Züge) und die Feinverteilung an den Enden dieser bedeutenden Verbindungen den kleineren Fahrzeugen zu überlas-

<sup>1</sup> Ein entsprechendes Projekt wird zum Beispiel im Dreiländereck um Basel realisiert (TRANS3).

sen. Auch der Bahnverlad von Strassenfahrzeugen ist als Möglichkeit dort zu berücksichtigen, wo ein Umladen von Gütern schlecht möglich ist oder das Fahrzeug am Zielpunkt zur Verfügung stehen muss<sup>1</sup>.

### Location Based Services

Im Zusammenhang mit der mobilen Datenübertragung taucht immer wieder das Stichwort der Location Based Services (ortsabhängigen Dienste) auf. Die Idee besteht darin, dass den Nutzern in Abhängigkeit von ihrem aktuellen Aufenthaltsort spezifische auf mobiler Datenübertragung beruhende Dienste angeboten werden. Sie benötigen dazu ein Gerät, welches als Personal Digital Assistant (PDA) bezeichnet wird.

PDA gibt es heute schon auf dem Markt, insbesondere für Internetdienste, wobei die angebotenen Geräte noch keine genaue Positionsbestimmung zulassen und damit für Location Based Services noch wenig geeignet sind. Sobald aber die Geräte die technischen Voraussetzungen erfüllen, dürften Verkehrsinformationen und -dienste einer der kommerziell interessantesten Bereiche sein.

Das beginnt damit, dass die heute schon verbreiteten Dienste der Reiseplanung im öffentlichen Verkehr (auf der Basis von Transportketten) auch mobil angeboten werden und dadurch unter anderem Anpassungen unterwegs erlauben. Es können insbesondere analog zur Routenplanung aktuelle Verkehrsinformationen einbezogen werden.

Die Reiseplanung lässt sich intermodal erweitern, indem Reservationen zum Beispiel von Taxis, Mietautos oder Fahrzeugen im Car-Sharing automatisch mit abgewickelt und die entsprechenden Möglichkeiten in die Planung einbezogen werden.

Ein weiterer Dienst, welcher mit Location Based Services wesentlich günstigere Voraussetzungen erhält, ist das Car-Pooling, das Vermitteln von Mitfahrgelegenheiten im motorisierten

Individualverkehr. Es können unterwegs auch kurzfristig passende Angebote bestimmt und Treffpunkte festgelegt werden. Von Interesse ist die Möglichkeit der Kombination mit Navigationssystemen in den Fahrzeugen, welche die Information zu den Fahrzeugpositionen für die automatische Bestimmung der Treffpunkte liefern und den Fahrzeugführer direkt zu diesen Punkten navigieren können.

Durch die Einrichtung eines zweiseitigen mobilen Datenkanals können die Navigationssysteme zu Geräten für Location Based Services in Fahrzeugen erweitert werden. Interessant ist insbesondere die Parkplatzreservation in Kombination mit der Zielführung zum reservierten Parkplatz.

*Stand der Entwicklung* Im Gegensatz zur Routenoptimierung steht die Optimierung der Transportketten auch technisch erst am Anfang. Im Personentransport müsste ein Zugang zu Informationen immer dort ermöglicht werden, wo sich die Person gerade befindet. Dazu müssten sich Personal Travel Assistants (PTA) oder entsprechende Anwendungen auf Personal Digital Assistants (PDA) durchsetzen. Dann könnte auch über Störungen in der Transportkette und die sich daraus ergebenden Anpassungen sofort informiert werden. Voraussetzung wäre aber, dass die Reisenden ihre Transportkette registrieren lassen, was aus Datenschutzgründen anonym geschehen müsste. Weiter müssten Reservationen von Parkplätzen, Mietwagen und Plätzen in Zügen und im Idealfall auch die Abrechnung der Transportkosten automatisch erfolgen.

*Mängel im organisatorischen Bereich* Grundsätzliche technische Probleme bestehen nicht. Alle notwendigen Einrichtungen sind erhältlich oder können innerhalb von ein bis zwei Jahren entwickelt werden. Was aber fehlt, ist eine organisatorische Basis. Da bisher im Personentransport immer nur einzelne Transportdienste angeboten wurden, fühlt sich niemand zuständig für deren Verknüpfung. Hier muss ein Umdenken stattfinden.

*Ungenügende Infrastruktur* Ein weiteres Hindernis für die Optimierung der Transportketten ist die oft ungenügende Ausstattung der Wechsellpunkte. Im Personentransport feh-

<sup>1</sup> Vorausgesetzt ist, dass ein genügendes Interesse an solchen Diensten besteht und diese wirtschaftlich betrieben werden können, was heute im Bereich rollende Landstrasse noch nicht gegeben ist.

len oft genügend Parkplätze zum Wechsel zwischen MIV und ÖV, im Gütertransport Umladeeinrichtungen und technisch ausgereifte, breit einsetzbare Transportdienste auf der Schiene (rollende Landstrasse, unbegleiteter kombinierter Verkehr etc.). Generell braucht es eine bessere Information vor Ort.

*Unklarer Einfluss auf den Modal Split*

Die Wirkungen der Optimierung von Transportketten sind fast durchwegs positiv. Einzig eine gewisse Befürchtung besteht, dass die intermodalen Transportketten den Modal Split beeinflussen und die Position des ÖV schwächen könnten. Ob dies unter heutigen Gegebenheiten wirklich zutrifft, oder ob nicht umgekehrt der ÖV profitieren wird, ist schwer abzuschätzen.

Ziele	Wirkungen und Wirkungsweise	Beitrag
<b>Effizienz und Planbarkeit:</b>		
Transport	Verkürzung der Transportdauer	+++
Fahrzeug	Anpassung der Fahrzeuggrösse, unklar bezüglich Modal Split	+/-
<b>Verkehrssicherheit: Keine wesentlichen Wirkungen</b>		
<b>Individuelle Teilnahme:</b>		
Vereinfachung der Bedienung	Die Information wird rasch und dem spezifischen Wunsch entsprechend bereitgestellt	++
Verfügbarkeit relevanter Informationen	Informationen zu Anschlüssen unterwegs	+
Arbeitsersparnis	Transportpläne und Reservierungen werden automatisch erstellt	++
<b>Wirtschafts- und Raumwirkungen:</b>		
Verbesserung der Erreichbarkeit	Verbesserte Erschliessung von Randregionen	++
<b>Ökologische Ziele:</b>		
Stabilisierung der Gesamtverkehrsmenge	Grösserer Anteil Kollektivverkehr	+
Umverteilung der Belastungen	Stärkere Verkehrskanalisation	+

**Tabelle 5-2: Wirkungen der Optimierung von Transportketten**

## 5.4 Optimierung des Fahrzeugeinsatzes

*Aufgabe der Optimierung des Fahrzeugeinsatzes*

Wenn die durchzuführenden Transporte zwischen Wechsellpunkten bestimmt sind, geht es darum, den Einsatz der vorhandenen Fahrzeuge so zu optimieren, dass die Transporte den Vorgaben entsprechend abgewickelt werden können. Dazu muss man festlegen, welches Fahrzeug von einem Wechsellpunkt aus welchen anderen Wechsellpunkt als nächstes ansteuert. Voraussetzung ist, dass eine Flotte von untereinander koordinierten, flexibel einsetzbaren Fahrzeugen vorhanden ist. Der Einsatz von Verkehrstelematik erfolgt in Form von Flottenmanagementsystemen, welche an Systeme zur Fahrzeugverfolgung und zur Verteilung von Fahraufträgen gekoppelt sein können.

*Optimierungsgrössen*

Optimiert wird der Fahrzeugeinsatz so, dass innerhalb der Flotte die Anzahl Fahrten möglichst gering und - was damit zusammenhängt - die Fahrzeugbelegung insgesamt möglichst hoch ist. Flotten können auch aus Fahrzeugen unterschiedlicher Transportkapazität bestehen, so dass dahingehend zu optimieren ist, dass die Fahrten mit grosser Transportnachfrage durch grössere und diejenigen mit geringer Transportnachfrage durch kleinere Fahrzeuge ausgeführt werden. Auch Optimierungen über unterschiedliche



Fahrzeugtypen hinweg, also zum Beispiel für Containertransporte zwischen Strassen- und Schienenfahrzeugen, sind denkbar. Eine Beschränkung der Optimierung ergibt sich durch mögliche Qualitätsverluste der Transportdienstleistung, etwa bei zu vielen Fahrzeugwechsell.

*Optimierungspotenzial und Flottengrösse*

Generell ist das Optimierungspotenzial dann hoch, wenn die Fahrzeugbelegung tief und wenn die zu koordinierende Flotte gross ist. Die verbesserten Instrumente zur Optimierung des Fahrzeugeinsatzes schaffen deshalb einen Druck zur Zusammenlegung von Fahrzeugbeständen zu grossen koordinierten Flotten. Dieser Druck besteht aber nur in Bezug auf die für eine bestimmte Art von Transporten eingesetzten Fahrzeuge. Gerade im Bereich des Gütertransportes gibt es viele unterschiedliche Fahrzeugtypen für spezielle Arten von Transporten, welche nicht für andere Transportarten eingesetzt werden können. So zerfällt der Gesamtbestand an Fahrzeugen in unterschiedliche Optimierungsbereiche.

*Möglichkeiten im Bereich MIV*

Den weitaus grössten Optimierungsbereich bilden die Fahrzeuge für den Personentransport. Durch die tiefe Fahrzeugbelegung im MIV besteht ein hohes Optimierungspotenzial. Aber gerade hier war es bisher kaum möglich, Fahrzeuge zu Flotten zusammenzufassen und so das Potenzial nutzbar zu machen. Die Verkehrstelematik bietet hier folgende Ansätze, um dieses Ziel zu erreichen:

- Ein Transportbedarf kann dank mobiler Datenübertragung auch kurzfristig angemeldet werden. Auch Transportangebote können direkt aus den Fahrzeugen übertragen werden, was besonders einfach möglich ist, wenn im Fahrzeug ein Navigationssystem für die Routenoptimierung vorhanden ist. Die bisherigen grossen Vorlaufzeiten sind nicht mehr notwendig, so dass der Spontaneität und Freiheit mehr Raum gewährt wird.
- Beim Abbilden der Nachfrage auf das Angebot können auch Transportketten berücksichtigt werden. Ausgangs- und Zielpunkte müssen sich nicht mehr genau entsprechen, was die Flexibilität weiter erhöht.
- Mit dem Zusammenführen von Angebot und Nachfrage kann direkt eine finanzielle Abgeltung verbunden werden. Die Fahrzeugführer erhalten einen finanziellen Anreiz, ohne dass sie mit den Mitfahrenden über Preis und Zahlungsmodalitäten diskutieren müssen, da diese Modalitäten über eine zentrale Stelle abgewickelt werden können.
- Es kann eine Registrierung der Nutzer vorgesehen werden, welche auf beiden Seiten das persönliche Sicherheitsrisiko vermindert. Fahrzeugführer und Mitfahrender können einander gegenüber anonym bleiben und im Bedarfsfall kann problemlos nachträglich festgestellt werden, wer mit wem gefahren ist.

Wie weit mit diesen Ansätzen die heute bestehenden Hindernisse für die Akzeptanz von Mitfahrdiensten überwunden werden können, ist schwierig abzuschätzen.

*Positive und negative Wirkungen*

Bei den Wirkungen der Optimierung von Fahrzeugeinsätzen fallen neben den wirtschaftlichen die positiven ökologischen Wirkungen ins Gewicht. Das leicht erhöhte Sicherheitsrisiko wegen der höheren Belegung der Fahrzeuge dürfte dafür gerne in Kauf genommen werden. Dagegen hat der

Druck zur Vergrößerung der Flotten eine Tendenz hin zu - auch regionalen - Monopolen, welche durch geeignete Massnahmen zu unterbinden ist. Nur wenn für alle Transportangebote genügend Wettbewerb vorhanden ist, bleibt der Druck zur Transportoptimierung erhalten.

Ziele	Wirkungen und Wirkungsweise	Beitrag
<b>Effizienz und Planbarkeit:</b>		
Fahrzeug	Erhöhung der Fahrzeugbelegung, Minimierung des Fahrzeugbestandes	+++
<b>Verkehrssicherheit:</b>		
Schadensbegrenzung und -beseitigung	Gravierendere Schäden wegen höherer Belegung der Fahrzeuge	-
<b>Individuelle Teilnahme:</b>		
Vereinfachung der Bedienung	Fahraufträge im Fahrzeug jederzeit abrufbar	+
Verfügbarkeit relevanter Informationen	Fahrzeugverfolgung möglich	++
Arbeitersparnis	Automatisierung der Auftragsoptimierung und -abwicklung	+++
Persönliche Entfaltung	Weniger individuelle Gestaltungsmöglichkeiten der Fahrten	-
Wahrung der Privatsphäre, Datenschutz	Fahrzeugpositionen in der Zentrale bekannt	--
<b>Wirtschafts- und Raumwirkungen:</b>		
Abbau wirtschaftlicher Konzentration	Druck zur Vergrößerung der Flotten	--
<b>Ökologische Ziele:</b>		
Stabilisierung der Gesamtverkehrsmenge	Gleiche Transportmenge mit weniger Fahrten	++
Verbesserung des Fahrzeugeinsatzes	Vermeidung von Fahrten	+++

**Tabelle 5-3: Wirkungen der Optimierung des Fahrzeugeinsatzes**

## 5.5 Normative Bewertung und Handlungsbedarf

### *Vom Markt gesteuert*

Die Transportoptimierung mittels Verkehrstelematik entwickelt sich aus einem inneren Antrieb, da sie die Transporteffizienz erhöht und damit die Transportkosten senkt. Vom Markt gesteuert wird die Optimierung so weit umgesetzt, als die erzielte Ertragssteigerung den Optimierungsaufwand übersteigt.

### *Konsens über Nützlichkeit*

Transporteffizienz hilft in erster Linie dem Endbenutzer. Neben der direkten Kosteneinsparung hat er den Zusatznutzen, dass die Transporte besser planbar werden und er folglich weniger Zeitreserve für den Übergang zu nachgelagerten Tätigkeiten vorsehen muss. Aber auch die Allgemeinheit hat zumindest insoweit ein Interesse an der Transportoptimierung, als dadurch für den gleichen Umfang von Transporten Fahrten eingespart werden können. Über die Bedeutung und den Beitrag der Transportoptimierung sollte deshalb ein grundsätzlicher Konsens bestehen.

### *Aufgaben des Staates*

Eine generelle Förderung der Transportoptimierung dürfte kaum zur Diskussion stehen. Die öffentliche Hand sollte aber zur Entlastung der Verkehrsnetze aussichtsreichen Ansätzen eine Starthilfe gewähren. Sie sollte zudem in dem Sinne aktiv werden, dass sie einerseits Hindernisse aus dem Weg räumt und andererseits Massnahmen ergreift, um Verzerrungen und negative Nebeneffekte der Transportoptimierung zu verhindern. Während der Gütertransport auf der Strasse und der Personentransport auf der Schiene schon weitgehend optimiert sind und nur noch geringere Verbesserungen möglich sind, bestehen beim Personentransport auf der Strasse,

beim Gütertransport auf der Schiene und vor allem im Bereich der Intermodalität noch wesentliche Optimierungspotenziale. Auch wenn diese Potenziale nach Marktgesetzen - die Beseitigung vorhandener Hindernisse vorausgesetzt - mit der Zeit von selbst ausgeschöpft werden könnten, ist doch angesichts der erreichbaren mittelfristigen Entschärfung verkehrspolitischer Konflikte eine staatliche Anlaufunterstützung sinnvoll. Empfehlungen dazu sind in Kapitel 9.2 dargestellt.

*Mitfahrdienste: Erfordernis von Pilotversuchen und Akzeptanzuntersuchungen*

Im Personentransport auf der Strasse (Problem der Fahrzeug-Unterbelegung im MIV) können neue Techniken der Verkehrstelematik möglicherweise die Anfangshürde überspringen. Hier sind wissenschaftlich begleitete Pilotversuche und speziell Untersuchungen zur Akzeptanz angezeigt.

*Gütertransport: Beitrag zur Sendungsverfolgung*

Im Gütertransport auf der Schiene geht es vorab um die Optimierung betrieblicher Abläufe und die Verbesserung der Infrastruktur-Voraussetzungen (Terminals, Rollmaterial ...). Hier kann Verkehrstelematik höchstens im Bereich der Sendungsverfolgung einen wesentlichen Beitrag leisten.

Folgende Hindernisse sollten beseitigt werden:

*Bereitstellung von Verkehrsdaten*

- Transportoptimierung ist auf verlässliche Daten zu den Verkehrszuständen angewiesen. Diese Daten müssen auch kurzfristige Verkehrsprognosen einschliessen. Die Betreiber der Verkehrsnetze sind darauf angewiesen, solche Daten für das Management ihrer Netze zu erheben. Sie sollten dazu verpflichtet werden, diese Daten in einer für Verkehrstelematik-Systeme brauchbaren Form der Transportoptimierung zur Verfügung zu stellen. Das hat den zusätzlichen Vorteil einer engeren Verknüpfung und damit besseren Abstimmung zwischen Transportoptimierung und Verkehrsmanagement. Sinnvoll wäre in diesem Zusammenhang auch, dass umgekehrt die Daten über die gewählten Routen anonymisiert dem Verkehrsmanagement zur Verfügung gestellt werden, wodurch sich die Qualität der Verkehrsprognosen verbessern liesse.

*Beseitigung rechtlicher Hindernisse*

- Zu den rechtlichen Hindernissen zählt zum Beispiel das Verbot der "kleinen" Kabotage, d.h. des Transportes von Gütern von einem Ausgangs- zu einem Zielpunkt innerhalb eines Landes, in welchem das Transportunternehmen nicht ansässig ist<sup>1</sup>. Auch hinderlich sind Bedingungen für Transportkonzessionen, welche eine finanzielle Abgeltung im Rahmen eines Mitfahrdienstes (Car-Pooling) verhindern.

*Verhinderung von Verzerrungen und Nebeneffekten*

Verzerrungen und negative Nebeneffekte sind vorab in den folgenden Bereichen zu unterbinden:

- Die Überreaktion der dynamischen Routenoptimierung bei Störungen auf Hauptachsen mit massiven Rückwirkungen auf das sekundäre Strassennetz muss durch passende Begleitmassnahmen im Bereich Verkehrsmanagement aufgefangen werden.

<sup>1</sup> Die EU hat im Strassenverkehr das Kabotageverbot vollständig abgeschafft und hat die Absicht, dieses auch im Schienenverkehr abzuschaffen. Im Rahmen der bilateralen Verträge Schweiz-EU soll für Schweizer Transportunternehmen die "grosse" Kabotage zugelassen werden, das heisst der Transport von Gütern von einem Ausgangs- zu einem Zielpunkt in unterschiedlichen EU-Ländern.

- Der mit der Optimierung des Fahrzeugeinsatzes einhergehende Druck zur Vergrößerung der Flotten kann zu Monopol Tendenzen und zur Benachteiligung von Randregionen in der Tarifgestaltung führen.

*Grundlage für faire  
Kostenverteilung*

Eine zentrale Frage der Transportoptimierung lautet, wie sich diese auf den Modal Split auswirkt. Da nach Kosten-Gesichtspunkten optimiert wird, entscheidet die Kostenstruktur in den Bereichen Strassen- und Schienenverkehr, sowie privater und öffentlicher Verkehr. Da der Staat diesen Bereichen immer schon in unterschiedlichem Umfang Mittel entzogen und zur Verfügung gestellt hat, ist ein freier Markt hier eine Illusion<sup>1</sup>. Aufgabe ist es, eine faire Grundlage für die Kostenverteilung zu finden und einen Rahmen zu schaffen, in dem die Transporte nach politisch vorgegebenen Gesichtspunkten optimal auf die Verkehrsmodi verteilt werden. Zu berücksichtigen sind dabei auch die externen Kosten der verschiedenen Verkehrsträger. Unter diesen Voraussetzungen wird ein echter Wettbewerb unter den Anbietern möglich.

---

<sup>1</sup> Durch die Beiträge an die Infrastruktur, die Langlebigkeit dieser Infrastruktur und ihr bedeutender Einfluss auf die Kostenstruktur würden diese Mittel selbst dann, wenn der Staat sich nicht weiter einmischen würde, ihren Einfluss auch in Zukunft behalten.

## 6 Einsatzbereich Verkehrssicherheit

### 6.1 Einführung

*Rolle der Verkehrstelematik*

Verkehrssicherheit bedeutet, Gefahrensituationen frühzeitig zu erkennen, rechtzeitig richtig zu interpretieren und passend darauf zu reagieren. Es handelt sich also letztlich um ein Informationsproblem und es ist zu erwarten, dass Verkehrstelematik als die spezielle Ausprägung der Informationstechnologie für den Verkehr namhafte Beiträge leisten kann. Sie kann mehr Informationen erfassen, die Information rascher verarbeiten und schneller bzw. direkter reagieren.

Im Zusammenhang mit der Verkehrssicherheit geht es darum, Schadensereignisse zu vermeiden und, falls sie eintreten, die Schäden möglichst rasch und vollständig zu beseitigen. In diesem Sinne kann auch zwischen "Vorbeugung" und "Bewältigung" unterschieden werden. Auf den zweitgenannten Bereich wird im Kapitel 6.4 eingegangen.

#### Vision

Vision in diesem Einsatzbereich ist ein unter Sicherheitsaspekten optimiertes Gesamtsystem, in welchem die Fahrzeuge dank Verkehrstelematik weitgehend unfallfrei und ohne grössere Pannen geführt und laufend mit den dafür notwendigen Daten von aussen versorgt werden. Die Fahr-

zeuge sind in der Lage, sich selbst zu überwachen und gegebenenfalls automatisch einen Notruf zu senden, worauf ebenfalls automatisch und gezielt Massnahmen eingeleitet werden.

Während heute das Lenken der Fahrzeuge oft als befriedigend empfunden

wird und deshalb attraktiv ist, besteht in der Vision keine Notwendigkeit mehr für diese Tätigkeit und die Menschen können, falls erwünscht, sich während der Fahrt anderen Beschäftigungen zuwenden.

*Ansatzpunkte in der Vorbeugung*

Hauptaugenmerk in der Vorbeugung gilt der Vermeidung von Unfällen. Dazu gibt es zwei sich ergänzende Ansätze, welche durch Verkehrstelematik unterstützt werden können:

1. Unfälle werden ausgelöst durch falsches Fahrverhalten der Fahrzeugführer. Vorbeugung muss deshalb darauf abzielen, risikobehaftetes Fahrverhalten festzustellen und zu verhindern. Nähere Ausführungen dazu befinden sich im Kapitel 6.2.
2. Im normalen Betrieb sollte es nicht zu Unfällen kommen. Ursache für einen Unfall ist deshalb ein Versagen der am Fahrgeschehen Beteiligten. Um ein solches Versagen zu vermeiden, können Fahrzeugführer, die technischen Einrichtungen des Fahrzeugs sowie die Passagiere und Ladung überwacht werden (vgl. Kapitel 6.3). Solche Überwachung vermeidet nicht nur Unfälle, sondern erlaubt auch, andere Schäden (Pannen, Schäden an der Ladung oder Diebstahl) frühzeitig zu erkennen und/oder rascher zu beseitigen.

*Methoden der Vorbeugung*

Gemeinsam ist allen Vorbeugungsmethoden, dass für bestimmte Einflussgrössen normale Wertebereiche und ein Risikobereich ausgeschieden werden. Bei Erreichen des Risikobereiches wird eine passende Reaktion ausgelöst. Oft wird die Einhaltung des Normalbereiches auch von aussen kontrolliert, zum Beispiel bei der Fahrzeuggeschwindigkeit in Form von Geschwindigkeitskontrollen.

