

# Wie intelligent kann die Strasse genutzt werden?

Autor(en): **Rapp, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio**

Band (Jahr): **106 (2008)**

Heft 3

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-236506>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Wie intelligent kann die Strasse genutzt werden?

Der Strassenverkehr hat sich den letzten drei Jahrzehnten verdoppelt und auch in Zukunft rechnet man mit einer weiteren starken Zunahme. Noch stärker als das Verkehrsvolumen nimmt die Zahl der Stautunden zu. Vor allem in den Agglomerationen vermag das Strassennetz der Nachfrage nicht mehr zu genügen. Weil weiteren Neu- und Ausbauten der Strassennetze enge räumliche und finanzielle Grenzen gesetzt sind, muss vermehrt über eine intelligentere Nutzung der bestehenden Infrastruktur nachgedacht werden. Die Verkehrstelematik bietet zahlreiche Lösungsansätze zur Steigerung der Effizienz und der Verkehrssicherheit. Um sie umzusetzen, braucht es einen politischen Konsens der verschiedenen Interessensgruppen, welche Ansprüche an die Nutzung der Strasse und des Strassenraums stellen.

*Pendant ces trois dernières décennies, le trafic routier a doublé et pour l'avenir on escompte une nouvelle forte croissance. Toutefois, les heures d'embouteillage augmenteront encore davantage que le volume du trafic. Puisque l'agrandissement et l'amélioration du réseau routier sont conditionnés par des limites spatiales et financières il y a lieu de réfléchir à une utilisation intelligente de l'infrastructure existante. Dans ce but, la télématique du trafic présente plusieurs solutions possibles permettant d'augmenter l'efficacité et la sécurité du trafic. Pour la mettre en œuvre, il faut un consensus politique des différents groupes d'intérêt qui pose leurs exigences quant à l'utilisation de la route et de son espace.*

Negli ultimi trent'anni il traffico stradale è raddoppiato e anche in futuro si prevede una marcata espansione. Ma oltre al volume di traffico si registra un aumento delle ore in cui si sta incolonnati. La rete stradale sembra non essere più sufficiente, specialmente negli agglomerati. Poiché l'espansione di nuove e vecchie reti viarie dipende da stretti vincoli spaziali e finanziari, bisogna cercare di utilizzare in modo sempre più intelligente le infrastrutture esistenti. La telematica del traffico offre numerosi spunti per incrementare l'efficienza e la sicurezza in questo ambito. Tuttavia, per la sua applicazione è necessario il consenso politico dei vari gruppi di interessi che hanno delle esigenze in merito all'uso della strada e dello spazio stradale.

*M. Rapp*

In seinem jüngsten Bericht zur Verkehrsentwicklung und der Verfügbarkeit der Nationalstrassen stellt das ASTRA fest, dass die Verkehrszunahme 2006 auf den Nationalstrassen zwar etwas gebremst wurde, dass aber trotzdem gegenüber dem Vorjahr 4.7% mehr Stautunden verzeichnet wurden. 2006 wurden gesamt 11 500 Stautunden registriert, davon sind 70% auf Verkehrsüberlastung zurückzuführen, oft in Zusammenhang mit Baustellen. Die Stautunden infolge Verkehrsüberlastung stiegen um 17%. Verkehrsüberlastung bedeutet, dass die

Verkehrsnachfrage auf gewissen Abschnitten und zu gewissen Zeiten grösser ist als die angebotene Kapazität. Vor allem in den Ballungszentren haben die Nationalstrassen ihre Kapazitätsgrenzen erreicht. Der Verkehr weicht zunehmend auf das untergeordnete Netz aus. Somit geht nicht nur die Durchleitungsfunktion der Nationalstrassen verloren, sondern die ebenso wichtige Entlastungsfunktion. Notwendige Aus- und Neubauten sind angedacht: Stadttunnel Zürich, Überprüfung des Hochleistungsstrassennetzes im Raum Bern, Bypass Luzern, Südumfahrung Basel, um nur einige der anstehenden Projekte zu nennen. Das ASTRA hat Anfang 2007 das Projekt Weiterentwick-

lung des Nationalstrassennetzes WEN gestartet, in dem einerseits der neue Netzbeschluss und andererseits das Programm für die Engpassbeseitigung vorbereitet werden. Das politische Umfeld im Konkurrenzkampf mit umwelt- und landwirtschaftsschützerischen Interessen ist jedoch schwierig und die Planung und Entscheidungsfindung benötigen Jahre, wenn nicht gar Jahrzehnte.

## Verkehrsmanagement

Es geht somit darum, nach Mitteln und Wegen zu suchen, das vorhandene Netz noch intelligenter zu nutzen. Dies ist das Ziel des Verkehrsmanagements. Tatsächlich bietet das vorhandene Netz vielerorts und zu manchen Zeiten erhebliche Kapazitätsreserven, die mobilisiert werden können. Unter dem Begriff Verkehrsmanagement werden alle Massnahmen zusammengefasst, die darauf abzielen, den Verkehrsablauf gross- und kleinräumig optimal zu gestalten. Verkehrsmanagement ist ein vierblättriges Kleeblatt mit:

- Verkehrssteuerung: Massnahmen an Knoten und Objekten
- Verkehrsleitung: Massnahmen längs einer Strassenstrecke
- Verkehrslenkung: Massnahmen im Netz
- Verkehrsinformation: Information über den Verkehrszustand.

