

**INFRAS**

**Rapp** | Trans

SVI-Forschungsprojekt 2001/523

# Road Pricing Modelle auf Autobahnen und in Stadtregionen

Zusammenfassung

Zürich/Basel, 19. Januar 2006

SVI-ROADPRICING-ZUS-D.DOC

**RAPP Trans AG**

Hochstrasse 100  
CH-4018 Basel  
Tel: ++41 61 335 77 77  
Fax: ++41 61 335 77 70  
trans@rapp.ch  
www.rapp.ch

**INFRAS AG**

Gerechtigkeitsgasse 20  
Postfach  
CH-8039 Zürich  
Tel: ++41 44 205 95 95  
Fax: ++41 44 205 95 99  
zuerich@infras.ch  
www.infras.ch

# ROAD PRICING MODELLE AUF AUTOBAHNEN UND IN STADTREGIONEN

SVI-Forschungsprojekt 2001/523

Zusammenfassung, Zürich/Basel, 19. Januar 2006

## *INFRAS:*

Daniel Sutter

Markus Maibach

Martin Peter

Mario Keller

## *RappTrans:*

Matthias Rapp

Robert Yen

Christian Egeler

## *SVI Begleitkommission:*

Martin Buck, SNZ (Präsident)

Ueli Balmer, Bundesamt für Raumentwicklung

Andreas Gantenbein, Bundesamt für Strassen

Philippe Flückiger, Eidg. Zollverwaltung

Ruedi Ott, Tiefbauamt der Stadt Zürich

Katrin Schneeberger, Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung (TA-SWISS)

Urs Schwegler, Büro für Verkehrsplanung

Markus Traber, Elektrowatt Infra AG

## ZUSAMMENFASSUNG

### 1. ZIEL UND INHALT DER STUDIE

Road Pricing ist ein Instrument marktwirtschaftlicher Ausprägung, das sowohl die Verkehrsnachfrage beeinflussen als auch einen Beitrag zur Generierung von Verkehrseinnahmen leisten kann. Dieses SVI-Forschungsprojekt analysiert mögliche Ausgestaltungsformen für die Schweiz. Dazu werden zunächst die Erfahrungen im Ausland untersucht und die einzelnen Modellparameter systematisch diskutiert. Anhand von vier illustrativen Fallstudien werden verschiedene denkbare Anwendungsformen in der Schweiz skizziert und grob evaluiert. Damit leistet die Studie einen Beitrag an mögliche Vertiefungen (auf nationaler oder auf regionaler Ebene). Das Projekt fokussiert sich auf Benützungsabgaben für den rollenden motorisierten Individualverkehr; weitere Instrumente des Mobility Pricing (z.B. Parkplatzgebühren und Tarife im öffentlichen Verkehr) sind nicht Gegenstand der Untersuchung.

### 2. GRUNDLAGEN FÜR DIE MODELLBILDUNG

Aus der Analyse der einzelnen Erfahrungen von Road Pricing auf Autobahnen und Agglomerationen im Ausland und der Analyse der einzelnen Modellparameter können folgende Ergebnisse abgeleitet werden:

- › Road Pricing funktioniert: Die Beispiele im Ausland geben Aufschluss über die Faktoren einer erfolgreichen Umsetzung, sowohl zu Finanzierungszwecken als auch zur Beeinflussung des Verkehrs. Momentan ist eine starke Entwicklung erkennbar. Zentrale Treiber sind die Probleme im Schwerverkehr (Schwerverkehrsabgaben), die zunehmenden Kapazitäts- und Finanzierungsprobleme der bestehenden Strasseninfrastruktur, die technische Entwicklung von Abgabensystemen und die erkennbare Bereitschaft zur Umsetzung des Verursacherprinzips im Verkehrsbereich. Erfolgreiche Modelle für den Strassenpersonenverkehr finden sich vor allem in städtischen Räumen (z.B. London, Oslo, Rom).
- › Es ist sinnvoll, die Systemparameter von Road Pricing auf drei Ebenen zu unterscheiden:
  - › Die strategische Ebene: Wie ist der verkehrspolitische Bezug von Road Pricing in Bezug auf Zielsetzungen (v.a. Verkehrsmanagement und -finanzierung), Stellenwert und Einbettung in das gesamte verkehrspolitische Instrumentarium?
  - › Die Betreiberbene: Wer hat welche Rolle und Kompetenzen bei der Umsetzung von Road Pricing? Wer hat welche rechtlichen Ansprüche auf die Einnahmen?

- › Die Vollzugsebene: Wie wird Road Pricing umgesetzt, in Bezug auf Erfassung, Inkasso und Kontrolle?
- › Daraus lassen sich verschiedene Modelle ableiten: Für Autobahnen sind es das Objektpricing (Bepreisung eines Strassenabschnitts), das integrale Netzpricing (Bepreisung eines gesamten Netzes oder Netzteils) und das Value Pricing (Mehrwert in Form von Stauumfahrung). Für die Agglomerationen kommen weitere Modelle hinzu: Kordonpricing (Bepreisung eines Stadtrings), Area Licensing/Stadtvignette (Bepreisung einzelner Zonen) und umfassendes Gebietspricing (Kombination von Netzpricing und Area Licensing).
- › Für die Umsetzung sind zwei Wege zu unterscheiden: ‚Bottom up‘ mit Bepreisung von einzelnen Problemgebieten (z.B. Stadtgebiete oder einzelne Strassenabschnitte) oder ‚Top down‘, wo ganze Netze (im Extremfall flächendeckend) bepreist werden.

