

Beraten.
Planen.
Steuern.

RAPP



Mobility Pricing

Technologie und Datenschutz

18. April 2019

Änderungsnachweis

Version	Datum	Status/Änderung/Bemerkung	Name
0.1	6.6.2018	Struktur; Synopsis	B. Oehry
0.2	14.8.2018	Entwurf Gebührenkonzept	B. Oehry, A. Felix
0.3	29.8.2018	Entwurf Systemkonzept	B. Oehry, A. Felix
0.4	6.9.2018	Technologien Systemkonzept	B. Oehry
0.5	14.9.2018	Kontrolle, Vertrieb, Datenfluss	B. Oehry
0.6	18.9.2018	Korrekturen, Versand 3. Sitzung	B. Oehry, A. Felix
0.7	16.12.2018	Überarbeitung nach der 3. Sitzung, Ergänzung Kosten; Datenschutz	B. Oehry, A. Felix
0.8	16.1.2019	Draft Final für 4. BK Sitzung	B. Oehry
0.9	15.2.2019	Anpassungen nach 4. Sitzung; Kapitel zu Versuchen/Tests	A. Felix, B. Oehry
1.0	18.4.2019	Einarbeiten letzte Kommentare. Finalisierung.	B. Oehry

Projektleitung und Sachbearbeitung

Name	E-Mail	Telefon
Bernhard Oehry	bernhard.oehry@rapp.ch	+41 58 595 78 46
Andrea Felix	andrea.felix@rapp.ch	+41 58 595 78 17
Gzim Kryeziu	gzim.kryeziu@rapp.ch	+41 58 595 78 27

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1 Ausgangslage und Zielsetzung	7
2 Vorgehen und Struktur des Berichts	9
2.1 Methodik	9
2.2 Schlüsselfragen	10
3 Gebührenkonzept	11
3.1 Schlüsselfrage 1: Zielsetzung	11
3.2 Schlüsselfrage 2: Allgemeine Rahmenbedingungen	12
3.3 Schlüsselfrage 3: Rechtlicher Rahmen	13
3.4 Schlüsselfrage 4: Institutioneller Rahmen	17
3.5 Schlüsselfrage 5: Pflichtiger Verkehr	18
3.6 Schlüsselfrage 6: Pflichtiges Netz	19
3.7 Schlüsselfrage 7: Tarifmodell	20
3.7.1 Tarifmodell für den MIV	20
3.7.2 Tarifmodell für den ÖV	21
3.8 Gebührenkonzept - Übersicht	24
4 Systemkonzept	25
4.1 Schlüsselfrage 1: Erhebung – Prozesse und Technologie	25
4.1.1 Technologien für den MIV	26
4.1.2 Systemansätze für den MIV	32
4.1.3 Fahrzeuggeräte	36
4.1.4 Technologien für den ÖV	37
4.1.5 Systemansätze für den ÖV	38
4.1.6 Geräte für den ÖV	40
4.2 Schlüsselfrage 2: Gelegentliche Nutzer	41
4.2.1 Gelegentliche Nutzer im MIV	41
4.2.2 Gelegentliche Nutzer im ÖV	43
4.3 Schlüsselfrage 3: Kontrolle und Ahndung	43
4.3.1 Kontrolle im MIV	44
4.3.2 Kontrolle im ÖV	49
4.4 Schlüsselfrage 4: Vertrieb, Service und Information	50
4.5 Schlüsselfrage 5: Datenfluss und Datenschutz	51
4.5.1 Datenfluss im MIV System	51
4.5.2 Datenfluss im ÖV System	53
4.6 Systemkonzept - Übersicht	53
5 Machbarkeitsanalyse	54
5.1 Technische Machbarkeit	54
5.2 Machbarkeit der Erhebungsprozesse	56
5.3 Manipulationssicherheit und Machbarkeit der Kontrollprozesse	58
5.3.1 Risiken hinsichtlich Missbrauch und Manipulation	58
5.3.2 Machbarkeit der Kontrollprozesse	59
5.4 Einführungsprozess	60
5.5 Bewertung der Risiken	64

5.6	Feldversuche, Demonstrationsbetriebe und Tests	67
5.6.1	Versuche zum Erkenntnisgewinn	67
5.6.2	Demonstrationen zum Akzeptanzgewinn	68
5.6.3	Tests zum Funktionsnachweis	69
6	Kosten für Errichtung, Einführung und Betrieb	70
6.1	Vorgehen und Rahmenbedingungen	70
6.2	Mengengerüst und Kosten für die Erhebung	71
6.3	Mengengerüst und Kosten für die Kontrolle	77
6.4	Kosten für Information und Kommunikation	79
6.5	Kosten für spezifische Schnittstellen	80
6.6	Kosten für die Projektabwicklung	81
6.7	Kosten für die Betriebsorganisation	82
6.8	Kostenübersicht	84
6.8.1	Kosten Mobility Pricing – Teil MIV	84
6.8.2	Kosten Mobility Pricing – Teil ÖV	86
7	Datenschutzaspekte	88
7.1	Bedeutung des Datenschutzes	88
7.2	Definition Datenschutz und rechtliche Grundlagen	89
7.3	Zu verarbeitende Daten	90
7.4	Grundsätze der Verarbeitung personenbezogener Daten	91
7.5	Implementierung der Grundsätze des Datenschutzes	92
7.5.1	Datensicherheit als Basis des Datenschutzes	92
7.6	Grundanforderung der Transparenz	93
7.7	Zweckbindung, Datenminimierung, Speicherbegrenzung und Richtigkeit	94
7.8	Schutz der Integrität und Vertraulichkeit der Daten	95
8	Ausblick auf künftige Entwicklungen	99
9	Fazit	101
10	Literatur	102
11	Abkürzungen	104

Zusammenfassung

Die Aufgabenstellung des Berichts war, basierend auf dem heutigen Stand der technologischen Entwicklung, die technische Machbarkeit für ein schweizweites Mobility Pricing System zu untersuchen, mit besonderer Betonung der Datenschutzaspekte.

Zunächst wurden die Anforderungen an ein Mobility Pricing System definiert. Als Arbeitshypothese wurde ein plausibles Gebührenkonzept erarbeitet und der folgenden Machbarkeitsanalyse zugrunde gelegt. Das Gebührenkonzept sieht eine distanzabhängige Gebühr für den motorisierten Individualverkehr auf allen Strassen der Schweiz vor, mit zeitlich variablen Tarifen, um mit höheren Gebühren zu Spitzenzeiten oder tieferen Gebühren in Randzeiten die Verkehrsmengen zu beeinflussen. Mit derselben Zielsetzung sind auch für den öffentlichen Verkehr distanzabhängige Tarife mit einer zeitlichen Variation der Tarife vorgesehen. Gemäss der Aufgabenstellung wurden vereinfachte Ansätze, wie ein Generalabonnement mit Spitzenzuschlag oder ein indirektes Pricing durch zeitabhängige Variation der Trassepreise, nicht untersucht.

Für die technische Umsetzung wurde für den motorisierten Individualverkehr eine Lösung identifiziert, die für Schweizer Fahrzeuge die verpflichtende Nutzung eines Erfassungsgeräts beinhaltet. Das Erfassungsgerät ermittelt mittels Satellitennavigation (GPS bzw. GALILEO) laufend die Position des Fahrzeugs und übermittelt sie an eine Zentrale. Die Tarifierung der Fahrt anhand dieser Positionsdaten erfolgt in einem zentralen Datenverarbeitungssystem. Um die Gebühr zu erfassen und zu bezahlen steht ausländischen Nutzern das Erfassungsgerät ebenfalls zur Verfügung; alternativ können sie Erfassungsgeräte nach internationalen Standards (EETS), eine Mobility Pricing Applikation auf dem Smartphone oder eine einfache elektronische Tagesvignette verwenden.

Für die Erfassung der Gebühr im öffentlichen Verkehr ist als komfortable Basislösung eine Smartphone Applikation vorgesehen, über welche die zurückgelegte Distanz und die zeitlich variablen Tarife automatisch erfasst werden können. Die Applikation entspricht im Wesentlichen den schon heute angebotenen Applikationen für das automatische Ticketing. Klassische Tickets stehen vor allem für gelegentliche Nutzer des öffentlichen Verkehrs weiterhin zur Verfügung.

Die Kontrolle der korrekten Erhebung geschieht für den motorisierten Individualverkehr hauptsächlich durch automatisierte Plausibilitätsprüfungen, durch stationäre elektronische Kontrollanlagen sowie in begrenztem Umfang über mobile Kontrollequipes. Im öffentlichen Verkehr werden die Kontrollen mit kleinen Anpassungen im Wesentlichen wie heute durchgeführt.

Die Beschaffung und der Aufbau der technischen Systeme für den motorisierten Individualverkehr würden von der Kenntnis der rechtlichen Grundlagen bis zum Systemstart zwischen 4 und 5 Jahren in Anspruch nehmen. Die entsprechenden Einrichtungen und Abläufe für ein Mobility Pricing im öffentlichen Verkehr würden etwa 3 Jahre benötigen.

Aus technischer Sicht kann das skizzierte Mobility Pricing System zweifelsfrei als machbar beurteilt werden. Die nötigen Systemkomponenten sind am Markt verfügbar und erprobt. Pilotversuche oder Feldtests sind zur Beurteilung der technischen Machbarkeit nicht erforderlich, könnten allerdings aus anderen Perspektiven angezeigt sein, etwa um die verkehrlichen Wirkungen zu demonstrieren oder um Akzeptanz zu erzeugen. Da das gewählte Systemkonzept auf eine schweizweite Gebühr ausgelegt ist, müssten bei Versuchen, die beispielsweise auf eine geographische Region oder auf einen bestimmten Nutzerkreis beschränkt sind, gewisse Einschränkungen in der Realisierung oder Aussagekraft in Kauf genommen werden, wobei die Kosten und der Nutzen solcher Versuche sorgfältig abgewogen werden müssten. Solche Versuche würden eine grosse Herausforderung in der Umsetzung

darstellen, müssten doch sämtliche Verkehrsteilnehmenden bzw. Versuchsteilnehmenden, auch die Gelegenheitsnutzer, mit den entsprechenden technischen Systemen ausgerüstet sein. Zudem müsste bereits ein Gesamtsystem zur Verarbeitung vorhanden sein, was mit sehr hohen Kosten verbunden wäre. Es empfiehlt sich daher, zuerst mit einer Machbarkeitsstudie die Umsetzbarkeit und die damit verbundenen Kosten zu prüfen.

Die Projektrisiken einer Einführung entsprechen denen vergleichbarer Grossprojekte und sind mit stringentem Projektmanagement durchaus beherrschbar. Unwägbarkeiten und entsprechende Risiken ergeben sich eher im späteren Betrieb, da hier Erfahrungswerte zum möglichen Nutzerverhalten fehlen. Besonders das Verhalten und der Informationsstand ausländischer Autofahrer angesichts einer neuartigen Gebühr muss besondere Beachtung finden. Im öffentlichen Verkehr ergeben sich Unsicherheiten hinsichtlich des Nutzerverhaltens vor allem, falls die heute viel genutzten Abonnemente entfallen sollten und nur mehr Einzelfahrten angeboten würden. Der nötige Kontrollaufwand könnte sich dann merklich erhöhen.

Die Kosten wurden mit einem einfachen Kostenmodell geschätzt, das sich auf Zahlen aus vergleichbaren Gebührenerhebungsprojekten stützt. Für das Pricing des Individualverkehrs wurden für das beschriebene System Investitionskosten von 500 Mio. CHF und jährliche Betriebskosten von 250 Mio. CHF ermittelt. Die Kosten stützen sich gemäss Aufgabestellung auf heutige Verhältnisse und könnten sich erheblich reduzieren, wenn in Zukunft vernetzte Fahrzeuge einen hohen Durchdringungsgrad erreichen. Die benötigten Erhebungsdaten könnten dann direkt aus der Bordelektronik dieser Fahrzeuge bezogen werden, und ein eigenes Erfassungsgerät könnte entfallen. Die Erfassungsgeräte machen in der auf heutige technologische Ausrüstung gestützten Kostenschätzung annähernd 70% der Investitionskosten aus.

Für den öffentlichen Verkehr ist mit Investitionskosten von 40 Mio. CHF und jährlichen zusätzlichen Betriebskosten von 80 Mio. CHF zu rechnen. Auch hier besteht in Zukunft erhebliches Reduktionspotential, wenn sich elektronisches Ticketing weiter verbreitet.

Die Kosten für das Pricing des Individualverkehrs sind erheblich höher als die für den öffentlichen Verkehr, da für den Individualverkehr ein vollständig neues System aufgebaut werden muss (als Ersatz bspw. für die Mineralölsteuern), mit einer hohen Zahl an Erfassungsgeräten, einem flächendeckenden Kontrollsystem, einem neuen Zentralsystem und einer anspruchsvollen Kundenverwaltung für mehrere Millionen Kunden. Im öffentlichen Verkehr hingegen kann die vorgeschlagene Lösung auf dem bisherigen System aufsetzen, mit bestehenden Vertriebssystemen, Kontrollprozessen und Kundenverwaltungen. Die ausgewiesenen Kosten sind lediglich Mehrkosten, die resultieren, wenn das bestehende System für den öffentlichen Verkehr für das Mobility Pricing ertüchtigt wird.

Die ermittelten Kosten mögen auf den ersten Blick hoch erscheinen. Diesen Kosten ist jedoch der Nutzen eines Mobility Pricing gegenüberzustellen, was im Bericht «Bericht Mobility Pricing – Wirkungsanalyse am Beispiel Zug»¹ erfolgt.

Den Datenschutzaspekten ist grosse Bedeutung beizumessen. Für das Mobility Pricing werden notwendigerweise Bewegungsprofile von Fahrzeugen bzw. Personen erstellt. Diese Daten sind als besonders schützenswerte personenbezogene Daten einzustufen. Aus technischer bzw. organisatorischer Sicht kann der gesetzlich geforderte Datenschutz mit heutigen Mitteln erzielt werden, sofern in der Umsetzung insbesondere die Gebote der Transparenz, der Datenminimierung und der Speicherbegrenzung beachtet werden. In einem Gesetz zum Mobility Pricing sind deshalb gewisse spezifische Datenschutzanforderungen explizit und

¹ Infras, Transsol, Tansoptima, Ecoplan, „Mobility Pricing – Wirkungsanalyse am Beispiel der Region Zug“, Schlussbericht vom 18. April 2019

konkret zu definieren, beispielsweise die zu erfassenden Daten abschliessend aufzuführen, Bedingungen für die Bearbeitung durch Dritte oder im Ausland zu formulieren, die Aufbewahrungs- und Löschfristen einzugrenzen oder die Nutzung nach anderen Rechtsvorschriften (Geschwindigkeitsübertretungen, Ermittlungsverfahren) einzugrenzen.

Wesentlichster Aspekt des Datenschutzes ist jedoch die Wahrnehmung des Systems in der Öffentlichkeit. Sorgen um den Schutz der persönlichen Daten sind häufig diffus und stark emotional besetzt. Ihnen kann nicht alleine durch rechtliche oder technische Massnahmen wie Verschlüsselung, Anonymisierung oder Löschversprechen begegnet werden, sondern sie erfordern zuvorderst das Vertrauen in die befassten Organisationen. Diesem Aspekt sollte in der Umsetzung durch die Auswahl der verantwortlichen Institutionen, durch offene Kommunikation und transparente Umsetzung Rechnung getragen werden.