Seit Anfang 2008 obliegt das Verkehrsmanagement auf den Nationalstrassen dem Bund und die neue nationale Verkehrsmanagementzentrale in Emmen hat ihren Betrieb aufgenommen. Die Lenkungs-, Leitungs-, Steuerungs- und Informationsmassnahmen wurden in der Form von Verkehrsmanagementplänen (VMP) vorbereitet. VMPs sind vorbehaltene Entschlüsse, die im Voraus unter den vier Akteuren Bund, Kantone, Städte und Verkehrsunternehmen vereinbart werden. Insbesondere ist vereinbart, wer welchen VMP unter welchen Bedingungen auslösen darf. Ist dies geschehen, werden die Verkehrsinformationen gleichzeitig mit

Referat anlässlich der Infra-Tagung vom 16. Januar 2008 in Luzern.



Abb. 1: Die vier Komponenten des Verkehrsmanagements: Steuern – Leiten – Lenken – Informieren.

den Informationen über die ausgelösten VMP verbreitet. Auf diese Weise erhalten die Strassennetzbetreiber und Automobilisten alle dieselben Handlungsanweisungen und zwar gleichlautend und unabhängig vom Informationsmedium. Die VMPs sind Teil des Projekts Verkehrsmanagement Schweiz (VM-CH) des ASTRA. Im Projekt VM-CH werden die heute vorhandenen Verkehrsleitsysteme auf den Nationalstrassen vernetzt und ergänzt. Auf allen Stufen werden intelligente Instrumente eingesetzt:

- für die Erfassung der Verkehrszustände: Sensoren (Induktionsschlaufen, Infrarot, Radar, Lasersensorik), zunehmend aber auch Fahrzeugsensoren (GPS, Mobiltelefonortung),
- Simulationsmodelle und Datenverbundtechniken für Analyse und Aufbereitung,
- Leit- und Kommunikationssysteme für die Auslösung der Massnahmen,
- Wechselsignale und -textanzeigen für die Steuerung, Leitung und Lenkung der Verkehrsteilnehmer sowie Radio, Funk und Navigationssysteme für die Information.

Noch liegen erst die VMPs der ersten Priorität (d.h. für die wichtigsten Streckenabschnitte) vor und auch bei diesen konnten noch nicht alle kritischen, d.h. politisch umstrittenen, Massnahmen zwischen Bund und den Kantonen vereinbart werden. Bis Ende 2008 sollten jedoch alle VMPs vorliegen. Es handelt sich um weit über 1000 vorbereitete Aktionspakete auf 60 Nationalstrassenabschnitten. Nicht alle Aktionen können von Emmen aus automatisch gesteuert werden, sondern benötigen bei der Umsetzung den Einsatz von Polizei- und Werkhofkräften vor Ort. Zunehmend sollen jedoch die Information, Wegweisung und Signalisation automatisiert werden mittels Wechseltextanzeigen und Wechselsignalen.

## Wohin gehen die Trends und wo liegen die Grenzen?

Auch in Zukunft wird die Entwicklung unter dem Leitmotiv «mehr Intelligenz» stehen:

- die intelligente Strasse,

- das intelligente Fahrzeug,
- intelligente Rahmenbedingungen mit Information und Anreizsystemen.

Bei Fahrzeuglenkern und Fahrzeuglenkerinnen wird unterstellt, dass sie schon immer intelligent waren. Deren Intelligenz kann jedoch durch Assistenzsysteme unterstützt werden.

### Die intelligente Strasse

Die Verkehrssteuerung ist die älteste Anwendung von intelligenten Systemen im Strassenverkehr: Heutzutage gehört die netzweite Signalsteuerung zum Standard in jeder Stadt. Während die Steuerungstechnik weit fortgeschritten ist und jede ausgeklügelte Steuerungslogik einprogrammiert werden kann, herrscht jedoch oft eine grosse Unsicherheit über die Steuerungsphilosophie. Es gibt keine anerkannte Beststrategie für die übergeordnete Netzsteuerung, dafür umso heftigere Diskussionen zwischen den Vertretern der verschiedenen Akteurguppen über die richtige Steuerungspolitik. Welche Verkehrsarten sollen priorisiert werden? Soll die Netzsteuerung auf maximalen Fahrzeug-Durchfluss programmiert werden oder im Gegenteil auf Dosierung und Pfortnerung? Wie lautet die Gesamtzielsetzung, nach welcher der Verkehrsingenieur die Steuerung optimieren soll? Hier zeigt sich die Grenze der Anwendung intelligenter Systeme: ohne einen Konsens bezüglich Zielsetzungen und Prioritäten nützen intelligente Systeme nichts. Eine weitere ältere Anwendung der intelligenten Strasse sind die Verkehrsleitsysteme. Die Systeme erlauben die automatische Detektion der Verkehrsdichte, Geschwindigkeiten, Störungen und Witterungseinflüssen und sie lösen Signalisationsmassnahmen automatisch aus: Anpassung der Maximalgeschwindigkeit, Stau- und Nebelwarnung, allenfalls Fahrstreifensignalisation. Die Vorgaben sind hier einfacher als bei der Lichtsignal-Netzsteuerung: es geht um die Erhöhung der Sicherheit, insbesondere Auffahrunfälle bei Nebel und Stau, und um die Gewährleistung des maximalen Durchflusses, also die Verhinderung des Verkehrszusammenbruchs auf dem Abschnitt.