### 3. DIE EINZELNEN FALLBEISPIELE

#### **Fallstudie 1: Technische und betriebliche Machbarkeit von Road Pricing am Gotthard**

##### *Ziele*

Die Fallstudie setzt sich mit der Machbarkeit von Road Pricing für ein Einzelobjekt auseinander, gezeigt am Beispiel des Gotthardtunnels. Die Fallstudie beschränkt sich auf die betrieblichen und technischen Aspekte der Machbarkeit inklusive den Kosten für den Aufbau und Betrieb des Erhebungssystems. Die verkehrsplanerischen und finanzpolitischen Aspekte werden ausser Acht gelassen, weil sie in einer parallelen Studie „Road Pricing am Gotthard“ durch die Planungsfirma Metron AG bearbeitet werden. Es geht deshalb bei der Fallstudie lediglich um die Fragestellung: Auf welche Weise liesse sich eine Durchfahrtsgebühr für den Gotthardtunnel erheben, wenn eine solche aus verkehrspolitischen Gründen beschlossen würde?

##### *Konzept, Ausgestaltung*

Eine allfällige Gebührenerhebung für den Gotthardtunnel beschränkt sich auf den PW-Verkehr, weil der Schwerverkehr mit der LSVA bereits erfasst wird. Eine zusätzliche LKW-Alpentransitabgabe steht wegen des Transitabkommens Schweiz – EU momentan nicht zur Diskussion.

Der Verkehr durch den Gotthardtunnel variiert stark. Er schwankt zwischen 3'400 und 15'500 Fahrzeugen pro Tag und Richtung. Ein Gebührenerhebungssystem muss so ausgestaltet sein, dass es selbst an Spitzentagen nicht zusätzliche Verkehrsstaus verursacht.

Aus technischer Sicht bieten sich für die Bemaunung des Gotthard-Tunnels prinzipiell zwei Verfahren an: Die manuelle Bemaunung bzw. Automatenlösung und die elektronische Bemaunung. Bei der elektronischen Bemaunung wiederum sind zwei Grundtypen zu unterscheiden:

1. Erfassung auf einer Spur (Single Lane Tolling)
2. Erfassung im Verkehrsfluss auf mehreren Spuren (Free Flow Multilane Tolling)

Aus verkehrstechnischen Gründen und in Anbetracht des beschränkten Platzes wäre Free Flow Multilane Tolling vorzuziehen. Das grosse Problem liegt jedoch – wie bei jedem Mautsystem – bei den gelegentlichen Benutzern, welche ohne Fahrzeuggerät bzw. ohne Erwerb einer Durchfahrtsberechtigung am Tunnelportal erscheinen und entweder dort abgefertigt werden oder Gelegenheit haben müssen, ihre Durchfahrtsberechtigung innerhalb eines gewissen Zeitraums an geeigneter Stelle zu erwerben. Der Mautbetreiber müsste diejenigen Benutzer, welche der nachträglichen Registrierungs- und Zahlungspflicht nicht nachkommen, aufspüren, mahnen und gegebenenfalls rechtlich belangen können, was angesichts des hohen Anteils ausländischer Fahrzeuge einen hohen Kontroll- und Sanktionsaufwand erfordern würde. Weil die Probleme des Erwerbs der Fahrberechtigung von Gelegenheitsbenutzern bei einer touristisch wichtigen internationalen Verbindung praktisch unlösbar sind, muss für den Gotthard-Tunnel auf ein Free Flow Multilane Erhebungssystem verzichtet werden.

Somit kommt nur ein technisches Mischkonzept in Frage, d.h. elektronische Bemaunung in Kombination mit manueller Bemaunung/Automatenlösung, um einerseits die Vorteile der automatischen Bemaunung aufgrund des haltefreien Bezahlvorgangs zu nutzen und andererseits den nicht mit einer Nahfunkausrüstung (DSRC-Tag) ausgestatteten Fahrzeugen die Passage zu ermöglichen. Eine Ausrüstungspflicht der Fahrzeuge mit DSRC-Geräten würde das Diskriminierungsverbot verletzen.

Die Bemaunung der Gotthard-Röhre mittels eines Mischkonzepts mit manuellen und elektronischen Zahlspuren macht die Einrichtung von Mautstellen erforderlich, welche für jede Fahrrichtungen im Bereich vor dem Tunnelportal platziert werden müssen. Das Bemaunungssystem ist in das bereits bestehende System des Tropfenzählers auf beiden Seiten des Tunnels zu integrieren. Als günstigste Lösung erweist sich die Anordnung der Mautstelle zwischen Dosierstelle und Tunnelportal. Die Dosierung und Vordosierung des Schwerver-

kehrs hat den Vorteil, dass auch im Fall von Störungen nicht nur der Tunnel, sondern auch die Mautstellen nur mit soviel Verkehr beschickt werden, wie sie verarbeiten können.

Eine erste Analyse ergibt für beide Mautstellen den Bedarf von drei Mautspuren mit Kreditkarten- und Münzautomaten und Schranken, die je nach Verkehrsaufkommen auch mit Bedienpersonal versehen sind, und einer Funkmautspur für LSVA-pflichtige Fahrzeuge und Fahrzeuge mit DSRC-Gerät, welche ohne Anhalten passiert werden kann. Zusätzlich müssen die Einfahrtspuren von Göschenen bzw. Airolo ebenfalls mit Automaten ausgerüstet werden. Diese Anlagen müssen auf engstem Raum angeordnet werden.

#### *Beurteilung, Erkenntnisse*

- › Die Erhebung einer Gebühr für den Gotthardtunnel für den PW-Verkehr ist erhebungstechnisch und vollzugsseitig grundsätzlich machbar. Die bauliche Machbarkeit müsste aufgrund örtlicher Projektstudien erst noch nachgewiesen werden.
- › Die Bemaunung kann nicht im Free Flow Multilane Tolling-Verfahren erfolgen, sondern es müssen beidseits der Tunnels Mautstationen mit Einzelspuren vorgesehen werden.
- › Voraussetzung für die Mautstellen ist die vorgängige Realisierung der Schwerverkehrszentren beidseits des Gotthardtunnels. Der Platzbedarf für die Mautstellen vor den Tunnelportalen geht auf Kosten von Standstreifen und Flächen für die Kontrolle und Abfertigung der Gefahrguttransporte und für die Interventionsdienste. Dies bedingt, dass diese Kontrollen in den Schwerverkehrszentren (SVZ) Erstfeld und Bodio vorgenommen werden können. Für die Interventionsdienste müssen Alternativflächen gefunden werden.
- › Fahrzeuge, die der LSVA unterstellt sind, sind am Gotthard nicht zusätzlich mautpflichtig. Diese Fahrzeuge können die elektronische Mautspur gratis befahren, welche zu diesem Zweck mit der notwendigen Klassifikationsausrüstung zu versehen ist.
- › Die Kosten für eine Bemaunung des Verkehrs am Gotthard belaufen sich auf:
  - › Investitionskosten: rund 18 Mio. CHF, sofern die heutige Verkehrs- und Reservefläche ausreicht, andernfalls kommen Infrastrukturkosten in unbestimmten Umfang hinzu.
  - › Betriebskosten: rund 8 Mio. CHF/Jahr.