## 6.2 Beeinflussung des Fahrverhaltens

*Schienenbereich: Stand der Technik* Die auf das Fahrverhalten bezogene Sicherheitstechnik hat sich seit Anbeginn im Strassen- und Schienenverkehr gegensätzlich entwickelt. Das mag daran liegen, dass bei Schienenfahrzeugen die Richtung vorgegeben ist und die Weichen, welche an vorgegebenen Stellen eine Richtungsentscheidung zulassen, zentral gesteuert werden. Auf jeden Fall basiert das Sicherheitssystem der Bahnen weitgehend auf ortsfesten Einrichtungen und der Hauptverantwortung der Betriebsstellen, während sich im Strassenverkehr die Sicherheitsfunktionen auf das Fahrzeug und auf die Fahrzeugführer konzentrieren.

*Schienenbereich: Entwicklungsmöglichkeiten* Mögliche nächste Entwicklungsschritte im Bereich Schiene sind vorgezeichnet:

- Automatische Zugüberwachung. Das Überfahren von geschlossenen Signalen und zu hohe Geschwindigkeiten werden automatisch registriert und es wird sofort eine Bremsung eingeleitet. Zugsüberwachungssysteme sind heute auf stark frequentierten Linien schon verbreitet.
- Dynamische Streckenblöcke. Durch kontinuierliche Positionsbestimmung der Züge und Austausch dieser Positionen - wie auch der aktuellen Geschwindigkeiten - zwischen den Zügen und ortsfesten Betriebszentralen können geschwindigkeitsabhängige Zugabstände so vorgegeben und eingehalten werden, dass der nachfolgende Zug im Notfall immer sofort bremsen und rechtzeitig zum Stillstand kommen kann. Im Idealfall kann neben dem Sicherheitsgewinn auch eine wesentliche Erhöhung der Zugsdichten erreicht werden.
- Automatisches Fahren. Die Zugsgeschwindigkeit wird nach vorgegebenen Geschwindigkeitsprofilen automatisch eingestellt. Sensoren erkennen Hindernisse frühzeitig, so dass rechtzeitig eine Bremsung eingeleitet werden kann. In Spezialsituationen (z.B. U-Bahnen) wird das automatische Fahren heute schon praktiziert.
- Automatisches Kuppeln. Das An- und Abkuppeln von Zugkombinationen wird automatisch ausgeführt, wobei der Abstand und die relative Geschwindigkeit der Wagen laufend überwacht und nach vorgegebenen Werten eingestellt wird. Theoretisch denkbar ist damit auch ein An- oder Abkuppeln während der Fahrt.

Voraussetzung für entsprechende Entwicklungen ist die internationale Harmonisierung der Sicherheitstechnik. In Europa wurde diesbezüglich mit dem European Rail Traffic Management System ein erster wichtiger Schritt getan. Weitere technische Verbesserungen, insbesondere in der Positionsbestimmung und in der Hinderniserkennung, werden in diesen Rahmen zu integrieren sein.

*Strassenbereich: Kollisionsvermeidung* Bei Fahrzeugen auf der Strasse können ebenfalls Sensoren zur Erkennung von Hindernissen und des Abstands zu vorausfahrenden Fahrzeugen eingesetzt werden. Die entsprechende Verkehrstelematik-Anwendung wird als longitudinale Kollisionsvermeidung bezeichnet. Die Situation ist aber wesentlich komplexer als auf der Schiene, weil die Fahrzeuge auch seitlich ausweichen können. Das bedeutet nicht nur, dass Hindernisse umfahren

und dadurch Unfälle vermieden werden können, es gibt auch zusätzliche Risiken durch seitlichen Aufprall. Um diese Risiken aufzufangen, werden Systeme für laterale Kollisionsvermeidung eingesetzt. Sie überwachen das Einhalten des Fahrstreifens und verhindern einen Fahrstreifenwechsel, falls der benachbarte Fahrstreifen nicht frei ist. Denkbar ist auch, dass Fahrzeuge in einem bestimmten Umkreis untereinander Daten zu ihrem Fahrverhalten austauschen und letzteres so abstimmen.

### Rolle des Fahrzeugführers

Heute bestimmt der Fahrzeugführer vollständig das Fahrverhalten des Autos. Es gibt prinzipiell unterschiedliche Möglichkeiten, wie technische Systeme hier eingreifen können:

- Sie können als Fahrzeugführer-Unterstützung vor potentiell gefährlichen Situationen warnen.
- Sie können den Fahrzeugführer an gefährlichen Fahrweisen oder Fahrmanövern hindern, aber zulassen, dass er dann, wenn er es für richtig hält, das Fahrmanöver trotzdem ausführt.
- Sie können Fahrweisen im Risikobereich vollständig unterbinden.
- Sie können in gefährlichen Situationen die Herrschaft über das Fahrzeug vollständig übernehmen.
- Sie können umgekehrt den normalen Fahrbetrieb übernehmen und dem Fahrzeugführer in gefährlichen

Situationen die Möglichkeit geben, von Hand einzugreifen.

- Sie können den Fahrzeugführer ausschalten und das Fahrzeug ganz automatisch führen.

Der Nachweis der praktischen Umsetzbarkeit dieser Möglichkeiten ist im Einzelnen noch zu erbringen. Die Rolle des Fahrzeugführers wird auch unter Sicherheitsexperten sehr kontrovers diskutiert. Während die einen überzeugt sind, dass Unfälle meist auf menschliche Unzulänglichkeiten zurückzuführen sind und technische Systeme, welche die menschliche Verfügungsgewalt über das Fahrzeug vermindern, die Sicherheit wesentlich verbessern können, glauben die anderen nicht an die Überlegenheit der Technik und sehen diese höchstens als Mittel, den Fahrzeugführer zu unterstützen.

Weit auseinander gehen die Meinungen auch über die Verhaltensreaktion

der Fahrzeugführer, wenn plötzlich technische Systeme in seine Domäne eingreifen. Führt er dann im Vertrauen auf die Systeme so viel risikoreicher, dass der Sicherheitsgewinn dadurch wieder verloren geht? Werden sie durch die Systeme überfordert oder im Gegenteil unterfordert, so dass sie dann, wenn sie wirklich gebraucht würden, nicht die Geistesgegenwart haben, um richtig zu reagieren?

Unklar ist die Frage der Haftung. War bisher der Fahrzeugführer allein für falsches Fahrverhalten haftbar, so können je nach Ausgestaltung der Sicherheitssysteme in Zukunft auch deren Hersteller in die Pflicht genommen werden. Auch wenn das System insgesamt einen Sicherheitsgewinn bringt, kann es in Einzelfällen - das wird der Fahrzeugführer zumindest behaupten - für einen Unfall verantwortlich sein. Die Automobilhersteller sind auch deshalb heute in Bezug auf solche Systeme sehr zurückhaltend.

### Strassenbereich: Intelligente Geschwindigkeitsüberwachung

Entscheidend für die Beherrschbarkeit von Risiken ist die Geschwindigkeit der Fahrzeuge. Über Verkehrssignale angezeigte Geschwindigkeitsbeschränkungen haben den Nachteil, dass die Information nur an einzelnen Punkten verfügbar ist. Dagegen steht eine über Mobilfunk in die Fahrzeuge übertragene Geschwindigkeitsbeschränkung dort kontinuierlich zur Verfügung und kann verwendet werden, um zum Beispiel vor Geschwindigkeitsübertretungen zu warnen oder solche zu unterbinden. Auch können dem Strassenverlauf entsprechend wesentlich differenziertere Geschwindigkeitsvorgaben gemacht werden, als dies mit Verkehrssignalen möglich ist. Systeme zur intelligenten Geschwindigkeitsüberwachung sind in mehreren europäischen Ländern in Erprobung (Schweden, Niederlande, England). Aufgrund positiver Erfahrungen auch bezüglich Benutzerakzeptanz gibt es starke Bestrebungen, solche Systeme - vorerst auf freiwilliger Basis - praktisch einzuführen.

### Überwachung des Strassenzustands

Eine Besonderheit der Strasse ist, dass das Unfallrisiko wesentlich vom Strassenzustand und, solange nicht automatische Systeme zur Kollisionsvermeidung eingesetzt werden, von den Sichtverhältnissen abhängt. Ent-

sprechende Einflussgrößen (Temperatur, Niederschlag, Schneedecke) lassen sich automatisch messen und entsprechend zum Beispiel die Geschwindigkeitsvorgaben anpassen.

*Sicherheit an Verkehrsknoten*

Knoten sind neuralgische Punkte bezüglich Verkehrssicherheit. Nicht-Beachtung von Vortrittsregelungen oder Rotphasen bei Lichtsignalanlagen können zu Unfällen führen. Verkehrstelematik-Systeme können passende Daten in die Fahrzeuge übertragen oder zwischen Fahrzeugen austauschen, so dass in jedem Fahrzeug die Information vorhanden ist, ob es, abhängig von der gegebenen Situation, den Knoten in der gewünschten Richtung queren kann. So weit bekannt, wurden solche Anwendungen, welche auch eine Datenübertragung von Fahrzeug zu Fahrzeug einschließen können, bisher noch nicht weit entwickelt.

*Entwicklungsstand automatisches Fahren im Strassenbereich*

In den USA wurde schon in den 80-er Jahren mit grossen Projekten zur Entwicklung von Systemen zum automatischen Fahren begonnen. Die grundsätzliche technische Machbarkeit konnte nachgewiesen werden. Allerdings waren speziell ausgestattete Strassen mit ausschliesslich automatisch fahrenden Autos erforderlich. Ein sicheres automatisches Fahren in einer heute üblichen Strassenumgebung ist von einer technischen Realisierung weit entfernt. Heute wird vorab in Japan viel in sogenannte "Automated Highway Systems" investiert. Aber im Gegensatz zu den inzwischen kaum mehr weiter verfolgten Projekten aus den USA wird hier das vollständig automatische Fahren höchstens noch als langfristiger letzter Entwicklungsschritt gesehen. Der Schwerpunkt liegt in den Bereichen Information und Überwachung des Fahrverhaltens.

Ziele	Wirkungen und Wirkungsweise	Beitrag
<b>Effizienz und Planbarkeit: keine wesentlichen Wirkungen</b>		
<b>Verkehrssicherheit:</b>		
Vermeidung von Unfällen	Durch Gefahrenwarnung und ev. automatische Reaktion	+++
Verminderung des Störfallrisikos	Falls auf Gefahrguttransporte angewandt	++
<b>Individuelle Teilnahme:</b>		
Vereinfachung der Bedienung	Erleichtertes Führen des Fahrzeugs (z.B. Einhalten der Geschwindigkeit und der Fahrspur)	++
Verfügbarkeit relevanter Informationen	Verkehrssignale im Fahrzeug angezeigt	+
Persönliche Entfaltung	Eingeschränkt der Fahrzeugführer beim Eingreifen der automatischen Systeme in das Fahrverhalten	---
<b>Wirtschafts- und Raumwirkungen: keine wesentlichen Wirkungen</b>		
<b>Ökologische Ziele: keine wesentlichen Wirkungen</b>		

**Tabelle 6-1: Wirkungen der Beeinflussung des Fahrverhaltens<sup>1</sup>**

*Wirkungen: Sicherheit kontra persönliche Entfaltung*

Die Verkehrstelematik-Systeme zur Beeinflussung des Fahrverhaltens können nicht nur die Sicherheit erhöhen, sondern auch die Fahrzeugführer entlasten. Die Kehrseite ist, dass insofern die Systeme direkt ins Fahrverhalten eingreifen, sie auch den Fahrzeugführer einschränken. Das Zusammenspiel zwischen Fahrzeugführer und Fahrzeug ist ein äusserst sensibler Bereich und zwar nicht nur bezüglich Sicherheit, sondern auch hin-

<sup>1</sup> Erläuterungen siehe Kapitel 4.3.



sichtlich persönlicher Entfaltung (siehe Kasten "Rolle des Fahrzeugführers").

*Stand der Entwicklung* Die technische Beeinflussung der Bewegungsparameter von Fahrzeugen ist eine äusserst komplexe Aufgabe mit zahlreichen Einflussgrössen und vielen gegenseitigen Abhängigkeiten. Trotz zahlreichen Projekten auf der ganzen Welt steht die technische Entwicklung noch am Anfang. Erst in den letzten Jahren wurden vereinzelt einfachere Systeme von der Erprobung in den praktischen Betrieb überführt. Die Potenziale der Verkehrstelematik sind in diesem Bereich noch lange nicht ausgeschöpft.

### 6.3 Sicherheitstechnische Überwachung

#### *Überwachung des Fahrzeugführers*

Schon seit vielen Jahren bestehen für Berufsfahrer Arbeits- und Ruhezeitvorschriften sowie Fahrtenschreiber in den Fahrzeugen, welche die Einhaltung überwachen. Die längst beschlossene und demnächst eingeführte Digitalisierung der Fahrtenschreiber ermöglicht in der Weiterentwicklung eine automatische Kontrolle der Arbeits- und Ruhezeit ohne Anhalten, was die Wirksamkeit der Massnahme steigert. Das ist eine mögliche Form der Überwachung von Fahrzeugführern zur Erhöhung der Verkehrssicherheit. Andere Vorschläge bzw. Möglichkeiten betreffen unter anderem

- die Beobachtung der Augen während der Fahrt mit einer Kamera und automatischer Bildauswertung, um vor Übermüdung zu warnen (was insbesondere in Tunnels einen Sicherheitsgewinn bringen könnte)
- den Einbau von Geräten, welche anhand der Atemluft Alkoholkonsum feststellen und das Starten des Motors verunmöglichen.

Klar ist, dass überall, wo die Fahrzeugführer durch die Überwachung eingeschränkt werden oder dieser Überwachung eine Kontrolle von aussen mit angedrohten Sanktionen überlagert wird, mit massivem Widerstand bei der Einführung zu rechnen ist. Solche Anwendungen wurden zwar getestet, bisher aber noch nirgends eingeführt.

#### *Ladungsüberwachung*

Die Überwachung der Ladung hat ihre grösste Relevanz im Zusammenhang mit Gefahrgut-Transporten. Sinnvoll kann sein, wenn abnormale Ladungszustände nicht nur dem Fahrzeugführer, sondern auch einem Überwachungssystem ausserhalb des Fahrzeuges angezeigt werden.

#### *Fahrzeugüberwachung*

Die Fahrzeugelektronik ist heute schon weit entwickelt und erfasst Zustände und Merkmale von vielen Fahrzeugkomponenten. Im Schienenbereich sind etwa Entgleisungsmelder zu erwähnen. Eine Zielrichtung bei der Erfassung ist das Erkennen von Fehlern zur Vermeidung und/oder rascheren Behebung von Pannen. Auch die Bestrebungen in Richtung normierter Fehlerübertragung sind im Bereich der Strassenfahrzeuge weit fortgeschritten. Dies würde ermöglichen, dass beliebige Werkstätten Pannen von beliebigen Fahrzeugen beheben können, soweit die Fahrzeughersteller dies zulassen. Schon heute rufen die Werkstätten für neuere Fahrzeugtypen mit sogenannten "Scantools" über eine Kabelverbindung Daten der Fahrzeugdiagnose ab. Der nächste Schritt besteht in der Verwendung mobiler Datenübertragung, die auch eine Ferndiagnose möglich macht. Da die Funktionsmerkmale und Leistungsfähigkeit von Fahrzeugen immer mehr durch Software bestimmt werden, ist dann auch möglich, mit der Übertra-

gung angepasster Software in das Fahrzeug Pannen zu beheben und die Fahrzeugeigenschaften zu verändern. In diesem Zusammenhang mussten auch Methoden entwickelt werden, mit denen der Schutz der übertragenen Daten garantiert werden kann, da sich bei Missbrauch dieser Datenübertragung grosse Sicherheitsrisiken ergeben.

**Diebstahlschutz**

Mit der Überwachung der Fahrzeuge kann der Schutz vor Diebstählen verbessert werden. Man kann auch von aussen über eine Kommunikationsverbindung automatisch feststellen, wo sich das Fahrzeug befindet und ob es abgeschlossen ist. Die Überwachung kann so weit gehen, dass das Fahrzeug daran gehindert wird, ein vorgegebenes Gebiet zu verlassen, dadurch dass es ausserhalb dieses Gebietes nach dem Ausschalten der Zündung nicht wieder gestartet werden kann.

**Datenschutz**

Die genannten Überwachungsmöglichkeiten können Konflikte bezüglich Datenschutz auslösen, insbesondere wenn Daten aus dem Fahrzeug an externe Stellen übertragen werden. Notwendig ist eine klare Zugriffsregelung, wobei zu unterscheiden ist, welche Daten nur für verkehrsrelevante Zwecke und welche für polizeiliche Kontrollzwecke verwendet werden.

Ziele	Wirkungen und Wirkungsweise	Beitrag
<b>Effizienz und Planbarkeit: keine wesentlichen Wirkungen</b>		
<b>Verkehrssicherheit:</b>		
Vermeidung von Unfällen	Durch Warnung vor kritischen Zuständen (Fahrzeug, Ladung, Fahrzeugführer)	++
Verminderung des Störfallrisikos	Überwachung von Gefahrgut	+++
<b>Individuelle Teilnahme:</b>		
Verfügbarkeit relevanter Informationen	Fahrzeuginformationen zentral verfügbar	+++
Arbeitersparnis	Weniger Aufwand bei der Ladungsüberwachung und beim Beheben von Pannen	++
Persönliche Entfaltung	Fahrzeugführerüberwachung	---
Wahrung der Privatsphäre, Datenschutz	Beeinträchtigt bei externer Überwachung	--
<b>Wirtschafts- und Raumwirkungen:</b>		
Infrastruktur-Zuverlässigkeit	Fahrzeug-Zuverlässigkeit	++
<b>Ökologische Ziele: keine wesentlichen Wirkungen</b>		

**Tabelle 6-2: Wirkungen der Überwachung von Fahrzeugen, Ladung und Fahrzeugführern**

**Stand der Entwicklung und Ausblick**

Mit dem Fortschritt der Fahrzeugtechnik dürften sich Überwachungsfunktionen, welche im Interesse des Fahrzeugführers oder Fahrzeugbesitzers liegen, immer mehr durchsetzen. Eine darüber hinausgehende Überwachung, speziell die Überwachung der Fahrzeugführer sowie der Fahrzeuge und Ladung von Gefahrguttransporten, hat nur Realisierungschancen, wenn sie behördlich oder durch passende Anreize durchgesetzt wird (vgl. Kapitel 9.3). Abgesehen von möglichen Weiterentwicklungen in der Sensortechnik sind die Mittel der Verkehrstelematik dazu heute schon vorhanden.

## 6.4 Bewältigung sicherheitskritischer Ereignisse

**Erkennung**

Unfälle, Störfälle, aber auch Ereignisse, welche eine Verkehrsbehinderung verursachen, gilt es möglichst rasch zu erkennen. Zwei sich ergänzende Erkennungsarten sind zu unterscheiden:

1. Erkennung von den Fahrzeugen aus: Die Erkennung kann automatisch mittels passender Sensoren erfolgen oder durch die Anwesenden im Fahrzeug. Es kann dann über mobile Kommunikation ein Notruf gesendet werden. Dank Verkehrstelematik kann auch die Fahrzeugposition automatisch mitübermittelt werden.
2. Erkennung durch ortsfeste Einrichtungen entlang der Verkehrswege, wie zum Beispiel Videokameras: Mittels automatischer Bildauswertung kann direkt ein Alarm ausgelöst werden.

*Ereignisbezogene Zusatzinformation*

Die rasche Erkennung kann die Folgen sicherheitskritischer Ereignisse wesentlich vermindern. Insbesondere bei Unfällen ist die Reaktionszeit, bis zu der die Einsatzkräfte vor Ort sind, von ausschlaggebender Bedeutung. Insbesondere bei Störfällen mit Gefahrguttransporten ist es auch sehr wichtig, dass die Einsatzkräfte die Art und Tragweite des Ereignisses richtig einschätzen können. Dazu steuern Verkehrstelematik-Einrichtungen wichtige Informationen bei, wie elektronische Frachtdaten, Daten aus der Ladungsüberwachung (siehe Kapitel 6.3), Bilder von der Ereigniserkennung und Zusatzinformationen aus dem Notruf (z.B. Eigenschaften der involvierten Fahrzeuge).

*Verwendung weiterer Verkehrstelematik-Anwendungen*

Zum Zweck, den Ereignisdiensten einen raschen Zugang zum Ereignis zu ermöglichen, stehen Verkehrstelematik-Anwendungen aus anderen Bereichen zur Verfügung: Routenoptimierung (Kapitel 5.2), Überwachung der Bewegungsparameter zur Vermeidung von Unfällen durch die Einsatzfahrzeuge (Kapitel 6.2) und Fahrzeugpriorisierung (Kapitel 7.2). Angesichts der besonders hohen Anforderungen der Ereignisdienste können diese Anwendungen in der Regel nicht direkt übernommen, sondern müssen speziell weiterentwickelt werden.

*Gefahrenwarnung*

Wichtig bei sicherheitskritischen Ereignissen ist schliesslich auch die Vermeidung von Folgeereignissen. Hierzu müssen die auf das Ereignis zufahrenden Fahrzeuge gezielt gewarnt werden. Da der Ort nicht vorab bekannt ist, sind ortsfeste Warneinrichtungen entlang der Verkehrswege nur um den Preis einer flächendeckenden Einführung möglich. Verkehrstelematik bietet die Alternative, die Information als Meldung an alle Fahrzeuge in einem Gebiet (zum Beispiel innerhalb einer Funkzelle) zu verbreiten. Die Fahrzeuge können dann aus ihrer Position und Fahrtrichtung selbst bestimmen, ob die Information für sie relevant ist und automatisch den Fahrzeugführer warnen.

Ziele	Wirkungen und Wirkungsweise	Beitrag
<b>Effizienz und Planbarkeit:</b>		
Verkehrsnetz	Raschere Behebung von Störungen	++
<b>Verkehrssicherheit:</b>		
Vermeidung von Unfällen	Sekundärurfälle	++
Schadensbegrenzung und -beseitigung	Hauptzweck	+++
<b>Individuelle Teilnahme:</b>		
Verfügbarkeit relevanter Informationen	Fahrzeugposition und Fahrzeugdaten bei Unfällen	++
<b>Wirtschafts- und Raumwirkungen: keine wesentlichen Wirkungen</b>		
<b>Ökologische Ziele: keine wesentlichen Wirkungen</b>		

**Tabelle 6-3: Wirkungen der verbesserten Bewältigung sicherheitskritischer Ereignisse**

*Wirkungen*

Da die verkehrstelematik-gestützten Systeme zur Verbesserung der Bewältigung sicherheitskritischer Ereignisse sehr gezielt in speziellen Situationen wirksam werden, sind keine negativen Wirkungen zu erwarten. Die angestrebten positiven Wirkungen basieren alle auf der Verbesserung des ersten Glieds in der Bewältigungskette, der Erkennung der Ereignisse.

## 6.5 Normative Bewertung und Handlungsbedarf

*Ausrichtung der Forschung*

Die Erhöhung der Verkehrssicherheit mittels Verkehrstelematik, über deren Wichtigkeit ein breiter Konsens besteht, wird getrieben durch den technischen Fortschritt. Wenn es darum geht, welche Art von Verkehrssicherheit mit welcher Priorität verfolgt wird, ist die Ausrichtung der Forschung und Entwicklung wesentlich. Hier können durch Eigeninteressen sehr rasch Richtungen eingeschlagen werden, welche, obwohl sie auch einen Sicherheitsgewinn erzeugen, im Sinne der Allgemeinheit kritisch hinterfragt werden müssen.

*Schieneverkehr: Hindernisse durch inkompatible Lösungen*

Im Bereich des Schienenverkehrs haben allzu lange Anbieter von Sicherheitssystemen den Bahngesellschaften untereinander inkompatible Lösungen verkauft, was sich nun als Hindernis beim grenzüberschreitenden Zugverkehr herausstellt.