In Summe weist der Bericht die technische Machbarkeit eines umfassenden Mobility Pricing Systems nach und zeigt zu beachtende Risiken auf. Risiken ergeben sich vor allem aus dem nur schwer einzuschätzenden Nutzerverhalten im Betrieb eines derartig neuartigen und umfassenden Systems, was zumindest temporär zu erhöhten Aufwänden und Kosten führen könnte. Es empfiehlt sich, bei weiterführenden Arbeiten diesen Aspekten besonders Rechnung zu tragen.

1 Ausgangslage und Zielsetzung

Am 29. Juni 2016 hat der Bundesrat den Konzeptbericht Mobility Pricing² gutgeheissen sowie den Ergebnisbericht des Anhörungsverfahrens zum Entwurf des Konzeptberichts³ zur Kenntnis genommen. Das UVEK wurde vom Bundesrat beauftragt, die Durchführung von Pilotversuchen zu prüfen, sowie die rechtlichen Grundlagen zu klären und ihm bis Ende Juni 2017 über die Ergebnisse dieser Abklärungen zu berichten.

Die Gespräche mit den Kantonen ergaben, dass weitere vertiefende Abklärungen nötig sind, bevor die allfällige Realisierung von Pilotversuchen in Betracht gezogen werden kann⁴. Der Bundesrat hat daher das UVEK an seiner Sitzung vom 5. Juli 2017 beauftragt, das Thema mit einer theoretischen Wirkungsanalyse am Beispiel des Kantons Zug weiter zu vertiefen.

Im Rahmen dieser Arbeiten soll u.a. untersucht werden, wie sich benutzungsabhängige Verkehrsabgaben auf Mobilität und Bevölkerung auswirken.

Im Konzeptbericht Mobility Pricing wurden für Schiene und Strasse verschiedene Modellvarianten geprüft.

Für die vorliegenden Arbeiten ist grundsätzlich folgendes Grundmodell massgebend:

- **«Gebietsmodell»:** Mobility Pricing wird flächendeckend und distanzabhängig für die ganze Schweiz angewendet. In die Bepreisung werden alle öffentlichen Strassen und alle Angebote des öffentlichen Verkehrs aufgenommen.
- **Örtliche und zeitliche Differenzierung der Tarife:** In Räumen mit Verkehrsproblemen aufgrund der hohen Verkehrsnachfrage werden die Tarife tageszeitlich differenziert resp. Zuschläge erhoben.
- **Personenverkehr:** Gegenstand der Untersuchung sind ausschliesslich Tarife im Personenverkehr. Tarife bzw. Tarifmodelle im Güterverkehr sind nicht zu untersuchen.

Hinsichtlich der Entwicklung von Mobility Pricing ist ein Vorgehen in Etappen vorgesehen. Die nun vorliegende 2. Etappe soll Mitte Juni 2019 mit einem Bericht an den BR abgeschlossen werden. Das UVEK bzw. die Ämter ASTRA, BAV und ARE werden die vertiefenden Untersuchungen sowie die Wirkungsanalyse am Beispiel des Kantons Zug bis spätestens im Februar 2019 erarbeiten und im Sommer 2019 einen zusammenfassenden Bericht mit Vorschlägen für das weitere Vorgehen dem Bundesrat unterbreiten.

In drei Themenfeldern sollen offene Grundsatzfragen abgeklärt und Mobility Pricing konkretisiert werden:

- (1) Wirkungsanalyse am Beispiel der Region Zug
- (2) Technologie
- (3) Datenschutz

Den Gegenstand des vorliegenden Berichts bilden das Teilprojekt zu den Themenfeldern (2) Technologie und (3) Datenschutz.

² [Konzeptbericht 2016], siehe Literaturverzeichnis, Kap. 10

³ www.astra.admin.ch > Themen > Mobility Pricing > Mobility Pricing - Ergebnisbericht der Anhörung.

⁴ Bundesamt für Strassen, Mobility Pricing - Bericht über die Abklärung zur Durchführung von Pilotversuchen, 19. Juni 2017 unter www.astra.admin.ch > Themen > Mobility Pricing > Dokumentation.

Aufgabenstellung

Hauptaufgabe der Untersuchung ist es - nach der gemeinsam mit dem Auftraggeber erfolgten Bestimmung des grundlegenden Gebührenkonzepts für das Mobility Pricing und nach der Bestimmung der Grundanforderungen an das System - die beiden folgenden Hypothesen zu überprüfen:

1. Mobility Pricing ist aus technischer Sicht bereits mit den heute zur Verfügung stehenden Mitteln mit vertretbarem Aufwand für Staat resp. Betreiber und Nutzer realisierbar (Erfassung, Bezahlung und Kontrolle des Leistungsbezugs).
Zukünftige technische Entwicklungen erleichtern die Umsetzung und senken den Aufwand für Staat und Nutzerinnen bzw. Nutzer.
2. Der Datenschutz kann bei Mobility Pricing umfassend gewährleistet werden.

Die Untersuchung soll sich darauf beschränken, Lösungen für den motorisierten Individualverkehr (MIV) und den öffentlichen Verkehr (ÖV) separat aufzuzeigen. Weitergehende integrierte Lösungen (bspw. «Mobility-as-a-Service») sind nicht zu bearbeiten.

2 Vorgehen und Struktur des Berichts

2.1 Methodik

Technologie ist kein Selbstzweck, sondern dient der Umsetzung bestimmter Anforderungen an ein System. Bevor somit die Frage nach geeigneten Technologien für das Mobility Pricing beantwortet werden kann, muss zuerst geklärt werden, was die Technologie im Einzelnen zu leisten hat.

Es geht in dieser Untersuchung um konzeptionelle Fragestellungen und nicht um einen detaillierten Entwurf. Deshalb ist eine Methodik vonnöten, die auf die wesentlichen Eigenschaften des gewünschten Pricing Systems fokussiert, und daraus in effizienter Weise die Anforderungen an die eingesetzte Technologie erarbeitet.

Der besonders hervorgehobene Aspekt des Datenschutzes wird dabei als eine der Anforderungen an das System gesehen, die die technologische und prozedurale Umsetzung zu erfüllen hat. Der Datenschutz wird also nicht als systemfremde externe Anforderung betrachtet, die gewissermassen über das System gestülpt wird, sondern als intrinsische Kernaufgabe. Dieser Ansatz ist als „privacy by design“ bekannt.

Rapp hat im Laufe mehrerer ähnlich gelagerter Projekte eine Methodik entwickelt, die rasch und ohne Iterationsschritte zu einem grundlegenden Anforderungsraster und einem Umsetzungskonzept für ein Gebührenerhebungssystem führt.

Diese „**Methode der Schlüsselfragen**“ (Key Design Questions) basiert auf der Erkenntnis, dass sich jedes Gebührenerhebungssystem durch die Beantwortung weniger Schlüsselfragen charakterisieren lässt. Die Summe der beantworteten Schlüsselfragen stellt grundsätzlich ein vollständiges Konzept dar, das zur Beurteilung der Machbarkeit und der Errichtungs- und Betriebskosten geeignet ist.

Wir unterscheiden dabei strikte zwischen Schlüsselfragen, welche das „**Gebührenkonzept**“ und jenen, welche das „**Systemkonzept**“ betreffen.

- Das **Gebührenkonzept** umfasst die Definition der Gebührenmassnahme („wer zahlt wem was wofür“) und umfasst im Wesentlichen jene Aspekte, die in einem Gesetz festgelegt würden.
Das Gebührenkonzept legt fest „was das System können muss“. Das Gebührenkonzept beinhaltet somit die Anforderungen, die durch das Systemkonzept umgesetzt werden.
- Das **Systemkonzept** beschreibt die eigentlichen Umsetzungsaspekte in Bezug auf die Prozesse der Erhebung und Kontrolle und deren technischer Umsetzung.
Es legt somit dar „wie das System funktioniert“.

Wesentlich bei dem Vorgehen ist, dass das Gebührenkonzept vor dem Systemkonzept festgelegt wird; ansonsten beginnen sich Diskussionen im Kreis zu drehen, insbesondere falls versucht wird, aufgrund von Umsetzungsaspekten des Systemkonzepts (z.B. technische Restriktionen, Kosten) die Gebühr an sich, also das Gebührenkonzept, anzupassen.

Das Gebührenkonzept reflektiert die politische Intention und Rahmenbedingungen der Pricing-Massnahme, und sollte nicht durch Aspekte der Umsetzung nachträglich angepasst werden (Problem des „moving targets“).

2.2 Schlüsselfragen

Rapp hat anhand der vorliegenden Aufgabenstellung einen Satz von Schlüsselfragen erarbeitet. Dieser wurde mit der Begleitgruppe des Projekts in einem Workshop detailliert erläutert und mit den Erkenntnissen aus der Diskussion bereinigt.

Folgende Schlüsselfragen wurden identifiziert:

Schlüsselfragen	
Gebührenkonzept	Systemkonzept
1. Zielsetzungen (Policy) 2. Allg. Rahmenbedingungen 3. Rechtlicher Rahmen 4. Institutioneller Rahmen 5. Pflichtiger Verkehr 6. Pflichtiges Netz 7. Tarifmodell	1. Erhebung (Prozesse und Technologie) 2. Gelegentliche Nutzer 3. Kontrolle und Ahndung 4. Vertrieb, Service und Information 5. Datenfluss und Datenschutz

Die Antworten zu diesen Fragen beschreiben das Pricing System umfassend und erlauben insbesondere auch die Herleitung von Aussagen zu Kosten und Machbarkeit.

Gemäss der eingeschränkten Aufgabenstellung wurden weitere ansonsten auftretende Schlüsselfragen **nicht in den Katalog aufgenommen**. Auf Seiten des Gebührenkonzepts sind insbesondere die Frage der Mittelverwendung (z.B. Reduktion anderer Steuern oder Abgaben, Ausbau des öffentlichen Verkehrs) sowie zu möglichen flankierenden Massnahmen, wie Kompensationen oder soziale Ausgleichsmassnahmen, nicht für die Beurteilung der technologischen Machbarkeit relevant, da sie ausserhalb des Gebührenerhebungssystems mit anderen Massnahmen und Mitteln umgesetzt werden. Für die Beurteilung der verkehrlichen und wirtschaftlichen Wirkungen sind diese weiteren Fragen jedoch durchaus von Bedeutung.

Ebenso wurden auf Seiten des Systemkonzepts Fragen zur tatsächlichen Einführung, wie der Beschaffungsmodus (Art des Ausschreibungsverfahrens, Aufteilung in Lose, etc.), nicht behandelt, da sie ebenfalls auf die grundsätzliche Machbarkeit keinen wesentlichen Einfluss haben. Im Zuge der Machbarkeitsanalyse wird jedoch auf Fragen des Einführungsprozesses eingegangen.

Das Ziel des Mobility Pricings ist grundsätzlich ein **übergreifendes Pricing-System für den motorisierten Individualverkehr (MIV) und den öffentlichen Verkehr (ÖV)** zu schaffen, das Wirkungen in allen Verkehrsmodi zeigt. In der Behandlung der Schlüsselfragen zeigte sich, dass die jeweiligen Antworten für MIV und ÖV häufig unterschiedlich sind, weshalb die technischen Systeme im Bericht auch jeweils getrennt behandelt werden.

3 Gebührenkonzept

Die Schlüsselfragen des Gebührenkonzepts betreffen die Definition der Gebühr, so wie sie in einem entsprechenden Gesetz festgelegt würde. Kern der Definition der Gebühr ist die Frage, „wer zahlt wem wofür?“. Im Einzelnen sind dies die in den folgenden Abschnitten diskutierten Elemente.

3.1 Schlüsselfrage 1: Zielsetzung

Die Frage der Zielsetzung der Mobility Pricing Massnahme ist zentral für die Ausgestaltung der Gebühr und des Erhebungssystems. Die politische Zielsetzung von Mobility Pricing Massnahmen sind im Konzeptbericht des Bundesrates [Konzeptbericht 2016] formuliert. Gemäss der Zusammenfassung des UVEK⁵ ist Mobility Pricing wie folgt zu sehen:

Zielsetzung Mobility Pricing (UVEK)
Mobility Pricing hat zum Ziel, Verkehrsspitzen zu glätten und eine gleichmässiger Auslastung der Verkehrsinfrastrukturen zu erreichen. Es ist ein verkehrsträgerübergreifendes Konzept, das Strasse und Schiene umfasst. Es unterscheidet sich damit vom Road Pricing, das ausschliesslich auf den Strassenbereich fokussiert (z.B. London, ...).

Des Weiteren werden folgende hier relevanten Grundprinzipien des Mobility Pricings festgehalten⁵:

Leistungsbezogene Preise (Pay as you use)

Mobility Pricing bedeutet leistungsbezogene Preise für Produkte und Dienstleistungen anstelle von indirekten Steuern, Abgaben und Einheitstarifen.

Wer Mobilität konsumiert, soll einen Anreiz haben, sich kostenbewusst zu verhalten.

Kompensation von Abgaben

Es soll unter dem Strich nicht mehr, sondern anders für Mobilität bezahlt werden.

Die mit Mobility Pricing entstehenden Kosten dürfen nicht zu bestehenden Abgaben dazukommen.

Strasse und Schiene (Intermodalität)

Mobility Pricing verfolgt einen verkehrsträgerübergreifenden Ansatz und umfasst somit Strasse und Schiene.

Das Glätten der Verkehrsspitzen und die gleichmässiger Auslastung der Verkehrsinfrastrukturen sollen zwischen den Verkehrsträgern abgestimmt sein.

Modularer Aufbau

Mobility Pricing ist modular konzipiert. Das ermöglicht einen schrittweisen Aufbau von Massnahmen und deren Erweiterung sowie ein Nebeneinander von Alt und Neu. Dadurch können schrittweise die notwendigen Erfahrungen und Erkenntnisse gesammelt werden.

Datenschutz

Der Datenschutz ist ein zentrales Thema, sowohl in der Planung als auch bei der Umsetzung und im Betrieb.

Datenerhebung, -verwendung, -aufbewahrung sowie Datenlöschung müssen in einer gesetzlichen Grundlage klar definiert werden.

⁵ <https://www.uvek.admin.ch/uvek/de/home/verkehr/mobility-pricing.html>

Transparenz

Mobility Pricing ist für den Nutzer transparent und übersichtlich.

Transparenz und Nachvollziehbarkeit sind durchwegs geboten: Bei Finanzierung, Funktionsweise, Zielerreichung, Preisbildung, im Vollzug und bei der Verwendung der eingenommenen Gelder.

Diese **übergeordnete politische Zielsetzung dient als Richtschnur** zur Ausgestaltung der weiteren Elemente des Gebührenkonzepts, insbesondere hinsichtlich des Tarifmodells (leistungsbezogen, örtlich und zeitlich differenziert) und des pflichtigen Verkehrs (Nutzer des MIV wie des ÖV). Zudem ergeben sich auch klare Hinweise zur Ausgestaltung des Systemkonzepts (Modularität, Datenschutz, Transparenz). Hinsichtlich der Transparenz ist beispielsweise die Planbarkeit der Kosten einer Reise ein wesentliches Element.