### **Fallstudie 2: Value Pricing in der Agglomeration Basel**

#### *Ziele*

In den USA werden in verschiedenen Agglomerationen Value Spuren eingerichtet. Value Spuren sind Sonderfahrstreifen auf der Autobahn, auf welchen nur Fahrzeuge zirkulieren dürfen, die eine kostenpflichtige Benutzungsberechtigung erworben haben. Der Tarif für die

Benutzung wird so gestaltet, dass die Value Spur an ihrer oberen Kapazitätsgrenze operiert, d.h. dass so viele Fahrzeuge wie möglich die Value Spur nutzen, der flüssige Verkehrsfluss jedoch stets gewährleistet bleibt und nicht durch eine Überlastung der Spur zusammenbricht. Dies verlangt eine vom Verkehrsaufkommen abhängige Tarifgestaltung.

Das Beispiel A2 Augst-Basel wurde gewählt, weil dieser dreistreifige Autobahnabschnitt mit 60'000 Fahrzeugen pro Tag und Richtung eine der höchsten Verkehrsbelastungen in der Schweiz aufweist mit entsprechend hoher Häufigkeit von Staus (2004: 273 Stunden, wovon 166 wegen Verkehrsüberlastung). Bei Staus infolge Verkehrsüberlastung erhöht sich die Durchfahrtszeit um bis zu 15 Minuten.

#### *Konzept, Ausgestaltung*

Auf der A2 zwischen der Verzweigung Augst und der Ausfahrt Basel-Süd befinden sich die Ein- und Ausfahrten Liestal und Pratteln sowie die Verzweigung Hagnau. Der Abschnitt ist heute durchgehend dreistreifig, im Bereich der Verzweigung Hagnau wird er heute mittels Fahrstreifenlichtsignalen (FLS) auf zwei Spuren reduziert, um die Verflechtung der Einfahrt der H18 zu vereinfachen. Nach der Totalsanierung 2006/2007 wird der Ausfahrtstreifen zur H18 auf Kosten des Standstreifens bis zum Tunnel Schweizerhalle verlängert, sodass die Autobahn auf rund 3 Kilometern vierstreifig wird.

Für eine Value Spur in der Agglomeration Basel kommt der äusserste linke Fahrstreifen der Autobahn A2 von der Verzweigung Augst bis Abfahrt Basel-City (Verzweigung Basel-Süd) in Betracht. Die Value Spur ist durch eine Profillinie mit zusätzlichen Reitern von den anderen Streifen abgegrenzt, die von Rettungsdiensten überall überfahren werden kann. Für normale Fahrzeuge kann die Value Spur nur auf der ganzen Länge von Augst bis Basel befahren werden; Ein- und Ausfahrten dazwischen sind nicht erlaubt. Dadurch wird der Verkehrsfluss gewährleistet und die Systemtechnik massgebend vereinfacht.

Das Value Pricing Augst-Basel geht davon aus, dass unterhalb des Engpasses Verzweigung Hagnau keine weiteren Engpässe im Abschnitt Osttangente vorhanden sind, weil vorgängig auf Basel-Städtischem Gebiet weitere kapazitätssteigernden Massnahmen realisiert werden.

Um eine Kapazitätserhöhung des betroffenen Autobahnabschnittes zu erreichen, muss der Tarif direkt in Abhängigkeit zu der Verkehrssituation stehen, das heisst, bei leichtem Verkehrsaufkommen kostet die Value Spur nichts oder sehr wenig, bei sehr hohem Verkehrsaufkommen, stockendem Verkehr oder Stau, verhältnismässig viel. Damit soll erreicht werden, dass die Value Spur immer ausgelastet ist, die Kapazitätsgrenze (ca. 1'500 bis 1'800

Fahrzeuge/h) jedoch nicht überschritten wird und somit der Verkehrsfluss auf der Value Spur gewährleistet ist und die Kapazität auf dem Abschnitt erhöht wird. Bevor die Value Spur genutzt wird, muss der Preis für die Durchfahrt eindeutig klar sein.

Solange wenig über die Zahlungsbereitschaft von Automobilisten für die Vermeidung von Staus bekannt ist, müssen bei der Tariffestsetzung hypothetische Annahmen getroffen werden. Es wird angenommen, dass sich die Tarife während der Spitzenzeit zwischen 3 und 4 CHF bewegen dürften. Aufgrund der Ganglinien würden die Gebühren an 1'500 Stunden pro Jahr erhoben. Weil die Gebühren während den Nichtspitzenzeiten relativ klein angesetzt werden müssten, fallen sie trotz hoher Stundenzahl für die Gesamteinnahmen nicht ins Gewicht.

Zur Berechnung der Tarife und Einnahmen werden zwei Tarifpläne betrachtet:

- › Tarifplan A: niedrigere Tarife und weniger Abstufungen,
- › Tarifplan B: höhere Tarife und mehr Abstufungen

Bei beiden Tarifplänen wird auf Abstufungen nach Fahrzeugkategorien oder Besetzungsgrad (Anzahl Personen pro Fahrzeug) verzichtet.