*Strassenverkehr: Dominanz der Automobilindustrie*

Im Strassenverkehr wird die auf Verkehrstelematik bezogene Sicherheitsforschung durch die Automobilindustrie dominiert, welche Sicherheit als komplementär zur Leistungsfähigkeit und Individualität der Fahrzeuge betrachtet. Starke Motoren und hohe Geschwindigkeiten, welche das Gefährdungspotenzial erhöhen, sollen durch verbesserte Sicherheitssysteme kompensiert werden. Die Fokussierung auf die Fahrzeuge und auf die Freiheit der Fahrzeugführer blendet eine Reihe erfolgsversprechender Ansätze der Sicherheitsforschung aus. Dazu zwei Beispiele:

1. Verkehrssignale und Markierungen sind heute eine zentrale Informationsquelle für ein an die Sicherheitsanforderungen angepasstes Fahrverhalten. Die Information als Daten in die Fahrzeuge zu übertragen kann zur Grundlage zahlreicher wirkungsvoller Sicherheitssysteme werden. Wichtig ist eine unabhängige und systematische Erforschung dieses Ansatzes, an Stelle der unkoordinierten Einführung von Einzelanwendungen.

2. Oft haben Unfälle weniger schwerwiegende Folgen, wenn sie rasch erkannt und bewältigt werden. Auch hier kann Verkehrstelematik unterstützen und auch hier sollten die Möglichkeiten weiter entwickelt werden. Dazu sind die institutionellen Voraussetzungen anzupassen. Bei der Umsetzung der neuen Techniken ist besonders kritischen Situationen wie Tunnelstrecken und Gefahrguttransporten höchste Priorität einzuräumen.

*Notwendigkeit einer Koordinationsinstanz*

Dringend erforderlich ist eine Institution mit der Aufgabe, die Forschung und Entwicklung im Bereich Verkehrssicherheit zu koordinieren, zu intensivieren und die notwendigen Impulse für die praktische Umsetzung zu geben. Es soll nicht darum gehen, bestehende Aktivitäten, etwa der Hersteller von Sicherheitssystemen im Bahnbereich oder der Automobilindustrie, zu behindern oder abzuwerten. Die Aufgabe sollte sein, diese Aktivitäten im Sinne des Allgemeininteresses zu ergänzen, alle Resultate der Sicherheitsforschung unabhängig zu bewerten, Pilotanwendungen zu realisieren und zuhanden der zuständigen Behörden Empfehlungen für die Umsetzung abzugeben. Sinnvoll wäre es, eine solche Institution auf europäischer Ebene zu etablieren. Die Initiative dazu könnte von der Schweiz ausgehen.

*Bewertung der Wirksamkeit*

Die unabhängige Bewertung von Sicherheitssystemen sollte als einzigen Massstab die Wirksamkeit haben, das heisst, dass im Durchschnitt weniger Schäden entstehen. Diese Wirksamkeit ist in Tests zu ermitteln, auf die Verkehrssysteme zu projizieren und nach Einführung zu kontrollieren. Dabei sind auch Systeme einzubeziehen, welche nicht auf die Verkehrssicherheit ausgerichtet sind, diese aber positiv oder negativ beeinflussen können.

*Rasche Implementierung durch Anreize*

Entscheidend bei der Einführung neuer Sicherheitssysteme ist die rasche Überwindung der frühen Einführungsphase, in welcher die Kosten der Systeme noch hoch sind und die Verbreitung entsprechend gering ist. Neben der Förderung von Pilot- und Demonstrationsprojekten sind die am besten dazu geeigneten Mittel Anreize für die Anwender, bei denen zwei Ansätze verfolgt werden können:

1. Wer mit seinem Fahrzeug im Verkehr ein geringeres Risiko darstellt, sollte dafür finanziell belohnt werden. Naheliegend ist eine Besserstellung dort, wo die Risiken abgegolten werden, also bei den Prämien der Haftpflichtversicherung. Diese sollte nach Risikofaktoren abgestuft werden. Damit diese Massnahme die volle Wirkung entfaltet, müssen durch die Haftpflichtversicherung alle Risiken vollständig abgedeckt werden.
2. Wer zusätzliche Sicherheitssysteme einbaut, kann mit geringeren Risikozuschlägen auskommen, zum Beispiel im Abstand zum vorangehenden Fahrzeug. Möglich ist, dass in bestimmten Fällen der Einbau des Sicherheitssystems durch geringere Risikozuschläge belohnt wird. Im Bahnbereich ist der Anreiz, durch verbesserte Sicherheit höhere Zugsdichten zu erreichen, längst wirksam. Im Strassenbereich liesse er sich auch realisieren, vorausgesetzt dass die Einhaltung der Risikozuschläge auch kontrolliert und durchgesetzt wird.

*Notwendigkeit von Kontrollen*

Generell kann mehr Verkehrssicherheit nur dann erreicht werden, wenn die Einhaltung der Sicherheitsvorgaben auch wirksam kontrolliert wird. Die

Verkehrstelematik kann das Spektrum an Kontrollmöglichkeiten deutlich vergrössern und den Kontrollaufwand reduzieren.

## 7 Einsatzbereich Nutzung der Verkehrswege

### 7.1 Einführung

*Verkehrstelematik versus konventionelle Methoden*

Wie stark ein Verkehrsweg genutzt werden kann, wird heute weitgehend über baulich-technische Massnahmen bestimmt. Soll eine stärkere Nutzung erreicht werden, dann wird er ausgebaut, werden Verkehrshindernisse beseitigt. Ist im Gegenteil eine geringere Verkehrsnutzung gewünscht - zum Beispiel um andere Nutzungsarten zuzulassen - dann ist Rückbau bzw. Verkehrsberuhigung durch zusätzliche Hindernisse angesagt. Mit der Verkehrstelematik steht hier eine attraktive Alternative zur Verfügung.

*Erhöhung der Nutzung*

An vielen Stellen lässt sich heute die Nutzung von Verkehrsnetzen erhöhen, indem die Bewegungen der Fahrzeuge auf den Netzen besser aufeinander abgestimmt werden. Verkehrstelematik kann die entsprechende Information aufbereiten und den Fahrzeugen zur Verfügung stellen. Die Methoden dazu werden in Kapitel 7.2 genauer dargestellt.

#### Vision

In einem möglichen Endzustand erhalten die Betreiber von Verkehrsnetzen für jedes Fahrzeug, welches ihr Verkehrsnetz benutzen will, vollständige Angaben über gewünschte Route und zeitliche Vorgaben. Sie teilen nach dynamischen Kriterien optimierte Nutzungsberechtigungen ("Slots") zu. Sie überwachen die Einhaltung

der Vorgaben vollständig. Dadurch ergibt sich die höchste Effizienz in der Nutzung der Verkehrswege unter Berücksichtigung aktuell vorhandener Bedingungen. Denkbar ist, dass bessere Bedingungen für die Fahrten über höhere Gebühren erkaufte werden müssen.

Klar ist, dass in dieser Vision durch die umfassenden Vorgaben das Führen eines Fahrzeuges als persönlicher Ausdruck und Selbstverwirklichung verloren geht. Individualität wird vollständig dem Zweck der Nutzungsoptimierung untergeordnet.

*Notwendigkeit von Nutzungsvorgaben:*

Die zunehmende Verkehrsnachfrage hat an einigen Stellen der Verkehrsnetze zu Missverhältnissen zwischen Angebot und Nachfrage geführt. Aus folgenden Gründen ergibt sich die Notwendigkeit, Vorgaben zur maximalen Nutzung von Verkehrswegen zu machen und deren Einhaltung sicherzustellen:

*Vermeidung von Verkehrszusammenbrüchen*

- Wo die Nachfrage für Verkehrswege (auch nur temporär) die vorhandenen Kapazitäten übersteigt, können sich Rückstaus bilden, welche sich auf andere Verkehrswege auswirken, für welche die Nachfrage an sich noch mit den vorhandenen Kapazitäten im Einklang stehen würde. Es werden so wesentlich mehr Fahrzeuge behindert, als an dem lokalen Nachfrageüberschuss direkt beteiligt sind. Im Extremfall führt dies in einem weiteren Gebiet zur Selbstblockade der Fahrzeuge.

*Schutz von Lebensräumen*

- Verkehrswege stellen immer auch Eingriffe in Lebensräume dar. Auch wenn die Folgen dieser Eingriffe durch bauliche und technische Massnahmen in einem gewissen Grad vermindert werden können, so sind sie doch auch abhängig von der Intensität der Nutzung des Verkehrsweges durch die Fahrzeuge. Wie stark die Eingriffe gegenüber dem Nutzen der Mobilität im Einzelfall gewichtet werden, muss Gegenstand einer Interessensabwägung sein. Um Konflikte zu vermeiden, kann es für einzelne Verkehrswege oder Verkehrsnetze (zum Beispiel Strassennetze im

Innerortsbereich) angezeigt sein, die technisch vorhandene Kapazität nicht voll auszuschöpfen.

*Abhängigkeit von den eingesetzten Fahrzeugen*

Während der Nutzen des Verkehrs vom Umfang der Transporte abhängt, steht die Belastung der Verkehrsnetze eher im Zusammenhang mit den durchgeführten Fahrten. Die Verkehrsnachfrage kann deshalb auch günstig beeinflusst werden, wenn Fahrzeuge bevorzugt werden, welche mehr zu transportieren in der Lage sind. Die Umgebungswirkungen und damit das Mass der Eingriffe in Lebensräume kann von weiteren Fahrzeugeigenschaften wie dem erzeugten Lärm oder den Schadstoffemissionen abhängig sein. Deshalb kann es sinnvoll sein, Nutzungsbeschränkungen in Abhängigkeit von Fahrzeugeigenschaften zu erlassen.

*Örtliche und zeitliche Differenzierung*

Mittel der Verkehrstelematik bei der Umsetzung von Vorgaben zur Nutzung der Verkehrswege haben den Vorteil, dass neben der Differenzierung nach Fahrzeugeigenschaften eine feine örtliche und vor allem zeitliche Differenzierung möglich ist. Dies ist erforderlich, um unnötige Beschränkungen zu vermeiden. Es gibt drei grundsätzliche Methoden, das Verkehrsaufkommen zu beeinflussen:

*Direkte Nutzungsbeschränkungen*

1. Über direkte Beschränkungen: An bestimmten Stellen wird generell oder zu bestimmten Zeiten die Nutzung von Verkehrswegen untersagt. Sinnvollerweise wird die Beschränkung nach Fahrzeugen differenziert und Aufgabe der Verkehrstelematik kann es dann sein, für die einzelnen Fahrzeuge die Fahrberechtigung abzuklären und gegebenenfalls die Zufahrt zu gewähren. Diese Methode wird in Kapitel 7.3 genauer beschrieben.

*Beeinflussung über Fahrzeiten*

2. Über die Fahrzeiten: Es werden an vorgegebenen Stellen so viele Fahrzeuge so lange zurückgehalten, dass die Nutzungsvorgaben eingehalten sind. Dabei können bestimmte Fahrzeuge bevorzugt werden. Auf diese Methode wird in Kapitel 7.4 näher eingegangen.

*Beeinflussung über Nutzungsgebühren*

3. Über Nutzungsgebühren: Die dadurch entstehenden höheren Kosten für die Fahrten reduzieren die Nachfrage. Auch hier ist eine Differenzierung nach Ort, Zeit und Fahrzeugeigenschaften möglich; eine Beschreibung findet sich in Kapitel 7.5.

Sinnvoll ist je nach Situation auch ein passender Mix der drei Methoden. Die Aufgabe ist eine Optimierung, bei welcher die Nutzungsvorgaben nicht überschritten, aber auch nicht wesentlich unterschritten werden. Die örtliche und zeitliche Differenzierung muss laufend dem veränderten Verkehrsaufkommen angepasst werden. Zudem ist wichtig, dass die Massnahmen den Fahrzeugführern bekannt sind, wodurch sie auch den Entscheid beeinflussen, ob, wann und auf welcher Route eine Fahrt durchgeführt wird. So wird die Wirksamkeit der Massnahme erhöht.

*Kontrolle der Einhaltung*

Die Massnahmen der Nutzungsbeeinflussung können ihre Wirkung nur dann erzielen, wenn ihre Einhaltung kontrolliert wird. Die Kontrollmethoden unterscheiden sich hier nicht grundsätzlich von denjenigen im Bereich Verkehrssicherheit (vgl. Kapitel 6).



## 7.2 Effizienzsteigerung durch Verkehrslenkung

### *Schienenbereich: Limitierung durch Sicherheitsanforderungen*

Im Bahnbereich mit seinen verhältnismässig einfachen Netzen, dem dominierenden fahrplangebundenen Verkehr und der zentralen Betriebsleitung ist das Potential für Effizienzsteigerung deutlich geringer als im Strassenbereich. Primäres Mittel ist die Erhöhung der Zugsdichten, und die Möglichkeiten dazu sind vor allem aus Gründen der Sicherheit limitiert (vgl. Kapitel 6.2). Die nachfolgenden Ausführungen konzentrieren sich deshalb auf den Strassenverkehr.

Strassennetze können als Gebilde aus Abschnitten und Knoten betrachtet werden. Die Fahrzeuge gelangen von den Abschnitten auf die Knoten und haben die Möglichkeit, von da die Fahrt auf unterschiedlichen Abschnitten fortzusetzen. Die Methoden der Effizienzsteigerung sind auf Abschnitten und an Knoten unterschiedlich.

### *Homogenisierung des Verkehrsflusses*

Analysen des Zusammenhangs zwischen Verkehrsfluss und Fahrverhalten zeigen, dass ab einer gewissen Verkehrsdichte sich Störungen fortpflanzen und selbst verstärken. Um also einen Verkehrsfluss nahe der Kapazitätsgrenze des Abschnittes aufrecht zu erhalten, müssen so weit wie möglich Störungen ausgeschaltet und ein homogener Fluss erhalten werden. In der Verkehrsleitung geschieht dies durch spezifisch der Verkehrssituation angepasste Geschwindigkeitsvorgaben, welche heute üblicherweise mit Wechselverkehrssignalen angezeigt werden. Positive Nebeneffekte der Homogenisierung sind die Erhöhung der Verkehrssicherheit (weniger Auffahrunfälle) und die Verminderung der Emissionen (weniger und sanftere Beschleunigungen der Fahrzeuge). Erfahrungen zeigen auch, dass die Geschwindigkeitsbeschränkungen dann auf Akzeptanz stossen, wenn für die Fahrzeugführer in der konkreten Situation nachvollziehbar ist, dass sie Störungen vermeiden, wenn also die Leitsysteme korrekt funktionieren und die Fahrer nicht unnötig behindern.

### *Ramp Metering*

Auf den Autobahnen können Störungen auch dadurch entstehen, dass bei Anschlüssen zu viele Autos auffahren. Im sogenannten "Ramp Metering" werden deshalb die auffahrenden Autos zurückgehalten, bis ihnen in Abhängigkeit von der Verkehrsdichte auf der Autobahn einzeln oder in kleinen Gruppen die Einfahrt freigegeben wird. Diese Methode hat sich beispielsweise zur Verminderung der Baregg-Staus auf der A1 bei Baden bewährt. Wenn sie jedoch den Verkehrsfluss an der Autobahnauffahrt wesentlich beschränkt, kann unerwünschter Ausweichverkehr entstehen. Ramp Metering ist in diesem Sinn eng verwandt mit der Verkehrsdosierung, welche aber nicht der Effizienzsteigerung, sondern der Beschränkung des Fahrzeugdurchsatzes auf bestimmten Abschnitten oder in bestimmten Gebieten dient (vgl. Kapitel 7.4).

### *Fahrtrichtungsmanagement*

Eine weitere Methode der Effizienzsteigerung auf Abschnitten ist das Fahrtrichtungsmanagement. Wenn mehrere Fahrstreifen vorhanden und das Verkehrsaufkommen in die beiden Fahrtrichtungen sehr unterschiedlich ist, können der Fahrtrichtung mit dem grösseren Verkehrsaufkommen vorübergehend mehr Fahrstreifen zugeordnet werden. Die Methode ist vorab in den USA verbreitet. Das Schweizer Strassennetz ist dafür aber

kaum geeignet (zu wenig Fahrstreifen, zu wenig ausgeprägte Richtungsabhängigkeit des Verkehrsaufkommens)<sup>1</sup>. Zudem besteht ein beträchtliches Sicherheitsrisiko, wenn Fahrzeuge Fahrstreifen mit wechselnder Fahrrichtung in der falschen Richtung befahren.

*Erhebung von Verkehrsdaten strassenseitig*

Für alle Methoden der Effizienzsteigerung auf Abschnitten müssen das Verkehrsaufkommen gemessen und Störungen frühzeitig erkannt werden. Am weitesten verbreitet ist die Messung über Induktionsschlaufen, die in die Fahrbahn eingelegt werden. Sie können vorbeifahrende Autos und ihre Geschwindigkeit registrieren. Neuere Methoden basieren zum Beispiel auf Infrarot-Sensoren und auf der automatischen Auswertung von Videobildern. Mit diesen Methoden ist es im Prinzip auch möglich, Fahrzeuge, welche an einer Messstelle registriert werden, an der nächsten wiederzuerkennen. Der Vorteil liegt darin, dass aktuelle durchschnittliche Fahrzeiten auf Abschnitten bestimmt und diese als Information auch für die Routenoptimierung verwendet werden können (vgl. Kapitel 5.2). Das Verfahren ist allerdings umstritten, weil dadurch der Datenschutz verletzt und weil es für Geschwindigkeitskontrollen zweckentfremdet werden kann. Notwendig ist eine klare Regelung des Datenzugriffs.

*Erhebung von Verkehrsdaten fahrzeugseitig*

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, mit Fahrzeuggeräten das Fahrprofil zu verfolgen. Wenn ein Fahrprofil spezielle Merkmale aufweist, welche eine Störung vermuten lassen (zum Beispiel dass es auf einem Abschnitt eine unüblich lange Fahrzeit ausweist), dann werden die entsprechenden Daten automatisch an die Verkehrsleitzentrale übermittelt. Diese Methode erlaubt es, den Aufwand für die Erfassung von Verkehrsdaten auf der Seite der strassenseitigen Infrastruktur gering zu halten. Sie ist bekannt unter der englischen Bezeichnung "Floating Car Data" und kann sehr allgemein zur Erzeugung von Verkehrsinformationen verwendet werden [49]. Obige Bemerkung zum Datenschutz gilt auch hier, wobei eine anonyme Übermittlung der Daten aus den Fahrzeugen die Situation entschärft.

---

<sup>1</sup> Zur Bewältigung von Belastungsspitzen (Osterreiseverkehr) wurde die Methode kürzlich auf der Gotthard-Nordrampe verwendet. Von den üblichen je 2 Fahrstreifen für die beiden Fahrrichtungen wurde auf 3 + 1 umgestellt.

Ziele	Wirkungen und Wirkungsweise	Beitrag
<b>Effizienz und Planbarkeit:</b>		
Verkehrsnetz	Erhöhung des Fahrzeugdurchsatzes	+++
<b>Verkehrssicherheit:</b>		
Vermeidung von Unfällen	Durch die Homogenisierung des Verkehrsflusses (Verkehrsleitsysteme)	++
<b>Individuelle Teilnahme:</b>		
Persönliche Entfaltung	Geschwindigkeitsvorgaben (bei Verkehrsleitsystemen)	-
<b>Wirtschafts- und Raumwirkungen:</b>		
Verbesserung der Erreichbarkeit	Durch die Verminderung von Verkehrsstörungen (insbesondere Agglomerationsbereiche)	+
<b>Ökologische Ziele:</b>		
Stabilisierung der Gesamtverkehrsmenge	Grössere Verkehrsaufnahme des Gesamtsystems	--
Umverteilung der Belastungen	Kanalisation auf Hauptverkehrsachsen	+

**Tabelle 7-1: Wirkungen der Effizienzsteigerung durch Verkehrslenkung<sup>1</sup>**

*Effizienzsteigerung an Knoten*

An den Knoten liegt das Problem darin, dass sich die aus den verschiedenen Richtungen ankommenden Autos gegenseitig behindern. Eine Effizienzsteigerung ergibt sich, indem den Richtungsbeziehungen, welche von vielen Autos beansprucht werden, häufiger die Durchfahrt gewährt wird. Dazu muss laufend erfasst werden, aus welcher Richtung wie viele Autos auf den Knoten zufahren. Die Verkehrssteuerung liesse sich weiter perfektionieren, wenn bekannt wäre, welche Richtung die einzelnen Autos am Knoten zu wählen beabsichtigen, oder zumindest welche ungefähren Anteile die verschiedenen Richtungen haben. Dann liessen sich den aktuellen Verkehrszuständen angepasste grüne Wellen einrichten. Ideal dazu wären Routeninformationen aus den Autos. Im Extremfall würden alle Autos einem Netzsteuerungssystem ihr Ziel angeben und dieses System würde auf alle abgestimmt die besten Routen und die Abfolgen der Durchfahrt an Knoten berechnen. Auch wenn solche Systeme noch sehr utopisch klingen, so zeigen sie doch die Nähe der in Kapitel 5.2 behandelten Routenoptimierung zur Verkehrslenkung.

*Wirkungen*

Wenn die Effizienzsteigerung durch Verkehrslenkung vorab aus wirtschaftlicher Perspektive klar positive Wirkungen hat, so kann aus ökologischer Sicht kritisiert werden, dass dadurch das Verkehrsaufkommen insgesamt weiter gesteigert werden kann und dass, wegen dem höheren Optimierungspotential, der Anteil des Strassenverkehrs tendenziell zunimmt.

### 7.3 Management der Fahrberechtigungen

*Differenzierung der Berechtigungen*

Dass auf Teilen des Strassennetzes Beschränkungen der Fahrberechtigung oder sogar Fahrverbote verhängt werden, ist seit langem üblich. Entsprechende Verkehrssignale existieren. Die Idee liegt nahe, dieses Instrument wesentlich flexibler zu gestalten und so das Verkehrsaufkommen gezielt zu steuern. Eine Flexibilisierung ist in drei Richtungen möglich:

<sup>1</sup> Erläuterungen siehe Kapitel 4.3.

1. Örtlich: Neben einzelnen Strassen oder Gebieten können auch auf Strassen mit mehreren Fahrstreifen einzelne derselben beschränkt werden.
2. Zeitlich: Die Beschränkungen können nicht nur zu festen Zeiten, sondern auch in Abhängigkeit vom Verkehrsaufkommen zu unterschiedlichen Zeiten bestehen.
3. Fahrzeugbezogen: Es können nicht nur nach Fahrzeugeigenschaften, sondern auch bezogen auf das einzelne Fahrzeug Berechtigungen erteilt werden.

*Kombination mit Kontrollen*

Ein wesentliches Hindernis für die Einführung von Beschränkungen ist der grosse Kontrollaufwand, welcher mit zunehmender Flexibilisierung (insbesondere bezüglich Fahrzeug) noch grösser wird. Verkehrstelematik bietet die Möglichkeit, die Fahrberechtigungen elektronisch zu erfassen und auszutauschen (als generelle, auf Fahrzeugeigenschaften beruhende Berechtigungen oder Einzelberechtigungen für bestimmte Fahrzeuge). Zum Beispiel können Zufahrten in Abhängigkeit von übermittelten Fahrberechtigungen automatisch freigegeben oder auf Fahrstreifen mit Beschränkungen die Berechtigungen abgefragt und Fahrzeuge ohne gültige Berechtigung registriert werden.

*Spezielle Anwendungen*

Das Management von Fahrberechtigungen lässt sich auch in Spezialsituationen oder in Kombination mit anderen Massnahmen einsetzen, um spezifische Probleme des Strassenverkehrs zu lösen. Folgende Beispiele sollen hier das mögliche Spektrum aufzeigen:

- Gefahrguttransporten können nach Risiko-Kriterien Fahrberechtigungen nur für bestimmte Routen erteilt werden, oder es kann die Fahrberechtigung für bestimmte kritische Gebiete verweigert werden. Die relativ wenigen Fahrzeuge für Gefahrguttransporte können mit vertretbarem Aufwand mit Fahrzeuggeräten zum Management der Fahrberechtigungen ausgestattet werden.
- Zur Vermeidung von Parkplatz-Suchverkehr kann für bestimmte Gebiete die Zufahr-Berechtigung von der Vorreservation eines Parkplatzes abhängig gemacht werden. Die Verkehrstelematik-Anwendung zum Management von Fahrberechtigungen kann also mit derjenigen zur Parkplatzreservation verbunden werden.