Gemäss diesen Vorgaben des UVEK Konzeptberichts wird unter Mobility Pricing das folgende verstanden:

Definition Mobility Pricing

Benutzungsbezogene Abgaben für Infrastrukturnutzung und Dienstleistungen im motorisierten Individualverkehr (MIV) und im öffentlichen Verkehr (ÖV) mit dem Ziel der Beeinflussung der Mobilitätsnachfrage.

3.2 Schlüsselfrage 2: Allgemeine Rahmenbedingungen

Neben dem eigentlichen gesetzlichen Rahmen der Gebühr sind allgemeine gesetzliche oder politische Rahmenbedingungen bei der Umsetzung zu beachten. Insbesondere folgende vier Bedingungen haben einen grossen Einfluss auf die Ausgestaltung des Systems:

Gleichbehandlung

Alle Nutzer sind grundsätzlich gleich zu behandeln, unabhängig z.B. von ihrer Herkunft (z.B. ausserkantonale, ausländische) oder ihrer Ausrüstung (z.B. gelegentliche Nutzer ohne spezielle Geräte).

Dies stellt vor allem hohe Anforderungen an eine Lösung für gelegentliche Nutzer, die sich evtl. nur schwer und unter vergleichsweise hohen Kosten und Mühen die nötige Ausrüstung besorgen können.

Zudem sollen alle Nutzer, unabhängig vom von ihnen gewählten Systemzugang, bei Nutzung des gebührenpflichtigen Netzes gleich viel bezahlen. Trotz dieses Grundsatzes können Nutzer unter Umständen einen höheren Preis zahlen, beispielsweise um durch Kauf eines vielseitigeren Erfassungsgeräts eine höhere Bequemlichkeit oder Zusatznutzen zu erhalten, oder durch Kauf einer Tagesvignette einen sehr raschen und einfachen Systemzugang mit minimaler Datenerfassung zu erhalten.

Freier Marktzugang

Der freie Marktzugang ist eine Forderung der Europäischen Union. Dem kommerziellen Nutzer dürfen keine Eintrittsbarrieren in den Weg gelegt werden, die den Zugang zum gebührenpflichtigen Strassennetz erschweren. Dies war schon eine hohe Hürde für die Ausgestaltung der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe LSVA. Für den Individualverkehr, der hier vorrangig betrachtet wird, ist diese Forderung zwar nicht relevant, wohl aber für die vergleichsweise kleine Anzahl leichter ausländischer Fahrzeuge mit kommerzieller Nutzung (Lieferwagen, Handwerker).

Akzeptanz

Ohne breite Akzeptanz ist jedes Gebührenerhebungssystem dem Untergang geweiht. Hier spielt eine nutzerfreundliche Ausgestaltung der Erhebungsprozesse eine wichtige Rolle.

Bei der LSVA ist beispielsweise das Erhebungssystem im Gewerbe als effizient, nutzerfreundlich und korrekt anerkannt, auch wenn die eigentliche Abgabe naturgemäss keine Begeisterung auslöst.

Offenes System

Der Zugang zum ÖV-System Schweiz soll weiterhin offen sein und nicht durch Drehkreuze, Barrieren, Schleusen o.ä. eingeschränkt werden. Dies schliesst beispielsweise schon viele im Ausland gewählten Systemansätze für das Ticketing von vorneherein aus. Auch hier gilt es den offenen Zugang für gelegentliche Nutzer, wie in- und ausländische Touristen, zu erhalten.

Eine weitere Einschränkung der Offenheit ergäbe sich auch bei Einführung einer generellen Zugbindung. Die Bindung an einen bestimmten Kurs des öffentlichen Verkehrs sollte möglichst vermieden werden. Bei einem zeitabhängigen Pricing ist für Nutzer eines klassischen Zugbillets die freie Wahl des Kurses auf bestimmten Relationen zu gewissen Zeiten allerdings eingeschränkt, wie dies bei der SBB auch heute schon für Sparbillette der Fall ist.

3.3 Schlüsselfrage 3: Rechtlicher Rahmen

Der rechtliche Rahmen des Mobility Pricings ist für die Ausgestaltung des Erhebungssystems insofern relevant, da er die handelnden Akteure und deren Rollen definiert und dadurch die grundlegenden Systemprozesse vorgibt. Es ist beispielsweise für die Ausgestaltung des Systems von grosser Bedeutung, ob der Fahrzeughalter, der jeweilige Fahrzeugführer einer Fahrt oder alle Insassen abgabepflichtig sind. Die technologischen Lösungen, die Erhebungs- und Kontrollprozesse und schlussendlich die Kosten unterscheiden sich für die drei Varianten deutlich. Ebenso hat die Art der Gebühr (privatrechtlich oder öffentlich-rechtlich) einen massgeblichen Einfluss auf die Datenflüsse, die involvierten Institutionen und die technischen Schnittstellen.

Die hier getroffenen **Festlegungen sollen keinesfalls als Präjudiz verstanden werden**, sondern dienen nur dem Zweck, eine feste Übungsannahme zu schaffen, damit die Beschreibung der Prozesse, die Definition der Schnittstellen und schliesslich die Kosten auf einer konkreten Basis aufsetzen können und nicht in vielen Bereichen vage bleiben müssen.

Im **MIV** bestimmt die Bundesverfassung (BV), dass die Benutzung der öffentlichen Strassen gebührenfrei ist (BV Art 82 Abs. 3, erster Satz). Die Bundesversammlung kann allerdings begrenzt Ausnahmen bewilligen (BV Art. 82 Abs 3, zweiter Satz). Vor Einführung eines flächendeckenden Mobility Pricings muss somit die BV angepasst werden.

Im **ÖV** sind die Grundsätze im Personenbeförderungsgesetz (PBG, SR 745.1) und in der zugehörigen Verordnung (VPB, SR 745.11) geregelt. Insbesondere bleibt die Personenbeförderung im öffentlichen Verkehr konzessionierten Transportunternehmen vorbehalten. Die Finanzierung des Fernverkehrs hat eigenwirtschaftlich (ohne Abgeltungen) über den Verkauf von Tickets zu erfolgen. Im regionalen Personenverkehr erfolgt die Finanzierung über den Verkauf von Tickets sowie über eine Abgeltung der ungedeckten Kosten durch Bund, Kantone und Gemeinden. Dies ist im Personenbeförderungsgesetz PBG und in der Verordnung über die Abgeltung des regionalen Personenverkehrs ARPV, SR 745.16, geregelt.

Die Tarifhoheit liegt bei den Transportunternehmen. Zeitlich variable Tarife sind schon heute rechtlich möglich, allerdings hat der Bund keine Kompetenz, Tarife im ÖV zu bestimmen. Übereinkommen zu den Tarifen sind somit „Branchenlösungen“, wie das Übereinkommen 510⁶ (Ue 510; Statuten direkter Verkehr) und die Tarifbestimmungen T600 ff⁷. Die Branchenlösung Ue510 ist somit die Umsetzung der gesetzlichen Pflicht zum durchgehenden Ticket im direkten Verkehr.

Die Tarifstruktur im ÖV ist im Detail sehr komplex, in den Grundzügen jedoch in zwei Domänen geteilt:

Direkter Verkehr

Als „Direkter Verkehr“ (DV) gilt die durchgehende Beförderung von Personen durch zwei oder mehreren konzessionierten Transportunternehmen aufgrund eines einzigen Transportvertrags und eines gemeinsamen Tarifs⁸. Er ist gewissermassen der nationale Tarifverbund der Schweiz. Der DV deckt mit Ausnahme der meisten Ortsverkehre und einiger touristischer Linien praktisch das gesamte Schweizer Netz des öffentlichen Verkehrs ab. Es gilt das Prinzip, „eine Reise, ein Ticket“. Zudem kennt der DV grundsätzlich weder Reservationspflicht⁹ noch Zugbindung. Der Tarif ist grundsätzlich distanzabhängig ausgestaltet, wobei statt der wahren Distanz Tarifkilometer zu Berechnung verwendet werden. Die Tarifkilometer entsprechen in der Regel den effektiven Distanzen. Nachfragestarke Verbindungen mit qualitativ hohem Leistungsangebot und Stecken mit teuren Infrastrukturen können jedoch mit Distanzzuschlägen¹⁰ belegt sein. Der DV kennt zudem einen Distanzrabatt. Die Tarife werden durch den Verein „ch-direct“¹¹ verwaltet.

Lokaler Verkehr/Tarifverbünde

Der Tarif innerhalb des Netzes eines Transportunternehmens oder innerhalb eines regionalen Tarifverbundes mehrerer Transportunternehmen ist im Grundsatz nach dem Prinzip „Zeit und Raum“ aufgebaut¹². Tickets gelten für die Benutzung des Netzes für eine gewisse Zeit innerhalb einer bestimmten Anzahl von räumlichen Zonen.

Für ein leistungsabhängiges (d.h. im Wesentlichen distanzabhängiges) Mobility Pricing müssen sowohl die Tarifbildung im Direkten Verkehr nach Tarifkilometern als auch jene im Verbundverkehr nach Zeit und Zonen abgebildet werden können.

⁶ Übereinkommen über die Organisation der Zusammenarbeit der am direkten nationalen Personenverkehr (DV) Teilnehmenden (Ue510) – Stand 10. Dezember 2017

⁷ vgl. <https://www.voev.ch/de/ch-direct/Themen/Tarife-und-Vorschriften/Aktuelle-DV-Tarife>

⁸ Personenbeförderungsgesetz, PBG, SR 745.1, Art. 16 Direkter Verkehr:

1 Im Fern-, Regional- und Ortsverkehr bieten die Unternehmen in der Regel der Kundschaft für Verbindungen, die über das Netz verschiedener Unternehmen führen, einen einzigen Transportvertrag an. Soweit ein Bedürfnis besteht, ist im Fern- und Regionalverkehr zwingend ein direkter Verkehr anzubieten.

2 Sie erstellen dafür gemeinsame Tarife und Fahrausweise.

⁹ Als Ausnahmen sind die nationale Fernbusse und gewisse Rufbusse im DV, jedoch reservationspflichtig.

¹⁰ Neben dem km-Anstoss gibt es auch den Preisanstoss. Dabei wird bei der Preisberechnung für die Einzelbillette anstatt des Tarif-km der «Preisanstoss» angewandt. Dieser basiert auf anderen Parameter (z.B. Komfort), die aber im weitesten Sinne auch als «Leistungsabhängig» bezeichnet werden können.

¹¹ <https://www.voev.ch/de/ch-direct/Ueber-uns/Verein-ch-direct>

¹² Es gibt jedoch auch vereinzelte Transportunternehmen, beispielsweise in den Kantonen VS und VD, die in keinen Verbund sind und nach Tarifkilometer oder Preisanstoss rechnen.

Basierend auf dieser rechtlichen Ausgangslage sind für die Ausgestaltung des Mobility Pricing Systems drei zentrale rechtliche Festlegungen zu treffen:

MIV	ÖV
Wer schuldet die Gebühr - Schuldner • Fahrzeughalter • Fahrzeugführer • Fahrzeuginsassen	Wer schuldet die Gebühr - Schuldner • Kunde • Transportunternehmen
Rechtstitel • Öffentlich-rechtliche Gebühr mehrwertsteuerfrei • Dienstleistungspreis Verbunden mit Nutzungsrecht; mehrwertsteuerpflichtig	Rechtstitel • Öffentlich-rechtliche Gebühr mehrwertsteuerfrei • Dienstleistungspreis Verbunden mit Nutzungsrecht; mehrwertsteuerpflichtig
Wem ist die Gebühr geschuldet - Gläubiger • Bund • Strasseneigner	Wem ist die Gebühr geschuldet - Gläubiger • Bund • Transportunternehmen

Wer schuldet die Gebühr – Schuldner

MIV: Im MIV bestehen grundsätzlich die Alternativen Fahrzeughalter, Fahrzeugführer und Fahrzeuginsassen.

Der Zielsetzung des Mobility Pricings (Kapitel 3.1) entspräche wohl am besten, wenn die Fahrzeuginsassen die Gebühr für das Fahrzeug gemeinschaftlich anteilig zu bezahlen hätten. Die Mobilitätskosten wären für jeden einzelnen Nutzer transparent. Zudem würden höhere Besetzungsgrade gefördert, was grosse Effekte hinsichtlich der verkehrspolitischen Zielsetzung der Verkehrsreduktion erzeugen könnte.

Dem stehen jedoch grundsätzliche Hindernisse entgegen, da die Erfassung der Distanz und des fahrzeugabhängigen Tarifs (siehe Kapitel 3.7) über das Fahrzeug erfolgen. Eine Aufteilung auf die Insassen ist schwer zu bewerkstelligen. Wer bezahlt beispielsweise für Kinder? Auch datenschutzrechtliche Aspekte sprechen *prima vista* gegen eine Betrachtung der Insassen. In einer längerfristigen Perspektive könnte das Konzept jedoch realistischer werden, falls sich die Idee des „Mobility as a Service“ als Angebotsform durchsetzen sollte¹³.

Nach eingehender Diskussion hat sich die Arbeitsgruppe entschlossen, die auch international übliche Festlegung der LSWA zu übernehmen, nämlich dass der **Fahrzeughalter** die Gebühr schuldet, bei **ausländischen Fahrzeugen** jedoch aus Vollzugsgründen der **Fahrzeugführer solidarisch** haftet. Den jeweiligen Fahrzeugführer als Schuldner zu definieren, würde deutlich höheren Erhebungsaufwand und erhebliche Komplikationen in den Erhebungsprozessen nach sich ziehen, ohne den Zielsetzungen des Mobility Pricings wesentlich besser zu entsprechen.

ÖV: Im ÖV könnte die Gebühr grundsätzlich entweder vom Nutzer oder vom Transportunternehmen geschuldet sein. Aus Sicht der prozeduralen und technischen Realisierung, wäre das Transportunternehmen als Schuldner merklich einfacher umzusetzen. Den Transportunternehmen stünde frei, die Gebühr geeignet auf die Nutzer umzuwälzen. Diesem indirekten Mobility Pricing steht jedoch die vorgegebene Zielsetzung der Transparenz entgegen. Um Verhaltensänderungen zu erreichen sollen **Nutzer** ihre Mobilitätskosten direkt tragen und nicht über eine wie immer geartete Umlage einer Art von „Trassee-Preisen“ für Transportunternehmen.

¹³ „Mobility as a Service“ beschreibt das Konzept, dass ein Dienstleister seinen Nutzern massgeschneiderte Mobilitätslösungen zur Verfügung stellt. Der Dienstleister kombiniert öffentliche und private Verkehrsangebote und bietet ein einheitliches Zugangsportal. Individueller Fahrzeugbesitz ist dabei nicht vorgesehen. Jeder Nutzer bezahlt individuell für die für ihn zusammengestellte Fahrt. Öffentlicher und privater Verkehr verschmelzen dabei zu einem personalisierten Verkehrsangebot unter Nutzung verschiedenster Verkehrsträger und Angebote.

Es ist zu betonen, dass schon aufgrund der hier getroffenen Festlegungen sich die **Erhebungssysteme im MIV und ÖV grundlegend unterscheiden** werden. Im MIV wird via Fahrzeughalter das Fahrzeug für die gefahrene Distanz und seine Eigenschaften (Grösse, Emissionen) bepreist, im ÖV das Individuum.