Zur Erhebung der Maut bietet sich die DSRC Technologie an („Funk-Maut“). Das Erfassungssystem beruht auf einer obligatorischen Ausrüstung der Fahrzeuge mit einem DSRC-OBU (OBU: On-Board-Unit). Die OBU weist die Fahrzeuge per Funk über die Fahrberechtigung aus und dient der Erfassung der Benützung der Value Spur im Hintergrundsystem zwecks periodischer Rechnungsstellung. Die Kontrolle erfolgt automatisch, und für die Sanktionen werden die gleichen Abläufe benützt wie bei den automatischen Geschwindigkeitskontrollen.

Auf eine Differenzierung nach Besetzungsgrad in den Fahrzeugen muss verzichtet werden. Die Erfassung und Kontrolle ist mit allzu hohem Aufwand und Unsicherheiten verbunden.

### *Wirkungen*

Gegenwärtig fehlen in der Schweiz quantitative Angaben über die Zahlungsbereitschaft von Automobilisten bezüglich Strassenbenützungsabgaben. Diese Wissenslücke wird im Forschungspaket Mobility Pricing des ASTRA geschlossen werden. In Ermangelung dieser Kenntnisse wurde eine grobe Abschätzung der Bruttoeinnahmen auf der Basis von „educated guess“ vorgenommen, beruhend auf folgenden Annahmen:

- › Festsetzung der Tarife gemäss Tarifplan,

- › Maximaler Durchfluss auf der Value Spur 1'500 Fz/h,
- › mittlerer Durchfluss während des betreffenden Zeitabschnitts 80–90% während der Spitzenzeit, 60% während der übrigen verkehrstarken Zeit,
- › Keine Mindereinnahmen durch Mautpreller, aber auch keine Mehreinnahmen aus Bearbeitungsgebühren/Bussen von Mautprellern.

Unter den getroffenen Annahmen ist mit Bruttoeinnahmen von 5 bis 10 Mio. CHF/Jahr zu rechnen und nach Abzug der Erhebungskosten (Investition und Betrieb) mit Nettoeinnahmen von 2 bis 6 Mio. CHF/Jahr. Das schlechte Verhältnis zwischen den Kosten des Erhebungssystems und den Einnahmen ergibt sich aus dem Umstand, dass das System nur während einem Sechstel (Tarifplan A) bzw. der Hälfte der gesamten Jahresbetriebszeit (Tarifplan B) Einnahmen generiert, die fixen Kosten jedoch permanent anfallen. Dieses Phänomen ist bei allen Road Pricing Systemen zu beobachten, welche darauf ausgelegt sind, Verkehrsspitzen zu brechen.

Die Value Spur erhöht den Durchfluss des Querschnitts gegenüber dem Fall „totaler Verkehrskollaps“ um 10%. Anders ist dies bei der Situation „instabiler Verkehr“, wo die Kapazität mit der Value Spur um 8% abnimmt, weil auf der Value Spur gegenüber dem theoretischen Höchstwert immer eine gewisse Reserve für Schwankungen vorgehalten werden muss. Praktisch bedeutet dies, dass bei zunehmender Verkehrsmenge die Value Spur dazu beiträgt, dass der Stau eher früher eintritt, dass sie jedoch hilft, wenn er einmal aufgetreten ist. Es muss bezweifelt werden, dass es gelingt, das System mit der Bepreisung so fein zu steuern, dass es nicht zum „Flip-Flop“ Stau – stockender Verkehr – Stau kommt, besonders wenn man bedenkt, dass Witterungs- oder Lichteinflüsse eine grössere Auswirkung auf die Kapazität haben.

#### *Beurteilung, Erkenntnisse*

Die Fallstudie zeigt, dass der Einsatz eines Pricing-Systems für die Bewirtschaftung von stark belasteten Strassenstücken grundsätzlich zu einem höheren Durchfluss führen kann. Dies ist aber nur bei totalem Verkehrszusammenbruch der Fall. Es gibt auch Belastungszustände, wo die Value Spur tendenziell zur Verminderung des Durchflusses führen kann. Die Umsetzung ist eine grosse steuerungstechnische Herausforderung. Eine notwendige Voraussetzung für die Machbarkeit sind die weitergehenden Kapazitätssteigerungsmassnahmen auf der Osttangente in Basel, die realisiert sein müssten, wenn man die Idee Value Spur weiter

verfolgen möchte. Value Spuren haben nur dort einen Sinn, wo sie durch einen Engpass führen und unterhalb diesem nicht weitere Engpässe auftauchen.

Das Verhältnis zwischen Kosten und Einnahmen ist schlecht, weil die Einnahmen nur während einer beschränkten Zeit anfallen. Bei Value Pricing Projekten werden die generierten Nettoeinnahmen niemals ausreichen, um zusätzliche Autobahn-Fahrstreifen zu bauen.

Bei der technischen Machbarkeit sind die offenen Fragen bezüglich Spurabtrennung mit flexiblen Elementen und Schneeräumung gesondert abzuklären.

### **Fallstudie 3: Umfassendes Gebietspricing in der Agglomeration Zürich**

#### *Ziele*

Ein Road Pricing in der Agglomeration Zürich soll helfen, die vorhandenen Strassenkapazitäten besser auszulasten und Staus und die damit verbundenen Kosten zu verringern. Die bestehenden Verkehrsmanagementinstrumente können diese Probleme zwar punktuell mildern, weisen aber keine flächendeckende Wirkung auf und können dem anhaltenden Verkehrswachstum und der abnehmenden Verkehrsqualität damit nicht entgegenwirken.

Nebst den verkehrlichen Problemen stösst auch das heutige Finanzierungssystem für den Strassenverkehr im Kanton Zürich an seine Grenzen. Für die Zukunft ist eine ganze Reihe von Verkehrsinvestitionen geplant, welche mit einem hohen Finanzbedarf verbunden sind. Die Finanzierung dieser Verkehrsinfrastrukturen ist mit den vorhandenen Mitteln und den gegenwärtigen Finanzierungsinstrumenten nicht gesichert.