Ziele	Wirkungen und Wirkungsweise	Beitrag
<b>Effizienz und Planbarkeit:</b>		
Verkehrsnetz	Verdrängung nicht berechtigter Fahrzeuge, Verkehrsentlastung für berechnigte	+/-
<b>Verkehrssicherheit:</b>		
Verminderung des Störfallrisikos	Fahrbeschränkungen für Gefahrguttransporte	++
<b>Individuelle Teilnahme:</b>		
Verfügbarkeit relevanter Informationen	Reservierungen vom Fahrzeug aus	+
Arbeitersparnis	Automatisches Ausstellen und Übermitteln von Fahrberechtigungen	+
Wahrung der Privatsphäre, Datenschutz	Aufenthaltort von Fahrzeugen wird an einzelnen Stellen registriert	-
<b>Wirtschafts- und Raumwirkungen:</b>		
Verbesserung der Erreichbarkeit	Schlechtere Erreichbarkeit für nicht berechnigte Fahrzeuge	---
<b>Ökologische Ziele:</b>		
Umverteilung der Belastungen	Entlastung der Gebiete mit Fahrbeschränkung	+++

**Tabelle 7-2: Wirkungen des Managements der Fahrberechtigungen**

*Notwendigkeit von Fahrzeuggeräten*

Unabhängig davon, ob die Fahrberechtigungen zentral oder in den Fahrzeugen gespeichert werden, benötigt die hier dargestellte Verkehrstelematik-Anwendung ein Fahrzeuggerät, welches bei der Zufahrt bzw. auf den Fahrstreifen mit Beschränkungen die Daten übermitteln kann, welche das Fahrzeug als berechnigt ausweisen. Die Implementierung ist aber relativ einfach, weil nur Fahrzeuge mit speziellen Berechtigungen ausgerüstet werden müssen und weil diese Fahrzeuge durch die Ausrüstung den Vorteil erhalten, dass sie die Berechnigung vor Ort ausweisen können. Es müsste deshalb möglich sein, entsprechende Systeme ohne ergänzende Verfahren für nicht-ausrüstete Fahrzeuge zu implementieren. Auch das Problem des Datenschutzes dürfte kaum ein Hindernis darstellen, da die Autos, welche bei der Überprüfung der Berechnigung lokalisiert werden müssen, dafür einen Gegenwert erhalten.

*Wirkungen und Einsatzpotenzial*

Die Schwierigkeit der Methode liegt darin, passende Kriterien für die Erteilung von Berechnigungen zu finden, welche nicht als ungerechtfertigte Ungleichbehandlung ausgelegt werden können. Zudem verschlechtert sich die Erreichbarkeit der betroffenen Gebiete. Es ist deshalb davon auszugehen, dass die Methode höchstens unter speziellen örtlichen Gegebenheiten einsetzbar ist. Das könnten etwa städtische Wohngebiete und Kernbereiche von Tourismusorten sein. An den Stellen, wo die Zufahrtberechnigung geprüft werden soll, muss garantiert sein, dass Nichtberechnigte die Zufahrt nicht verstopfen.

## 7.4 Verkehrsdosierung

*Implementierung mit bestehender Infrastruktur*

In einer ersten Phase kann die Verkehrsdosierung weitgehend auf bestehender Infrastruktur aufbauen: Lichtsignalanlagen werden nicht mehr so geschaltet, dass möglichst viele Fahrzeuge den Verkehrsknoten passieren können, sondern dass nicht mehr Fahrzeuge als vorgegeben auf die angrenzenden Strassenabschnitte gelangen. Voraussetzung ist, dass das Verkehrsaufkommen auf diesen Abschnitten laufend überwacht wird. Dazu werden neben Induktionsschleifen immer häufiger Videokameras einge-

setzt. Allenfalls können an einigen Schlüsselstellen zusätzliche Lichtsignalanlagen eingebaut werden.

### Selbstregulierung auf der Strasse

Das Verkehrswachstum auf der Strasse führt, wenn es sich weiter fortsetzt, dazu, dass immer mehr Strassen eine Verkehrsbelastung in der Nähe ihrer Kapazitätsgrenze aufweisen. Immer häufiger kommt es zu Überlastungen und damit zu Staus.

Staus bewirken, dass sich für die betroffenen Fahrzeuge die Fahrzeiten verlängern. Neben allem Ärger hat dies auch direkte wirtschaftliche Auswirkungen: während Personen und Güter im Stau stecken, stehen sie an anderen Stellen zur Erbringung einer wirtschaftlichen Leistung nicht zur Verfügung. Nimmt man für diese Personen und Güter einen finanziellen Wert an, der durch den Entzug von der Leistungserbringung verloren geht, so lassen sich Staukosten berechnen. Diese haben die Betroffenen

zu tragen, wodurch sich ihre Transportkosten erhöhen.

Ein weiterer Effekt kommt hinzu: Wenn Staus gehäuft auftreten, dann muss man bei Transporten vermehrt mit Verzögerungen rechnen und plant grössere Zeitreserven ein. Auch wenn dann im Einzelfall der Stau nicht auftritt, entstehen durch diese Planungsunsicherheit trotzdem Zeitverluste und damit Kosten.

Erhöhen sich die Transportkosten, dann nimmt die Transportnachfrage ab. Zusätzlich erhöht sich der Druck zur Transportoptimierung, und das Verkehrswachstum vermindert sich. Dieser Selbstregulierungseffekt wird irgendwann zu einem Sättigungszustand führen, bei dem die Verkehrsüberlastungen über die induzier-

ten zusätzlichen Transportkosten die Nachfrage stabilisieren.

Der Sättigungszustand wird aber nur über ein bestimmtes Mass an Stau erkaufte. Wenn auch Einige die Stabilisierung der Verkehrsmenge begrüßen werden, sind doch die Staukosten volkswirtschaftlich unerwünscht.

Ein zusätzliches Problem gesättigter Verkehrsnetze besteht darin, dass sich Störungen rasch über weite Gebiete ausdehnen. Das bedeutet, dass durch eine lokale Ursache die Verkehrsflüsse an ganz anderen Stellen beeinträchtigt werden, obwohl diese an sich noch verkraftbar wären. Deshalb muss die Nutzung der Verkehrsnetze unter einer Schwelle gehalten werden, welche die lokale Bewältigung von Störungen noch zulässt.

*Problem der Stauräume* Das Problem der Verkehrsdosierung liegt bei den Stauräumen. Je mehr Fahrzeuge zurückgehalten werden, desto stärker füllen sich die Räume hinter den Stellen, an welchen sie zurückgehalten werden, auf. Üblicherweise ist aber der Platz für stehende Fahrzeuge an diesen Stellen sehr beschränkt und beim Überfüllen der Stauräume entstehen in anderen Teilen des Strassennetzes Rückstaus, welche dort von der Verkehrsdosierung nicht betroffene Autos behindern. Es ist deshalb notwendig, auch die Stauräume zu überwachen. Wenn ein Überfüllen droht, muss entweder die Verkehrsdosierung reduziert oder aufgehoben werden, oder es müssen weitere Dosierungen an anderen Stellen eingeführt werden.

Eine gewisse Entlastung kann sich dadurch ergeben, dass Fahrzeuge zur Umgehung der Wartezeiten in den Stauräumen örtliche oder zeitliche Alternativen wählen. Bis zu einem bestimmten Mass des allgemeinen Verkehrsaufkommens ist Verkehrsdosierung deshalb durchaus einsetzbar. Darüber hinaus schafft sie mehr Probleme als sie löst.

### Weiterentwicklung

Eine Weiterentwicklung der Idee der Verkehrsdosierung führt zu einem Konzept, in welchem die Fahrzeuge die Durchfahrt auf den mit einer Beschränkung belegten Strassenabschnitten reservieren müssen und (zum Beispiel nach dem Prinzip "First come first served") Zeitfenster zugeteilt erhalten. Das hat den Vorteil, dass die Fahrzeuge in der Regel ihre Fahrt so planen, dass sie das kritische Gebiet erst erreichen, wenn ihnen die Durchfahrt garantiert ist. Stauräume für zu früh eintreffende Fahrzeuge müssten trotzdem vorgesehen werden und so eingerichtet werden können, dass Fahrzeuge mit früheren Zeitfenstern an den wartenden Fahrzeugen vorbeifahren können. Diese Weiterentwicklung dürfte nur noch mit dem

Einsatz von Verkehrstelematik zu bewältigen sein, wobei eine Verknüpfung mit Routenplanungssystemen die Abläufe wesentlich vereinfachen kann.

#### Wirkungen

Negative Wirkungen der Verkehrsdosierung sind im Bereich der Verkehrssicherheit zu erwarten. Die stehenden Fahrzeuge in den Stauräumen führen zur erhöhten Gefahr von Auffahrunfällen und die Einsatzkräfte werden durch die Fahrzeuge in den Stauräumen in ihrer Anfahrt behindert.

Ziele	Wirkungen und Wirkungsweise	Beitrag
<b>Effizienz und Planbarkeit:</b>		
Transport	Längere Fahrzeiten	--
Verkehrsnetz	Angepasste Verkehrsbelastungen	++
<b>Verkehrssicherheit:</b>		
Vermeidung von Unfällen	Erhöhte Gefahr von Auffahrunfällen	-
Schadensbegrenzung und -beseitigung	Vermehrte Behinderung der Einsatzdienste bei der Anfahrt	-
<b>Individuelle Teilnahme:</b>		
Persönliche Entfaltung	Mehr Wartezeiten	-
<b>Wirtschafts- und Raumwirkungen:</b>		
Verbesserung der Erreichbarkeit	Längere Fahrzeiten	-
<b>Ökologische Ziele:</b>		
Stabilisierung der Gesamtverkehrsmenge	Geringere Attraktivität der Fahrten	++
Umverteilung der Belastungen	Beschränkung des Fahrzeugdurchsatzes in kritischen Bereichen	+++

**Tabelle 7-3: Wirkungen der Verkehrsdosierung**

## 7.5 Nutzungsgebühren (Road Pricing)

#### Verwendung für die Finanzierung der Strasseninfrastruktur

Nutzungsgebühren für Strassen werden heute in vielen Ländern erhoben, um die Strasseninfrastruktur direkt durch die Benutzer zu finanzieren. Die Gebühren kommen dann meist einem privaten Strassenbetreiber zu. In der Schweiz ist der private Betrieb von Strassen nicht vorgesehen; die entsprechende Motivation für Nutzungsgebühren entfällt damit.

#### Verwendung für Nachfragemanagement

Es ist schon lange bekannt, dass mit Nutzungsgebühren auch die Verkehrsnachfrage beeinflusst werden kann. Bei der Verwendung zur Finanzierung der Strasseninfrastruktur gilt dies als unerwünschter Nebeneffekt: je höher man die Gebühr ansetzt, umso mehr weichen die Fahrzeuge den mit ihr belasteten Strassenabschnitten aus - und die Einnahmen reduzieren sich. Im Zusammenhang mit der verkehrlichen Überbelastung von Strassen kann aber gerade dieser Effekt erwünscht sein.

#### Vorteile des Verkehrstelematik-Einsatzes

Strassengebühren lassen sich im Prinzip auch ohne Verkehrstelematik erheben. Dann ist aber eine umfangreiche strassenseitige Infrastruktur zum Einziehen der Gelder erforderlich und der Verkehr wird dadurch, dass die Autos anhalten müssen, behindert. Wo solche Infrastruktur nicht frühzeitig eingeplant wurde und wo wenig Platz vorhanden ist, muss zumindest für einen wesentlichen Teil der Fahrzeuge eine auf Verkehrstelematik gestützte Gebührenerhebung vorgesehen werden.

Für ein wirkungsvolles Nachfragemanagement ist es erforderlich, dass die Gebühren örtlich und zeitlich fein differenziert werden können. Zum Beispiel sollen nicht nur für einzelne Strassen, sondern für ganze Zonen Ge-

bühren erfasst werden können und die Gebühren sollen von der in der Zone zurückgelegten Distanz oder verbrachten Zeit abhängen.

*Verschiedene technische Realisierungen*

Welches der drei in Kapitel 3.1.12 beschriebenen Verfahren sich langfristig durchsetzt, ist offen. Je nach Situation (Grösse und Struktur des gebührenpflichtigen Strassennetzes, Anzahl gebührenpflichtiger Fahrzeuge) können sich unterschiedliche Verfahren als günstig erweisen. Damit ist der Bereich Nutzungsgebühren ein gutes Beispiel dafür, dass nicht vorab Techniken festgelegt, sondern Anforderungen spezifiziert werden müssen, damit in einem zweiten Schritt die dazu passende Technik bestimmt werden kann.

*Mögliche Zusatznutzen*

Neben dem Ziel einer Beschränkung des Verkehrsaufkommen an spezifischen Stellen zu spezifischen Zeiten können Nutzungsgebühren positive Nebenwirkungen entfalten:

- Es entsteht ein vermehrter Druck, die Fahrzeugeffizienz zu erhöhen.
- Die Gebühren können nach Fahrzeugtyp differenziert werden, wodurch die Verwendung bestimmter Fahrzeugtypen gefördert werden kann.
- Auch nach ökologischen Kriterien wie Emissionsklassen und Lärm kann die Gebühr differenziert werden, wodurch ein Anreiz für umweltfreundlichere Autos entsteht.
- Durch passende Ausgestaltung können auch bestimmte Verkehrsarten gezielt unterbunden werden. Als Beispiel sollen Zonen mit degressiven Zeittarifen (das heisst einer Abnahme der Gebühr, je länger sich das Fahrzeug in der Zone befindet) zur Verhinderung von Durchgangsverkehr genannt werden.

*Kontrolle der Entrichtung*

Das Entrichten der Gebühr muss kontrolliert werden. Um den Vorteil des Betriebs ohne Anhalten nicht zu verspielen, müssen die Kontrollen automatisch durchgeführt werden. Höchstens bei festgestellten Verstössen können die betroffenen Fahrzeuge aus dem Verkehr geleitet werden.

*Problem des Datenschutzes*

Kritisch im Zusammenhang mit den Nutzungsgebühren ist die Frage des Datenschutzes. Je nach Erhebungsmethode ist es möglich, dass die Gebühren anonym entrichtet werden. Aber bei den Kontrollen muss darauf vertraut werden, dass die erhobenen Daten zur Anwesenheit identifizierbarer Fahrzeuge an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit nur im Fall von Verstössen und nicht zu missbräuchlichen Zwecken verwendet werden.

*Verwendung der Gebühreneinnahmen*

Einfluss auf die erzielbaren Wirkungen hat neben der örtlichen, zeitlich und fahrzeugbezogenen Ausgestaltung und der Gebührenhöhe auch die Verwendung der Gebühreneinnahmen. Denn diese entscheidet über das Kostengefüge im Verkehrsbereich. Werden etwa die Gebühren kompensiert durch Vergünstigungen für den gleichen Verkehrsträger (zum Beispiel Reduktion der Motorfahrzeugsteuer), dann liegt die Wirkung nur in der örtlichen und zeitlichen Verschiebung der Verkehrsbelastung. Werden die Einnahmen dem Verkehrsträger entzogen, dann können sich auch Umlagerungen zu anderen Verkehrsträgern ergeben (wie zum Beispiel bei der Verwendung von LSVA-Geldern für die Finanzierung von Bahnprojekten angestrebt). Nur wenn die Einnahmen dem Ausbau und Betrieb des Ver-



kehrsystems insgesamt entzogen werden, kann damit gerechnet werden, dass dadurch das gesamte Verkehrswachstum gedämpft wird. Der Entscheid über die Gebührenverwendung wird auf politischer Ebene erfolgen. Das Verkehrstelematik-Instrument der Gebührenerfassung kann, selbst bei identischer Systemausgestaltung, in Abhängigkeit von diesem Entscheid ganz unterschiedliche Wirkungen entfalten.

Ziele	Wirkungen und Wirkungsweise	Beitrag
<b>Effizienz und Planbarkeit:</b>		
Transport	Verminderung unnötiger Transporte (Nachfragemanagement)	++
Fahrzeug	Erhöhter Druck zu besserer Fahrzeugbelegung und Vermeidung unnötiger Fahrten, Beeinflussung des Modal Split	++
Verkehrsnetz	Vermeidung von Überlastungen, örtliche und zeitliche Verlagerungen	+++
<b>Verkehrssicherheit: keine wesentlichen Wirkungen</b>		
<b>Individuelle Teilnahme:</b>		
Arbeitersparnis	Kein Anhalten zur Gebührenerichtung	++
Wahrung der Privatsphäre, Datenschutz	Möglichkeit zum Erstellen von Bewegungsprofilen. Erhebung je nach Erhebungsmethode anonym möglich.	-
<b>Wirtschafts- und Raumwirkungen:</b>		
Modernisierung der Infrastruktur	Bei Differenzierung der Gebühr zum Beispiel nach Emissionsklassen	++
<b>Ökologische Ziele:</b>		
Stabilisierung der Gesamtverkehrsmenge	Durch höhere Kostenbelastung	+++
Verbesserung des Fahrzeugeinsatzes	Durch Tariffdifferenzierung nach Fahrzeugeigenschaften	++
Umverteilung der Belastungen	Durch örtliche Tariffdifferenzierung	+++

**Tabelle 7-4: Wirkungen von Nutzungsgebühren**

## 7.6 Fahrzeugpriorisierung

### *Wirkungsweise*

Bei der Fahrzeugpriorisierung geht es nicht darum, die Nutzung von Verkehrswegen insgesamt zu beeinflussen, sondern spezifische Fahrzeuge in der Nutzung zu bevorzugen. Wesentlich für die Bevorzugung sind die Verkehrsknoten. Dort wird gezielt der Verkehr aus derjenigen Richtung oder von demjenigen Fahrstreifen bevorzugt, wo sich zu priorisierende Fahrzeuge befinden. Damit ist angedeutet, dass sich die Fahrzeugpriorisierung gut mit den Beschränkungen der Fahrberechtigungen auf Fahrstreifen zu Gunsten der priorisierten Fahrzeuge verbinden lässt.

### *Technische Entwicklung*

Einfache Priorisierungssysteme auf der Basis von Induktionsschleifen und Fahrzeuggeräten, welche ein durch die Schleife eindeutig erkennbares magnetisches Muster erzeugen, wodurch eine Lichtsignalanlage passend geschaltet wird, gibt es schon seit vielen Jahren. Der Anspruch ist aber, durch die Fahrzeugpriorisierung den übrigen Verkehr möglichst wenig zu behindern. Dazu müssen die Bewegungen der zu priorisierenden Fahrzeuge über eine grössere Distanz verfolgt und die Verkehrssteuerungen an den Knoten darauf abgestimmt werden. Insbesondere geht es darum, im richtigen Moment die Bevorzugung der entsprechenden Richtung wieder aufzuheben.

### *Verbindung mit rechnergestützten Betriebsleitzentralen*

Für Fahrzeugpriorisierung stehen die Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs auf der Strasse im Vordergrund. In diesen sind heute schon Bordcomputer

verbreitet, welche die Position innerhalb der von ihnen bedienten Linie über GPS oder Kilometerzähler und Baken feststellen und entsprechende Daten mit der Betriebsleitzentrale austauschen (siehe Kapitel 3.1.9). Sinnvoll ist dann, über eine Verbindung von dieser Zentrale zum Verkehrssteuersystem eine optimierte Fahrzeugpriorisierung zu gewährleisten.

*Wirkungen und Anwendungspotenzial*

Das Problem der Fahrzeugpriorisierung liegt darin, dass sie mit zunehmender Sättigung der Verkehrsnetze immer fragwürdiger wird. Entweder muss, um die Wirksamkeit zu erhalten, der Verkehr aus der Richtung mit dem priorisierten Fahrzeug immer länger bevorzugt werden (da mehr andere Fahrzeuge aus dieser Richtung auf den Knoten zufahren, welche diesen passieren müssen, um dem priorisierten Fahrzeug Platz zu schaffen), oder es müssen vermehrt Fahrstreifen für die ausschliessliche Benutzung durch priorisierte Fahrzeuge ausgeschieden werden. Beides schränkt den übrigen Verkehr ein und erhöht die Gefahr eines Verkehrszusammenbruchs. Mit anderen Worten: Fahrzeugpriorisierung kann nur aufrecht erhalten werden, wenn die Verkehrsbelastung in den entsprechenden Gebieten durch andere Massnahmen auf ein Mass unter der Kapazitätsgrenze beschränkt wird.

Ziele	Wirkungen und Wirkungsweise	Beitrag
<b>Effizienz und Planbarkeit:</b>		
Fahrzeug	Höhere Attraktivität von Fahrzeugen mit hoher Transportkapazität	+++
Verkehrsnetz	Einschränkungen für den übrigen Verkehr	-
<b>Verkehrssicherheit:</b>		
Schadensbegrenzung und -beseitigung	Priorisierung von Einsatzfahrzeugen	+++
<b>Individuelle Teilnahme: keine wesentlichen Wirkungen</b>		
<b>Wirtschafts- und Raumwirkungen: keine wesentlichen Wirkungen</b>		
<b>Ökologische Ziele:</b>		
Verbesserung des Fahrzeugeinsatzes	Vorteil für Fahrzeuge mit hoher Transportkapazität	++

**Tabelle 7-5: Wirkungen der Fahrzeugpriorisierung**

## 7.7 Normative Bewertung und Handlungsbedarf

*Notwendigkeit von Nutzungsvorgaben*

In seiner heutigen Ausgestaltung (Verkehrswege, Fahrzeuge) hat der Verkehr eine ganze Reihe von negativen Auswirkungen, welche Beschränkungen der Nutzung von Verkehrswegen rechtfertigen können: Lärm, Schadstoffemissionen, Verbrauch endlicher Ressourcen, Zerschneidung der Landschaft, Unfallgefahr etc. Mit der allgemeinen Zunahme der Mobilität haben diese Auswirkungen immer häufiger zu Konflikten bezüglich dem richtigen Mass der Nutzung geführt. Mit der Verkehrstelematik bieten sich, wie in den vorangehenden Kapiteln dargestellt, neue und vielleicht erstmals realistische Möglichkeiten an, nach Ort, Zeit und Fahrzeugtyp differenzierte Vorgaben zur Nutzung der Verkehrswege umzusetzen. Voraussetzung ist eine pragmatische Konfliktbewältigung und Herstellung eines Konsens über diese Vorgaben.

*Bezug zwischen Effizienzsteigerung und Ausbau der Verkehrswege*

Für viele Verkehrswege wird das Bestreben sein, bei Bedarf eine möglichst hohe Kapazität zur Verfügung zu stellen. Als Alternative zum Ausbau der Verkehrswege stehen auch Kapazitätserweiterungen mittels Verkehrslen-

kungsmassnahmen zur Diskussion. Nicht sinnvoll ist es, die Frage, ob und wie weit Kapazitäten zu erhöhen sind, mit der Frage der einzusetzenden Mittel zu verknüpfen. Die Mittel sind vorab nach dem Kriterium minimaler Kosten und negativer Umweltwirkungen zu wählen, wobei Effizienzsteigerungen als Option zu berücksichtigen sind.

*Notwendigkeit von Strassengebühren*

Damit stellt sich die Frage, wie vorzugehen ist, wenn sich für einzelne Verkehrswege Überlastungen ergeben. Aus wirtschaftlicher Sicht ist sowohl eine Selbstregulierung - d.h. bewusst in Kauf genommene Staus - wie auch die Verkehrsdosierung, welche Fahrzeiten künstlich verlängert, abzulehnen. Personen und Güter stehen, während sie im Stau stecken oder in Stauräumen warten, produktiven Prozessen nicht zur Verfügung. Da eine sinnvolle Differenzierung von Fahrbeschränkungen nur in wenigen Situationen möglich ist, ist als übergeordnetes Mittel zur Vermeidung chronischer Überlastungen von Verkehrswegen ein Nachfragemanagement über Strassengebühren unumgänglich.