Der Grundsatz des Mobility Pricings, nämlich zeit- und ortsabhängige, distanzbasierte Tarife, soll jedoch für MIV und ÖV gleichermassen umgesetzt werden, wenn auch bezüglich der Erhebung die Systeme von MIV und ÖV zu trennen sind.

Rechtstitel

Mobility Pricing kann grundsätzlich den Charakter einer **öffentlich-rechtlichen Gebühr** oder eines **Dienstleistungsentgeltes** haben.

Unter öffentlich-rechtlicher Gebühr werden hier pauschalisiert und vereinfacht alle Arten von Gebühren oder Abgaben verstanden, sei es rechtlich beispielsweise eine Steuer, eine Kausalabgabe oder eine Nutzungsgebühr. Eine Steuer wird grundsätzlich voraussetzungslos und ohne direkte Gegenleistung geschuldet. Eine Kausalabgabe oder Gebühr hingegen hat zwar insofern steuerlichen Charakter, dass sie der öffentlichen Hand geschuldet ist und beispielsweise keine Mehrwertsteuer enthält, ist jedoch zu bezahlen, um vom Staat eine bestimmte Gegenleistung zu erhalten [Steuern und Abgaben 2018]. Es besteht in der Regel kein Anspruch auf eine bestimmte Qualität der Gegenleistung. Bei einem bezahlten Dienstleistungsentgelt entsteht ein Nutzungsrecht, bei dem der Nutzer auch einen Anspruch auf eine definierte angemessene Qualität der Dienstleistung hat. Ein Dienstleistungsentgelt ist mehrwertsteuerpflichtig¹⁴.

Für den **MIV** hat die Arbeitsgruppe sich im Sinne einer Übungsannahme für die Ausgestaltung als **öffentlich-rechtliche Gebühr** in obigem generellem Sinn entschieden. Sie ist dem Gläubiger für die zeit- und ortsabhängige Nutzung der Infrastruktur geschuldet. Es besteht kein Anspruch auf eine bestimmte Qualität der Strasse oder des Verkehrs. Bei einer Ausgestaltung als Dienstleistungspreis könnte der Nutzer Ansprüche an die Infrastruktur- und Verkehrsqualität stellen, was insbesondere bei kommunalen Verkehrswegen zu grossen Problemen führen könnte. Weitere Vorteile einer öffentlich-rechtlichen Gebühr ergeben sich im Vollzug, da die Ahndung von Vergehen rechtlich einfacher zu bewerkstelligen ist. Auch bezüglich des erwünschten Einbezugs aller Strassen, unabhängig ihres Eigners (inkl. Privatstrassen) ist nur eine öffentlich-rechtliche Gebühr zielführend.

Im **ÖV** sind die heutigen Ticketpreise die **Abgeltung für eine Dienstleistung** und enthalten somit auch die Mehrwertsteuer. Da weiter oben entschieden wurde, dass auch für das Mobility Pricing der Nutzer der Schuldner bleibt, besteht kein Grund, daran etwas zu ändern. Das Mobility Pricing im ÖV soll somit als zeit- und ortsabhängiger Ticketpreis (Tarifauf- oder -abschlag zu gewissen Uhrzeiten in bestimmten Gebieten) realisiert werden und nicht als davon unabhängige zusätzliche öffentlich-rechtliche Gebühr an den Staat.

¹⁴ Es gibt derzeit keine etablierte Terminologie für Strassengebühren, -abgaben, Mauten u.dgl. Die Mehrwertsteuerpflichtigkeit wird hier erwähnt, da sie auch international ein guter Indikator für die wichtige grundsätzliche Unterscheidung zwischen öffentlich-rechtlichem (im Allgemeinen mehrwertsteuerfrei) und privatwirtschaftlichem (im Allgemeinen mehrwertsteuerpflichtig) Charakter darstellt.

Gläubiger

Gemäss den obigen Festlegungen für das Mobility Pricing, nämlich der Ausgestaltung als öffentlich-rechtliche Gebühr an den Staat im Falle des MIV und eines Dienstleistungspreises im Falle des ÖV, ergibt sich beinahe zwingend, dass im **MIV** die Abgabe **dem Bund** und im Falle des **ÖV den Transportunternehmen geschuldet** sind.

Wie die Gelder danach verteilt, abgeführt oder eingesetzt werden, ist für die Ausgestaltung des Pricing Systems, und damit für diesen Bericht, ohne Belang und wird wie bei der LSVA (2/3 an Bund, 1/3 an Kantone) ausserhalb des Erhebungssystems erledigt.

Auch aus der hier angedachten rechtlichen Ausgestaltung ergeben sich grundlegende Unterschiede für das Pricing im MIV und ÖV, die sich in der Umsetzung im Systemkonzept niederschlagen.

3.4 Schlüsselfrage 4: Institutioneller Rahmen

Der institutionelle Rahmen legt fest, welche Aufgaben im Pricing System von welchen Institutionen wahrgenommen werden. Von Interesse sind hier vor allem die Rollen des Erhebers und des Betreibers. Die Fragen sind wiederum relevant für eine konkretisierbare Ausgestaltung der Datenflüsse im Systemkonzept, und sollen keinesfalls ein Präjudiz für eine spätere Umsetzung darstellen. Die Rolle des Kontrollorgans, d.h. die für Kontrolle und Ahndung von Vergehen zuständige Institution, wird erst im Systemkonzept untersucht, da dies auch von der technischen Systemgestaltung abhängt.

Der **Gebührenerheber** ist jene Institution, der die Umsetzung der Pricing Massnahme verantwortet und für die Einrichtung des Systems und die laufende Einhaltung der rechtlichen Vorgaben zuständig ist.

- Im Falle des MIV, wo das Pricing als öffentlich-rechtliche Gebühr ausgestaltet werden soll, ist grundsätzlich der Bund in der Rolle des Gebührenerhebers, auch wenn er sich für die Umsetzung Dritter bedienen kann.
- Beim ÖV könnte ebenfalls der Bund diese Rolle einnehmen, wird sie aber dem Charakter der Gebühr als Dienstleistungspreis entsprechend wohl den Transportunternehmen über das Instrument der Konzessionsverfügungen übertragen, bzw. durch eine entsprechende Änderung im Gesetz. Somit sind in beiden Fällen Gläubiger und Gebührenerheber identisch, was unnötige Schnittstellen vermeidet.

Der **Betreiber** ist die Organisation, die den laufenden Betrieb des Systems sicherstellt. Der Betreiber interagiert mit den Nutzern (Schuldnern), erfasst die geschuldete Gebühr und führt das Inkasso durch. Kontrolle und Ahndung werden üblicherweise als davon getrennte Aufgabe gesehen, da für diese Aufgaben andere Vollmachten bzw. Handlungsbefugnisse erforderlich sind.

Häufig wird der Betrieb privaten Dienstleistern übertragen, beispielsweise bei der LKW Maut in Deutschland (Betreiber ist das private Konsortium Toll Collect)¹⁵, Belgien, Slowakei, Tschechien oder Polen. Bei der schweizerischen LSVA ist hingegen eine Bundesstelle – die Oberzolldirektion – der Betreiber. Für die österreichischen Autobahngebühren leistet der formell private Strassenbetreiber ASFINAG die betrieblichen Aufgaben, ist jedoch vollständig in Bundesbesitz.

Die Arbeitsgruppe hat für die Zwecke dieser Studie festgelegt, dass für den **MIV** von einer noch festzulegenden **Bundestelle als Betreiber** auszugehen ist. Eine Auslagerung der

¹⁵ Am 1. Sept 2018 hat der Bund Toll Collect als Eigentümer übernommen. Im Februar 2019 wurde bekannt gegeben, dass der Bund Toll Collect nicht wieder privatisieren möchte.

Gebührenerhebung an Private widerspricht den hiesigen Gepflogenheiten und würde wahrscheinlich Akzeptanzprobleme schaffen. Dies schliesst nicht aus, dass Teile des Betriebs an Private ausgelagert werden. Die Systemhoheit soll jedoch jedenfalls beim Bund liegen.

Da im **ÖV** wie das heutige Ticketing auch das Mobility Pricing als Dienstleistungsentgelt ausgestaltet werden soll, sind die **Transportunternehmer** auch für den variablen Tarifaufschlag die natürlichen Betreiber des Systems.

3.5 Schlüsselfrage 5: Pflichtiger Verkehr

Der für das Mobility Pricing **pflichtige Verkehr**¹⁶ umfasst **im MIV** im Sinne der Zielsetzung potentiell alle Fahrzeuge und alle Fahrten. Einschränkungen und Ausnahmen aufgrund der Art der Fahrt (berufliche Fahrt, Freizeitfahrt, Gütertransport) wurden von der Arbeitsgruppe für die vorliegende Grundsatzuntersuchung beiseite gelassen. Allfällige Massnahmen für Pendler oder andere soziale Ausgleichs sollen ausserhalb des Pricing Systems gelöst werden.

Bezüglich der **Fahrzeugart** hat die Arbeitsgruppe für die Zwecke dieser Studie im Detail folgende Festlegungen getroffen:

Pflichtige Fahrzeuge

- Personenwagen (unabhängig von der Nutzung und Antriebsart, also auch Taxis, Fahrdienste, Sharing-Angebote wie Mobility, Catch-a-Car, etc.).¹⁷
- Reisebusse (d.h. Busse, die nicht im öffentlichen Linienverkehr eingesetzt werden)
- Lieferwagen (kleiner 3.5t Gesamtgewicht)
- Motorräder

Ausgenommene Fahrzeuge (reine Beispiele für die Zwecke der Studie)

- Militär, Rettungswesen, Polizei, etc.
- Fahrzeuge, die im für das Mobility Pricing pflichtigen Verkehr des ÖV eingesetzt werden, z.B. Busse im öffentlichen Linienverkehr (könnten alternativ auch als pflichtig, mit Tarif Null bei Einsatz im Linienverkehr, definiert werden).
- Arbeitsmaschinen und Ausnahmefahrzeuge
- Landwirtschaftliche Fahrzeuge
- Langsamverkehr (Fahrräder, eBikes, Kleinmotorräder, ...)

Nicht betrachtet

- LSVA-pflichtige Fahrzeuge (Fahrzeuge für den Gütertransport über 3.5t Gesamtgewicht). Für diese soll ein mögliches Mobility Pricing nicht im Systemkonzept dieser Studie betrachtet werden, sondern wäre innerhalb des LSVA-Systems zu lösen.

Die Betrachtung der ausgenommenen Fahrzeuge ist für das vorliegende Konzept wichtig, da das System, insbesondere die Kontrolle, sie korrekt behandeln muss. Die obige Festlegung der abgabepflichtigen Fahrzeugart entspricht – bis auf einige Blaulichtfahrzeuge und den Bussen im Linienverkehr – in der Schweiz den Fahrzeugen mit weissen Kontrollschildern. Nicht pflichtig in der vorliegenden Versuchsanlage sind alle andere Kontrollschildfarben, siehe [Kontrollschild-Arten 2014].

¹⁶ Der Güterverkehr auf der Schiene wird im Mobility Pricing gemäss Konzeptbericht nicht betrachtet.

¹⁷ Diese Festlegung ist wichtig für die Kontrolle, da die Nutzung und Antriebsart nicht von aussen zu erkennen sind. „Pflichtig“ bedeutet primär, dass die Fahrzeuge dem Mobility Pricing Gesetz unterliegen und im System registriert sein müssen. Unterschiedliche Tarife für verschiedene Fahrzeuggruppen, einschliesslich ein Tarif Null, sind jedoch machbar.

Im **ÖV** sollen die folgenden Verkehre gemäss Personenbeförderungsgesetz bepreist werden:

- Nationaler und internationaler Fernverkehr
- Regionaler Personenverkehr mit Erschliessungsfunktion (gemäss Art. 4 ARPV)
- Ortsverkehr (z.B. Bus- und Tramlinien, Metro)

Da sie für die in Kapitel 3.1 definierte Zielsetzung des Glättens von Verkehrsspitzen nicht relevant sind und zudem bei fraglicher Akzeptanz hohen Erhebungsaufwand generieren würden, sollen regionale **Verkehre ohne Erschliessungsfunktion** (gemäss RPV) **ausgenommen** werden. Verkehre ohne Erschliessungsfunktion sind insbesondere touristische Angebote.

Im Sinne der Zielsetzung, im ÖV weiterhin ein durchgängiges und offenes System zu betreiben, sollen jedoch die technischen Einrichtungen und Prozesse, die für das Mobility Pricing genutzt werden, auch bei den vom Pricing ausgenommenen, primär touristischen Angeboten, funktionieren.

3.6 Schlüsselfrage 6: Pflichtiges Netz

Für das bezüglich Pricing-Massnahmen im **MIV** pflichtige Netz sind international verschiedenste Festlegungen aufzufinden:

- einzelne Strassenabschnitte oder Sektoren (z.B. beim Cordon-Pricing, Abschnitte mit Kunstbauten bei Tunnel- und Brückenmauten)
- alle Strassen einer bestimmten Kategorie (z.B. Autobahnmauten; LKW-Maut Deutschland auf Bundes- und Landesstrassen)
- alle Strassen (korrekt: jegliche gefahrene Distanz; z.B. LSVA)
- ein definiertes Netz
- (einzelne) Zonen (z.B. City Maut London)

Im Konzeptbericht Mobility Pricing [Konzeptbericht 2016] wurden verschiedenen Modellvarianten aufgeführt. Für die vertiefenden Arbeiten der 2. Etappe wurde – u.a. auch aufgrund der Rückmeldungen der Anhörung – das „Gebietsmodell“ ausgewählt. Mobility Pricing wird flächendeckend für die ganze Schweiz angewendet. In die Bepreisung werden alle öffentlichen Strassen aufgenommen. Für diese Untersuchung werden analog zur LSVA unter „alle öffentlichen Strassen“ alle Strassen verstanden, die mit öffentlich zugelassenen Fahrzeugen zugänglich sind. Somit unterliegt dem Mobility Pricing *de-facto* **jegliche in der Schweiz gefahrene Distanz**. Ausnahmen, z.B. für Werksgelände, die nicht öffentlich zugänglich sind, sind denkbar und wären in der technischen Realisierung grundsätzlich umsetzbar.

Für den **ÖV** legt der Konzeptbericht alle Angebote des öffentlichen Verkehrs zugrunde. Im Kapitel 3.5 wurden hier wegen fehlender Relevanz und aus Gründen der Akzeptanz und der Erhebungskosten im Detail die Verkehre ohne Erschliessungsfunktion ausgenommen. Unbeachtet dieses Details ist jedoch durch diese Definition des pflichtigen Verkehrs das pflichtige Netz vorgegeben. Es umfasst neben den distanzabhängig tarifierten Strecken des Direkten Verkehrs auch die in der Regel nach dem Zonenmodell tarifierten Strecken in Verbünden, also insbesondere auch in Städten und Agglomerationen.