Ein Road Pricing in der Agglomeration Zürich sollte deshalb sowohl einen Beitrag zum Verkehrsmanagement als auch zur Finanzierung leisten können, sowohl in der Stadt Zürich als auch den umliegenden Netzteilen in der Agglomeration (v.a. Hochleistungsstrassen).

#### *Konzept, Ausgestaltung*

Beim untersuchten Road Pricing Modell für die Agglomeration Zürich handelt es sich um ein umfassendes Gebietspricing. Dabei wird die Stadt sowie das nahe Agglomerationsgebiet in einzelne Zonen unterteilt, analog zum Zonensystem im öffentlichen Verkehr.

Ein Zonenmodell hat den Vorteil, dass einzelne Gebiete je nach aktueller, verkehrlicher Problemlage unterschiedlich stark bepreist werden können und damit ein hoher Differenzierungsgrad möglich ist. Ein Zonenmodell erlaubt überdies eine etappierte Einführung. Zudem ist dieses Tarifsysteem für den Nutzer gut verständlich und der Bevölkerung aus dem öffentlichen Verkehr bereits bekannt.

Die Einführung eines umfassenden Zonenpricings kann auf unterschiedliche Weise geschehen:

1. **Eine einzigen Stadtzone** analog zum Modell in London. In Zürich würde eine solche Zone in etwa das Stadtgebiet umfassen. In späteren Schritten könnte das System dann von innen nach aussen in die Agglomeration ausgeweitet werden.
2. **Ein ganzer Sektor** mit einer Stadtzone im Innern und zwei Aussenzonen in speziell belasteten Agglomerationsgebieten: In Zürich würde damit gemäss dem heute herrschenden Problemdruck in der Agglomeration das Limmattal und der Gubrist, eventuell auch das Glattal in das Road Pricing Gebiet einbezogen. Auch dieses Modell liesse sich später auf die anderen Agglomerationsgebiete ausweiten.
3. **Umfassendes Gebietspricing** mit einer Stadtzone als auch verschiedenen Zonen im gesamten Agglomerationsgebiet mit dem gesamten Autobahn-Umfahrungsring. In Zürich wäre ein System mit einer Stadtzone und fünf Aussenzonen denkbar.

Bei allen drei Varianten werden den Einwohnern des jeweiligen Road Pricing Gebiets Tarifreduktionen gewährt. Für die Verwendung der Einnahmen ergeben sich verschiedene Möglichkeiten. Im Zentrum steht die Senkung bestehender Abgaben (v.a. die kantonale Motorfahrzeugsteuer). Im Weiteren kann ein Teil der Einnahmen auch für den Bau von Strasseninfrastrukturprojekten sowie für den Ausbau des öffentlichen Verkehrs verwendet werden.

Die technische Ausgestaltung geschieht mit einer Kombination von Nahfunk- und Videotechnologie. Regelmässige Strassenbenutzer können ihr Fahrzeug mit einer On-Board Unit (OBU) ausrüsten. Somit wird ihre Fahrt an Funkbaken automatisch erfasst. Strassenbenutzer ohne OBU müssen ihre Fahrt manuell registrieren lassen (z.B. übers Internet, per SMS, am Kiosk). Für die Kontrolle werden fix installierte und mobile Videosysteme eingesetzt, mit denen die Kontrollschilder automatisch erkannt und überprüft werden können.

### *Wirkungen*

Mit dem vorgeschlagenen Road Pricing Modell können gemäss ersten groben Berechnungen spürbare verkehrliche Wirkungen erzielt werden. Angenommen wird ein Zonenpreis von 4 Franken pro Fahrt, der nach verschiedenen Kriterien differenziert wird (Spitzenzeiten, Emissionsklassen). Damit wird die gesamte tägliche Verkehrsmenge mit Ausnahme des Stadtgebietes um einige Prozent reduziert. Mit einer deutlichen Reduktion der Verkehrsmengen ist jedoch dank des entsprechend differenzierten Preissystems während den Spitzenzeiten zu rechnen. Die Verkehrsreduktion beträgt gemäss ersten Abschätzungen wäh-

rend den Spitzenzeiten bei den Stadteinfahrten 8% bis 18%, bei den Einfahrten in die Agglomeration 5% bis 10%. Dieser Rückgang während den Spitzenzeiten führt zu einer Verminderung der Stauereignisse. Vor allem während der Spitzenzeiten kann überdies mit einer merklichen Verlagerung von der Strasse auf den öffentlichen Verkehr und den Langsamverkehr gerechnet werden. Die grössten verkehrlichen Effekte ergeben sich erwartungsgemäss beim umfassenden Mehrzonenmodell. Das beschriebene Modell führt im Weiteren zu einer erwünschten Verlagerung des städtischen Transitverkehrs auf den Autobahn-Umfahrungsring.

Die durch das gewählte Road Pricing Modell generierbaren Bruttoeinnahmen sind beträchtlich. Sie belaufen sich gemäss ersten Abschätzungen je nach Variante auf ca. 150 Mio. CHF (nur Stadtzone) bis 500 Mio. CHF (Mehrzonenmodell). Allerdings wird ein beträchtlicher Teil (gut 15%) dieser Bruttoerträge für den Bau und Unterhalt der Erfassungsstellen sowie den Betrieb (Gebührenerhebung, Inkasso etc.) verbraucht. Mit diesen Einnahmen kann ein Potenzial in der Grössenordnung der kantonalen Verkehrsabgaben (ca. 260 Mio CHF) erwartet werden.

Die dargestellten Ergebnisse zu den verkehrlichen und finanziellen Wirkungen der vorliegenden Fallstudie beruhen auf zahlreichen Annahmen und relativ groben Berechnungen. Für eine detaillierte Prüfung der Machbarkeit dieses Road Pricing Modells müssten vor allem die verkehrlichen und finanziellen Wirkungen verifiziert und in einer weitergehenden Studie vertiefter analysiert und berechnet werden (u.a. mit Hilfe eines bimodalen Verkehrsmodells).