*Notwendigkeit von Kontrollen*

Analog zum Thema Verkehrssicherheit stellt sich auch bei der Nutzung der Verkehrswege die Frage der Kontrollen. Bestimmte Nutzungen der Verkehrswege lassen sich nur dann durchsetzen, wenn sie kontrolliert werden. Verkehrstelematische Systeme können auch hier die Effizienz von Kontrollen erhöhen.

## 8 Schlussfolgerungen

### 8.1 Bedeutung der Verkehrstelematik

*Fehlen eines strategischen Ansatzes*

Bisher wurde Verkehrstelematik als Ansammlung unterschiedlichster Systeme, Techniken und Anwendungen wahrgenommen. Eine fundierte Einschätzung ihrer Bedeutung wie auch ein strategischer Ansatz für ihre Entwicklung fehlte in Europa und speziell in der Schweiz weitgehend. Folge ist, dass viele gute Ideen in der Umsetzung scheiterten und dass sich nur sehr selektiv das durchsetzen konnte, was ausgeprägten Patikulärinteressen entgegenkommt (Beispiele: Routing und Flottenmanagement), oder was als in sich geschlossenes Projekt eine genügende (politische) Unterstützung und finanzielle Basis hatte (Beispiele: Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe, Parkleitsysteme und ÖV-Priorisierung).

*Leitbild Strassenverkehrstelematik als erster Schritt*

Verkehrstelematik kann einen wesentlichen Beitrag zur Lösung der sich zuspitzenden Verkehrsprobleme leisten. Damit sie dies leistet, müssen aber zuerst die Voraussetzungen zu ihrem Einsatz grundlegend verbessert werden. Das eigentliche Potenzial der Verkehrstelematik ergibt sich erst aus der Synergie verschiedener Anwendungen, oder - von einer andern Seite betrachtet - aus einer flexibel nutzbaren Verkehrstelematik-Infrastruktur. Erforderlich ist ein Gesamtkonzept, welches technische, organisatorische, wirtschaftliche, soziale und rechtliche Aspekte behandelt. Das Leitbild Strassenverkehrstelematik des UVEK [27] stellt einen ersten Schritt in diese Richtung dar. Es ist in seinem strategischen Ansatz aber noch beschränkt (z.B. ungenügender Einbezug der Fahrzeug-Seite) und in den Ideen zur Umsetzung unbestimmt. Es konnte bisher der verkehrspolitischen Diskussion keine neuen Impulse verleihen, sondern droht zwischen bestehenden Positionen aufgerieben zu werden. Ein Gesamtkonzept muss breit abgestützt werden - Bund, Kantone, Gemeinden, private Organisationen und die Wirtschaft sind einzubeziehen, eine internationale Abstimmung ist anzustreben und es ist von Anfang an ein verkehrsträger-übergreifender Ansatz zu wählen. Für die Erarbeitung und Umsetzung müssen von Anfang an ausreichende personelle und finanzielle Mittel eingeplant werden.

*Verkehrstelematik und verkehrspolitische Diskussion*

Erforderlich ist aber auch eine politische Einbindung der Verkehrstelematik. Nur das Wissen über das vorhandene verkehrstelematische Instrumentarium und der politische Wille, dieses im Allgemeininteresse einzusetzen, können die notwendige Grundlage bilden, auf der die neuen Technologien einen bedeutungsvollen Beitrag zur Lösung der Verkehrsprobleme zu leisten in der Lage sind. Verkehrstelematik hat, wie in den nachfolgenden Unterkapiteln dargestellt wird, Einfluss auf Kernthemen der verkehrspolitischen Diskussion. Gerade dort, wo bestehende Konzepte angesichts der allgemeinen Verkehrszunahme zu scheitern drohen, öffnet sie Zugang zu neuen Antworten und Lösungen. Verkehrstelematik macht den grossen Schritt vom heute noch weitgehend starren Verkehrsregime zu einer dynamischen, auf die aktuelle Situation angepasste Optimierung des gesamten Verkehrssystems möglich. Die Optimierungskriterien und ihre Gewichtung sind noch zu bestimmen. In diesem Sinne entstehen durch die Mög-

lichkeiten der Verkehrstelematik neue Fragestellungen, zu denen von der Politik und von uns allen Antworten gefordert sind.

*Wichtige Grundsatzfragen und -entscheide*

Die für die Zukunft der Verkehrstelematik zentralen Fragen, welche diskutiert und beantwortet werden müssen lauten: Wie viel Mobilität wollen wir uns angesichts wesentlicher Defizite der Verkehrsinfrastruktur bezüglich Nachhaltigkeit leisten? Wie weit soll sich die individuelle Lust am Fahren kollektiven Interessen unterordnen? Wie weit soll sich Verkehrssicherheit und damit auch die körperliche Unversehrtheit der Menschen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Zwängen unterordnen? Welcher Aufwand ist zu betreiben, um Benachteiligungen einzelner gesellschaftlicher Gruppen und/oder Räume bzw. Regionen zu kompensieren? Aus den Diskussionen und Antworten ergibt sich nicht nur, wo wie viel Verkehrstelematik einsetzbar ist, sondern auch welche flankierenden Massnahmen zu ergreifen sind, um negative Nebenwirkungen der Verkehrstelematik aufzufangen.

## 8.2 Mobilitätsentwicklung

Die Mobilität hat in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen. Der Ausbau der Verkehrswege hat mit dieser Entwicklung nicht Schritt gehalten, so dass die Fahrzeugdichte gestiegen ist. Ein forcierter Ausbau der Verkehrswege ist bei den zunehmenden Bauzeiten und -kosten sowie den vergleichsweise geringen Transportkosten (die eine hohe Nachfrage erzeugen) nicht der Weg, über den allein langfristig die notwendigen Kapazitäten bereitgestellt werden können, um einen Verkehrskollaps zu verhindern<sup>1</sup>. Verkehrstelematik eröffnet alternative Wege.

*Effizientere Nutzung von Fahrzeugen und Infrastrukturen*

Eine Reihe von Verkehrstelematik-Anwendungen zielen darauf ab, die vorhandenen Fahrzeuge und Verkehrsinfrastrukturen effizienter zu nutzen. Dies geschieht insbesondere über

- Routenoptimierung und verbesserte Zielführung
- die Erhöhung der Fahrzeugbelegung
- die häufigere Verwendung von Fahrzeugen mit hoher Transporteffizienz
- Effizienzsteigerungen in der Nutzung der Verkehrsnetze
- die Vereinfachung der Transportplanung

Mit der Effizienzsteigerung kann die Transportkapazität bestehender Verkehrsnetze erhöht werden. Gleichzeitig führt die Effizienzsteigerung aber zu einer Senkung der Transportkosten und damit tendenziell zu einer Zunahme der Transportnachfrage, d.h. zu mehr Mobilität. Allerdings gibt es noch zahlreiche andere Kostenfaktoren, die zu berücksichtigen sind. Wahrscheinlich ist, dass die gewonnene Kapazitätsreserve durch die erhöhte Nachfrage früher oder später aufgebraucht wird. Die Effizienzsteigerung bringt in diesem Sinne nur eine vorübergehende Entlastung.

*Priorität bei Verminderung der Anzahl Fahrten*

Die Mobilitätsentwicklung wird meist auch im Zusammenhang mit negativen Wirkungen des Verkehrs diskutiert. Es ist zu berücksichtigen, dass für

<sup>1</sup> Auch neue technische Lösungen für Verkehrswege, die nicht mit laufend steigenden Infrastrukturkosten konfrontiert wären, haben heute, wie das Beispiel Swissmetro zeigt, einen schweren Stand.

diese negativen Wirkungen in der Regel nicht die Transporte, sondern die Fahrten ausschlaggebend sind. Der durch spezifische Verkehrstelematik-Anwendungen erreichbare Effekt einer verbesserten Fahrzeugbelegung und vermehrten Verwendung transporteffizienter Fahrzeuge bedeutet, dass gleich viele Transporte mit weniger Fahrten durchführbar sind. Bei einer Effizienzsteigerung mittels Verkehrstelematik ist es deshalb naheliegend, dass denjenigen Anwendungen Vorzug gegeben wird, welche auf eine erhöhte Fahrzeugbelegung abzielen.

*Mittel des Nachfragemanagements*

Abgesehen vom Ausbau der Verkehrswege und der Effizienzsteigerung bleibt als Mittel zur Vermeidung eines allgemeinen Verkehrskollaps nur noch die Beeinflussung der Transportnachfrage. Verkehrsleistung muss als knappes Gut verstanden werden, welches nicht allen in beliebigem Umfang zur Verfügung gestellt werden kann. Sofort stellt sich die Frage der Verteilung. Verkehrstelematik bietet, wie in Kapitel 7 dargestellt, mehrere Ansätze für die Umsetzung eines Nachfragemanagements mit unterschiedlichen Verteilungskriterien:

- **Management der Fahrberechtigungen:** Die Kriterien für die Zulassung einer Fahrt auf einem bestimmten Verkehrsweg können auf Einzelfahrzeuge bezogen definiert werden, wobei insbesondere berücksichtigt werden kann, was das Fahrzeug transportiert.
- **Verkehrsdosierung:** In Kombination mit einer Fahrtreservation kann als Kriterium gelten, wie früh die Fahrt reserviert wird ("First come first served"). Die Planbarkeit der Fahrten wird somit zum Auswahlkriterium.
- **Nutzungsgebühren:** Die Verteilung erfolgt nach Finanzstärke. Wer bereit ist, genügend zu bezahlen, erhält den Zugang zum System.

*Erschwinglichkeit der Mobilität*

Im Zusammenhang mit Nutzungsgebühren stellt sich die Frage nach den sozialen Effekten einer primär mit finanziellen Anreizen operierenden Umwelt- und Verkehrspolitik, die den besser gestellten Bürgern schon vom Denkansatz her den Kauf von mehr Mobilität und Bewegungsfreiheit erlaubt. Es ist zu diskutieren, wie weit die gesellschaftliche Errungenschaft einer allgemein erschwinglichen Mobilität angesichts sich verknappender Verkehrskapazitäten geopfert werden soll.

*Verkehrstelematik und Modal Split*

Auf die negativen Verkehrswirkungen hat auch Einfluss, welcher Anteil am Gesamtverkehrsaufkommen auf die verschiedenen Verkehrsträger entfällt. Die Anteile sind wesentlich durch das Kosten-Nutzen-Verhältnis der Verkehrsträger bestimmt. Da Verkehrstelematik-Anwendungen die Transportkosten beeinflussen und in der Regel auf bestimmte Verkehrsträger zugeschnitten sind oder zumindest bei den verschiedenen Verkehrsträgern einen unterschiedlichen Nutzen erzielen, hat der Mix der eingeführten Verkehrstelematik-Anwendungen einen wesentlichen Einfluss auf den Modal Split [37]. Neben den unterschiedlichen Optionen zur Transportoptimierung (siehe Kapitel 5) entscheidet auch der Umfang der Priorisierung von Fahrzeugen des öffentlichen Verkehrs über die Attraktivität der verschiedenen Verkehrsmodi.

### 8.3 Verkehrsmanagement

*Verkehrsmanagement als kollektive Sicht* Verkehrstelematik ändert nicht grundsätzlich die Verkehrsinfrastruktur (Verkehrsnetze und Fahrzeuge), sondern die Art, wie diese genutzt wird. In der Nutzung der Verkehrsinfrastruktur kann zwischen einer individuellen, den einzelnen Transport betreffenden, und einer kollektiven Sicht unterschieden werden (siehe Einsatzbereiche Transportoptimierung und Nutzung der Verkehrswege). Verkehrsmanagement befasst sich mit der kollektiven Sicht und setzt Vorgaben zur Nutzung der Verkehrswege um. Die Vorgaben müssen ausserhalb des Verkehrsmanagements, zum Beispiel in Form von Verkehrsplanungen, erarbeitet werden. So weit eine gezielte Mobilitätsentwicklung erreicht werden soll, stellt Verkehrsmanagement einen wichtigen Pfeiler zur Umsetzung dar.

*Nutzungsvorgaben* Wichtigste Ziele und Funktionen des Verkehrsmanagements sind die Verbesserung der Funktionsfähigkeit des Verkehrssystems und die Verminderung negativer Auswirkungen des Verkehrs. Eine naheliegende Art der Umsetzung von Vorgaben ist demnach, dass Teilnetze des gesamten Verkehrsnetzes ausgeschieden werden, auf welchen die Nutzung - möglicherweise zeitlich differenziert - auf ein bestimmtes Mass beschränkt wird (zum Beispiel Stadtzentren und Dorfkerne, Wohnquartiere und Verkehrswege in der unmittelbaren Umgebung von Erholungsräumen). Gleichzeitig wird auf dem restlichen Netz (insbesondere Autobahnen und Expressstrassen) eine möglichst effiziente Nutzung angestrebt.

*Neue Anforderungen an das Verkehrsmanagement* Die Anforderungen an das Verkehrsmanagement haben stark zugenommen und es ist vorauszusehen, dass dieser Trend in Zukunft anhalten wird. Ursache sind das steigende Verkehrsaufkommen, die insgesamt intensivierte Nutzung der Lebensräume, welche auch zunehmend zu Zielkonflikten zwischen Verkehr und anderen Nutzungsbedürfnissen führt, sowie die individuelle Transportoptimierung, welche dazu führt, dass die Fahrzeuge auf verminderte Nutzungsmöglichkeiten wesentlich flexibler reagieren und vermehrt Ausweichrouten benutzen. Es reicht nicht mehr, lokal Einzelsysteme für Verkehrsmanagement zu implementieren. Es ist ein zusammenhängendes Gesamtsystem mit folgenden Eigenschaften notwendig:

- Es muss dynamisch sein - d.h. auf aktuelle Verkehrssituationen reagieren und dabei das Verkehrsaufkommen, vorübergehende Verkehrsbeschränkungen auf dem Netz und besondere Verkehrsnachfragen berücksichtigen.
- Es muss vorausschauend sein - d.h. verlässliche Prognosen zur kurzfristigen Verkehrsentwicklung erstellen und diese in seinen Massnahmen berücksichtigen.
- Es muss differenziert sein und insbesondere örtlich und zeitlich variable Vorgaben sowie einzelne Fahrzeuge oder Fahrzeugeigenschaften betreffende Vorgaben berücksichtigen können.
- Es muss intermodal sein - d.h. mögliche Umlagerungen von einem Verkehrsmittel auf ein anderes berücksichtigen.
- Es muss flexibel sein - d.h. Veränderungen in den Vorgaben und neue Arten von Vorgaben kurzfristig umzusetzen.

Diese Anforderungen sind nur noch mit Unterstützung der Verkehrs- telematik zu bewältigen, denn im Bereich weitgehend gesättigter Verkehrs- netze spielt Information und deren Aufbereitung eine entscheidende Rolle, um das Verkehrssystem funktionsfähig zu erhalten.

## 8.4 Intermodalität und Förderung der Fahrzeugeffizienz

Die Grundidee der Intermodalität ist, die Vorteile von Schiene und Strasse so zu kombinieren, dass möglichst viele Transporte mit möglichst wenigen negativen Verkehrswirkungen - das heisst insbesondere durch möglichst wenig Fahrten - abgewickelt werden können und so einen Beitrag zur Mobilitätsentwicklung leisten, welchen vermutlich alle Betroffenen positiv werten. Auch wenn Intermodalität als Schlagwort in aller Munde ist, soll hier der Fächer weiter aufgespannt und die Gesamtheit möglicher Massnahmen zur Förderung der Fahrzeugeffizienz betrachtet werden.

*Durchbrechen beste-  
hender Muster*

In Fahrzeugen vorhandene Restkapazitäten lassen sich für andere Trans- porte nutzen, wodurch insgesamt Fahrten eingespart werden können. Da die anderen Transporte in der Regel nicht genau die gleichen Ausgangs- und Zielpunkte haben, muss die feste Zuweisung von Transporten zu ei- nem Fahrzeug aufgebrochen werden. Dies führt zum Konzept der Trans- portketten.

### Entwicklungsperspektiven der Intermodalität im Personenverkehr

Optimal dürfte eine Transportab- wicklung im Personenverkehr dann sein, wenn auf den Haupt- verkehrsachsen mit der grössten Transportnachfrage Verkehrsmittel mit hoher Transportkapazität einge- setzt werden, also insbesondere Züge und Busse. Hier ist ein fahrplange- bundener Verkehr sinnvoll, da eine genügende Fahrplandichte zu errei- chen ist, so dass kaum Wartezeiten entstehen. Den Personenwagen müsste dann die Aufgabe des Sam- melns und der Feinverteilung zufallen.

Ein Problem liegt darin, dass Privat- wagen als Mittel, um zu den grossen Sammel- und Verteilpunkten zu ge- langen, wenig taugen, weil dort zuwe- nig Parkplätze angeboten werden können. Verschiedene Alternativen sind denkbar:

- Mit Car-Sharing, Taxidiensten und Mietwagen kann erreicht werden, dass die Autos, welche an die Sammel- und Verteilpunkte gelan- gen, nach kurzer Zeit wieder für neue Fahrten eingesetzt werden.
- Nicht fahrplangebundene Angebote mit Bussen und Sammeltaxis kön- nen die Verbindung zu denjenigen Ausgangs- und Zielpunkten herstel- len, für welche sich ein fahrplange- bundener ÖV wegen der zu gerin- gen Nachfrage nicht lohnt.
- Es kann mit regelmässig in dichtem Abstand verkehrenden Zubringer- bussen eine Verbindung zwischen grossen Sammel- und Verteilpunk- ten und umliegenden Parkplätzen für Privatwagen hergestellt werden.

Auf jeden Fall zeigt sich, dass zum Funktionieren intermodaler, auf Transportketten beruhender Konzepte passende Angebote vorhanden sein müssen. Neuen Angebotstypen im Zwischenbereich zwischen fahrplan- gebundenem öffentlichem Verkehr und auf Einzeltransporte beschränk- tem Individualverkehr kommt dabei eine wichtige Rolle zu. Diese Ange- botstypen können mit starker Ver- kehrstelematik-Unterstützung rechnen und sich so heute leichter etablieren, als dies noch vor wenigen Jahren möglich war. Der beeindruckende Erfolg des Car-Sharing in der Schweiz stimmt hier optimistisch.

Neben den technischen Voraussetzungen zum Fahrzeugwechsel "unter- wegs" ist die genaue Planung und Abstimmung der Transporte entschei- dend. Dafür sind Instrumente der Verkehrstelematik unverzichtbar. Erfor- derlich sind Informationsdrehscheiben, welche Transportwünsche von Kunden, Fahrzeugdaten und Informationen zu Verkehrszuständen verbind- en, situationsgebunden die Transporte optimieren und entsprechende Anweisungen an die Kunden und die Fahrzeugführer weiterleiten. Je flexi-



bler die Transporte bezüglich Fahrzeugwechsel, desto höher ist das Optimierungspotential.

*Von der Konkurrenz zur Zusammenarbeit*

Auch mit Verkehrstelematik können Transportketten und Intermodalität nur dann Erfolg haben, wenn die institutionellen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen stimmen. Erforderlich ist hier ein Paradigmenwechsel: Die verschiedenen Verkehrsmittel dürfen nicht als Konkurrenz zueinander gesehen werden, sondern müssen aus übergeordneter Sicht diejenigen Fahrten zugewiesen erhalten, welche sie am besten ausführen können.

*Schaffung institutioneller Voraussetzungen*

Damit bestehende Automatismen bei der Verkehrsmittelwahl durchbrochen werden, ist eine wesentliche Stärkung der Transportplanung und der Information unterwegs erforderlich. Nur so können sich intermodale Transportketten breit durchsetzen. Die technischen Mittel dazu kann die Verkehrstelematik beisteuern. Institutionell muss dafür ein neues Gebilde geschaffen werden: integrierte Transportanbieter. Sie entwickeln für jeden Transport ein optimiertes Angebot unter Berücksichtigung aller möglicher Verkehrsmittel und sind um die reibungslose Abwicklung des Transportes besorgt. Während im Bereich des Güterverkehrs bei grossen Anbietern heute schon zwischen Strasse und Schiene optimiert wird, fehlen im Personentransport entsprechende Angebote noch weitgehend.

**Entwicklungsperspektiven der Intermodalität im Güterverkehr**

Generell ist es im Güterverkehr sinnvoll, wenn die grossen Distanzen auf der Schiene zurückgelegt werden und die lokalen Transporte auf der Strasse erfolgen. Diese Verteilung funktioniert nur, wenn die Bahn die Güter nicht nur mit vergleichbaren Kosten, sondern auch bei Bedarf in gleicher Zeit und mit hoher Zuverlässigkeit befördert. Dazu bedarf es einer grossräumigen (internationalen), sehr dynamischen betrieblichen Abstimmung im Schienenbereich, welche nur mittels Verkehrstelematik zu erreichen ist.

Der kombinierte Verkehr zwischen Schiene und Strasse kann sich, abgesehen von infrastrukturellen Voraussetzungen, nur durchsetzen, wenn die Umladezeiten kurz, d.h. die zeitliche Abstimmung zwischen Strassenfahrzeugen und Zügen optimal ist. Die Sendungs- bzw. Fahrzeugverfolgung ist dazu neben der genannten Zuverlässigkeit unverzichtbar.

Der Huckepack-Verkehr kann auch längerfristig als "Nischenprodukt" überleben, wenn der Bahnverlad eingesetzt wird, um die Ruhezeit der Lastwagenführer zu überbrücken. Verkehrstelematik steuert hier eine feine und sehr dynamische Abstimmung zwischen Angebot und Nachfrage bei.

Der Huckepack-Verkehr kann auch längerfristig als "Nischenprodukt" überleben, wenn der Bahnverlad eingesetzt wird, um die Ruhezeit der Lastwagenführer zu überbrücken. Verkehrstelematik steuert hier eine feine und sehr dynamische Abstimmung zwischen Angebot und Nachfrage bei.

Der Huckepack-Verkehr kann auch längerfristig als "Nischenprodukt" überleben, wenn der Bahnverlad eingesetzt wird, um die Ruhezeit der Lastwagenführer zu überbrücken. Verkehrstelematik steuert hier eine feine und sehr dynamische Abstimmung zwischen Angebot und Nachfrage bei.

*Modell der integrierten Transportanbieter*

Ein Modell für die zu schaffenden neuen Organisationsstrukturen könnte zwei Ebenen umfassen: Mehrere untereinander im freien Wettbewerb stehende integrierte Transportanbieter funktionieren als Mittler zwischen den Nutzern und einer Reihe von Anbietern von Fahrten. Letztere können je nach ausgehandelten Bedingungen auch für verschiedene Transportanbieter tätig sein. Es kann sich um grosse Halter von Fahrzeugflotten wie auch um Besitzer von einzelnen Fahrzeugen handeln. Die integrierten Transportanbieter lassen sich von den Nutzern für die Transporte bezahlen und entschädigen ihrerseits die Fahrtenanbieter für die Fahrten, welche zu diesen Transporten beitragen. Je besser und effizienter sie optimieren, desto grösser ist ihr eigener Verdienst.

**8.5 Verkehrssicherheit**

*Beitrag zur Vision Zero*

Die Verkehrssicherheit hängt wesentlich davon ab, dass in den Fahrzeugen zur richtigen Zeit die richtige Information über Risiken zur Verfügung steht. Die Verkehrstelematik hat ein sehr grosses Potenzial, die Ver-

kehrssicherheit zu verbessern. Sie dürfte zu einem der Hauptpfeiler werden, wenn es darum geht, die "Vision Zero" umzusetzen, das Ziel eines Verkehrssystems ohne Verkehrstote und Schwerverletzte. Die technische Entwicklung in diesem Bereich steht erst am Anfang. Sie wird, wie in einer Pionierphase typisch, wenig strukturiert und oft mit wenig effizientem Einsatz der vorhandenen Mittel, vorangetrieben.