3.7 Schlüsselfrage 7: Tarifmodell

3.7.1 Tarifmodell für den MIV

Für die als Teil dieser Projektetappe durchgeführte Wirkungsanalyse am Beispiel der Region Zug sind folgende zwei Tarifmodelle vorgegeben¹⁸:

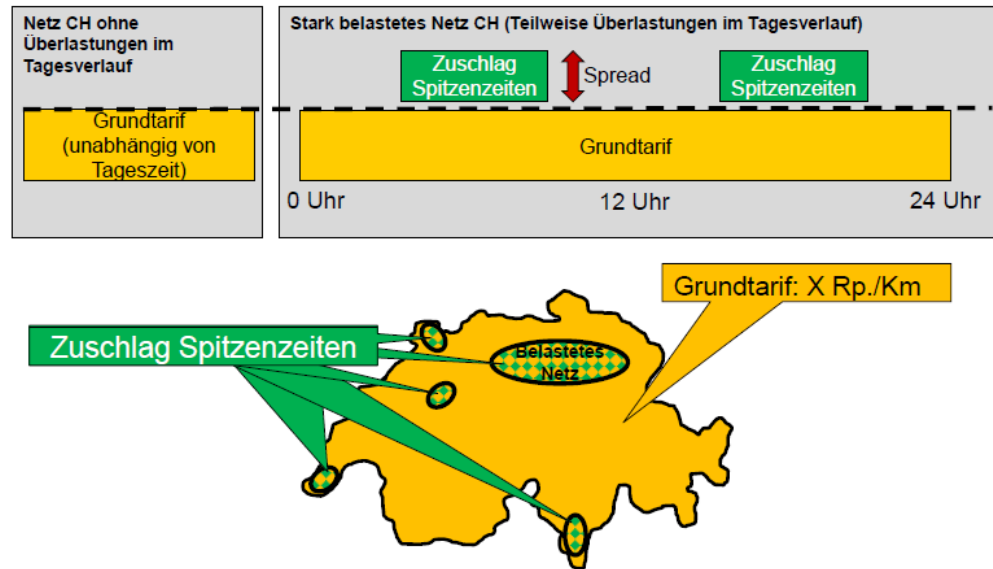


Abb. 1: Tarifmodell 1 für die Wirkungsanalyse

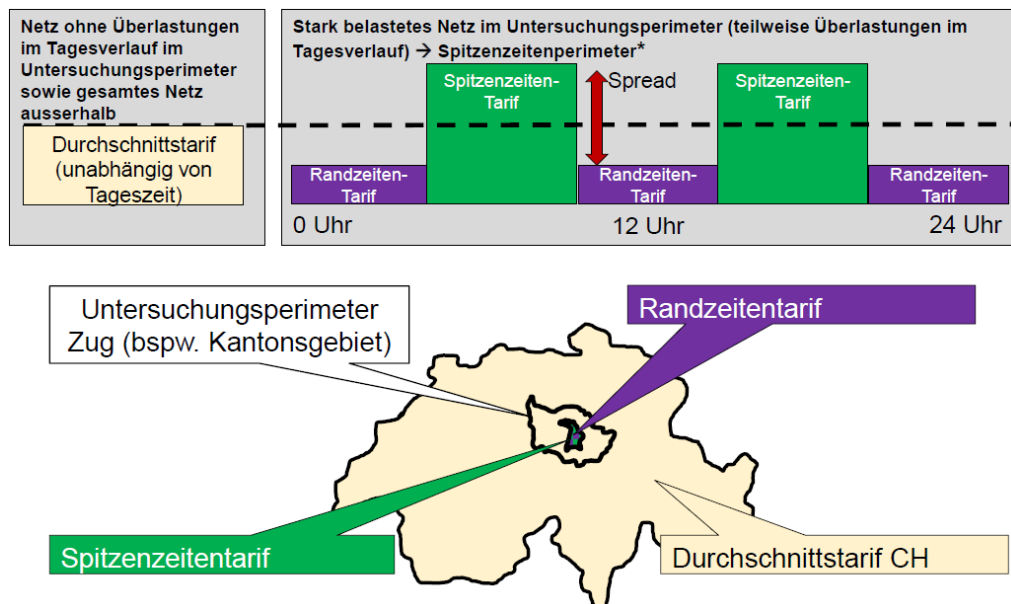


Abb. 2: Tarifmodell 2 für die Wirkungsanalyse

¹⁸ Quelle: Pflichtenheft des Auftrags

In beiden Tarifmodellen sind die Tarife distanzabhängig und der Tarifansatz (in Rp./km) variiert in bestimmten Gebieten nach Tageszeit. Die Zeiten und Perimeter für die Bepreisung sind statisch, d.h. die Preise und Perimeter werden nicht in Abhängigkeit von der Auslastung verändert.

Für das technische Systemkonzept bedeutet dies in beiden Tarifmodellen gleichartig, dass **zeit- und ortsabhängige Tarife** umgesetzt werden müssen. Auf welche Weise die Tarife im Detail variiert werden, ist für das Systemkonzept nicht massgeblich. Wenn das System in der Lage ist, zeitabhängige Tarife zu bewältigen, dann kann jegliche Variation mit der Tageszeit oder nach Wochentag (z.B. andere Tarife Mo-Fr als Sa-So) dargestellt werden.

Neben der Zeit- und Ortsvariation gehen wir davon aus, dass das System in der Lage sein soll, falls gewünscht, den **Tarif auch nach statischen Fahrzeugeigenschaften** wie Fahrzeugart, Antriebsart oder Emissionsklasse variieren zu können. Solche Tariffaktoren sind gut abzubilden, solange sie in den Zulassungspapieren des Fahrzeugs erfasst sind.

Erhebliche Komplikationen ergeben sich, wenn **dynamische Parameter**, wie der Besetzungsgrad des Fahrzeugs oder das Vorhandensein eines Anhängers, den Tarif beeinflussen. Solche Variationen des Tarifs haben grossen Einfluss auf die Gestaltung des Systemkonzepts und determinieren unter Umständen eine bestimmte Umsetzung, vor allem in Bezug auf den Aufwand für die Kontrolle (Enforcement). Im Sinne dieser grundsätzlichen Machbarkeitsstudie würden solche Komplikationen zu wesentlich pessimistischeren Aussagen führen und sollen allenfalls späteren Ausbaustufen vorbehalten bleiben.

3.7.2 Tarifmodell für den ÖV

Im ÖV sollen grundsätzlich **dieselben Tarifmodelle hinsichtlich der Distanzabhängigkeit und der Variation des Tarifs nach Ort und Zeit der Benutzung** zum Einsatz kommen.

Der Direkte Verkehr kennt im Grundsatz bereits heute eine leistungsabhängige Tarifierung nach Tarifkilometern. Im Regionalverkehr und im Ortsverkehr, insbesondere in Verkehrsverbünden, erfolgt hingegen die Tarifierung in der Regel nach Zonen.

Grundsätzlich besteht ein Konflikt zwischen den km-Tarifen des Direkten Verkehrs und den Zonentarifen in Verbünden. In der bestehenden Tariflandschaft wurden diese Konflikte weitestgehend aufgelöst. So kann beispielsweise für die Fahrt innerhalb eines Verbundgebiets nicht ein Ticket des Direkten Verkehrs erworben werden. Bei einer Fahrt knapp über die Verbundgrenze hinaus gilt hingegen alleine der Tarif des Direkten Verkehrs für die gesamte Fahrt. Die Tarife sind hierbei so abgestimmt, dass dies nur selten zu Ungereimtheiten führt.

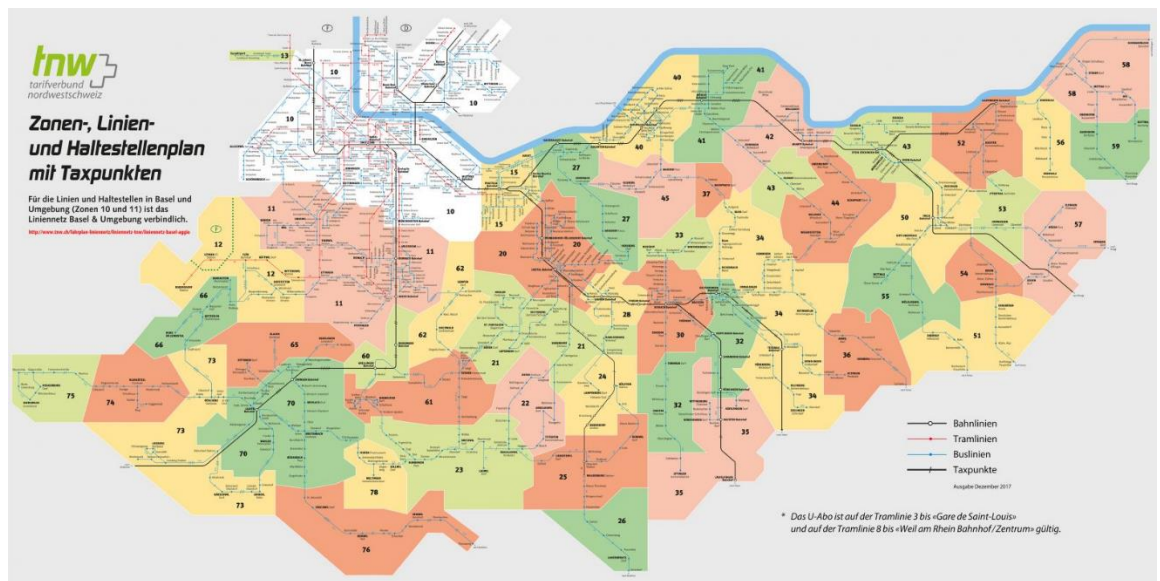


Abb. 3: Tarifzonen des Tarifverbunds Nordwestschweiz, TNW. Einzelbillette können für die Benutzung von einer bis zu acht Zonen erworben werden. Die Gültigkeitsdauer beträgt zwischen einer Stunde (eine Zone) bis zu vier Stunden (drei bis acht Zonen). [Quelle: www.tnw.ch]

Gemäss den Zielvorgaben wäre für das Mobility Pricing auch innerhalb von Verbünden eine **strikte distanzabhängige Tarifierung** einzuführen. Dies ist **in der Praxis derzeit nur schwer umsetzbar**. So wäre auf einer innerstädtischen Tramlinie der Preis für die Fahrt von einer Haltestelle zur nächsten je nach Distanz unterschiedlich. Zudem ermöglicht der heutige Zonentarif eine freie Routenwahl vom Start zum Ziel innerhalb einer Zone. Der Nutzer wählt einfach jene Route, wo sich am schnellsten die nächste Fahrgelegenheit ergibt. Wenn alle Nutzer mit geeigneten Erfassungsgeräten ausgestattet wären (was durchaus auch ein Smartphone sein kann) könnte ein strikte distanzabhängiger Tarif durchaus umgesetzt werden. Der Kauf eines einfachen Tickets wie heute wäre jedoch nicht mehr möglich.

Die Arbeitsgruppe hat entschieden, dass für die Zwecke dieser Studie realistischerweise die Option, ein klassisches Ticket zu erwerben, das gleichwertig einer elektronisch registrierten Fahrt sein soll, beibehalten werden soll. Ansonsten müssten alle Nutzer über ein geeignetes Erfassungsgerät verfügen, was viele Nutzer (Kinder, wenig technikaffine Personen, gelegentliche Nutzer) vom Systemzugang ausschliessen würde, oder sie zwingen würde, auf teurere Tickets auszuweichen, die grössere Gebiete abdecken und nicht ihre exakte Fahrt abbilden. Die Akzeptanz einer strikten Distanzabhängigkeit der Tarife wäre vermutlich gering.

Aus diesen Gründen soll ausserhalb des Direkten Verkehrs das Konzept der Zonen auch im Mobility Pricing weiterhin gelten. Dem Prinzip der leistungsabhängigen Bepreisung im Mobility Pricing widerspricht diese Festlegung nicht, da als Leistungseinheit schlicht die Zonen statt der Fahrdistanz dienen.

Weitere konzeptionelle Problemstellungen ergeben sich, wenn der Zeittarif während einer Fahrt wechselt, also beispielsweise die höher tarifierte Spitzenverkehrszeit beginnt. Beim Direkten Verkehr wird gefordert, dass das System in der Lage sein soll, dies korrekt zu berücksichtigen. Es gilt dabei die Festlegung, dass bei Wechsel des Tarifs auf einer Fahrt der Zeitpunkt des fahrplanmässigen Übertritts in die anders tarifierte Zone massgebend ist. Fahrplanabweichungen sollen nicht zu Lasten oder Gunsten des Nutzers gehen. Zudem lässt sich

mit dieser Festlegung auf die Fahrplanzeiten auch technisch die Tarifberechnung leichter realisieren. Auch ist die Transparenz für den Nutzer besser gegeben, da er für denselben Kurs an jedem Tag dasselbe bezahlt. Allerdings ergibt sich aus dieser Festlegung eine gewisse Kursbindung für Nutzer des klassischen Tickets: entweder man erwirbt ein Randzeiten-Ticket für eine Fahrt vollständig ausserhalb der Spitzenzeiten oder ein Spitzenzeiten-Ticket, sofern Teile der Fahrt in die Spitzenzeit fallen und erhält sich somit die freie Kurswahl. Alternativ akzeptiert man eine Kursbindung für eine exakte Tarifierung bei Tarifwechsel während der Fahrt.

In Verbünden sollen die Zonentarife bestehen bleiben und mit den hoch- bzw. niederpreisigen Zeiten variieren. Für den Wechsel des Tarifs während einer Fahrt ist eine exakte Berücksichtigung nicht machbar, wenn am klassischen Ticket festgehalten werden soll. Für die Zwecke dieses Berichts wurde festgelegt, dass der Zeitpunkt des Fahrtritts gilt, auch wenn dies bei längeren Fahrten im Verbundgebiet zu Verzerrungen führen kann.

In Summe ergeben diese Festlegungen für den ÖV eine nicht vollständig ideale Umsetzung der grundsätzlichen Zielsetzung, jedoch sollten die erwünschten verkehrslenkenden Effekte gleichermassen auftreten. Verfeinerungen sind in weiterer Zukunft denkbar.

3.8 Gebührenkonzept - Übersicht

Durch die in den vorangegangenen Kapiteln gemachten Festlegungen ist das Gebührenkonzept nun definiert und bildet somit die Vorgabe für die technisch-prozedurale Realisierung im Systemkonzept. Es sei nochmals betont, dass das Gebührenkonzept exemplarischen Charakter hat und nur dem Zweck dieses Berichts dient, möglichst konkrete Aussagen zur Ausgestaltung, Machbarkeit und den Kosten eines möglichen Mobility Pricing Systems zu machen. Die hier getroffenen Festlegungen der Arbeitsgruppe sind in diesem Sinne zu sehen und sollen in keiner Weise ein Präjudiz für die politische und rechtliche Diskussion darstellen.