#### *Beurteilung, Erkenntnisse*

Das untersuchte Road Pricing Modell ist technisch grundsätzlich gut umsetzbar, weil es sich auf eine erprobte Technologie stützt. Je höher der Komplexitätsgrad und je grösser das Einzugsgebiet, desto grösser die erwünschten Wirkungen, desto geringer auch die Gefahr, dass Verkehr in die umliegende Agglomerationsgemeinden verdrängt wird. Bei einem höheren Komplexitätsgrad (z.B. beim Mehrzonenmodell) ist andererseits die technische Umsetzung sehr aufwändig. Ein Vorteil des vorgeschlagenen, umfassenden Gebietspricings liegt darin, dass die Tarife zonenweise angepasst werden können, was ein hohes Potenzial für zeitliche und räumliche Differenzierungen bietet.

## Fallstudie 4: Flächendeckende Kilometerabgabe für PW

### *Ziele*

Mit der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) hat die Schweiz ein flächendeckendes Abgabeargument für den LKW-Verkehr entwickelt und erfolgreich umgesetzt. In dieser Fallstudie wird die Einführung einer ähnlichen, flächendeckenden Kilometerabgabe für Personenwagen untersucht. Im Zentrum steht dabei ein Umbau des heutigen Strassenfinanzierungssystems, hin zu einem stärker verursacherabhängigen Abgabesystem mit besseren Lenkungsmöglichkeiten. Die zeitliche Ausrichtung ist längerfristig.

Heute stösst die Mineralölsteuer als Finanzierungsinstrument an Grenzen, infolge der Erdölpreisentwicklung einerseits und wegen möglicher Ausweicheffekte („Tanktourismus“) andererseits. Gleichzeitig kann sowohl die pauschale Nationalstrassenabgabe (Autobahnvignette) als auch die kantonale Motorfahrzeugsteuer das Verursacherprinzip zu wenig umsetzen und keinen Lenkungseffekt erzielen. Eine moderne Kilometerabgabe für PW würde im Gegensatz zu den anderen Fallstudien die gesamte Schweiz betreffen und ‚Top-down‘ eingeführt. Im Vordergrund stehen bei diesem Modell folgende strategischen Ziele:

- › Neues Finanzierungsinstrument auf Bundesebene, das räumlich und zeitlich differenziert werden und somit auch eine Lenkungsfunktion übernehmen kann.
- › Ablösung heutiger pauschaler Finanzierungssysteme und Entlastung der Funktion der Mineralölsteuer.

### *Konzept, Ausgestaltung*

Für die Einführung einer nationalen Kilometerabgabe gibt es grundsätzlich zwei mögliche Stossrichtungen. Die eine Möglichkeit beinhaltet eine distanzabhängige Bepreisung (Kilometerabgabe) des Nationalstrassennetzes (Netzpricing). Es handelt sich demnach zunächst um eine reine Bundeslösung. Die zweite Variante dagegen beinhaltet eine flächendeckende Kilometerabgabe auf allen Strassen (Gebietspricing). Die erste Variante (Kilometerabgabe für Autobahnen) kann unter Umständen in einem zweiten Schritt auch in eine flächendeckende Kilometerabgabe für alle Strassen münden. Dazu müssen allerdings die entsprechenden technologischen Voraussetzungen erfüllt sein. Bezüglich technischer Umsetzung, Tarifniveau und Einnahmenverwendung sehen die beiden Varianten folgendermassen aus:

1. **Kilometerabgabe für Autobahnen:** Aus technischer Sicht lässt sich die Kilometerabgabe für Autobahnen mit den heute vorhandenen Technologien umsetzen, Einschränkungen gibt es allerdings mit dem Vollzug an der Grenze. Die Erfassung der Fahrzeuge erfolgt mittels Nahfunktechnologie, wobei dazu alle Fahrzeuge obligatorisch mit einer On-

Board Unit (OBU) ausgerüstet sein müssen. Im Weiteren müssen alle Abschnitte des schweizerischen Autobahnnetzes mit Nahbereichsfunk-Portalen ausgerüstet werden. Weil an der Grenze die Ausrüstung sämtlicher ausländischen Fahrzeuge mit einer OBU aus verkehrstechnischen und betrieblichen Gründen nicht möglich ist, ist es nötig, dass auch der überwiegende Anteil der ausländischen Fahrzeuge bereits über eine OBU verfügt. Für die Kontrolle der Fahrzeuge werden automatische Videostationen mit Kontrollschilderkennung (fix und mobil) sowie herkömmliche visuelle Kontrollen eingesetzt. Bezüglich Abgabenhöhe sind zwei Stufen denkbar. In einem ersten Schritt wird die Abgabenhöhe so gewählt, dass damit die heutige Autobahnvignette abgeschafft und durch die neue, distanzabhängige Abgabe ersetzt werden kann. So ergibt sich ein Tarif von ca. 1.5 Rp. pro Kilometer Autobahn. In einem zweiten Schritt könnte die Abgabe erhöht werden und zusätzlich auch der Mineralölsteuer-Zollzuschlag ersetzt werden. Die Tarife erhöhen sich damit auf rund 9 bis 10 Rp. pro Kilometer. Die Kilometerabgabe für Autobahnen kann räumlich und zeitlich weiter differenziert werden, z.B. durch Zuschläge zu Spitzenzeiten oder auf stark belasteten Abschnitten. Überdies ist auch eine punktuelle räumliche Ausdehnung auf weitere Strassen denkbar.

2. **Flächendeckende Kilometerabgabe für alle Strassen:** Die technischen Voraussetzungen für eine flächendeckende Abgabe für alle Strassen sind heute noch nicht gegeben. Die Nahfunktechnologie ist für einen flächendeckenden Einsatz nicht geeignet und ein LSVA-ähnlicher Ansatz für PW im Moment nicht umsetzbar. Somit bleibt einzig die GPS-Technologie, die für einen flächigen Einsatz zwar ideal wäre und ein grosses Differenzierungspotenzial bieten würde, aber zurzeit für eine flächige Anwendung noch nicht ausgereift ist. Während die Erfassung mittels GPS-Technologie erfolgt, geschieht die Kontrolle mit einer Kombination von Nahfunk- und Videotechnologie. Voraussetzung ist jedoch, dass alle Fahrzeuge (inkl. den ausländischen) obligatorisch mit entsprechenden Geräten (OBUs) ausgerüstet sind.