In neuester Zeit haben wir auch in der Schweiz Autobahn-Pförtneranlagen. Auf den Auffahrtsrampen wird der Zufluss so dosiert, dass der einfahrende Verkehrsstrom mit dem Verkehr auf den Durchfahrtsspuren flüssig vereinigt werden kann, sodass Verkehrszusammenbrüche vermieden werden. Eine Form der Dosierung ist die Anpassung der Grünphasen bei Lichtsignalanlagen (LSA) in der Nähe von Autobahnauffahrten so, dass die Verkehrsmengen der Autobahneinfahrt so beschränkt werden, dass sie auf der Autobahn mühelos aufgenommen werden können (Beispiel LSA Baden-Einfahrt Baregg tunnel). Die Dosierung kann aber auch im Tropfenzählermodus gemacht werden, indem man auf den Durchfahrtsspuren oberhalb der Einfahrtsrampe die Zeitlücken erfasst und einzelne Fahrzeuge auf der Auffahrtsrampe so loschickt, dass sie mühelos einfädeln können (Beispiel Einfahrt Weiningen auf der Nordumfahrung Zürich). Beide Systeme haben sich bewährt.

Bei Autobahn-Pförtneranlagen stellen sich ebenfalls Fragen bezüglich Priorisierung. Wer auf der Auffahrtsrampe auf Grün wartet, fragt sich, weshalb der Transitverkehr gegenüber dem Lokalverkehr Priorität hat. Sie kennen die Befürchtung, dass sich bei Auffahrtsrampendosierung ein Rückstau auf dem Lokalnnetz bilden könnte.

Tatsache ist, dass die Rampendosierung allen Verkehrsteilnehmern hilft, sowohl den Dosierte als auch denjenigen auf den Durchfahrtsspuren, weil Verkehrsüberlastungen mit Stau auf der Autobahn vermieden werden. Stau auf der Autobahn würde zu einem weit grösseren Rückstau auf dem Lokalnnetz führen. Allein, diese Tatsache ist schwierig zu vermitteln. Zum Glück gibt es jetzt die Erfahrungsberichte von der Nordumfahrung Zürich. Dank Rampendosierung haben die Staudauer und die Rückstaulängen abgenommen, trotz gestiegener Verkehrsmenge nach Eröffnung der dritten Röhre des Baregg tunnels.

Weitere Kapazitätssteigerungen lassen sich dadurch erzielen, dass auf gewissen Autobahnstrecken die Spuren flexibler zu-

geteilt würden. Während der Stosszeit könnte der Standstreifen zum Fahrstreifen umsignalisiert werden. Das lässt sich verantworten, wenn gleichzeitig die Geschwindigkeit herabgesetzt und eine lückenlose Verkehrsüberwachung sichergestellt wird. In Deutschland wurden mit der dynamischen Umwidmung von Standstreifen vor allem im Grossraum München gute Erfahrungen gemacht und in Holland wird dieses System vielerorts vor Autobahnverzweigungen angewendet. In Holland werden zu diesem Zweck nicht nur Wechselsignale, sondern auch variable Fahrstreifenmarkierungen eingesetzt. Mittels Unterflurfeuer, die dynamisch ein- und ausgeschaltet werden, können auf Autobahnen ähnlich wie bei der Bahn Weichen gestellt werden, um den Verkehr möglichst flüssig und konfliktfrei über Engpässe zu leiten.

Ein anderes Beispiel von dynamischer Fahrstreifenzuordnung ist der mittlere Fahrstreifen auf einer Autobahn in Madrid, welcher je nach Tageszeit für Busse und Car Pool-Fahrzeuge in einer Richtung

betrieben wird. Zur Steuerung des Verkehrs werden automatische Barrieren eingesetzt.