Zusammenfassend wurden die Schlüsselfragen des Gebührenkonzepts für die Zwecke dieser Studie folgendermassen beantwortet:

Mobility Pricing - Gebührenkonzept			
Schlüsselfrage	Antworten - Festlegungen		
Politische Zielsetzung	Kernziele 1. Verkehrsträgerübergreifend Verkehrsspitzen brechen und eine gleichmässige Auslastung der Verkehrsinfrastrukturen erreichen 2. Die Nutzer sollen nicht mehr, sondern anders für Mobilität bezahlen.	Grundprinzipien - Leistungsbezogene Preise - Intermodalität Strasse/Schiene - Modularer Aufbau - Datenschutz - Transparenz	Rahmenbedingungen - Gleichbehandlung - Freier Marktzugang - Akzeptanz - Offenes System
Rechtlicher Rahmen	Rechtstitel MIV Öffentlich-rechtliche Gebühr – Gläubiger Bund, Steuerlicher Charakter – nicht MWST-pflichtig ÖV Dienstleistungsentgelt – Gläubiger Transportuntern., Ticketpreis – MWST-pflichtig	Schuldner MIV Fahrzeughalter, bei ausländ. Fahrzeugen zusätzlich der Fahrzeugführer ÖV Kunde	
Institutioneller Rahmen	Erheber MIV Bund ÖV Transportunternehmen	Betreiber MIV eine noch festzulegende Bundesstelle, keine vollständige Auslagerung an private Betreiber ÖV Transportunternehmen	
Pflichtiger Verkehr	Pflichtig MIV Alle Motorfahrzeuge mit weissen Kontrollschildern ÖV Fernverkehr, internationaler Fernverkehr, regionaler Personenverkehr mit Erschliessungsfunktion, Ortsverkehr	Nicht pflichtig / Ausgenommen MIV Blaulichtfahrzeuge, grüne, blaue, braune, schwarze, gelbe Kontrollschilder (LSVA-pflichtige Fahrzeuge hier nicht betrachtet) ÖV Regionaler Personenverkehr ohne Erschliessungsfunktion, touristische Angebote	
Pflichtiges Netz	Pflichtig MIV Alle Strassen (bzw. alle gefahrenen Kilometer) ÖV Netz des pflichtigen Verkehrs	Nicht pflichtig MIV (keine Ausnahmen) ÖV Regionaler Personenverkehr ohne Erschliessungsfunktion, touristische Angebote	
Tarifmodell	Preisparameter MIV Preis distanzabhängig (Rp./km), in definierten Zonen zeitabhängig, Tarif abhängig von statischen Fahrzeugparametern ÖV Direkter Verkehr: Preis distanzabhängig (Rp./Tarif-km), in definierten Zonen zeitabhängig. Verbünde: zeitabhängige Zonenpreise	Rahmenbedingungen MIV keine dynamischen Tarife (z.B. bei Stau, Feinstaubbelastung), keine dynamischen Parameter (Anhänger, Besetzungsgrad) ÖV Direkter Verkehr: massgebend ist der Zeitpunkt der Überfahrt über die Zonengrenze gemäss Fahrplan. Verbünde: massgebend ist die Zeit des Fahrtantritts	

Abb. 4: Für diese Studie verwendetes Gebührenkonzept

4 Systemkonzept

Das Gebührenkonzept definiert die Anforderungen an die technisch/prozedurale Umsetzung sodass die Schlüsselfragen des Systemkonzepts ausgearbeitet werden können.

In den folgenden Kapiteln werden die Schlüsselfragen des Systemkonzepts im Einzelnen analysiert, Realisierungsalternativen aufgezeigt und geeignete Umsetzungen identifiziert.

Schlüsselfragen	
Gebührenkonzept	Systemkonzept
1. Zielsetzungen (Policy) 2. Allg. Rahmenbedingungen 3. Rechtlicher Rahmen 4. Institutioneller Rahmen 5. Pflichtiger Verkehr 6. Pflichtiges Netz 7. Tarifmodell	1. Erhebung (Prozesse und Technologie) 2. Gelegentliche Nutzer 3. Kontrolle und Ahndung 4. Vertrieb, Service und Information 5. Datenfluss und Datenschutz

Die Schlüsselfragen wurden schon in allgemeiner Weise, allerdings ohne ein zugrundeliegendes konkretes Gebührenkonzept, im Forschungspaket Mobility Pricing des ASTRA bzw. VSS beleuchtet [Mobility Pricing Synthesebericht 2007].

Die dort gemachten allgemeinen Aussagen können nun dank des vorliegenden Gebührenkonzepts deutlich präzisiert werden und vor allem in ein umfassendes Systemkonzept integriert werden.

4.1 Schlüsselfrage 1: Erhebung – Prozesse und Technologie

Im Folgenden werden Erhebungstechnologien für eine automatisierte Erfassung der Nutzung des MIV bzw. ÖV untersucht. Prozesse und Mittel für eine nicht automatisierte Erfassung, wie sie insbesondere für gelegentliche Nutzer erforderlich sein können, werden in einem eigenen Abschnitt, Kap. 4.2, behandelt.

Aus dem Gebührenkonzept ergeben sich klare Anforderungen an das Erhebungssystem. Als Basisdaten der Erhebung müssen im MIV wie im ÖV die Geo-Daten (Ort und Zeit) der Fahrt des Nutzers erfasst werden.

Im **MIV** muss laufend der **Ort** des Fahrzeugs in Abhängigkeit der **Zeit** bestimmt werden, damit daraus die gefahrene **Distanz** in der jeweiligen zeitabhängigen Tarifzone ermittelt werden kann. Eine reine Distanzerfassung über das Odometer¹⁹ des Fahrzeugs bzw. den Tachograph²⁰ wie in der LSVA genügt nicht, da für die Bestimmung der Tarifzone der jeweilige Ort des Fahrzeugs an einem Zeitpunkt bekannt sein muss (zumindest an den Zonengrenzen).

¹⁹ Ein Odometer oder **Odometer** (altgriechisch „Wegmesser“) misst mechanisch eine zurückgelegte Wegstrecke eines Fahrzeugs oder Fußgängers (Wikipedia). Umgangssprachlich im PKW als „Tacho“ bezeichnet.

²⁰ Ein Tachograph oder **Tachograf** (griechisch Geschwindigkeitsschreiber) auch Fahrtschreiber, oder EG-Kontrollgerät genannt, ist ein Tachometer mit angeschlossenen Messschreiber, der Lenk- und Ruhezeiten und die gefahrene Geschwindigkeit aufzeichnet (Wikipedia). Er ist insbesondere für alle LSVA-pflichtigen Schwerfahrzeuge europaweit als zwingende Fahrzeugausrüstung vorgeschrieben.

Im **ÖV** ist eine laufende Erfassung nicht erforderlich, jedoch muss im DV der benutzte Kurs mit Ort des Einstiegs und Ausstiegs bekannt sein. Die zeitliche Komponente, insbesondere der Zeitpunkt des Überquerens einer Spitzenzeitperimetergrenze, ergibt sich gemäss der im Gebührenkonzept gemachten Festlegung. In Verbundgebieten muss der Ort nur grob bekannt sein, mit der Granularität der Verbundzonen, siehe

Abb. 3.

Zusätzlich müssen zur Bestimmung des Tarifs im MIV die tarifrelevanten Fahrzeugmerkmale (z.B. Antriebsart, Emissionsklasse, ...) und im ÖV die Personenmerkmale²¹ (Kind, Schüler, Senior, evtl. Halbtax, ...) erfasst werden. Da im Gebührenkonzept entschieden wurde, nur statische Merkmale einzubeziehen, kann dies bei der Registrierung des Fahrzeugs bzw. Nutzers erfolgen und benötigt keine spezielle technische Lösung.

Als weitere Anforderung an das Erhebungssystem ergibt sich bei einer automatischen Erfassung der Nutzungsleistung mittels eines im Fahrzeug oder bei einer Person befindlichen Erfassungsgeräts zumeist die Notwendigkeit, die erfassten Daten an eine Zentrale zur Abrechnung zu senden, also eine drahtlose **Kommunikationsmöglichkeit** vorzusehen.

4.1.1 Technologien für den MIV

Die Grundanforderungen an die Erhebungstechnologien sind somit die Erfassung der Distanz, von Ort und Zeit sowie die Kommunikation. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die geeigneten Technologien, wie sie schon im Forschungspaket Mobility Pricing 2007 identifiziert wurden [Mobility Pricing Synthesebericht 2007].

Bezüglich der grundsätzlich für die Anforderungen zur Verfügung stehenden Technologien hat sich nichts geändert, allerdings hat sich ihre Verbreitung, Qualität sowie der Preis deutlich verbessert.

Technologien - Übersicht		
Erfassung der Distanz	Erfassung von Ort / Zeit	Kommunikation
- GNSS mit Strassenkarte - Direkte Messung mit GNSS - Odometer des Fahrzeugs	- GNSS im Fahrzeug - Video strassenseitig - Kurzstreckenfunk	- Mobilfunk - Kurzstreckenfunk - Versand von Datenträgern

4.1.1.1 Erfassung der Distanz

Erfassung mittels GNSS und Strassenkarte

Bis heute sind ausser der Schweizer LSVA alle Mautsysteme entweder auf Autobahnen beschränkt oder auf ein definiertes Netzwerk von Strassen. Bei der LKW-Maut Deutschland waren beispielsweise ab dem Jahr 2005 ursprünglich die ca. 13'000km Bundesautobahnen mautpflichtig, seit 1. Juli 2018 sind ca. 40'000km Bundesfernstrassen bemaute.

In all diesen Systemen wird die gefahrene Strecke nicht gemessen, sondern aus „amtlichen“ Längentabellen bzw. Karten entnommen. In Deutschland beispielsweise wird diese offizielle Mauttabelle mit allen derzeit ca. 145'000 Mautabschnitten regelmässig revidiert und veröffentlicht²², siehe

²¹ Diese Merkmale sind unabhängig vom Mobility Pricing für die Bestimmung des „normalen“ Tarifs nötig. Die Variation des Preises in erfolgt im Mobility Pricing nur in Abhängigkeit von Ort und Zeit.

²² <http://www.mauttabelle.de/maut.html>

Abb. 5.

Abschnitts-ID	Straße	Länge	Von	Breite von	Länge von	Nach	Breite bis	Länge bis	Land	Ortsklasse
6259	A1	3,1	Heiligenhafen-Ost	54.3628	11.0098	Heiligenhafen-Mitte	54.3611	10.9636	SH	4
6231	A1	3,8	Heiligenhafen-Mitte	54.3611	10.9636	Gremersdorf	54.3317	10.9334	SH	4
5924	A1	3,2	Gremersdorf	54.3317	10.9334	Jahnshof	54.3088	10.9074	SH	4
5812	A1	1,6	Jahnshof	54.3088	10.9074	Oldenburg i.H.-Nord	54.3011	10.88757	SH	4
5256	A1	1,3	Oldenburg i.H.-Nord	54.3011	10.88757	Oldenburg i.H.-Mitte	54.295	10.8713	SH	4
5254	A1	1	Oldenburg i.H.-Mitte	54.295	10.8713	Oldenburg i.H.-Süd	54.2867	10.8744	SH	4
752	A1	8,2	Oldenburg i.H.-Süd	54.2867	10.8744	Lensahn	54.2166	10.9021	SH	4
2205	A1	11,5	Lensahn	54.2166	10.9021	Neustadt i.H.-Pelzer	54.1274	10.8258	SH	4

Abb. 5: Erste acht von insgesamt ca. 145'000 Einträgen der Mauttabelle der deutschen LKW-Maut
[Gültig von 1. August bis 30. September 2018. Quelle: bast, www.mauttabelle.de]

Wo sich ein Fahrzeug auf dem Strassennetz befindet, wird dabei mittels **Satellitenpositionierung** vom Fahrzeuggerät (On-board Unit, OBU) festgestellt. Ob eine mautpflichtigen Strecke befahren wird, und wenn ja welche, wird dann mittels der **Mauttabelle**, die eigentlich eine **Karte des mautpflichtigen Netzes** darstellt, festgestellt. Diese Mautkarte war aus Datenschutzgründen ursprünglich in der OBU abgelegt, und es wurden nach der Befahrung einer grösseren Anzahl von Abschnitten nur summarische Informationen an die zentrale Mautabrechnung gesandt, aus denen sich die genaue Fahrtroute nicht eindeutig bestimmen liess. Seit der Ausdehnung der Maut auf das grosse Netz aller deutschen Bundesstrassen wurde aus technischen Gründen die Mautkarte aus der OBU in die Zentrale verschoben. Die OBUs senden nun ihre Position kontinuierlich an die Zentrale und dort wird ihre Route auf die Karte abgebildet (das sogenannte „Map Matching“). Grosse Karten in der OBU zu halten ist technisch kaum zu realisieren, da der Aufwand für die laufend erforderlichen Updates zu hoch wäre, und zudem das nötige kontinuierliche Verbessern der Map Matching Software zu aufwändig würde.

Die Technologie der satellitengestützten Positionierung ist unter dem Kürzel **GNSS**, Global Navigation Satellite System, bekannt. In Europa sind insbesondere die GNSS Signale der untereinander technisch kompatiblen Systeme **GPS** (USA), **GALILEO** (Europa) und **GLONAS** (Russland) zu empfangen. Vor einigen Jahren war die Qualität der Positionsbestimmung teilweise noch einschränkend für den sicheren Betrieb von GNSS-basierten (damals nur GPS) Mautsystemen. Bei beschränkter Sicht auf den Himmel, insbesondere in engen Tälern und in städtischen Gebäudeschluchten, waren öfters nicht genügend Satelliten zu empfangen, um eine hinreichend genaue Positionsbestimmung zu ermöglichen. Für eine genaue Positionierung müssen mindestens vier Satelliten zu sehen sein, je mehr, desto besser. Zudem war die Positionierungsgenauigkeit für einige neuralgische Situationen wie an komplexen Autobahnknoten oder bei parallel verlaufenden Strassen nicht hoch genug, um das Fahrzeug mit Sicherheit auf einer von mehreren in Frage kommenden Streckenabschnitten des Netzes zu positionieren. Es wurde deshalb an solchen Orten sogenannte Stützbaken eingesetzt, die mittels Kurzstreckenfunk (siehe weiter unten) der OBU den befahrenen Abschnitt mitteilten²³. In der Zwischenzeit wurden alle Stützbaken demontiert.

Heute sind die neuen GNSS Chipsets in der Lage, die Signale aller drei Systeme, GPS, GALILEO und GLONAS, gleichzeitig auszuwerten. Es sind nun praktisch immer genügend Satelliten zu empfangen, um eine Positionsbestimmung mit typischerweise 10m Genauigkeit zu ermöglichen. Das im Aufbau befindliche europäische GALILEO System erhöht nicht nur die Zahl der sichtbaren Satelliten, sondern hat dank technologischer Verbesserungen auch eine

²³ Gewisse Autobahnmautsysteme, z.B. die LKW-Maut in Österreich oder in Slowenien, arbeiten gewissermassen nur mit Stützbaken und vollständig ohne GNSS. Jeder Abschnitt der Mauttabelle erhält dabei einen Funksender (DSRC-Bake) und teilt den OBUs diese Position mit (und bucht zugleich die Mautgebühr). Solche sogenannte DSRC-Systeme werden hier nicht betrachtet, da sie für die Zielsetzung der Erhebung auf allen Strassen naturgemäss nicht geeignet sind (sondern allenfalls nur zur Erkennung bzw. Markierung von Zonengrenzen, siehe weiter unten).

höhere Grundgenauigkeit als das ursprüngliche GPS (das jedoch auch erneuert und verbessert wird). Zudem wurden sowohl die digitalen Karten als auch die Map-Matching Algorithmen soweit verbessert, dass die Eignung von GNSS für die Gebührenerhebung im Strassenverkehr ausser Frage steht.

GNSS-Chipsets sind sehr kostengünstig und keine Kostentreiber für den Einsatz in OBUs. GNSS Empfänger für alle drei Satelliten-Systeme sind auch in allen jüngeren Smartphones enthalten, was sie interessant für den Einsatz in der Gebührenerhebung macht.