Bezüglich Abgabenhöhe sind wiederum zwei Schritte denkbar. In einem ersten Schritt könnte die Abgabenhöhe so gewählt werden, dass damit die kantonale Motorfahrzeugsteuer ersetzt werden kann. In einem nächsten Schritt könnten dann alle für den Strassenverkehr zweckgebundenen Einnahmen auf dem Kilometerpreis überwältzt werden (Autobahnvignette, kant. Motorfahrzeugsteuer und alle zweckgebundenen Teile der Mineralölsteuer) und somit das Finanzierungssystem vollständig umgebaut werden. Auf diese Weise ergeben sich Gebühren von durchschnittlich 8 bis 9 Rp. pro Kilometer Strasse (auf gesamtem Strassennetz). Auch beim flächendeckenden System für alle Strassen

besteht ein grosser Spielraum für Differenzierungen (räumlich, zeitlich, nach Emissionskategorie etc.). Im Gegensatz zur Kilometerabgabe auf Autobahnen ist bei der flächendeckenden Kilometerabgabe eine Rückverteilung eines Teils der Einnahmen an die Kantone notwendig, wenn die kantonale Motorfahrzeugsteuer ersetzt wird.

### *Wirkungen*

Grundsätzlich schafft vor allem die Variabilisierung der heute fixen Abgaben (Autobahnvignette, kantonale Motorfahrzeugsteuer) Anreize für eine Verkehrsreduktion. Durch die Umlegung der Autobahnvignette auf eine Kilometerabgabe für Autobahnen ergibt sich gemäss Grobschätzung eine Verkehrsreduktion von 1–3% auf den Autobahnen. Eine Ablösung der kantonalen Motorfahrzeugsteuer und der Autobahnvignette durch eine flächendeckende Kilometerabgabe auf allen Strassen führt zu einer Reduktion von ungefähr 4–6% auf allen Strassen. Die Umlegung der Mineralölsteuer in eine distanzabhängige Abgabe hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Verkehrsmenge, weil auch die Mineralölsteuer leistungsabhängig ist. Allerdings hat eine differenzierte Kilometerabgabe den grossen Vorteil, dass zusätzlich eine zeitliche und räumliche Lenkung möglich ist.

Bei der Kilometerabgabe auf Autobahnen wären Verdrängungseffekte des Verkehrs auf das untergeordnete Strassennetz zu erwarten, die mit geeigneten flankierenden Massnahmen minimiert werden müssten (z.B. wichtigste Ausweichrouten weniger attraktiv machen bzw. punktuell ebenfalls bemaute). Die Erfahrung zeigt allerdings, dass die entsprechenden Möglichkeiten beschränkt sind.

Auf das Einnahmenniveau haben die Kilometerabgaben per Definition keinen Einfluss, weil die Tarife auf das heutige Einnahmenniveau ausgerichtet sind. Das gesamte Abgabenniveau steigt also nicht an. Allerdings werden die Betriebs- und Investitionskosten bei einer Kilometerabgabe höher sein als heute.

### *Beurteilung, Erkenntnisse*

Während eine auf Autobahnen beschränkte Kilometerabgabe aus technischer Sicht umsetzbar ist, sind die technischen Voraussetzungen für eine flächendeckende Abgabe für alle Strassen heute noch nicht gegeben. Die flächendeckende Kilometerabgabe für alle Strassen ist eine Langfristvision für ein vollständig verursachergerechtes Strassenabgabensystem, das zudem sehr stark differenziert werden kann (nach diversen räumlichen oder zeitlichen Kriterien). Obwohl technisch umsetzbar, stellen sich auch bei der Kilometerabgabe für Autobahnen im Vollzug gewisse Probleme (z.B. OBU-Verteilung an ausländische Fahrzeuge), so-

dass eine Einführung nur längerfristig denkbar ist (im Zusammenhang mit der Einrichtung des europäischen elektronischen Mautdienstes, European Electronic Tolling Service EETS).

Eine Variabilisierung der heutigen Nationalstrassenabgabe kann einen möglichen ersten Schritt darstellen für den Beginn der Umgestaltung des schweizerischen Strassenabgabensystems. Allerdings ist zu beachten, dass bei einem allfälligen Übergang von einer Autobahn-Abgabe zu einer flächendeckenden Abgabe ein aufwändiger Technologiewechsel nötig sein könnte, wenn für die Autobahnabgabe auf ein Nahfunk-/Videosystem gesetzt würde.

Das beschriebene System einer nationalen Kilometerabgabe ist auch kombinierbar mit anderen Road Pricing Modellen, insbesondere einem Road Pricing in Agglomerationen oder einem Value Pricing, wie es in Fallstudie 3 (Agglomeration Zürich) bzw. Fallstudie 2 (Value Pricing Basel) dargestellt ist.