Auch innerorts sollen Strassen intelligenter werden, indem sie sich besser den wechselnden Gegebenheiten des Verkehrs, der Umwelt und den übrigen Benutzerbedürfnissen anpassen. Früher war die Strasse etwas physisch fix. Die Geometrie war mit Randsteinen buchstäblich in Stein gemeisselt. Heute soll sie sich anpassen. In Begegnungszonen wollen wir zu unterschiedlichen Zeiten unterschiedliche Nutzungen fördern: Anliefern am Morgen, Spielen und Flanieren am Nachmittag, Parken am Abend, aber jederzeit zugänglich für Feuerwehr und Ambulanz. Die Verkehrsmöbelindustrie ist erfinderrisch: Was man früher mit einem Schilderwald von schwer verständlichen Verkehrssignalen anordnete, kann man heute mit dynamischen Pollern durchsetzen, die den Verkehr zu gewissen Zeiten durchlassen und zu andern Zeiten sperren. Diese Poller können auch von einzelnen berechtigten Fahrzeugen gesteuert werden,



Abb. 2: Beispiel der intelligenten Strassennutzung: Damit der Verkehr auf der Autobahn nicht zusammenbricht, wird jener auf der Einfahrt dosiert (A20 Weiningen. Quelle: Tiefbauamt Kanton Zürich, Planung + Steuerung).

sodass Bus und Krankenwagen auch bei Sperrung Zufahrt haben.

## Das intelligente Fahrzeug

Schon heute gehören Navigationsgeräte zum Standard von höherklassigen Autos. Mittels GPS und gespeicherter digitaler Strassenkarte weiss das Auto, wo es ist und welcher Weg zum Fahrziel führt. Mit dem Autoradio verbundene Navigationsgeräte können überdies Verkehrsinformationen anzeigen und bei der Berechnung der optimalen Route berücksichtigen.

Seit sieben Jahren leistet Viasuisse schweizweit gute VI-Dienste. Neu hat Viasuisse im Rahmen von VM-CH die Funktion der schweizerischen Verkehrsinformationszentrale VIZ übernommen. Gestützt auf den Verkehrsdatenverbund von VM-CH, Ereignismeldungen der Kantonspolizeien und Staumeldern werden Informationen validiert, homogenisiert, verortet und als Verkehrsinformation an die Medien, vorab Radio DRS, geleitet. Die standardisierte Verkehrsinformation wird in digitaler Form als RDS-TMC (Radio Data System Traffic Message Channel) an die

Navigationsgeräte in den Fahrzeugen oder auf Handheld PDAs übertragen. Allerdings zeichnet sich bei den Routenberechnungen zunehmend ein Zielkonflikt ab. Die Routenempfehlungen der Verkehrsmanagementzentrale bei Ereignissen beruhen auf Verkehrsmanagementplänen, welche sorgfältig zwischen Bund und Kantonen abgestimmt wurden. Routenberechnungen aufgrund digitaler Karten hängen von den Streckenattributen ab, welche die Kartenlieferanten aufgenommen haben. Im Zeitalter der 2. Internetgeneration web 2.0 werden diese Attribute zunehmend von den Benutzern selbst erhoben und unter diesen ausgetauscht: Anstelle der Information vom Informationsprovider zum Nutzer wird es auch hier zur Verwischung der Funktionen kommen und die Zielführung der Navigationsgeräte wird individuell nach mymap, myroute, myroad oder was auch immer erfolgen.

Neben Navigationssystemen werden die heutigen Autos zunehmend mit elektronischen Systemen zur Unterstützung der Fahrzeuglenker ausgerüstet. Man unterscheidet zwischen:

- Warnende und informierende Systeme (Abstandswarnung inkl. Parkhilfen, Spurassistent, Sichthilfen, Übermittlung von Verkehrssignalen, automatische Fahrzeugdiagnose und Pannruf)
- Systeme mit verbindlichen Anweisungen (Lenkerüberwachung, fahrzeugseitige Umsetzung von Signalen und Tempobeschränkungen)
- Übernahme von Fahreraufgaben (autonome, stabilisierende Systeme, automatische Abstands- und Spurhaltung, umfassende Steuerung der Fahrdynamik, automatische Fahrzeugsteuerung, automatische Fahrzeugortung und -lenkung).

Für das Verkehrsmanagement können diese Systeme durchaus einen Einfluss haben. Nehmen wir das Beispiel des Abstandsregeltempomats, bei dem das Radar-Abstandswarngerät mit dem Tempomaten des Autos verbunden ist, sodass die Geschwindigkeit automatisch vermindert wird, wenn die Distanz zum Vorderfahrzeug zu gering wird. In einem Forschungsprojekt hat das ASTRA abklären lassen, welchen Einfluss die zunehmende Verbreitung von Abstandswarngeräten auf die Kapazität von Autobahnen haben könnte. Aus den Modellsimulationen ergibt sich, dass eine schnellere und synchrone Reaktion der Fahrzeuge auf Geschwindigkeitsveränderungen bei mittlerem und starkem Verkehrsaufkommen einen Leistungsgewinn bewirkt. Die schnelle und synchrone Reaktion vermindert die Aufschaukelung der Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen aufeinanderfolgenden Fahrzeugen. Sie wird durch ein Fahrerassistenzsystem FAS bewirkt, indem dieses die Reaktivität des Systems Fahrer + Fahrzeug erhöht. Dies kommt einem aufmerksameren Fahren gleich. Verhaltensänderungen, die einem sanfteren Fahren oder einem ruppigeren Fahren gleichkommen, erweisen sich als nicht leistungsrelevant.