Die Technologie der Distanzerfassung mittels GNSS und Strassenkarte ist auch für das hier betrachtete **Mobility Pricing** geeignet. Da alle Strassen der Schweiz pflichtig sind, ist allerdings die zugehörige **Karte** sehr gross und **muss zentral gehalten werden**. Die Fahrzeuge müssen kontinuierlich ihre Positionen an die Zentrale melden, um das Map-Matching und die Distanzbestimmung zu ermöglichen. Dies stellt eine schwierige Herausforderung hinsichtlich des **Datenschutzes** dar.

Erfassung mittels direkter Messung mit GNSS

Die kontinuierliche Positionierung eines Fahrzeugs mit GNSS erlaubt eine detaillierte Aufzeichnung der Fahrtroute.

Im Grunde wäre es somit möglich, aus der Fahrtroute **die Fahrdistanz auch ohne Karte zu errechnen**. GNSS Empfänger sind dazu grundsätzlich auch in der Lage²⁴. Für die Zwecke der Gebührenerhebung wird das allerdings in keinem bekannten System gemacht. Zum einen ist die Distanzmessung nicht kontinuierlich, da z.B. in Tunneln kein Signal zur Verfügung steht und somit ohnehin wieder auf eine Positionierung bei Ein- und Ausfahrt sowie eine Strassenkarte zurückgegriffen werden muss. Für das angedachte Mobility Pricing müsste zudem noch die Überquerung der Zonengrenzen auf Karten festgestellt werden. Nicht zuletzt entsprechen die so gemessenen Distanzen nicht der offiziellen Kilometrierung und können bei Disputen nur schwer verifiziert werden.

Somit **bietet sich dieses Verfahren nicht für die Distanzmessung im Mobility Pricing an**. Den deutlichen Nachteilen stünden einzig Vorteile in Bezug auf den Datenschutz entgegen, da keine kontinuierlichen Positionen, sondern nur Zonengrenzquerungen an eine Zentrale gemeldet werden müssen.

Erfassung über das Odometer im Fahrzeug

Bei der LSVA wird die gefahrene Distanz dem Tachographen entnommen. Dies erfolgt über eine elektrische Schnittstelle, die nur von einer befugten Werkstätte hergestellt werden darf. In der LSVA OBU befindet sich aber auch ein GPS Empfänger. Der Entscheid zugunsten des Tachographen statt einer GPS-basierten Lösung hat zum einen historische Gründe, da bei Einführung der LSVA im Jahr 2001 nur GPS zur Verfügung stand, und die Zuverlässigkeit und Genauigkeit als nicht hinreichend beurteilt wurde²⁵. Zum anderen ist die LSVA OBU nur für inländische Fahrzeuge verpflichtend. Ausländischen Fahrzeugen, die in der Regel über keine OBU verfügen, steht keine andere Distanzinformation als der europaweit obligatorische Tachograph zur Verfügung. Somit bietet sich auch aus Gründen der Gleichbehandlung der Tachograph als gesamtheitliche Lösung an. Zudem hatte der Tachograph den grossen Vorteil, im Gewerbe als verlässliches Instrument anerkannt zu sein, was die Akzeptanz der

²⁴ Da es technisch einfacher und genauer ist, wird die Distanz allerdings nicht über die errechneten Positionen, sondern über die mittels GNSS gemessene Geschwindigkeit bestimmt (Auswertung des Dopplereffekts).

²⁵ Bis zum 2. Mai 2000 wurde zudem das GPS Signal aus Gründen der nationalen Sicherheit künstlich verschlechtert (die sogenannte „selective availability“) und war allem in Konfliktregionen, wie im Balkankrieg, nicht zu nutzen.

technischen Umsetzung der LSVA gefördert hat. Auch kann eine Manipulation am Tachographen hart sanktioniert werden.

Die abgabepflichtigen Fahrzeuge des Mobility Pricings verfügen in der Regel nicht über einen Tachographen (im Wesentlichen nur vorhanden bei Taxis und Bussen). Das immer vorhandene Odometer (Kilometerzähler im Tachometer) könnte jedoch im Grundsatz in ähnlicher Weise für die Distanzmessung eingesetzt werden. Im Unterschied zum Tachographen der schweren Fahrzeuge verfügt das Odometer nicht über eine verpflichtende und standardisierte Schnittstelle nach aussen, obwohl in den meisten Fahrzeugen Schnittstellen zur Bordelektronik vorhanden sind.

Jedenfalls würde die Nutzung des Odometers einen qualifizierten Einbau der OBU erfordern, sowie Anpassungen an den jeweiligen Fahrzeugtyp. Zudem sind diese Schnittstellen nicht elektronisch gesichert, beispielsweise durch kryptographische Massnahmen. **Manipulationen** sind somit **vergleichsweise einfach** zu bewerkstelligen.

Hauptmanko des Odometers ist jedoch die fehlende inhärente Positionierung. Bei Verwendung eines GNSS Systems kann sowohl die Distanzmessung als auch die Positionierung mit einer einzigen und zudem kostengünstigen Technologie bewerkstelligt werden. Wegen des erforderlichen qualifizierten Einbaus wäre die Nutzung des Odometers für die Distanzmessung in der OBU auch **vergleichsweise teuer**.

Das **Odometer** ist somit für die Distanzmessung im Mobility Pricing **schlecht geeignet**.

4.1.1.2 Erfassung von Ort und Zeit

Der **Ort** des Fahrzeugs **muss nicht kontinuierlich erfasst werden**. Es genügt, zu bestimmen, in welcher Tarifzone sich das Fahrzeug befindet, bzw. zu erkennen, wenn Tarifzonen überschritten werden. Die Erfassung der Zeit wird hier nicht vertieft behandelt, da alle untenstehenden Technologien der Ortserfassung eine Zeiterfassung beinhalten.

Das Fahrzeug kann mittels **GNSS** selbsttätig seinen Ort bestimmen. Mit einer Karte der Zonengrenzen (im Fahrzeug oder zentral) kann somit sehr einfach die befahrene Tarifzone bestimmt werden.

Alternativ kann der Übertritt von einer Zone in die nächste auch von ausserhalb des Fahrzeugs durch strassenseitige Infrastruktur erfasst werden. Dazu kommen zwei Technologien in Frage: die automatische **Kontrollschilderkennung** über eine strassenseitige Videokamera oder die Kommunikation zwischen der OBU des Fahrzeugs über **Kurzstreckenfunk** mit einer strassenseitigen Sende- und Empfangseinrichtung.

Die automatische **Kontrollschilderkennung** von Fahrzeugen im fliessenden Verkehr erreicht heute schon sehr hohe Leseraten, die bei unbehinderter Sicht und nicht verschmutzten Kontrollschildern deutlich über 95% korrekte Ablesungen erreichen. Vor allem unter ungünstigen Wetterbedingungen, z.B. wenn Schneematsch die Kontrollschilder verschmutzt oder vollständig unkenntlich macht, kann die Leserate auch weit tiefer liegen. Für eine zuverlässige Bepreisung ist diese Technologie somit **nicht geeignet**. Selbst Fehlerraten im tiefen Prozentbereich sind nicht tolerierbar. Die gilt nicht für den Einsatz der automatischen Kontrollschilderkennung für die Zwecke der Kontrolle und Ahndung. Für Kontrollzwecke, z.B. um zu erkennen, dass ein Fahrzeug auf der Fahrbahn unterwegs ist, das für das Mobility Pricing nicht registriert ist, muss für den Nutzer nur eine hinreichend hohe Wahrscheinlichkeit bestehen, dass sein Fahrzeug erkannt wird um Fehlverhalten zu unterdrücken. Die heutigen Leseraten reichen dazu bei weitem aus.

Wesentlich sicherer in der Erkennung ist der **Kurzstreckenfunk**. Diese Technologie ist für Anwendungen in der Gebührenerhebung im Strassenverkehr unter dem Kürzel **DSRC**, für „Dedicated Short Range Communications“ bekannt. Es sind dazu standardisierte Funk-schnittstellen entwickelt worden:

- der **DSRC nach CEN**²⁶ Norm auf einer Mikrowellenfrequenz von 5.8GHz spezifisch für Maut-Anwendungen. Diese Technologie kommt z.B. bei der LKW-Maut in Österreich, Slowenien, Polen oder Tschechien zum Einsatz, wo alle Autobahnabschnitte mit auf Überkopfportale (Gantries) montierten Funkbaken ausgerüstet sind, welche in Kommunikation mit der OBU die Gebühr für den jeweiligen Abschnitt erfassen. Dieselbe Technologie kommt in vielen Mautländern, insbesondere Südeuropas ebenfalls zum Einsatz, allerdings dort nicht im freien Verkehrsfluss sondern in speziellen Spuren auf Mautstationen. Wesentliche Eigenschaft des CEN DSRC ist seine sehr gute begrenzbare Kommunikationszone, sodass wirklich nur Fahrzeuge einer bestimmten Spur erfasst werden, und nicht alle Fahrzeuge im näheren Umkreis einer Mauterhebungsstation.
CEN DSRC wird auch in GNSS-basierten LKW-Mautsystemen, wie in Deutschland oder Belgien, verwendet, allerdings nur zu Kontrollzwecken. Die Kontrolle findet hierbei nur stichprobenhaft an einigen festen Standorten (DSRC Bake auf Gantries) bzw. von mobilen Kontroll-Fahrzeugen aus statt. Es werden via DSRC die Erhebungsbereitschaft der OBU sowie die in der OBU hinterlegten Fahrzeugparameter ausgelesen.
Der CEN DSRC ist für die Zwecke der Gebührenerhebung und der Kontrolle soweit normiert, dass Fahrzeuge mit DSRC-Schnittstelle technisch in der Lage sind, in allen Mautländern mit der Strassenseite zu kommunizieren (technisches ist „roaming“ somit möglich, aber vertraglich bis heute nur sehr begrenzt realisiert). CEN DSRC ist eine der vorgeschriebenen Technologien für den **interoperablen europäischen Mautdienst EETS**, siehe Kapitel 4.1.2.
- nicht spezifisch für Mautanwendungen, sondern für die allgemeine Vernetzung von Fahrzeugen untereinander²⁷ bzw. mit der strassenseitigen Infrastruktur²⁸ wurden **WLAN**-artige Funknormen entwickelt, die in Europa zumeist mit dem Kürzel **ITS-G5** bezeichnet werden. Sie wurden von der weltweiten Normenorganisation IEEE erarbeitet und als Protokoll IEEE 802.11p veröffentlicht.
Der Frequenzbereich ist im Wesentlichen derselbe wie für den CEN DSRC. Die ITS-G5 Technologie hat für allgemeine Mautanwendungen den Nachteil, dass die Kommunikationszone schwerer zu begrenzen ist als für CEN DSRC, was jedoch zur blossen Markierung von Zonengrenzen keine grosse Einschränkung bedeuten würde. Da ITS-G5 der Vernetzung der Fahrzeuge untereinander dient, hätte diese Technologie grundsätzlich das Potential in Zukunft weit verbreitet und in allen Fahrzeugen vorhanden zu sein. Obwohl diese Technologie spezifisch für die Vernetzung von Fahrzeugen untereinander bzw. mit der Infrastruktur entwickelt wurde, ist nicht gesichert, dass sie sich auch am Markt durchsetzt. Der im Folgenden diskutierten mobilfunkbasierten Technologie werden häufig höhere Marktchancen eingeräumt.
- Neuere Lösungen zur Fahrzeugvernetzung nutzen Mobilfunknetze, die als **Cellular V2X** (oder C-V2X) bezeichnet werden, um sie von Netzen zu unterscheiden, die

²⁶ CEN, Comité Européen de Normalisation, ist eine europäische Normierungsorganisation

²⁷ Car-to-Car communication, oft als C2C abgekürzt

²⁸ Car-to-Infrastructure communication, oft als C2I abgekürzt

WLAN nutzen (V2X)²⁹.

Zahlreiche Organisationen der Industrie, wie die „5G Automotive Association“, werben für die Nutzung von C-V2X, weil es gegenüber dem WLAN-basierten Standard Vorteile aufweist. C-V2X baut auf den Mobilfunktechnologien der neueren Generationen auf (LTE, 5G). Die Kommunikationszone ist wie bei dem obigen WLAN-artigen ITS-G5 nicht scharf begrenzbar.

Allen infrastrukturgestützten Verfahren der Ortsbestimmung an Zonengrenzen, nämlich der automatischen Kontrollschilderkennung und den drei Kurzstreckenfunk-Technologien, ist gemeinsam, dass für die Markierung von Zonengrenzen **eine hohe Zahl von strassen-seitigen Installationen** nötig wäre. Dies kann jedoch aus Sicht eines Gesamtsystems durchaus akzeptabel sein, wenn im Gegenzug die OBUs in den Fahrzeugen entsprechend kostengünstiger sind. Dies erklärt die Nutzung der Kontrollschilderkennung z.B. als Basistechnologie für das Road Pricing in Stockholm oder London oder die Verwendung des CEN DSRC für die LKW-Maut in Österreich.

4.1.1.3 Kommunikation

Im Grunde würde es genügen, wenn das Fahrzeuggerät aus der erfassten Fahrleistung selbsttätig anhand der Tariftabelle eine Gebühr errechnet und die Bezahlung (z.B. via Kreditkarte) veranlasst.

Somit wäre **theoretisch ein autonom agierendes Fahrzeuggerät**, ohne Kommunikationsanbindung an eine zentrale Infrastruktur, **denkbar**. Allerdings müssten die Kontrolldichte bzw. die Sanktionen sehr hoch sein, um die Bezahlung der Gebühr auch durchzusetzen. Dies ist in der Praxis nicht akzeptabel. Auch müsste für die Übermittlung von Software-Updates und dem Update der Karten und Tarife ohnedies eine Kommunikationsverbindung von der Zentrale zur OBU bereit stehen.

Die erfasste Fahrleistung je Tarif muss somit vom Fahrzeuggerät OBU über eine Kommunikationsschnittstelle an eine Zentrale übermittelt werden. Dazu bietet sich selbstverständlich der Mobilfunk an, grundsätzlich kann die Fahrleistung aber auch von einer strassenseitigen Infrastruktur mittels einer der obigen Technologien oder vom Nutzer per Post oder Internet an die Zentrale gemeldet werden.

Mobilfunk benötigt keine dedizierte Infrastruktur, ein Mobilfunkmodul in der OBU mit einem Datenvertrag (entsprechende SIM Karte) genügt. Sowohl das technische Modul als auch die laufenden Kosten für den Datenvertrag sind verglichen mit den anderen Systemkosten (OBU Hardware wie allgemeiner Betrieb) keine essentiellen Kostentreiber.

Kurzstreckenfunk mit einer der obigen Technologien CEN DSRC, ITS-G5 oder C-V2X ist zwar technisch geeignet, die Daten von der OBU zur Infrastruktur zu übermitteln, scheidet jedoch deshalb als Basistechnologie aus, da er nur punktuell zur Verfügung steht und nicht garantiert ist, dass ein Nutzer regelmässig einer der Punkte passiert. Zudem sind diese Technologien auch nicht geeignet, eine länger dauernde Verbindung aufrechtzuerhalten, wie sie für Software-Updates der OBU erforderlich sind. Auf diese für die Systemsicherheit und -stabilität wichtige Funktionalität kann jedoch nicht verzichtet werden.