*Aufgabe der Schweiz*

Entscheidend ist, dass in diesem Anwendungsbereich der Verkehrstelematik besser koordiniert und die Mittel zielgerichteter eingesetzt werden. Die Schweiz sollte hier nicht abseits stehen und, gerade da hierzulande kaum Mittel aus der Privatindustrie in die Verkehrssicherheit fließen, mehr in die entsprechende Forschung und Entwicklung investieren. Dabei könnte sie aus ihrer neutralen Position heraus den Schwerpunkt auf die Interessen aller Betroffenen legen und so versuchen, einseitige Ausrichtungen der Entwicklung auszugleichen.

*Schaffung von Akzeptanz durch Fahrzeugführerunterstützung*

Dass es zu dieser Ausrichtung divergierende Meinungen gibt, ist nicht erstaunlich. Vorab was im Strassenbereich die Rolle des Fahrzeugführers betrifft, sind nicht nur eine Reihe unterschiedlicher Interessen, sondern auch starke Emotionen im Spiel. Viele sicherheitssteigernden Wirkungen der Verkehrstelematik basieren auf dem Grundprinzip der Substitution und Kontrolle der Menschen durch Geräte und Techniken. Den Fahrzeugführern wird dabei ein Teil ihrer Macht bzw. Verfügungsgewalt über ihre Fahrzeuge genommen. Gerade da die Menschen heute im Vergleich zu früher weniger Gestaltungsmöglichkeiten haben und weniger Beherrschungs-, Handhabungs- und Aktion-Reaktion-Erfahrungen machen, lassen sie sich den Genuss des "Schalten und Walten" im "Cockpit" nur ungern nehmen. Zumindest muss für sie der Vorteil der erhöhten Sicherheit nachvollziehbar sein. Dazu genügt nicht, dass in Tests positive Sicherheitswirkungen nachgewiesen werden. Die Fahrzeugführer müssen wahrscheinlich zuerst mit Assistenz- und Unterstützungssystemen Erfahrungen sammeln, bevor für sie später auch eine sukzessive Abgabe der Verfügungsgewalt in Frage kommt. Passende finanzielle Anreize für die Fahrzeugführer erhöhen die Akzeptanz in der Frühphase der Einführung, während eine Ausrüstpflicht vermutlich erst durchsetzbar ist, wenn diese Akzeptanz ein gewisses Minimalmass erreicht hat.

*Lösung der Haftungsfrage*

Ein Hindernis ist die Frage der Haftung. Der Fahrzeugführer sollte nicht für ein Fahrverhalten haftbar gemacht werden, welches ihm ein Verkehrstelematik-System aufgezwungen hat. Auf der anderen Seite wollen die Fahrzeughersteller auch nicht Haftung übernehmen für ein System, welches sie im Bewusstsein eingebaut haben, dass sich damit im Durchschnitt die Schäden reduzieren lassen. Wenn aber tatsächlich weniger Schäden auftreten, so dürfte es kein Problem sein, die Kosten für die verbleibenden, vom System mitverursachten Schäden abzudecken. Es kann nur darum gehen, eine Institution zu schaffen, welche dann an Stelle der Fahrzeughersteller die Kosten übernimmt, wenn von diesen nachgewiesen wurde, dass die Schadensbilanz ihres Sicherheitssystems insgesamt positiv ist.

*Internationale Koordination*

Vieles lässt sich in der Verkehrssicherheit nur über internationale Koordination erreichen. Auch wenn die Sicherheitssysteme in den Fahrzeugen ein Stück weit eine individuelle Ausprägung haben können - Wettbewerb för-

dert die Innovationsfreudigkeit - müssen von aussen zu Sicherheitszwecken übermittelte Daten wie lokal gültige Höchstgeschwindigkeiten oder Warnungen vor kritischen Strassenzuständen allen Fahrzeugen zur Verfügung stehen, was heisst, dass eine einheitliche Schnittstelle erforderlich ist. Auch der Datenaustausch unter Fahrzeugen, zum Beispiel ein "elektronisches Bremslicht" oder der "elektronische Blinker", muss in einem einheitlichen Datenformat erfolgen. Ein weiterer wichtiger Koordinationsbereich ist der automatisierte Notruf. Die Schweiz könnte den Anstoss zu entsprechenden internationalen Bestrebungen geben.

*Synergien zwischen Strasse und Schiene*

So weit wie möglich sollten Synergien der Sicherheitstechnik im Schienen- und Strassenbereich genutzt werden. Auch wenn heute die Techniken noch sehr unterschiedlich sind, gibt es im Bereich der Grundlagenforschung genügend Berührungspunkte.

## 8.6 Kontrolle und Persönlichkeitsschutz

*Notwendigkeit restriktiver Massnahmen*

Eine Grundproblematik des Verkehrssystems ist die Diskrepanz zwischen individuellen und kollektiven Interessen. Individuell sinnvolle, aber im Sinne des Gesamtsystems wenig optimierte Nutzungen können die Mobilität Anderer behindern, individuell eingegangene Sicherheitsrisiken können zur Schädigung Anderer führen und durch individuelle Fahrten ausgelöste Umweltwirkungen beeinträchtigen Andere. Längst ist deshalb akzeptiert, dass das Verkehrssystem nur mit restriktiven Massnahmen auf der Basis von Vorschriften funktionieren kann, welche ein mögliches Ausreizen von Individualinteressen beschränken. Je mehr die Verkehrsnetze gesättigt werden, desto wichtiger ist die Durchsetzung von Massnahmen, die einen möglichst störungsfreien und sicheren Betrieb gewährleisten. Auch wird jeder Handlungsspielraum der Verkehrspolitik zur Illusion, wenn sich solche Massnahmen nicht umsetzen lassen.

*Freiwilligkeit und Kontrollen*

Wichtig ist, dass den Betroffenen im konkreten Fall die Begründungen für die Massnahmen mitgeteilt werden, um die Akzeptanz zu erhöhen und die freiwillige Einhaltung zu fördern. Aber letztlich kann die Durchsetzung nur auf Kontrollen beruhen, welche im Umfang so gewählt werden, dass sich ein Nicht-Befolgen nicht lohnt. Das verhindert auch, dass sich diejenigen, welche die Massnahmen freiwillig befolgen, gegenüber den andern benachteiligt fühlen.

*Vermeidung von Verkehrsbehinderungen*

Kontrollen sollen den Verkehr möglichst wenig behindern. Gerade bei Massnahmen, welche das Verkehrssystem funktionsfähig erhalten sollen, wären Verkehrsbehinderungen durch ihre Kontrollen argumentativ kaum zu vertreten. Verkehrstelematik bietet die Möglichkeit automatischer Kontrollen oder zumindest einer automatischen Vorauswahl von Fahrzeugen, bei denen Verstösse vermutet werden. Die ausgewählten Fahrzeuge können dann gezielt aus dem Verkehrsstrom geleitet und umfassender geprüft werden. Möglichst rasch sollten auch fahrzeugseitig die Voraussetzungen für solche Kontrollen verbessert werden, indem spezifische Einrichtungen zur Übertragung von auf die zu kontrollierenden Massnahmen bezogenen Daten an die Kontrolleinrichtungen eingebaut werden. Insbesondere hilfreich wäre, wenn das Nummernschild durch eine elektronische Kennzeich-

nung des Fahrzeuges ergänzt würde. Die Schweiz sollte in diese Richtung laufende europäische Bestrebungen unterstützen.

*Erleichterung der Einhaltung von Vorschriften*

In der Vergangenheit hat das Akzeptanzproblem dazu geführt, dass Kontrollen nicht im notwendigen Mass ausgeführt wurden, wie etwa das Beispiel verbreitet missachteter Höchstgeschwindigkeiten zeigt. Ein Mittel zur Erhöhung der Akzeptanz ist, dass durch Systeme der Fahrzeugführerunterstützung das Einhalten der Vorgaben erleichtert wird. Im Bereich des genannten Beispiels können Systeme zur intelligenten Geschwindigkeitsüberwachung diesen Dienst leisten.

*Kontrolle und Datenschutz*

Als Argument gegen automatische Kontrollen werden oft mögliche Verletzungen des Datenschutzes genannt. Tatsächlich muss an den automatischen Kontrollstellen eine Einrichtung zur Identifikation vorbeifahrender Fahrzeuge installiert werden. Als Grundsatz sollte gelten, dass Identifikationsdaten nur bei vermuteten Verstössen aufbewahrt und sonst sofort vor Ort wieder gelöscht werden.

*Vorbeugende Prüfung erforderlich*

Die Nutzerakzeptanz ist unter anderem eine Frage des Vertrauens, dass die Regeln des Datenschutzes richtig implementiert und Daten nicht missbräuchlich erhoben und verwendet werden. Da ein Missbrauch in Form der Erstellung von Bewegungsprofilen identifizierbarer Personen einen schwerwiegenden Eingriff in die Persönlichkeitsrechte darstellt, ist es gerechtfertigt, wenn die Einhaltung der Regeln nicht nur auf Verdacht, sondern durch eine geeignete Institution in regelmässigen Abständen vorbeugend geprüft wird.

*Passende Systemkonzeption und Information*

Auch in anderen Bereichen der Verkehrstelematik stellt sich die Frage des Datenschutzes: bei der Gebührenerhebung, bei Reservationen und dem Management von Fahrberechtigungen, bei der Fahrzeugverfolgung zur Verbesserung des Fahrzeugeinsatzes und bei der sicherheitstechnischen Fahrzeugüberwachung. Die Überlegungen des Datenschutzes müssen da schon bei der Systemkonzeption berücksichtigt werden. Insbesondere sollten überall, wo dies möglich ist, Daten anonym erhoben oder zumindest nachträglich anonymisiert werden. Die Bearbeitung von Personendaten ist auf ein Minimum zu reduzieren und so weit verfügbar sind datenschutzfreundliche Technologien (sogenannte Privacy Enhancing Technologies PET) einzusetzen. Vor unbefugter Verarbeitung können organisatorische und technische Massnahmen schützen. Auch in diesen Bereichen ist eine vorbeugende Prüfung des Datenschutzes in Betracht zu ziehen. Den betroffenen Personen ist vor der Interaktion mit einem Verkehrstelematiksystem volle Transparenz über die sie betreffenden Daten zu gewähren.

## 8.7 Informationsplattformen als zentrales Element

*Rolle der Fahrzeuge in der Verkehrstelematik*

Den Fahrzeugen kommt bei der Umsetzung von Anwendungen der Verkehrstelematik die zentrale Rolle zu. Es ist davon auszugehen, dass Fahrzeuge schon bald mit externen Stellen oder untereinander laufend Daten austauschen.

Schon in den Fahrzeugen der nächsten Generation ist damit zu rechnen, dass fast durchgängig flexibel nutzbare Plattformen für den internen Datenaustausch zwischen Fahrzeugkomponenten (sogenannte Daten-BUS-Systeme) eingebaut werden. Es ist dann nur noch eine Frage der Zeit, bis

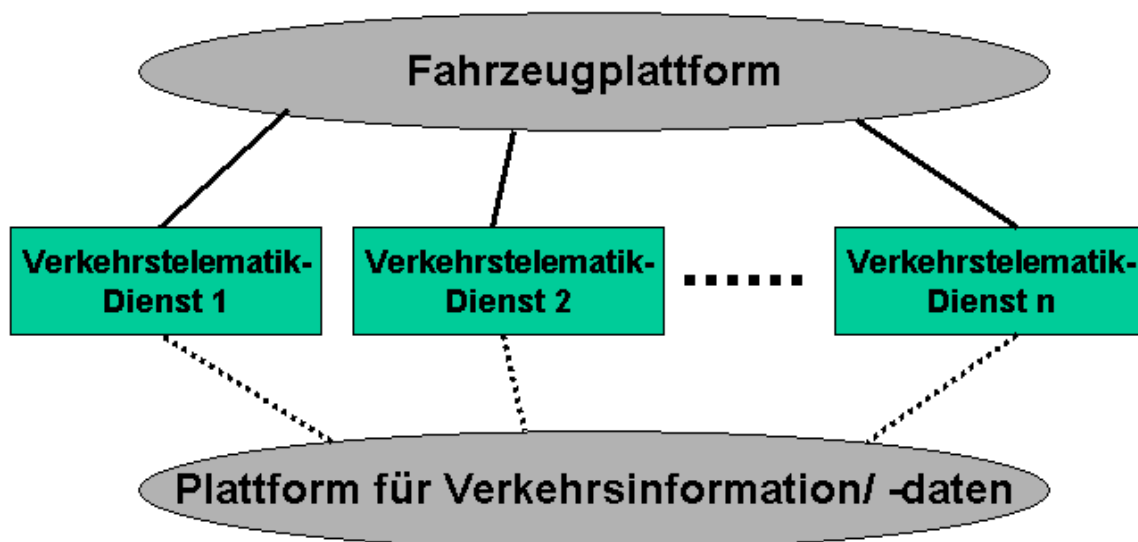
daran weitere Elemente angekoppelt werden: externe Datenverbindungen, Einrichtungen zur Positionsbestimmung, Datenbanken mit Daten zum Verkehrsnetz, äussere Sensoren und eine flexible Benutzerschnittstelle.

*Einführungshürde durch nicht ausgerüstete Fahrzeuge*

Auf der anderen Seite ist Verkehrstelematik auf Einrichtungen in den Fahrzeugen angewiesen. Es wäre eine Illusion zu glauben, dass nur mit netzseitigen Einrichtungen ein wirkungsvoller Verkehrstelematik-Einsatz erreicht werden kann. In der Regel schöpft erst der Datenaustausch zwischen fahrzeugseitigen und netzseitigen Einrichtungen die vorhandenen Potentiale voll aus. Nicht ausgerüstete Fahrzeuge stellen für viele Verkehrstelematik-Anwendungen eine wesentliche Einführungshürde dar.

*Notwendigkeit einer integrierten Lösung*

Die heute allgemein übliche Lösung der auf Einzelanwendungen abgestimmten Nachrüst-Geräte kann auf die Dauer nicht bestehen. Sie ist zu platzraubend, im Einbau zu aufwändig, in der Gerätebedienung zu anspruchsvoll und schafft Probleme unerwünschter gegenseitiger Beeinflussungen. Integrierte Lösungen durch passende Erweiterungen der sich in Entwicklung befindenden Informationsplattformen sind längerfristig unumgänglich. Es sind aber nicht Komponenten für einzelne Dienste anzufügen, sondern multifunktionale Verkehrstelematik-Einheiten, welche es auch erlauben, nachträglich noch Dienste aufzuschalten.



**Abbildung 8-1: Modell einer möglichen zukünftigen Struktur von Verkehrstelematik-Einrichtungen: Verschiedene Dienste bedienen sich einer Verkehrstelematik-Plattform im Fahrzeug und nach Bedarf der durch eine zentrale Plattform für Verkehrsinformation/-daten bereitgestellten Information.**

Um integrierte Lösungen zu realisieren, müssen die Betreiber der Verkehrstelematik-Systeme den Fahrzeugherstellern inhaltliche Vorgaben zur Ausgestaltung der Informationsplattformen machen. Zum Beispiel muss eine gewisse Einheitlichkeit der auf den Plattformen vorhandenen Daten dort sichergestellt werden, wo diese sich so auf das Fahrverhalten auswirken können, dass die Verkehrssicherheit oder die Einhaltung von Nutzungsvorgaben für die Verkehrswege gefährdet sein könnten.

*Problem der Datensicherheit*

Kritisch ist die Informationsplattform im Fahrzeug bezüglich Datensicherheit. Einerseits gibt es Verkehrstelematik-Anwendungen, welche auf Integrität der Daten angewiesen sind, andererseits darf die Verkehrstelematik-

Einheit den für den Fahrzeugbetrieb notwendigen Datenaustausch nicht behindern und insbesondere nicht von aussen Daten einschleusen, welche im Fahrzeug Systeme lahmlegen oder in ihrem Verhalten ändern. Passende Verfahren der Datensicherheit existieren. Zu definieren ist ein konzeptioneller Rahmen, in welchem sie wirkungsvoll implementiert werden können.

*Plattform für Verkehrsinformation*

Während die Fahrzeugplattform die Sicht des einzelnen Fahrzeuges auf das Verkehrsgeschehen repräsentiert, braucht es auch eine Informationsplattform, welche die Gesamtsicht auf den Verkehr darstellt. Sie kann als Plattform für Verkehrsinformation und Verkehrsdaten bezeichnet werden und ist mit einer zentralisierten oder dezentralen Struktur an festen Orten zu implementieren. Insbesondere sollen darauf Informationen zur Struktur und zu aktuellen Zuständen der Verkehrsnetze gehalten werden. Betreiber von Verkehrstelematik-Diensten sollen auf die Datenbestände Zugriff haben. Das Leitbild Strassenverkehrstelematik des UVEK [27] hat dazu sehr gut verwendbare Leitsätze formuliert, die nun möglichst rasch umzusetzen sind. Die Informationsplattform sollte unbedingt von Anfang an intermodal angelegt werden.

## 8.8 Verbesserung des Zugangs zu Verkehrstelematik-Diensten

*Gesellschaftliche Disparitäten*

Neue Technologien sollen bestehende gesellschaftliche Ungleichheiten nicht verschärfen, sondern - im besten Falle - einen Beitrag zu ihrem Abbau leisten. In der schweizerischen Gesellschaft bestehen - trotz anderslautender politischer Ziele, Programme und (Lippen-) Bekenntnisse - starke und gewichtige Disparitäten in Bezug auf Einkommen und Vermögen, auf Nationalität bzw. ethnische Zugehörigkeit, auf Geschlecht und auf Alter. Die ethnische Benachteiligung und Diskriminierung spielt im Zusammenhang mit Verkehrstelematik nur auf dem Umweg über die soziale Schicht bzw. über die Einkommen und Vermögen eine Rolle.

*Erschwinglichkeit von Verkehrstelematik-Einrichtungen und -Diensten*

Die wichtigste Forderung im Zusammenhang mit ökonomischen Disparitäten lautet "Erschwinglichkeit" (affordability). Der direkte Einfluss der Verkehrstelematik auf die Anschaffungspreise bzw. Erschwinglichkeit der Fahrzeuge dürfte nach dem Erreichen der technischen Reife und bei Produktion grosser Stückzahlen nicht sehr gross ausfallen. Unterschiede dürften sich eher ergeben in der Qualität der angebotenen Dienste (vorab im Bereich Transportoptimierung) und in der Ausstattung der Fahrzeuge zur Erhöhung der Verkehrssicherheit. Wie weit Disparitäten entstehen, welche für sozial Benachteiligte die Erschwinglichkeit der Mobilität insgesamt in Frage stellen, bleibt noch abzuwarten. Gegebenenfalls müssten Gegenmassnahmen in Betracht gezogen werden.

*Ausschlüsse und Benachteiligungen*

Vielleicht noch stärker als die ökonomischen müssen bei der Verkehrstelematik die altersmässigen und geschlechtsspezifischen Disparitäten behandelt werden. Hier bestehen Gefahren zur Akzentuierung bestehender Ausschlüsse, Benachteiligungen und Ungleichheiten. Die Techniken des Informationszeitalters überlagern die bisher dominante soziale Schichtung in der schweizerischen Gesellschaft und ergänzen das Gefüge unterschiedlicher sozialer Lagen mit altersbedingten und geschlechtsabhängigen Ungleichheiten und mit Auswirkungen unterschiedlicher Werthaltungen

und Lebensstile. In diesem Zusammenhang lauten die wichtigsten Forderungen "Verfügbarkeit und Zugangserleichterungen" sowie "Kompetenzförderung".

*Massnahmen zur Verbesserung der verkehrstelematischen Kompetenz*

Erfahrungsgemäss ist unter Betagten und Frauen der Prozentanteil jener, die im Umgang mit verkehrstelematischen Angeboten Schwierigkeiten haben, grösser als bei den Männern der jüngeren Altersklassen. Beste Mittel zur Förderung ihrer verkehrstelematischen Kompetenz sind Kurse, andere Bildungs- und Weiterbildungsangebote sowie Demonstrations- und Pilotprojekte, in welchen Angehörige dieser Gruppen mit der Verkehrstelematik Erfahrungen sammeln können. Die besonderen Technikprobleme älterer Personen und insbesondere älterer Fahrzeuglenker können mit Vorteil auch in intergenerationellen Projekten angegangen werden, in welchen sich technikkundige Jugendliche auf freiwilliger Basis als Helfer und Instruktoren betätigen.

*Kompensatorische Begleit- und Ergänzungsangebote für dauerhaft Benachteiligte*

Da auch im Falle erfolgreicher Förderungs-, Weiterbildungs- und Promotionspolitiken viele Menschen von den Möglichkeiten zur Nutzung der Verkehrstelematik ausgeschlossen bleiben, braucht es für sie unbedingt kompensatorische Begleit- und Ergänzungsangebote. Ein besonders wichtiges Beispiel sind in diesem Zusammenhang elektronische Pretrip-Informationen über verschiedene Reisemöglichkeiten und Transportangebote: Für einen Teil der Menschen sind solche Informationen eine lässige Sache und eine Selbstverständlichkeit, ein anderer Teil - Verkehrsteilnehmer und Mobilitätsangewiesene - erleidet aber objektive Verluste und Verschlechterungen, wenn wegen dieser neuen Techniken persönliche Beratungsdienste abgebaut oder verteuert werden. Es ist heute so, dass viele ältere Menschen zu Hause bleiben, weil sie nicht wissen, wie sie fahren sollen, und weil für sie keine persönliche Beratung mehr angeboten wird. Die künftigen Alten werden eher mit modernen Informations- und Kommunikationstechnologien umgehen können; man sollte aber trotzdem über alternative Informations- und Beratungsangebote für Menschen nachdenken, die aus irgendeinem Grund mit diesen "Selbstversorgungstechnologien" nicht umgehen können oder wollen. Das kann der Staat oder können Private machen. Es wäre aber auch ein sehr geeignetes Betätigungsfeld für eine vom Staat und Privaten initiierte und unterstützte Selbsthilfe. Alle diese Massnahmen drängen sich insbesondere in der Einführungsphase neuer verkehrstelematischer Einrichtungen und Dienste auf, welche mehr "Kompetenz" erfordern. Wenn dann in einer späteren Phase technisch wirklich einfache und keine besonderen Fertigkeiten und Kenntnisse voraussetzende Lösungen implementiert sind, wird sich das Problem nur noch als subjektive Hemmschwelle an sich unnötiger - aber trotzdem vorhandener - Technikängste und -schwierigkeiten präsentieren.

## 8.9 Verkehrstelematik und öffentliche Diskussion

*Vorteile einer breiten Diskussion*

Über die durch Verkehrstelematik gegebenen neuen Entwicklungsmöglichkeiten des Verkehrssystems muss viel breiter, als dies bisher der Fall war, eine öffentliche Diskussion geführt werden. Nur so können sich die Betroffenen eine Meinung bilden und ihre Interessen einbringen. Damit lässt sich nicht nur erreichen, dass die Entwicklungsmöglichkeiten überhaupt wahrgenommen werden, sondern vorhandene gesellschaftliche Vorbehalte

werden auch sichtbar und können thematisiert werden, so dass insbesondere Fehlinvestitionen in zwar technisch machbare, aber nicht durchsetzungsfähige Verkehrstelematik-Anwendungen vermieden werden. Zudem können in dieser Diskussion neue Einsichten zu Wünschbarkeiten oder Notwendigkeiten von heute eher kritisch beurteilten Systemen wachsen.