Doch der Abstandstempomat ist erst der Anfang und die Entwicklung der Telematik schreitet weiter voran: die sogenannte Car-to-Car Kommunikation soll ermöglichen, dass Galileo-Positionsdaten und Geschwindigkeitsdaten von einem

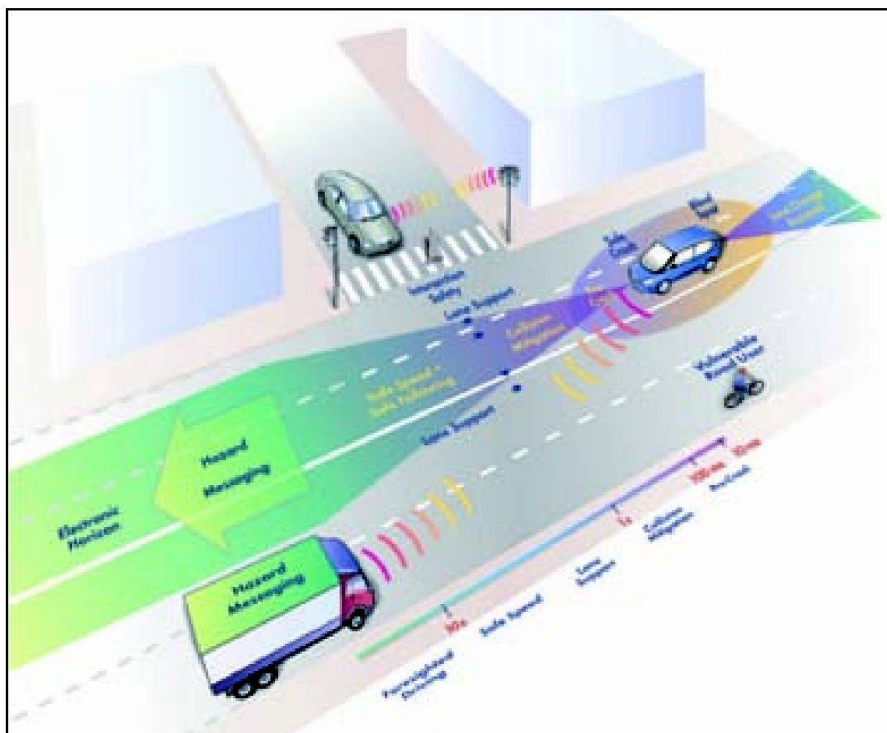


Abb. 3: Co-operative Driving dank Car-to-Car Kommunikation (Quelle: ERTICO).

Fahrzeug zum Nächsten per Infrarotfunk übermittelt werden, sodass die Bordrechner die Gesamtbewegung der Kolonne berücksichtigen können, was zu einem dichten und trotzdem sicheren Verkehrsfluss führen würde. Dieselbe Technologie, «Co-operative Driving» genannt, soll auch auf unübersichtlichen Kreuzungen oder schmalen Bergstrassen verwendet werden.

Die Eisenbahn macht es in diesen Tagen vor: die konventionelle Signalisation wird abgelöst durch das European Train Control System ETCS. Es ermöglicht, dass die Züge auf dem vorhandenen Netz in viel kürzeren Abständen und mit höheren Geschwindigkeiten als heute sicher verkehren können. Voraussetzung ist, dass alle Lokomotiven mit demselben System ausgerüstet sind, d.h. die Systeme müssen grenzüberschreitend interoperabel sein. Bis alle Autos in Europa obligatorisch mit analogen Co-operative Driving-Systemen ausgerüstet sind, wird es noch Jahre, wenn nicht Jahrzehnte dauern. Ausserdem müssen die Systeme eine Rückfallebene haben, denn die Sicherheit muss auch gewährleistet sein, wenn eine einzige Komponente ausfällt. Im Allgemeinen wird das Rückfallsystem der Automobilist selbst sein, der letztlich die Verantwortung über die Bewegung seines Fahrzeugs trägt. Die Effizienzgewinne für das Verkehrsmanagement und die Sicherheit gehen weitgehend verloren, wenn man davon ausgehen muss, dass ein Teil der Fahrzeuge nicht mit kooperativen Systemen ausgerüstet sind oder diese Systeme temporär ausfallen können.