## 4. GESAMTERKENNTNISSE UND FOLGERUNGEN

### Allgemeine Erkenntnisse

Die vier vertieften Fallbeispiele leuchten ganz unterschiedliche Aspekte und Zeithorizonte von Road Pricing aus. Entsprechend schwierig gestaltet sich ein direkter Vergleich. Interessant sind aber folgende Aspekte:

- › Road Pricing umfasst ein Spektrum vom einfachen Bepreisen (Bemauten) eines Strassenabschnitts bis hin zu einer Umgestaltung des Abgabensystems für den Strassenverkehr in der Schweiz. Grundsätzlich ist dieses ganze Spektrum – mit unterschiedlichen strategischen Zielen und unterschiedlicher Ausrichtung – für die Schweiz denkbar.
- › Die Ausgestaltung von Road Pricing auf strategischer Ebene ist sehr stark abhängig vom Problemdruck, von den vorhandenen verkehrspolitischen Zielen und von der Aufgabenteilung und den Zuständigkeiten (v.a. Bund – Kanton – Gemeinden). Vor dem Hintergrund der aktuellen verkehrspolitischen und finanzpolitischen Diskussionen sind verschiedene strategische Ausrichtungen und Kompetenzebenen für Road Pricing denkbar.
- › Die Ausgestaltung hängt auch stark von der eingesetzten Technologie ab. In der Schweiz sind – im Gegensatz zu verschiedenen ausländischen Beispielen – manuelle Erfassungen unzuweckmässig und deshalb von Anfang an elektronische Erfassungs- und Abrechnungssysteme einzusetzen. Mit Ausnahme des Falls Value Pricing müssen Lösungen gefunden werden, wie Gelegenheitsbenützer ohne Erfassungsgerät an Mautstellen diskriminierungsfrei abgefertigt werden können. Dies ist mit bedeutenden Kosten verbunden. Grundsätzlich lässt sich festhalten: Je einfacher ein Modell, desto eher sind die heutigen zur Verfü-

gung stehenden technischen Möglichkeiten (insbesondere Nahfunktechnologie und automatische Nummernschilderkennung mittels Videotechnik) mit vernünftigem Aufwand einsetzbar. Je komplexer und differenzierter ein Modell, desto eher empfiehlt sich eine Einführung erst dann, wenn ein europaweit kompatibles System zur Verfügung steht und eine europaweite Ausrüstungspflicht der Fahrzeuge mit Erfassungsgeräten besteht.

- › Die verkehrlichen Wirkungen sind sehr stark abhängig von drei Parametern: Vom Tarifniveau, von den Alternativen (zeitlich, Route, Verkehrsmittel) und von den flankierenden Massnahmen (z.B. Senkung von anderen Abgaben, Massnahmen zur Verhinderung von unerwünschten Ausweicheffekten). Die Beispiele für Value Pricing Augst-Basel und Gebietspricing Zürich zeigen auf, dass mit substantiellen Tarifen durchaus auch spürbare Wirkungen erzielt werden können, dies insbesondere in den Spitzenzeiten mit guten Alternativen. Das Beispiel Value Pricing zeigt aber auch, dass sich der Einsatz von Preisinstrumenten bei gewissen Belastungszuständen auch kontraproduktiv auf die Durchflussmenge auswirken kann.
- › Die finanziellen Wirkungen können als abgeleitete Grösse der Ausgestaltung und den verkehrlichen Wirkungen bezeichnet werden. Die Beispiele (insbesondere für Zürich und die gesamte Schweiz) zeigen, dass mit Road Pricing spürbare Einnahmen erzeugt werden können, die ein Potenzial aufweisen, bestehende Strassenabgaben zu ersetzen. Im Gegensatz dazu generieren Road Pricing Systeme, welche darauf ausgelegt sind Verkehrsspitzen zu brechen, nur geringe Einnahmen. Je nach Modell ist dies jedoch ein sekundäres Ziel. Selbst bei stark lenkungsorientierten Modellen wie etwa einem Value Pricing in Basel können positive Nettoeinnahmen erzielt werden.
- › Die Verwendung der Einnahmen ist ein ganz zentrales Element für die Ausgestaltung und auch für die Akzeptanz. Wiederum sind zweckmässige Möglichkeiten von den Zielen abhängig:
  - › Bei einem lokal begrenzten Road Pricing mit starkem Fokus auf der verkehrlichen Zielsetzung (Fallbeispiele Value Pricing Augst-Base und allenfalls Gotthard) werden die Einnahmen sinnvollerweise für das Lenkungsziel eingesetzt (z.B. Beseitigung Staus, Umlagerung des Verkehrs auf eine Umfahrungsachse, Minimierung der Umweltbelastungen des Strassenverkehrs).
  - › Bei einem flächendeckenden Road Pricing bieten sich verschiedene Lösungen an. Nahe liegend und in einzelnen Modellen auch skizziert ist die Senkung oder Abschaffung bestehender (v.a. fixer) Abgaben. Erst eine Nettoerhöhung der Abgabenlast führt aber zu Mehreinnahmen: In diesem Fall spielt wiederum der Problemdruck und der Einsatz

von zweckmässigen Alternativen eine wichtige Rolle. Die Verwendung der Einnahmen aus Road Pricing für den öffentlichen Verkehr ist dann sinnvoll, wenn dieser eine solche Alternative darstellt.

### **Vertiefungsbedarf**

Die Fallbeispiele sind als erste Skizzen zu verstehen und leuchten in erster Linie die Palette von Ausgestaltungsmöglichkeiten aus. Vertiefungsbedarf besteht sowohl auf der strategischen Ebene (institutionelle Einbettung, v.a. auch Rollenteilung Bund-Kanton-Gemeinden; Einbettung in das Verkehrsmanagement und in das Finanzierungssystem), auf der Wirkungsebene (empirische Grundlagen für die Schweiz, Einsatz von Verkehrsmodellen) und auf der Vollzugsebene (Detailausgestaltung zur Klärung der technischen Machbarkeit und Kostenfolgen). Dazu sind sowohl Vertiefungen auf der Ebene der Forschung als auch der konkreten Anwendung zweckmässig. Mit dem Forschungsprogramm ‚Mobility Pricing‘ hat der Bund die wichtigen Forschungsfragen aufgenommen. Parallel ist die Detailausgestaltung von Versuchsbetrieben sinnvoll, um 1:1 Erfahrungen zu erhalten und auch die Akzeptanzfragen zu konkretisieren. Die Studie hat gezeigt, dass bei der Umsetzung von möglichen Road Pricing Formen in jedem Fall eine dynamische Betrachtungsweise notwendig ist, d.h. die Modelle in Etappen angedacht und entwickelt werden müssen.