*Sammeln von Erfahrungen mit neuartigen Verteilungsproblemen und aufgezwungenen Debatten*

Verkehrstelematik kann uns detaillierte Daten und andere Informationen über den Verkehr liefern und macht gleichzeitig eine nach vielen Kriterien differenzierte und effiziente Verkehrsoptimierung und -steuerung möglich. Aber wir können bislang nicht oder zu wenig klar und präzise sagen, wo wir welchen Verkehr wollen und wo nicht. Auch unsere Fähigkeiten zur Einigung und Suche nach Lösungen, die für alle Betroffenen akzeptabel und für uns als Kollektiv "optimal" sind, sind beschränkt. Die alte soziale Frage nach den Nutznießern und Verlierern von bestimmten Entwicklungen erscheint im neuen Lichte, weil die Technikentwicklung neue Möglichkeiten der politischen Einflussnahme und Steuerung eröffnet. Wir werden aber diese Möglichkeiten nur dann nutzen können, wenn wir auch unsere Fähigkeit zum Führen schwieriger Verteilungsdiskussionen verbessern.

*Nachhaltige Entwicklung, Fairness und Verteilungsgerechtigkeit auch für lebende Generationen und Bevölkerungsgruppen*

Im Zusammenhang mit dem Konzept der "nachhaltigen Entwicklung" und der darauf aufbauenden "nachhaltigen Verkehrspolitik" stellen sich unter diesen Umständen nicht nur Fragen der Ausbalancierung der ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Ziele im Lichte verkehrstelematischer Optionen, sondern auch jene der "prozeduralen Fairness" bzw. Beteiligung an politischen Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozessen. Besonders wichtige Aspekte der "Nachhaltigkeit" betreffen die Beziehungen zwischen den Generationen, und zwar nicht nur in bezug auf die Lebensrechte künftiger Generationen, sondern ebenso auf die Verteilungsgerechtigkeit für verschiedene lebende Generationen und Bevölkerungsgruppen.

*Nutzung der Gestaltungskompetenz von Bürgerinnen und Bürgern*

Nicht nur über die Ziele, sondern auch über die Verwendung der Verkehrstelematik zu deren Erreichen muss ein hoher politischer und fachlicher Konsens herrschen. Bis in die Wahl zwischen unterschiedlichen Realisierungsmöglichkeiten hinein sollten Entscheide möglichst breit abgestützt werden, wozu die Gestaltungskompetenz von Bürgerinnen und Bürgern zu nutzen ist. Dafür ist es erforderlich, über das, was herkömmliche Befragungen, Tests etc. leisten können, hinauszugehen: Eine noch nicht existierende Technik muss so aufbereitet werden, dass sie und die den Entwicklern wichtigen Fragestellungen den Normalbürgern verständlich gemacht werden können. Hier treten die sogenannten diskursiven Verfahren ein.

*Diskursive Verfahren*

"Diskurs" bezeichnet eine strukturierte, zielorientierte und wissensbasierte Methode der Diskussion. Bei der speziellen Form "Nutzerbeirat" erarbeitet eine Gruppe von Bürgerinnen und Bürgern, ausgestattet mit einem Extrakt an Fachwissen, Antworten auf konkrete Fragen, die von den Entwicklern/Planern in Zusammenarbeit mit interdisziplinär erfahrenen Fachleuten erstellt worden sind. Auf diese Weise wird es möglich, "Alltagswissen" verfügbar zu machen und zur Telematikgestaltung zu nutzen; das Verfahren der herkömmlichen "Markt- und Akzeptanzforschung" kann so entschei-



dend verkürzt werden<sup>1</sup>. Für ein "PubliForum" wird eine Gruppe Freiwilliger ausgewählt, welche für die Bevölkerung repräsentativ sind, und die unter der Leitung eines Moderators und unter Beizug von Experten das vorgegebene Thema ausführlich diskutieren, um zu versuchen, darüber einen möglichst weitgehenden Konsens zu erreichen. Das Resultat sind Empfehlungen an die Entscheidungsträger im Themenbereich. Als verwandte, aber weniger aufwändige Alternative zum PubliForum steht der "PubliFocus" zur Verfügung, eine Diskussionsrunde zu einem kontroversen Thema, ohne den Anspruch, gemeinsame Empfehlungen zu erarbeiten.

## 8.10 Zuständigkeiten und Abwicklung verkehrstelematischer Projekte

### *Erfordernis neuer Zuständigkeitsregelungen*

Verkehrstelematik durchbricht die historisch gewachsenen Zuständigkeiten im Verkehrsbereich, indem sie Informationen aus ganz unterschiedlichen Zuständigkeitsgebieten miteinander verbindet und an neuen Orten zur Verfügung stellt. Bisher war eine eher statische Sicht auf den Verkehr vorherrschend. Mit der für die Verkehrstelematik notwendigen dynamischen Sicht ist einerseits eine wesentlich intensivere Abstimmung zwischen verschiedenen einzubeziehenden Stellen notwendig, andererseits müssen Aufgaben vermehrt an übergeordnete Stellen abgegeben werden, ohne dass dadurch die Interessen der untergeordneten Stellen übergangen werden. Als Beispiel sei das Verkehrsmanagement erwähnt, welches in einer statischen Betrachtung auf lokaler Ebene bestimmt werden kann, wobei eine einmalige Abstimmung mit Nachbargebieten genügt. Ein mit Verkehrstelematik mögliches und zunehmend notwendiges dynamisches Verkehrsmanagement dagegen braucht laufend Abstimmung und ist darum sinnvollerweise regional (in den grossen Agglomerationen) oder sogar national zu implementieren - mit entsprechendem Abstimmungsbedarf zu Kantonen und Gemeinden.

### *Public Private Partnership*

Auch das Zusammenspiel zwischen privaten und staatlichen Stellen muss sich den neuen Gegebenheiten der Verkehrstelematik anpassen. Besonders im Fahrzeugbereich muss die zunehmende Vielfalt und Komplexität der Einrichtungen durch staatliche Stellen nicht nur bewertet und in einen juristischen Rahmen gefasst, sondern auch nach öffentlichen Interessen mitgeprägt werden, wozu eine viel engere Zusammenarbeit mit den Fahrzeugherstellern, zuständigen Verbänden und weiteren Kreisen erforderlich ist. Umgekehrt muss die Industrie erkennen, dass neue Möglichkeiten für Einrichtungen in Fahrzeugen oft heikle Implikationen haben, so dass an Stelle eigenmächtiger Implementierung eine Absprache mit staatlichen Stellen angezeigt sein kann. In der Europäischen Union ist im Zusammen-

---

<sup>1</sup> Der Ertrag von Nutzerbeiräten ist dann besonders gross, wenn wichtige Erfahrungen und Regeln beachtet werden: Diskurse verlangen eine unabhängige Moderation, müssen im Ergebnis offen sein und sollten bereits im Ablauf eine professionelle Handhabung erkennen lassen. Es versteht sich von selbst, dass nur eine konkrete und verständliche Fragestellung, die das Interesse der Fragenden widerspiegelt, bei den Beteiligten ein grösseres Engagement zur Lösung hervorrufen kann; dies wird in den neueren Verfahren, insbesondere in dem von der TA-Akademie Stuttgart entwickelten, durch die Einschaltung eines unabhängigen "Beraters" gewährleistet, der die Verbindung zwischen Fachleuten und Teilnehmern herstellt und den gesamten Prozess begleitet [15], [18], [19].

hang mit Verkehrstelematik das Schlagwort des Public Private Partnership verbreitet. Die konkreten Ergebnisse entsprechender Projekte waren aber bisher eher ernüchternd. Am besten bewährt hat es sich, auch beispielsweise bei der Umsetzung der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe in der Schweiz, wenn sehr breit abgestützte Konsultativgremien eingerichtet werden, die Zuständigkeiten aber frühzeitig klar und verbindlich aufgeteilt werden, so dass Kompetenzstreitigkeiten nicht aufkommen können.

*Zuständigkeiten innerhalb der Verwaltung*

Auch innerhalb der Verwaltungen können durch Verkehrstelematik Anpassungen in den Zuständigkeiten oder sogar in der Organisationsstruktur erforderlich werden. Als Beispiel sei die Intermodalität genannt, welche nur umgesetzt werden kann, wenn es dafür in der Verwaltung eine übergeordnete Zuständigkeit gibt, die sowohl Bereiche der Zuständigkeit für Strassen als auch für den öffentlichen Verkehr umfasst. Neu ist für einige Verwaltungen, dass durch die Verkehrstelematik vermehrt betriebliche Aufgaben übernommen werden müssen.

*Internationale Koordination*

Typisch für Verkehrstelematik ist der hohe Bedarf an internationaler Abstimmung. Es muss möglich sein, Verkehrsdaten international auszutauschen. Fahrzeuge, welche international verkehren, sollten ihre Verkehrstelematik-Einrichtungen in den verschiedenen Ländern verwenden können. Die Hersteller von Verkehrstelematik-Geräten sollten wie auch die Anbieter von Verkehrstelematik-Diensten, welche international tätig sein wollen, ohne übermässige Investitionen zur Berücksichtigung nationaler Besonderheiten auskommen. Schliesslich erfordert die Verbesserung der technischen Voraussetzungen für Verkehrstelematik die Lancierung grosser multinationaler Projekte wie zum Beispiel das neue europäische satellitengestützte Navigationssystem GALILEO. Insbesondere die Stellen des Bundes sind gefordert, eine verstärkte Präsenz in internationalen Gremien und Projekten aufzubauen und auch inhaltliche Beiträge bei der Suche nach international abgestimmten Lösungen zu erarbeiten - bis hinein in den technischen Bereich. Dafür müssen entsprechende Fachexperten eingesetzt und Mittel abgestellt werden.

*Staatliche Beteiligung an der Normierung*

Eine sehr sinnvolle Art der Abstimmung, sei es national oder international, besteht in der Erarbeitung von Normen. Angesichts der Verkehrstelematik ist hier die bisher vertretene Grundphilosophie überholt, dass Normen Absprachen zwischen Industrieunternehmen darstellen und diese Unternehmen in Milizarbeit dafür zuständig sind. Auch staatliche Stellen haben ausgewiesene Interessen bezüglich solcher Normen und müssen Personal und Mittel bereitstellen, damit diese Interessen einfliessen.

*Interdisziplinarität*

Auf fachlicher Ebene stellen Verkehrstelematik-Projekte durch die notwendige Interdisziplinarität eine besondere Herausforderung dar. Technische, systemtechnische, organisatorische, wirtschaftliche, juristische und politische Fragestellungen sind eng miteinander verzahnt. Da die Detailgestaltung vor der Markteinführung gesichert sein muss, können diskursive Verfahren eingesetzt werden, um die interdisziplinäre Schranken zwischen den beteiligten Wissenschaften bzw. zwischen Politik und Wissenschaft abzubauen. Dafür stehen zahlreiche erprobte Verfahren - vom Delphi-Prozess, PubliForum, PubliFocus bis zum Workshop - bereit.

*Zweckmässigkeitsprüfungen und Erfolgskontrollen*

Wo die Entwicklungskosten von Verkehrstelematik-Anwendungen hoch sind und die Entwicklung mit hohem staatlichem Engagement verbunden ist, gewinnt der Verwendungsnachweis der Mittel im Zusammenhang veringerteter öffentlicher Finanzressourcen an Bedeutung. Hier sind nicht nur Zweckmässigkeitsprüfungen, sondern auch Erfolgskontrollen erforderlich, welche darauf abzielen sollen, gemachte Erfahrungen bei ähnlichen Projekten zu berücksichtigen und so die Kosteneffizienz schrittweise zu erhöhen.

## 9 Handlungsempfehlungen

### 9.1 Übergeordnete Empfehlungen

<i>Öffentliche Hand als Initiator</i>	<p>Im Lichte der dargestellten Möglichkeiten der Verkehrstelematik, aber auch der noch vorhandenen Hindernisse und teilweise Irrwegen ihrer Entwicklung, muss die Empfehlung lauten, dass die öffentliche Hand die Initiative ergreift zu einem konsistenten und systematischen Einsatz der Verkehrstelematik mit dem Ziel, damit einige der drängenden Probleme im Verkehrsbereich zu lösen, insbesondere die durch die ungebremste Mobilitätsentwicklung zunehmende Überlastung der Verkehrsnetze und die ungenügende Verkehrssicherheit. Dabei wird es Aufgabe der öffentlichen Hand sein, einen Prozess in Gang zu setzen, in dem auf der Basis einer breiten gesellschaftlichen Diskussion die Parameter der zukünftigen Verkehrsentwicklung festgelegt und als Vorgabe für die Ausgestaltung der Verkehrstelematik-Dienste eingebracht werden. Wesentlich für den Erfolg dieses Prozesses dürfte der Einsatz diskursiver Verfahren sein.</p>
<i>Schaffung der Grundlagen</i>	<p>Auf der andern Seite und parallel dazu sollte die öffentliche Hand die Grundlagen schaffen, um als wünschenswert erkannte Verkehrstelematik-Dienste rasch und zuverlässig einrichten sowie Synergien zwischen verschiedenen Diensten optimal nutzen zu können. Dazu gehören</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in erster Priorität die Schaffung institutioneller und rechtlicher Voraussetzungen</li> <li>• das Erstellen einheitlicher Daten zu den Verkehrsnetzen und ihren Eigenschaften, einschliesslich historischer Daten zum Verkehrsaufkommen</li> <li>• die Schaffung von einheitlichen Vorgaben für den Datenschutz in der Verkehrstelematik als Konkretisierung der geltenden rechtlichen Bestimmungen, und von Instrumenten zur vorbeugenden Prüfung ihrer Einhaltung</li> <li>• die Erarbeitung von Normen zur übergreifenden Systemarchitektur der Verkehrstelematik in der Schweiz sowie zu den wesentlichen Eigenschaften der in dieser Systemarchitektur vorgesehenen Schnittstellen</li> <li>• die Unterstützung von Bestrebungen zur Verbesserung der technischen Voraussetzungen für Verkehrstelematik insbesondere in den Bereichen mobile Kommunikation und Navigation (z.B. europäisches Satellitennavigationssystem GALILEO)</li> </ul>
<i>Notwendigkeit von Schwerpunkten</i>	<p>Um der Gefahr vorzubeugen, dass viel in die Verkehrstelematik investiert wird, ohne irgendwo einen entsprechenden Effekt zu erzielen, sind Schwerpunkte festzulegen. Über diese Schwerpunkte hinaus sollte Verkehrstelematik nur gefördert werden, wenn aus einem aktuellen Anlass heraus ein dringender Handlungsbedarf oder eine kurzfristige Aussicht zur Erreichung eines konkreten Ziels besteht. Auch sollten in beschränktem Mass Grundlagenuntersuchungen ausserhalb der Schwerpunkte weiterhin</p>

möglich sein, um neue Entwicklungen bewerten und gegebenenfalls Schwerpunktverlagerungen veranlassen zu können.

Nachfolgend wird pro untersuchtem Einsatzbereich der Verkehrstelematik ein Schwerpunkt vorgeschlagen und es werden für diese die erreichbaren Ziele und mögliche Massnahmen beschrieben. Die Schwerpunkte sind so gewählt, dass sich dort durch Verkehrstelematik gegenüber dem aus heutiger Sicht auf privater Basis zu Erreichenden ein wesentlicher Mehrwert für die Allgemeinheit ergibt, weshalb der Antrieb zur Entwicklung von staatlicher Seite kommen sollte. So weit wie möglich sind aber private Initiativen einzubeziehen und zu fördern. Das bedeutet auch, dass der Staat in diesen Schwerpunkten wesentliche personelle und finanzielle Mittel bereitzustellen hat. Tatsächlich dürfte es eine untere Schwelle des Mitteleinsatzes geben, unter der ein Erfolg der Massnahmen nicht garantiert werden kann, so dass nach den notwendigen Vorabklärungen klar entschieden werden sollte, dass der Schwerpunkt mit genügend Mittel bearbeitet wird oder dass keine weiteren Investitionen in den Bereich erfolgen. Ein halbherziger Einsatz schadet der Sache mehr, als er nützt. Die Schwerpunkte sind so gewählt, dass sich aus heutiger Sicht ein Mitteleinsatz langfristig lohnen dürfte und die Anfangsinvestitionen durch Einsparungen an anderen Stellen rechtfertigen, wobei gegebenenfalls eine Rückvergütung erfolgen kann. Diese Aussage ist in den Vorabklärungen zu verifizieren.

In jedem Schwerpunkt geht es letztlich darum, konkret Verkehrstelematiksysteme aufzubauen und zu betreiben. Die aufgeführten Massnahmen sind eher als Einstieg zu betrachten und keinesfalls erschöpfend. Im Verlauf der Umsetzung können sich zusätzliche Massnahmen ergeben.

## 9.2 Schwerpunkt 1: Errichtung intermodaler Transportketten im Personenverkehr

### Ziele

Dieser Schwerpunkt hat folgende Ziele:

- Optimierung der Personentransporte durch Erhöhung der Fahrzeugbelegung und vermehrtem Einsatz von Fahrzeugen mit höherer Transportkapazität
- Erhöhung des Anteils von Personentransporten mit Transportketten und insbesondere des intermodalen Transportanteils
- Verbesserung der Planbarkeit von Personentransporten

### Erläuterungen

Der Schwerpunkt soll vorerst auf Personentransporte beschränkt werden, weil dort die höheren Optimierungspotentiale zu erwarten sind und weniger davon auszugehen ist, dass sich die Optimierung rein durch den wirtschaftlichen Antrieb durchsetzt. Der Güterverkehr kann wahrscheinlich von einigen Massnahmen und gemachten Erfahrungen ebenfalls profitieren.

Der Schwerpunkt zielt letztlich auf eine Kapazitätssteigerung im Verkehrssystem ab. Er hat gegenüber Effizienzsteigerungen in der Nutzung der Verkehrswege wahrscheinlich ein deutlich höheres Potential und dazu den Vorteil, dass er die gleiche Transportleistung mit weniger Fahrten erreicht, was die negativen Verkehrswirkungen insbesondere im Umweltbereich verringert. Zudem verspricht er eine bessere Auslastung im Bereich des öffentlichen Verkehrs.

Die einzusetzenden öffentlichen Mittel rechtfertigen sich nicht nur durch die erzielbare Verbesserung des Verkehrssystems bezüglich Umweltwirkungen und Nachhaltigkeit, sondern auch durch eine erhöhte Wirtschaftlichkeit, welche es erlauben sollte, die getätigten Investitionen längerfristig wieder hereinzuspielen.

Angestrebt wird, dass Personentransporte ähnlich den Gütertransporten geplant werden, dass dazu von der Verkehrstelematik schnelle und einfach bedienbare Planungswerkzeuge zur Verfügung stehen, dass diese Werkzeuge unter Einbezug einer grossen Zahl zur Verfügung stehender Fahrzeuge und Transportdienste den Transport optimieren und zusätzlich die Personen von Aktivitäten wie Ticketkauf oder Reservation befreien.

#### *Massnahmen*

Die einzusetzenden Massnahmen sind:

- Prioritär der Aufbau von Servern für intermodale Routenplanung in Kombination mit einem Reservationssystem und einer Fahrtenbörse
- Als Voraussetzung dazu die Einrichtung einer auf Intermodalität ausgerichteten Datenerhebung unter Einbezug der Belegung von Park-and-Ride-Parkplätzen, der Verfügbarkeit von Transportdiensten (Taxi, Sammeltaxi, Mietwagen, Mietvelo etc.) und der Auslastung von öffentlichen Verkehrsmitteln
- Die Initiierung des Aufbaus von integrierten Transportanbietern als Betreiber der Systeme. Von Anfang an sollten mehrere Anbieter vorgesehen werden, damit ein Wettbewerb entstehen kann
- Die Bewertung und gegebenenfalls Anpassung der rechtlichen Bestimmungen zum Personentransport, um insbesondere eine finanzielle Abgeltung für das Mitführen von Personen im MIV zu ermöglichen und eine tarifarische Benachteiligung bestimmter Bevölkerungsgruppen oder Regionen auszuschliessen
- Der Aufbau eines vereinheitlichten Ticketsystems mit kombinierten Tickets für die gesamten Routen
- Die Durchführung von Pilotprojekten mit Personal Travel Assistants (PTA), welche den Reisenden unterwegs die Routenbeschreibung liefern und Anpassungen der Route ermöglichen
- Die Implementierung eines Nutzerbeirats zur Begleitung der Entwicklungsarbeiten
- Die Einführung intergenerationeller Projekte zur Lösung von Problemen älterer Menschen im Umgang mit den neu entwickelten Transportplanungsinstrumenten und Bereitstellung von alternativen Informationsangeboten auf der Basis persönlicher Beratung

#### *Ausblick*

Es sollte von Anfang an versucht werden, Private einzubeziehen. Der Betrieb sollte möglichst rasch vollständig privatisiert werden. Vorerst können die Dienste auf Reisen mit Ausgangs- oder Zielpunkt in der Schweiz beschränkt werden.

Es besteht die Aussicht, dass durch die Intermodalität der öffentliche Verkehr gestärkt wird und dass dadurch die Abgeltung von dessen Leistungen durch die öffentliche Hand ohne Kapazitätseinbussen schrittweise abge-

baut werden kann. Auch die Mobilitäts-Grundversorgung kann statt rein mit öffentlichem Verkehr mit intermodalen Diensten sichergestellt werden.

### 9.3 Schwerpunkt 2: Fahrzeugführerunterstützung und intelligente Fahrzeugüberwachung

#### *Ziele*

Dieser Schwerpunkt hat folgende Ziele:

- Erleichtertes Erkennen potentiell gefährlicher Verkehrssituationen und Fahrverhaltens
- Unterstützung zur Einhaltung der Verkehrsregeln
- Verbesserung der Voraussetzungen zur Bewältigung von Unfällen

#### *Erläuterungen*

Der Schwerpunkt wird sich auf den Strassenverkehr konzentrieren, einerseits weil dieser eine höhere Unfallrate aufweist und deshalb mehr Handlungsbedarf besteht, andererseits weil insbesondere die technische Entwicklung im Schienenbereich weiter fortgeschritten ist und der Einführung weniger Hindernisse im Wege stehen. Synergien zwischen dem Strassen- und Schienenbereich sollten aber möglichst weitgehend genutzt werden.

Mit dem Schwerpunkt soll letztlich eine Reduktion von Anzahl und Schwere der Unfälle erreicht werden. Als Erfolgskontrolle ist es sinnvoll, Zielvorgaben zu machen und die einzelnen Massnahmen in ihrem Beitrag zu diesen Vorgaben laufend zu bewerten.

In dem Mass, wie Unfälle reduziert werden können, rechtfertigt sich volkswirtschaftlich auch ein Mitteleinsatz in diesem Schwerpunkt. Um die Stellen, welche vom Erfolg profitieren, finanziell in die Pflicht zu nehmen, ist eine Finanzierung der Massnahmen aus dem Fonds für Verkehrssicherheit in Betracht zu ziehen, wobei die Beiträge der Motorfahrzeug-Haftpflichtversicherer an diesen Fonds angesichts der dank Verkehrstelematik wesentlich erweiterten Handlungsmöglichkeiten deutlich angehoben werden können.