#### Intelligente Rahmenbedingungen

Wenn die Strasse und die Fahrzeuge intelligenter werden, ist es angebracht, zu hinterfragen, ob auch die Rahmenbedingungen für unsere Mobilität intelligenter werden könnten. Haben die Verkehrsteilnehmenden die richtigen Anreize zur vernünftigen Wahl des Verkehrsmittels, der Reiseroute oder der Abfahrtszeit? Der Automobilist im Stau sieht sich gerne als Stau-Opfer. Wie kann man ihm beibringen, dass er Opfer und Täter zugleich ist? Automatisch denkt man hier an die Mög-

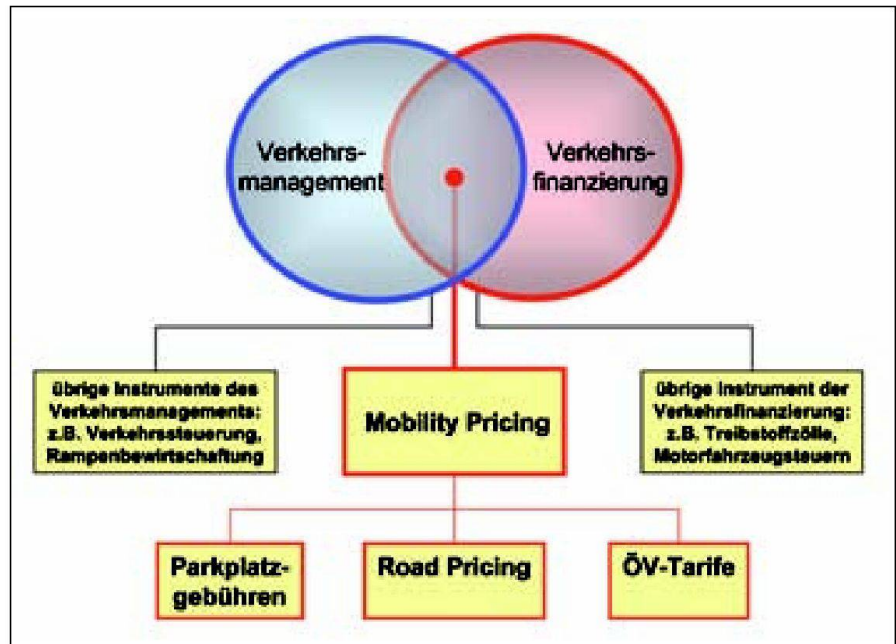


Abb. 4: Zur intelligenten Nutzung der Verkehrsinfrastruktur gehören auch preisliche Instrumente zur Nachfragebeeinflussung.

lichkeiten der Verkehrslenkung mit preislichen Mitteln. Man lässt die Marktmechanismen spielen. Wir fassen diese Möglichkeiten unter dem Begriff Mobility Pricing zusammen. Mobility Pricing umfasst die Strassenbenutzungsgebühren, also das sogenannte Road Pricing, die Parkgebühren und auch die Tarifierung im öffentlichen Verkehr, d.h. alle Mechanismen, wo die Verkehrsnachfrage und das Mobilitätsverhalten durch Preisfestsetzungen beeinflusst werden.

Das ASTRA hat alle Aspekte des Mobility Pricings in einem umfassenden Forschungspaket untersuchen lassen. Das Forschungspaket Mobility Pricing befasste sich in neun Einzelprojekten mit allen Aspekten der Anwendbarkeit von Preielementen für die Benützung von Verkehrsanlagen. Es brachte Erkenntnisse über die Instrumente und Mechanismen im Überlappungsbereich der Verkehrsfinanzierung und des Verkehrsmanagements und beantwortete die Frage, welche Konsequenzen ein allfälliger Übergang des Verkehrs-Finanzierungssystems von der Steuerfinanzierung zur verstärkten Benützungsförderung hätte.

Das bestehende Finanzierungssystem ist bei der Bevölkerung gut akzeptiert. Es ist

technisch vollziehbar und die Erhebungskosten sind niedrig, sowohl beim Einzug der Mineralölsteuer als auch bei jenem der Motorfahrzeugsteuern. Das System bringt keine problematischen Verteilungswirkungen mit sich und ist langfristig erprobt.

Neben diesen Stärken, welche sich in erster Linie aufgrund der Einfachheit des Tarifsystems ergeben, weist das bestehende System aber auch mehrere Schwächen auf:

- Es gibt keine Instrumente mit örtlicher und zeitlicher Lenkungswirkung,
- hohe Fixkosten und niedrige variable Kosten verleiten zu hohem Mobilitätskonsum,
- die Einnahmen fallen nicht dort an, wo Ausgaben getätigt werden,
- die Finanzierung auf Stufe Städte/Gemeinden ist ungenügend,
- bei der NSA-Vignette gibt es zum Teil Vollzugsprobleme bei ausländischen Fahrzeugen,
- die Ergiebigkeit der Mineralölsteuer ist langfristig gefährdet im Hinblick auf neue Treibstoffe und Antriebstechniken.

Im Forschungspaket Mobility Pricing stand Road Pricing im Vordergrund, weil

dort die grösseren Wissenslücken bestanden als bei den Themen ÖV-Tarifpolitik und Parkplatzgebühren. Es wurden aber auch die Wechselwirkungen mit den anderen Instrumenten des Mobility Pricing untersucht.