#### *Massnahmen*

Die zu ergreifenden Massnahmen sind:

- Prioritär die Durchführung eines Demonstrationsprojektes für intelligente Geschwindigkeitsüberwachung im Fahrzeug
- Die Schaffung eines langfristig angelegten nationalen Forschungs- und Entwicklungsprogramms für Verkehrssicherheit
- Die Schaffung eines schweizerischen Beauftragten für Verkehrssicherheit, welcher insbesondere für die Evaluation und Zulassung von Systemen verantwortlich ist, welche die Verkehrssicherheit beeinflussen, und Empfehlungen zur Anpassung der rechtlichen Grundlagen im Bereich Verkehrssicherheit abgibt
- Die Anpassung der rechtlichen Grundlagen zum besseren Schutz vor sicherheitskritischen nachträglich eingebauten Einrichtungen in Strassenfahrzeugen (Nachweispflicht für die Unbedenklichkeit)
- Eine Initiative zur Schaffung einer europäischen Koordinationsstelle für Forschung, Entwicklung und Test im Bereich Verkehrssicherheit

- Die Einführung einer Differenzierung der Motorfahrzeug-Haftpflichtversicherung nach dem Sicherheitsstand der Fahrzeuge als Anreiz für den Einbau zusätzlicher Sicherheitsfunktionen
- Der Aufbau von Systemen zur Überwachung des Strassenzustands an viel befahrenen und kritischen Stellen
- Der Aufbau einer nationalen Datenbank der Verkehrssignale unter Berücksichtigung der Anforderungen aus der Verkehrstelematik
- Die Unterstützung von europäischen/internationalen Normierungsbestrebungen im Bereich der elektronischen Übertragung von Informationen der Verkehrssignalisation in die Fahrzeuge und des Datenaustausches unter Fahrzeugen (z.B. im Rahmen der e-Safety-Initiative)
- Das Erstellen von Pilotanlagen zur gleichzeitigen automatischen Kontrolle unterschiedlicher Vorschriften im Strassenverkehr mit Priorität beim Schwerverkehr
- Die Beteiligung an europäischen Bestrebungen zur elektronischen Kennzeichnung von Fahrzeugen
- Die Aktive Unterstützung europäischer Projekte für Fahrzeugverfolgung und Überwachung der Gefahrguttransporte
- Die Aktive Unterstützung europäischer Bestrebungen zur Einführung eines einheitlichen Notrufsystems mit Positionsdatenübertragung im Verkehrsbereich (X-Ecall)

#### 9.4 Schwerpunkt 3: Nachfragemanagement im Strassenverkehr

##### *Ziele*

Dieser Schwerpunkt hat folgende Ziele:

- Verhinderung chronischer Überlastungen von Verkehrswegen
- Erarbeitung und Durchsetzung von Nutzungsvorgaben für Verkehrswege

##### *Erläuterungen*

Die Beschränkung auf den Strassenverkehr rechtfertigt sich dadurch, dass im Schienenverkehr schon heute die Züge vollständig von Betriebsleitentralen verfolgt werden, so dass ein Nachfragemanagement keines grossen Implementierungsaufwandes bedarf.

Angesichts der drängenden Stauproblematik und der langen Vorlaufzeiten für die Einführung von Massnahmen des Nachfragemanagements drängt sich eine Doppelstrategie auf: Während die örtliche, zeitliche und nach Fahrzeugen differenzierte Ausgestaltung der Systeme zum Nachfragemanagement bestimmt wird, kann ein von dieser Ausgestaltung unabhängiger Systemrahmen geschaffen werden, der es erlaubt, beschlossene Vorgaben sehr rasch umzusetzen. Zu hoffen ist, dass sich, bis das Nachfragemanagement zum Tragen kommt, durch die Massnahmen des ersten Schwerpunktes eine genügende Entlastung des Strassenetzes ergibt, so dass uns häufigere grossflächige Verkehrszusammenbrüche erspart bleiben.



Als "Aufhänger" für den Schwerpunkt kann das Thema Road Pricing dienen. Mögliche Alternativen, insbesondere im Bereich der Verkehrsdosierung und der Beschränkung von Fahrberechtigungen, sind von Anfang an einzubeziehen. Auch eine Kombination verschiedener Ansatzpunkte kann in Betracht gezogen werden.

Wenn es durch das Nachfragemanagement gelingt, grössere Staus wegen genereller Verkehrsüberlastung auszuschliessen, dann erspart dies auch wesentliche volkswirtschaftliche Kosten, wodurch sich ein Mitteleinsatz in diesem Bereich rechtfertigt. Da in der Schweiz der Betrieb der Strassennetze Aufgabe der öffentlichen Hand ist, muss die Finanzierung durch öffentliche Gelder sichergestellt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Betrieb eines Road-Pricing-Systems durch die Gebühreneinnahmen finanziert werden kann, wobei der Aufwand je nach Ausgestaltung des Systems und Gebührenansatz ein paar Prozente bis etwa ein Fünftel der Einnahmen ausmacht.

#### *Massnahmen*

Als Massnahmen kann vorgesehen werden:

- Mit höchster Priorität die Erarbeitung eines Gesamtkonzeptes "Nachfragemanagement Schweiz" als Grundlage für die Bestimmung konkreter Nutzungsvorgaben und der Massnahmen zu ihrer Umsetzung
- Die Durchführung von Pilotversuchen für die verschiedenen Formen des Nachfragemanagements mit begleitenden Auswertungen zur Benutzerakzeptanz
- Die Schaffung rechtlicher Voraussetzungen für das Nachfragemanagement und Regelung der Zuständigkeit
- Die Schaffung der rechtlichen Grundlagen für eine Ausrüstungspflicht der Fahrzeuge in der Schweiz
- Die Durchführung eines PubliForums (oder anderer Formen eines Bürgerforums oder einer Konsenskonferenz) zum Thema Road Pricing, mit Fragestellungen betreffend Nützlichkeit, Differenzierungsmöglichkeiten der Tarife, Verwendung der Einnahmen und möglichen Alternativen
- Die Festlegung von Grundsätzen zu den Tarifen und zur Verwendung der Einnahmen aus Road Pricing im Sinne eines wirkungsvollen Nachfragemanagements
- Die Bestimmung der Nutzungsvorgaben für die verschiedenen Teilnetze des Strassennetzes gemäss Gesamtkonzept im Rahmen koordinierter Verkehrsplanung unter Einbezug von Mitwirkungsverfahren
- Die Unterstützung europäischer Bestrebungen zur Erreichung der Interoperabilität zwischen Gebührenerfassungssystemen

#### *Ausblick*

Langfristig muss eine Konvergenz der Massnahmen in den Schwerpunkten 1 und 3 angestrebt werden. Tatsächlich können Bestrebungen, die Verkehrsbelastung auf der Strasse in Grenzen zu halten, nicht unabhängig von möglichen Angeboten auf der Schiene und der Erhöhung der Fahrzeu-

geffizienz auf der Strasse gesehen werden. Letztlich wird immer ein Kostenvergleich für die Wahl der Verkehrsmittel ausschlaggebend sein. Das Bestreben muss deshalb sein, dass den Fahrzeugen der verschiedenen Verkehrsträger Kosten für die Benutzung der Verkehrsinfrastruktur unter Gesichtspunkten der Kostengerechtigkeit angelastet werden. Aufgabe der Verkehrspolitik ist es, die Grundsätze zur Kostenanrechnung zu definieren, während die Verkehrstelematik als ein Instrument eingesetzt werden kann, den Fahrzeugen diese Kosten anzulasten. Im Endeffekt wird dadurch für jeden Transport das Verkehrsmittel gewählt, welches in der gegebenen Situation die grössten komparativen Kostenvorteile aufweist, und zwar unter Berücksichtigung politisch definierter Grundsätze wie zum Beispiel der Nachhaltigkeit.

## Abkürzungsverzeichnis

ADAC	Allgemeiner Deutscher Auto Club
AIDA	Advanced information data applications
ASTRA	Bundesamt für Strassen
AVI	Automatic Vehicle Identification
BUS	Broadcast and Unknown address Server
CARLOS	Mitfahr-Vermittlungsdienst in der Region Burgdorf
CEN	Centre Européen de Normalisation
DAB	Digital Audio Broadcasting
DB AG	Deutsche Bahn AG
DOM	Der Orientierte Mensch
DRIVE	Dedicated Road Infrastructure for Vehicle safety in Europe (Forschungsprogramm der EU)
DSRC	Dedicated Short Range Communication
€	Euro
EPFL	Ecole Polytechnique Fédérale Lausanne
ERTMS	European Rail Traffic Management System
ESPRIT	European Strategic Programme for Research and development in Information Technology (Forschungsprogramm der EU)
ETCS	European Train Control System
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule
EU	Europäische Union
EUREKA	European research coordination Agency
FK9	Fachkommission 9 "Verkehrstelematik" des VSS
GALILEO	Europäisches satellitengestütztes Ortungssystem (im Aufbau)
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
GSM-R	Global System for Mobile Communications - Rail
ISA	Intelligent Speed Adaptation
ISO	International Standards Organisation
ITS	Intelligent Transportation Systems
IT	Informationstechnologie
IVHS	Intelligent Vehicle-Highway System
IVI	Intelligent Vehicle Initiative (USA)
LKW	Lastkraftwagen

LSA	Lichtsignalanlage
LSVA	Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MOBILIST	Mobilität im Ballungsraum Stuttgart
MOBINET	Mobilität in Ballungsraum - Netzwerk
MoTiv	Mobilität und Transport im intermodalen Verkehr
NFP 41	Nationales Forschungsprogramm 41 "Verkehr und Umwelt" (Schweiz)
NITI	National Intelligent Transportation Infrastructure (USA)
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PDA	Personal Digital Assistant
PROMETHEUS	Programme for a European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety
PTA	Personal Travel Assistant
RBL	Rechnergestütztes Betriebsleitsystem
RDS	Radio Data System
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SMS	Short Message Service (Datenübertragungsdienst von GSM)
SVI	Schweizer Vereinigung der Verkehrsingenieure
TA	Technikfolgenabschätzung (Technology Assessment)
TAP	Telematics Application Programme (im 4. Rahmenprogramm der EU)
TRANS3	Intermodalitätsprojekt im 5. Rahmenprogramm der EU in der Grenzregion Deutschland, Frankreich, Schweiz
TMC	Traffic Message Channel
TU	Technische Universität
UVEK	Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VICS	Vehicle Information and Communication System
VISUM	Verkehrsinformationssystem und Umweltmanagement
VSS	Verband Schweizerischer Strassenfachleute
WAP	Wireless Application Protocol
WAYflow	(ohne Bedeutung) Verkehrsmanagement für die Rhein-Main-Region

## Literaturverzeichnis

### Übersichten per Internet:

- [1] ARAMIS Schweiz ([www.aramis-research.ch](http://www.aramis-research.ch))
- [2] CORDIS EU, Forschungsprogramme ([www.cordis.lu](http://www.cordis.lu))
- [3] PATH Californien ([www4.nationalacademies.org/trb/tris.nsf/web/path](http://www4.nationalacademies.org/trb/tris.nsf/web/path))
- [4] TRIS Transportation Research Board ([//199.79.179.82/sundev/search.cfm](http://199.79.179.82/sundev/search.cfm))
- [5] Swiss Transport Research Conference ([www.strc.ch](http://www.strc.ch))
- [6] VIVISMO allgemeines wiss. Zugangsportal ([//vivisimo.com](http://vivisimo.com))

### Monographien und Artikel:

- [7] Ackermann, Till (1999): Elektronische Zahlungsmedien im ÖPNV. Von der Fahrkarte zum elektronischen Ticketing. In: Internationales Verkehrswesen, 51. Jahrgang, Nr. 6, S. 264-266
- [8] Agarwal R. ;Ahuja M.; Carter P.; Gans M (1998): Early and late Adopters of IT Innovations: Extension to Innovation Diffusion Theory. Tallahassee
- [9] Allgemeiner Deutscher Automobilclub (ADAC) (2002): Marktentwicklung Navigationssysteme. ADAC-Prognose bis 2001. Unter: [www.viasuisse.ch/pressmat/pub\\_ADAC\\_Navigationssysteme.pdf](http://www.viasuisse.ch/pressmat/pub_ADAC_Navigationssysteme.pdf)
- [10] Andree, Rolf; Boltze, Manfred; Jentsch, Heiko (2001): Entwicklung von Strategien für ein dynamisches Verkehrsmanagement. In: Strassenverkehrstechnik, 45. Jahrgang, Nr. 12, S. 610-620
- [11] Anstadt, U. (1994): Determinanten der individuellen Akzeptanz bei Einführung neuer Technologien. Frankfurt a.M.
- [12] Arend M. (1993): Ökosozial - Die Schweizer Städte vor sozialen und ökologischen Herausforderungen des spätindustriellen Zeitalters(NFP25). Zürich
- [13] Arndt,E.-H (2001): Trends in der Logistik. In: Internationales Verkehrswesen, Heft 5, S. 240-242
- [14] ASIT (1998): Perspektiven der Verkehrstelematik. Bern
- [15] Beckmann, Jens; Keck, Gerhard (1999): Beteiligungsverfahren in Theorie und Anwendung. Stuttgart (Hrsg.: Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg)
- [16] Birgelen, Annette; Bernhard, Rüdiger (1999): Telematikeinsatz im öffentlichen Personennahverkehr. Vortrag bei der Veranstaltung von ZIV und ZGDV "Die Zukunft der Informationstechnologie im Verkehr" am 22.11.1999 in Darmstadt. Unter: [http://www.ziv.de/service/f.service/f.service.html?sub=sub\\_veroeffentl.html&middle=m\\_veroeffentl.html](http://www.ziv.de/service/f.service/f.service.html?sub=sub_veroeffentl.html&middle=m_veroeffentl.html)
- [17] Boltze, Manfred; Kienzler, Klaus; Ludwig, Rita; Stöveken, Peter (1997): Leit- und Informationssysteme für den Verkehr in Hessen. In: Strassenverkehrstechnik, Nr. 10; S. 475-479
- [18] Bongardt, Horst (1999): Die Planungszelle in Theorie und Anwendung. Stuttgart (Hrsg.: Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg)

- [19] Brenner, Jens; Hermann, Monika; Nehring, Marita (1999): Möglichkeiten partizipativer Elemente in Entscheidungsfindungsprozessen - am Beispiel des Verkehrs. Zwischenbericht im Projekt Verkehrsplanung im Diskurs. Stuttgart (AB 120 der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg)
- [20] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (2000): Verkehrsbericht 2000 - Integrierte Verkehrspolitik: Unser Konzept für eine mobile Zukunft. Berlin
- [21] Busch, Fritz; Keller, Hartmut (1997): Lichtsignalsteuerung als integrale Komponente des Verkehrsmanagements. In: Strassenverkehrstechnik, Nr. 2, S. 63-69
- [22] David, Andrea; Overkamp, Klaus; Dirschl, Andreas (2000): Park-Info München – Ein neuer Ansatz zur flächendeckenden Prognose der Parkraumbelastung. In: Strassenverkehrstechnik, 44. Jahrgang, Nr. 7, S. 348-350
- [23] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR); TÜV Rheinland (1999): IuK-Technologien und Verkehr. Unter: [http://www.iid.de/ITundVerk/IT\\_und\\_verk.html](http://www.iid.de/ITundVerk/IT_und_verk.html)
- [24] Diers, Christina; Listl, Gerhard; Möller, Bettina; Richter, Matthias (2000): Europäische Verkehrstelematikforschung – eine Querschnittsbetrachtung. In: Strassenverkehrstechnik, 44. Jahrgang, Nr. 7, S. 337-344
- [25] Donau Universität Krems; ÖAMTC Akademie; Günther, Johann (Hrsg.) (2001): Verkehrstelematik. Krems
- [26] Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation; Bundesamt für Strassen (1999): Verkehrstelematik im Management des Verkehrs in Tourismusgebieten. Möglichkeiten, Anwendungen, Beispiele. Zürich
- [27] Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation: Leitbild Strassenverkehrstelematik. Eine Vision für 2010. Bern
- [28] Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation; Bundesamt für Strassen (1999): Voruntersuchungen Strassenverkehrstelematik. Bern
- [29] Enkelmann, Wilfried et al (1999): Kurzfassung FhG-Studie Verkehrstelematik. Karlsruhe
- [30] European Commission (2001): European Transport Policy for 2010: Time to Decide (White Paper). Brüssel
- [31] European Transport Safety Council (1999): Intelligent Transportation Systems and Road Safety. Brüssel
- [32] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (Hrsg.) (1999): Heureka '99. Optimierung in Verkehr und Transport. Tagungsbericht. Köln
- [33] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (Hrsg.) (2002): Heureka '02. Optimierung in Verkehr und Transport. Tagungsbericht. Köln
- [34] Friedrich, Bernhard; Kessler, Dirk; Schütte, Christian (2002): Strategisches Verkehrsmanagement – Eine konsistente Theorie und ihre Umsetzung. In: Strassenverkehrstechnik, 46. Jahrgang, Nr. 4; S. 177-181
- [35] Gobiet, Werner (2001): Verkehrstelematik – Einführung. Beitrag zur Tagung „Verkehrstelematik“ der Forschungsgemeinschaft für Strasse und Verkehr und der Donau-Universität Krems am 23.4.2001
- [36] Günther J. (2001): Technische Möglichkeiten in der Zukunft - Zukunft der Kommunikations- und Informationssysteme. Papier, präsentiert am Symposium "Verkehrsmanagement" am 17/18. Salzburg

- [37] Halbritter, Günter et al (1999): Umweltverträgliche Verkehrskonzepte. Entwicklung und Analyse von Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes zur Verlagerung von Strassenverkehr auf umweltfreundliche Verkehrsträger. Beiträge zur Umweltgestaltung, Band A 143. Berlin
- [38] Halbritter, Günter; Fleischer, Torsten (2000): Erfahrungen zum Einsatz von IuK-Techniken im Ballungsraumverkehr. Auswertungen einer Informationsreise zu ausgewählten Pilotprojekten der USA. In: Internationales Verkehrswesen, 52. Jahrgang, Nr. 6, S. 252-257
- [39] Halbritter Günter; Fleischer, Torsten (2000): Strategien zur Erreichung einer nachhaltigen Mobilität. TAB-Brief Nr. 18. Berlin
- [40] Hauenstein, Andreas; Wehner, Peter (2002): Störfallmanagement in Schnellbahnsystemen – Steuerungs- und Dispositionsverfahren SALTOS. In: Kirchhoff, Peter (Hrsg.): Schriftenreihe des Lehrstuhls für Verkehrs- und Stadtplanung, Nr. 12. München
- [41] Hoyer, Robert; Frick, Klaus (2000): Verkehrstelematik in kleinen Schritten – ein Modellprojekt zur BUGA `99 in Magdeburg. In: Strassenverkehrstechnik, 44. Jahrgang, Nr. 7, S. 329-333
- [42] Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) (2000): TA-Datenbank-Nachrichten zum Schwerpunktthema "Nachhaltige Mobilität", Nr. 4, 9. Jahrgang. Karlsruhe
- [43] Jerger, Thomas (2002): parkinfo.com – Online Parkinformationen für Deutschland. In: Internationales Verkehrswesen, 54. Jahrgang, Nr. 3, S. 88-92
- [44] Keller, Hartmut (1999): Euro-Regionale Projekte zum Verkehrsmanagement
- [45] Keller, H. Pischner, T.; Pollesch, P. (2001): Struktur und Bewertung des Verkehrsinformationsnetzwerkes BayernInfo. In: Internationales Verkehrswesen, 53. Jahrgang, Nr. 7+8, S. 351 ff
- [46] Kollmann, T. (1999): Das Konstrukt der Akzeptanz im Marketing. Neue Aspekte der Akzeptanzforschung dargestellt am Beispiel innovativer Telekommunikations- und Multimediasysteme. WiSt Heft Nr. 3, Kontiki (2000): Die Kontiki-Handlungsempfehlungen - der Weg zum Electronic Ticketing. Bad Soden
- [47] Kontiki (2000): Die Kontiki-Handlungsempfehlungen - der Weg zum Electronic Ticketing. Bad Soden
- [48] Kühne, Reinhart D. (1999): Integriertes Verkehrsmanagement in Ballungsräumen – Anspruch und Wirklichkeit. In: Strassenverkehrstechnik, Nr. 8, S. 361-367
- [49] Lehmann, H.; Willenbrock, F.; Paulsen, R., Schönewolf, W. (2001): Verkehrsmusteranalyse innerörtlicher Netze mittels Floating Car Data (FCD). In: Strassenverkehrstechnik, Nr. 9, S. 427-432
- [50] Lucke D. (1995): Akzeptanz. Legitimität in der "Abstimmungsgesellschaft". Opladen
- [51] Macabrey N., Chevroulet T., Bourquin V. (2000): La télématique pour une gestion durable des déplacements. Kurzfassung der Synthese zum Modul E des Nationalen Forschungsprogrammes Nr. 42 "Verkehr und Umwelt". Lausanne
- [52] Meier R.; Walter F.: Umweltabgaben für die Schweiz. Rüegger, Chur/Zürich
- [53] Michels, J (2001): Effiziente Kommissionierung online, In: Internationales Verkehrswesen, Heft 5, S. 246-247
- [54] Müller, Günter; Hohlweg, Georg (Hrsg.) (1995): Telematik im Strassenverkehr. Initiativen und Gestaltungskonzepte. Berlin, Heidelberg

- [55] Pautsch, Peter R. (2001): Die Zukunft der elektronischen Mauterhebung in Europa. In: Internationales Verkehrswesen, 53. Jahrgang, Nr. 4, S. 157-158
- [56] Philipp, Klaus (2001): Elektronisches Ticketing im öffentlichen Personenverkehr (ÖPV). Europäisch interoperabel oder regionale Insel? In: Österreichische Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, Nr.1, S. 20-22
- [57] Prognos AG; Keller, Hartmut (2001): Wirkungspotenziale der Verkehrstelematik zur Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur- und Verkehrsmittelnutzung. Schlussbericht. Basel
- [58] Projektorganisation EasyRide (2000): Projektbericht RE 1 EasyRide. Bern
- [59] Projektorganisation EasyRide (2001): Projektbericht RE 2 EasyRide. Bern
- [60] Rotach, Martin; Keller, Peter (1987): ETH Forschungsprojekt MANTO. Chancen und Risiken der Telekommunikation für Verkehr und Siedlung in der Schweiz. Schlussbericht. Zürich
- [61] Schade, J. (1999): Individuelle Akzeptanz von Strassenbenutzungsentgelten. In B. Schlag (Hrsg.): Empirische Verkehrspsychologie. Lengerich, Berlin, S. 227-244,
- [62] Schick, Peter; Kühne, Reinhart (2001): Untersuchungen zum Verkehrsablauf an Streckenbeeinflussungsanlagen. In: Kühne (Hrsg.): Arbeiten aus dem Institut für Strassen- und Verkehrswesen 2000/2001. Stuttgart
- [63] Schütte, Christian; Bogenberger, Klaus; Ernhofer, Oliver (2000): Integriertes Steuerungskonzept für eine innerstädtische Ringstrasse. Erste Ergebnisse aus dem Arbeitsbereich „Optimierung im Hauptstrassennetz“ des BMBF Leitprojektes MOBINET. In: Strassenverkehrstechnik, 44. Jahrgang, Nr. 7, S. 334-336
- [64] Schweizerische Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft; Institut für öffentliche Dienstleistungen; Tourismus Universität St. Gallen (2001): Jahrbuch 2001/ 2002 "Schweizerische Verkehrswirtschaft".
- [65] Simon B. (2001): Wissensmedien im Bildungssektor. Eine Akzeptanzuntersuchung an Hochschulen. Wien
- [66] Speth, Otmar (2002): Strassenwetter-Informationsservice – Länder- und verwaltungsübergreifender Verbund und Datenaustausch. In: Strassenverkehrstechnik, 46. Jahrgang, Nr. 1, S. 5-13
- [67] Stokar, Thomas von (1995): Telematik und Stadtentwicklung dargestellt am Beispiel der Stadt Zürich. Reihe Anthropogeographie Nr. 14. Zürich
- [68] Stöveken, P; Kienzler, K. (1997): Angewandte Telematik im ÖPNV – Verkehrsbetriebsübergreifende dynamische Anschlusssicherung und Fahrgastinformation. In: Der Nahverkehr, Heft 12/97, S.26-30
- [69] Trapp, Roland (2002): Wirkungsabschätzung von Rampenzuflusssteuerung mittels Mikrosimulation. In: Strassenverkehrstechnik, 46. Jahrgang, Nr. 2, S. 65-72
- [70] Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) (2002): Interoperable ÖPV-Kernapplikation für das elektronische Fahrgeldmanagement. Köln
- [71] Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) (2001): Telematik im ÖPNV in Deutschland. Düsseldorf
- [72] Vernehmlassung zum Strassenverkehrstelematik-Leitbild des UVEK, diverse Antworten



- [73] Waldenmaier, Stefan (2001): Flottenmanagement auf dem Vormarsch. In: funkschau, Nr. 15, S. 30-32
- [74] Zapp, Kerstin (2001): Fahrerassistenzsysteme: Was gibt es, was kommt? In: Internationales Verkehrswesen, 53. Jahrgang, Nr. 4, S. 155-156