Den Untersuchungen wurden fünf verschiedene Szenarien und ein Referenzszenario zugrunde gelegt, welche sich hinsichtlich des gewählten Road Pricing Modells (Objekt-, Zonen-, Netz- und Gebietsmodell) und der Kompensationsmassnahmen (Aufhebung Nationalstrassenabgabe, Herabsetzung der Mineralölsteuer) unterscheiden. Diese Szenarien wurden auf Ebene Gesamtschweiz unter folgenden Gesichtspunkten untersucht:

- Akzeptanz der Mobility Pricing-Massnahmen
- Auswirkungen von Mobility Pricing auf das Mobilitätsverhalten
- Verkehrsplanerische Auswirkungen und Auswirkungen bezüglich Umweltschutz
- Finanzielle Auswirkungen auf den Staat
- Rechtliche, organisatorische Aspekte
- Technische Aspekte, inklusive der Abschätzung der Kosten der Abgabenerhebungssysteme.

Die Untersuchungen zeigen, dass die Akzeptanz zu Pricing-Massnahmen in der Schweiz derzeit noch nicht gegeben ist und dass die erwarteten Auswirkungen in quantitativer Hinsicht relativ bescheiden ausfallen. Trotzdem sprechen viele Erkenntnisse dafür, dass die Kosten der Mobilität in Zukunft tendenziell weniger von der Allgemeinheit und dafür in stärkerem Masse von den Mobilitätskonsumenten getragen werden sollten. Die langfristige Strategie des Bundes sollte darauf ausgelegt sein, zu ermöglichen, dass in Zukunft Strassenbenützungsabgaben («Road Pricing») für Motorfahrzeuge erhoben werden können, als Ergänzung zu den bisherigen Massnahmen im Verkehrsmanagement. Dazu müsste allerdings das Verfassungsverbot von Strassenbenützungsabgaben aufgehoben werden.

Die wichtigsten Empfehlungen aus dem Forschungspaket Mobility Pricing sind:

1. Wenn verbrauchsabhängige Einnahmen aus dem Strassenverkehr gene-

riert werden sollen, dann sind Strassenbenützungsgebühren gegenüber Treibstoffabgaben vorzuziehen.

2. Unter den verschiedenen Formen der Strassenbenützungsgebühren weist jene der flächendeckenden Gebietsabgabe die meisten Vorteile auf. Sie würde ähnlich wie die LSVA funktionieren, wobei die km-Tarife möglicherweise zu differenzieren wären: teurer in den Städten und während der Stosszeiten als auf dem Land und während der verkehrsarmen Zeit. Die Technik dazu ist grundsätzlich vorhanden, aber es fehlen zur Einführung von differenzierten leistungsabhängigen Gebietsabgaben heute noch entscheidende institutionelle Voraussetzungen: einerseits internationale Regelungen bezüglich der Interoperabilität der Erhebungssysteme und ein Obligatorium der Fahrzeugausrüstungen und andererseits die internationale Zusammenarbeit beim Enforcement.
3. Als Entscheidungsgrundlagen für die langfristige Mobility Pricing-Strategie in der Schweiz sollen Pilotversuche auf freiwilliger Basis dienen. Bei diesen Versuchen sollen verschiedene Tarifsysteme für Strassenbenützungsabgaben und ÖV-Tarife inklusive Kompensationsstrategien unter Anwendung verschiedener Technologien und Varianten von Abläufen realitätsnah durchgespielt werden.
4. Die Umsetzung der Mobility Pricing-Strategie soll nach der Politik der kleinen Schritte erfolgen. Als erster Schritt bietet sich die Umstellung des Erhebungssystems der Nationalstrassenabgabe von der heutigen Papiervignette zur elektronischen Vignette (e-Vignette) an unter grundsätzlicher Beibehaltung der bestehenden Tarifpolitik. Ein gesamtschweizerisches e-Vignette-System könnte mit geringem Mehraufwand später auch für die Erhebung von Mauten für Einzelobjekte und für City-Mautsysteme angewendet werden. Damit würden die prohibitiv hohen Erhebungskosten sinken, welche anfallen würden, wenn für jedes einzelne Objekt oder in jeder Stadt ein Er-

hebungssystem von Grund auf aufgebaut werden müsste.

5. Das ASTRA soll bei der Einführung von Strassenbenützungsabgaben die Rolle des Regulators übernehmen.

Der Bundesrat hat im Dezember 2007 ein mehrstufiges Vorgehen beschlossen. In einem ersten Schritt will er die Rechtsgrundlage schaffen, um Versuche mit Strassenbenützungsabgaben in Städten und Agglomerationen zu ermöglichen.

## Intelligente Kontrolle

Man kann nicht über die intelligente Nutzung der Strassen sprechen, ohne das Thema Kontrolle anzusprechen. Der Traum des Verkehrsingenieurs sind Fahrzeuge, die sich absolut regelkonform in dichtester Packung über das Netz bewegen. Jeder Regelverstoss birgt ein Unfallrisiko und jeder Unfall kann in einem gesättigten Netz zu einem Verkehrszusammenbruch führen.

Viele nützliche Anwendungen der Verkehrstelematik beruhen darauf, dass der Verlauf von Fahrten per GPS, Nahbereichsfunk oder automatischer Nummernschildauslesung aufgezeichnet wird. Während Positionsdaten bei jedem Nattelbenutzer dauernd erfasst werden und akzeptiert werden, stösst dasselbe bei Anwendungen im Verkehr auf Widerstand. Zweifellos hängt es damit zusammen, dass die Videotechnik im Verkehr für die meisten Automobilisten mit Radarkästen für die Geschwindigkeits- oder Rotlichtüberwachung assoziiert wird. Sie kennen die schizophrene Haltung: obwohl die Teilnahme an der Bussensammlung für jeden absolut freiwillig ist, regen sich viele Bürger darüber auf, wenn der Staat durch Bussen Geld einnimmt.

Verkehrsmanagement ohne effiziente Verkehrskontrolle ist unmöglich. In Zukunft werden die Regulierungen noch dynamischer und differenzierter, und sie werden nur mit intelligenten, automatischen Hilfsmitteln überwacht werden können.

Ein Beispiel ist die Abschnittsgeschwindigkeitskontrolle. Sie könnte in Tunnels, in Baustellenbereichen oder Strecken mit hohem Unfallrisiko eingesetzt werden.

Abschnittsgeschwindigkeitskontrollen harmonisieren den Verkehrsfluss und damit die Leistungsfähigkeit der Strecke, im Gegensatz zu einzelnen Radarkästen, die das Gegenteil bewirken, weil viele Autofahrer kurzzeitig abbremsen und nachher wieder Gas geben.

Am Beginn und am Ende der Messstrecke wird das Fahrzeug seiner Kategorie (Pw, LKW, Motorrad) zugeordnet und ein Standbild erstellt. Der Rechner vergleicht die Bilder und ermittelt die Dauer der Durchfahrt. Von Fahrzeugen, die zu schnell unterwegs sind, wird das Nummernschild automatisch ausgelesen und die Bilder als Beweisdaten der Polizei übermittelt. Die Bilder der korrekten Fahrzeuge werden an Ort und Stelle gelöscht. In Holland und Österreich werden AGKs mit Erfolg angewendet. Im Autobahntunnel unter der Donau in Wien wurden

seit der Inbetriebnahme vor zwei Jahren keine Unfälle mehr mit Personenschaden registriert. Auf einem Autobahn-Baustellenabschnitt in Österreich beobachtete man nach Inbetriebnahme einen Rückgang der Unfälle um 48%. Aus Holland berichtet man von einer Kapazitätssteigerung um 10%. Die Österreichische ASFINAG gibt die Kapazitätssteigerung durch Kombination von Verkehrsleitsystemen und AGK mit 15% an.

## Schlussbemerkung

Die Strasse hat keinesfalls ausgedient. Im Gegenteil: Sie kann noch intelligenter genutzt werden. Intelligente Strassen, intelligente Fahrzeuge und intelligente Verkehrsregeln werden uns erlauben, in Zukunft auf unseren Strassen noch mehr Verkehr und diesen noch sicherer zu be-

wältigen. Dieser Zuwachs bewegt sich jedoch in geringem Umfang und wird nicht reichen, um die ungestillten Mobilitätsbedürfnisse abzudecken. Manche Probleme können nur mit zusätzlichen Neu- oder Ausbauten der Verkehrsinfrastruktur gelöst werden. Das Nationalstrassennetz muss zügig fertig gestellt werden und an neuralgischen Punkten sind weitere Ergänzungsbauteile nötig. Gleichzeitig braucht es aber auch die Einsicht, dass das Gut Mobilität an sich beschränkt ist.

Dr. Matthias Rapp  
Experte für Verkehrsplanung  
und Verkehrstelematik  
Rapp Trans AG  
Hochstrasse 100  
CH-4018 Basel  
matthias.rapp@rapp.ch



## Trimble® VX Spatial Station





Die neue Trimble VX Spatial Station kombiniert optische Totalstation, 3D-Scanner und Video-Station zu einem neuen, einzigartigen Gesamtsystem. Die gemessenen Objektdaten werden direkt in der Video-Anzeige dargestellt. Sie verifizieren Ihre Messungen mit einem Blick direkt mit dem realen Bild im Feld.

## Totalstation mit Video und 3D-Scanning

Die Integration des 3D-Scanners in die leistungsfähigste Robotic-Totalstation (Trimble S6) ermöglicht einen problemlosen Einstieg in die neuen Scanning-Märkte. Die neue Trimble VX Spatial Station müssen Sie gesehen haben. Rufen Sie uns an!



### Branchenführende Innovation

-  3D-Scanner integriert in optischer Totalstation.
-  Digitalbilder gemeinsam mit Messpunkten speichern.
-  Direkte Darstellung der Objektdaten in der Video-Anzeige.
-  Komplett neue Anwendungsbereiche.

**allnav** 

allnav ag  
Obstgartenstrasse 7 CH-8006 Zürich  
Telefon 043 255 20 20 Fax 043 255 20 21  
allnav@allnav.com www.allnav.com

Geschäftsstelle in Deutschland: D-71522 Backnang

 **Trimble.**