Versand eines Datenträgers ist die Lösung, die bei der LSVA bis heute zu Einsatz kommt (aber in künftigen Generationen des Erfassungsgeräts wohl durch eine Mobilfunkverbindung

²⁹ V2X steht für „Vehicle to everything“, also für die Kommunikation von Fahrzeug zur Infrastruktur (V2I), Fahrzeug zu Fahrzeug (V2V), Fahrzeug zum Netzwerk (V2N), Fahrzeug zu Fussgänger (V2P), etc.

ersetzt werden wird). Bei der LSVA muss dabei vom Fahrer bzw. Fuhrhalter monatlich eine Chipkarte in die OBU geschoben werden, die dann physisch per Post oder über den ausgelesenen Dateninhalt per Internet an die OZD gesandt wird. Für die LSVA hatte diese Lösung den entscheidenden Vorteil, dass der Fuhrhalter sich über die aufgelaufene Fahrleistung orientieren konnte, um die Korrektheit der Deklaration überprüfen zu können. Rechtlich ist bei der LSVA der Fuhrhalter und nicht der Fahrer abgabepflichtig. Somit sollte er aus formellen Gründen Einsicht in die Daten haben können, bevor sie verbindlich deklariert werden. Über die Chipkarten wird die LSVA OBU auch parametrisiert und erhält (begrenzte) Software-Updates. Für den Einsatz im professionellen Umfeld des Schwerverkehrs hat sich diese Lösung durchaus bewährt.

Für den privaten Verkehr ist der Versand von Datenträgern nicht geeignet und wird auch nirgends eingesetzt. Bei privaten Nutzern müsste sicherlich der Versand häufig angemahnt werden, was hohe administrative Kosten zur Folge hätte. Zudem ist die Lösung mit Datenträger im Vergleich zu den inzwischen stark gefallen Kosten für Mobilfunk-Hardware und Datenverträge kostspielig im Betrieb. Chipkarten müssen versandt, aus Kuverts entnommen, eingelesen und rückgesandt werden.

Somit bietet sich **für die Kommunikation** mit dem Fahrzeuggerät **einzig der Mobilfunk** als Technologie an. Mobilfunk erfordert vom Pricing System keine Investitionen in Infrastruktur, und sowohl OBU Hardware als auch Datenübermittlungskosten sind vergleichsweise tief. Betrieblich ermöglicht der Mobilfunk eine gesicherte – und auch geschützte – Verbindung und ist zudem für betriebliche Aufgaben, wie der Softwarewartung ebenfalls geeignet.

4.1.2 Systemansätze für den MIV

Im vorangegangenen Kapitel wurden für die für ein Mobility Pricing System im MIV geforderten Grundfunktionalitäten Erfassung der Distanz, Erfassung von Ort / Zeit und Kommunikation mit einer Zentrale jeweils geeignete Technologien vorgestellt und grob bewertet. Als grundsätzlich geeignet sind verblieben:

Erfassung der Distanz	Erfassung von Ort / Zeit	Kommunikation
• GNSS mit Strassenkarte • Direkte Messung mit GNSS • Odometer des Fahrzeugs	• GNSS im Fahrzeug • Video strassenseitig • Kurzstreckenfunk	• (keine) • Mobilfunk • Kurzstreckenfunk • Versand von Datenträgern

Durch Kombination der Technologien für die drei geforderten Grundfunktionalitäten können nun Systemansätze realisiert werden.

Es ist offensichtlich, dass nur zwei sinnhafte Kombinationen existieren:

- **GNSS mit Mobilfunk:** GNSS dient der laufenden Ortsbestimmung, woraus mit einer Strassenkarte die gefahrene Distanz und die Tarifzone bestimmt werden. Mittels Mobilfunk werden die Fahrleistungsdaten (Orte oder Distanzen, je nach detaillierter Ausgestaltung) an die Zentrale zur Kontrolle und Verrechnung übermittelt. Auf dem Rückweg können Updates der OBU vorgenommen werden.
- **Odometer, Kurzstreckenfunk, Mobilfunk:** Die Distanz wird von der OBU mit dem Fahrzeug-Odometer gemessen. Die Tarif Zone wird via Kurzstreckenfunk an den

Zonengrenzen erfasst. Abrechnung und betriebliche Updates erfolgen wie oben über Mobilfunk.

Dass sich nach der zugegebenermaßen etwas langwierigen Herleitung diese zwei grundsätzlich unterschiedlichen Systemansätze heraus kristallisiert haben, ist kein Zufall und hält der Überprüfung anhand von realisierten Pricing System stand.

Für Road Pricing werden weltweit drei Systemansätze verwendet:

- **Reine Kurzstreckenfunk-Systeme:** Dieser Ansatz verwendet DSRC Kurzstreckenfunk für alle drei Funktionalitäten. Er eignet sich zur Bepreisung von eng begrenzten und klar definierten Infrastrukturen wie Brücken, Tunnel oder Autobahnen (beispielsweise LKW Maut in Österreich, Slowenien, Tschechien) oder von städtischen Systemen (London, Oslo, Stockholm). Für flächendeckende Anwendung, wie hier gefordert, insbesondere wenn die tatsächlich gefahrene Distanz auf einem ausgedehnten Netz bekannt sein muss, ist die Lösung jedoch ungeeignet.
- **GNSS/CN Systeme³⁰:** Dies ist genau der oben skizzierte Ansatz mit GNSS Ortung in der OBU, kartenbasierter Orts- und Distanzerkennung und Mobilkommunikation zu einer Zentrale. Diese Systeme werden zur distanzabhängigen Bepreisung ausgedehnter Strassennetze verwendet (bis dato allerdings nur für den Schwerverkehr; distanzabhängiges Mobility Pricing für den MIV ist weltweit noch nirgends realisiert). Bekannte Beispiele sind die LKW-Mautsysteme in Deutschland, Belgien, Ungarn oder der Slowakei.
Dieser Systemansatz ist sehr flexibel, da keine anwendungsspezifische strassen-seitige Infrastruktur benötigt wird. Das System ist vollständig per Software konfigurierbar. So wurde per 1. Juli 2018 bei der LKW-Maut Deutschland das gesamte System ohne Betriebsunterbruch von einer Erfassung mit Karte und Distanzerfassung in der OBU grundlegend umgestellt auf eine zentral gehaltene Karte und zentraler Distanzberechnung. Gleichzeitig wurde über Nacht das bemaute Netz von 13'000km auf 40'000km erweitert!
- **LSVA:** Die Schweizer leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe LSVA verfolgt im Wesentlichen den oben mit „Odometer, Kurzstreckenfunk, Mobilfunk“ bezeichneten Ansatz, wo zur Kommunikation allerdings aus historischen, betrieblichen und teilweise rechtlichen Gründen nicht Mobilfunk sondern der Austausch von Datenträgern verwendet wird. Als Odometer wird der Tachograph verwendet, der wesentlich manipulationssicherer ist und über eine normierte und plombierte Schnittstelle für die Distanzinformation verfügt. Auch kommt der Kurzstreckenfunk nur an den vergleichsweise wenigen Schweizer Grenzzollämtern mit LKW-Abfertigung zum Einsatz, und nicht an ausgedehnten Zonengrenzen mit vielen Übergängen. Die Lösung ist exakt auf die spezifischen Bedürfnisse der LSVA zugeschnitten und somit kein für breite Anwendungsbereiche geeigneter Systemansatz.

Der Systemansatz „Odometer, Kurzstreckenfunk, Mobilfunk“ ist für das Mobility Pricing zwar theoretisch geeignet, jedoch in mehrerer Hinsicht einem GNSS/CN-basierten System unterlegen:

- Durch den Odometer-Anschluss wird eine **Installation** der OBU in einer Werkstatt erforderlich. GNSS/CN-OBUs können durchaus vom Nutzer selbst im Fahrzeug

³⁰ CN steht für Cellular Network, also Mobilfunk

angebracht und via Zigarettenanzünder mit Strom versorgt werden. Weitere Anschlüsse sind nicht vonnöten.

- Odometer und vor allem ihr Anschluss an die OBU ist **nicht manipulationssicher**. Ein GNSS System zeichnet hingegen eine Fahrtroute auf, die kaum manipulierbar ist und nach Aufzeichnung auch kryptographisch vor Veränderungen geschützt werden kann.
- Für die Zonenerkennung müssen für den Kurzstreckenfunk Sende-/Empfangsanlagen an allen Strassen angebracht werden, die die Zonengrenzen überqueren. Neben den **hohen Kosten** für Installation (Errichtung eines Masten bzw. eines Überkopfportals, Strom- und Datenversorgung) und Wartung sind auch die fehlende Flexibilität hinsichtlich der Anpassung der Zonengrenzen und die optische **Beeinträchtigung des Landschaftsbilds** nachteilig. GNSS/CN Systeme realisieren diese Funktion vollständig in der OBU und flexibel in Software.
- Der Systemansatz wird **am Markt nicht angeboten**. Wie für die LSVA wäre eine spezifische Entwicklung nötig. Für GNSS/CN Systeme gibt es hingegen viele Systemlieferanten.

Somit sind **GNSS/CN Systeme am besten geeignet** zur Umsetzung der Anforderungen des Mobility Pricings. Derartige Systeme sind flexibel, erprobt und am Markt verfügbar. Zudem entsprechen sie der EETS Richtlinie der europäischen Union.

Die EETS³¹ Richtlinie [EETS Richtlinie 2004] und die zugehörige Verordnung [EETS Entscheidung 2009] schreibt den EU Mitgliedstaaten die Einführung eines interoperablen elektronischen Mautdienstes auf Basis einheitlicher Technologien vor. Der **EETS** hat zum Ziel, den Nutzern den Zugang zum mautpflichtigen europäischen Strassennetz mit nur einem Vertrag und nur einem Bordgerät eines EETS-Anbieters zu ermöglichen. Dieser Mautdienst ergänzt die nationalen elektronischen Mautdienste der Mitgliedstaaten und gewährleistet, dass die in den Mitgliedstaaten bereits vorhandenen und die künftig eingeführten Mautsysteme für EETS-Nutzer gemeinschaftsweit interoperabel sind.

Um Interoperabilität zu erreichen, sind die Technologien vorgegeben und die Kommunikationsprotokolle standardisiert. Als Technologien für das EETS sind CEN DSRC, GNSS und CN zu verwenden. Eine EETS-fähige OBU muss also über alle drei Technologien und die entsprechenden Kommunikationsprotokolle gemäss europäischen Normen verfügen. Wenn in der Schweiz ein GNSS/CN System verwendet würde, wäre dies in der Lage, EETS OBUs zu akzeptieren.

Dieser Vorteil der Technologiewahl ist bezüglich dem EETS jedoch zu relativieren, da selbst für die vielen schon installierten Mautsysteme für den Schwerverkehr, ob DSRC Systeme oder GNSS/CN Systeme, bis dato noch keine Interoperabilität erreicht wurde, obwohl sie technisch kompatibel sind. Die Gründe liegen in immer noch fehlenden vertraglichen, vor allem kommerziellen, Vereinbarungen – es bestehen noch keine europaweiten „roaming-Abkommen“. Interoperabilität beschränkt sich derzeit noch auf wenige Länder und Anbieter.

Für den MIV ist der EETS derzeit ein reines Papierkonstrukt, da noch in keinem Land ausgedehnte Mautsysteme in freiem Verkehrsfluss existieren. Die bestehenden Autobahnmauten für den MIV werden alle an Mautstationen erhoben, welche auch manuelle Spuren anbieten, wodurch kaum Bedarf nach interoperablen OBUs und Verträgen entsteht.

³¹ EETS steht für European Electronic Tolling Service (auf Deutsch meist: europäischer elektronischer Mautdienst)

4.1.3 Fahrzeuggeräte

Der Systemansatz GNSS/CN kann nun mit verschiedenen technischen Geräten realisiert werden.

Im Wesentlichen stehen drei Realisierungskonzepte zur Verfügung.



GNSS/CN OBU

Fahrzeuggeräte mit Satellitenpositionierung und Mobilfunkverbindung werden heute in mehreren Mautsystemen für den Schwerverkehr verwendet. Sie sind vom technischen Aufbau vergleichsweise einfach und für viele Gebührenkonzepte einsetzbar. Diese OBUs werden in zwei Varianten angeboten, zur festen Installation und zur Selbstmontage. Der einzige Unterschied zwischen den zwei Varianten ist die Art der Stromversorgung. Beim Festeinbau wird eine dauerhafte Verkabelung zwischen der OBU und der Bordstromversorgung hergestellt. Dies muss durch eine Fachwerkstätte durchgeführt werden. Bei der Variante für Selbsteinbau erfolgt die Versorgung über eine steckbare Verbindung zum Zigarettenanzünder des Fahrzeugs. Der Nutzer kann die OBU bzw. ihre Halterung an der Windschutzscheibe mit einer Klebeverbindung oder Saugnäpfen selbst befestigen.

Smartphone App MIV

Smartphones verfügen standardmässig über die Technologien GNSS und Mobilfunk, auch ihre Rechenleistung ist grundsätzlich ausreichend (sofern das Map-Matching nicht in der OBU sondern zentral erfolgt). Für die Anwendung im Mobility Pricing problematisch ist jedoch die Montage und Stromversorgung. Für eine hinreichende Erfassungs- und Betriebssicherheit muss das Smartphone in einer Halterung montiert werden.

Da für das Pricing die GNSS Funktion praktisch dauerhaft aktiv sein muss, wird der Akku des Mobiltelefons stark beansprucht und zumindest für längere Fahrten muss eine Stromversorgung über den Zigarettenanzünder erfolgen. Da das Smartphone nicht permanent im Fahrzeug ist und unter Umständen auch in mehreren verschiedenen Fahrzeugen verwendet wird, muss in der Pricing App eine Anmeldung erfolgen, bei der die Fahrzeugdaten hinterlegt werden. Dies kann durchaus nur einmalig erfolgen, und in weiter Folge kann der Nutzer die Daten aus einer Liste bereits angelegter Fahrzeuge auswählen. Die Verwendung eines Smartphones erfordert somit einige Handlungen vom Nutzer; insbesondere darf er nicht vergessen, bei Fahrtbeginn die App zu starten und bei Fahrtende wieder zu schliessen (was u.U. auch automatisch erfolgen kann). Die erforderliche Kooperation des Nutzers macht das Smartphone für die dauerhafte Verwendung im Fahrzeug im Vergleich zu einer OBU fehleranfälliger, ist aber vor allem als Lösung für gelegentliche Nutzer wegen seiner Verbreitung sehr attraktiv.

Connected Car

Es wird davon ausgegangen, dass in Zukunft, bei höherem Automatisierungsgrad, die Fahrzeuge untereinander und mit der Infrastruktur und dem Internet mit einer der in Kap. 4.1.1.2 behandelten V2X Kommunikationstechnologien vernetzt sein werden und standardmässig über GNSS Positionierungsfunktionalität verfügen werden. Somit hat in Zukunft jedes Fahrzeug die geforderten GNSS/CN Technologien standardmässig an Bord.

Es bedarf allerdings Vereinbarungen mit den Fahrzeugherstellern, dass die Daten für das Pricing in geeigneter Form an eine Zentrale übermittelt werden. Somit besteht in der Zukunft durchaus Potential, dass Mobility Pricing nur mit vorhandenen Bordmitteln, ohne eigene OBU, durchgeführt werden kann. In der fernerer Zukunft, wenn praktisch alle Fahrzeuge automatisiert fahren, wird Mobility Pricing sicherlich ohne spezielle Ausrüstung der Fahrzeuge möglich sein.

4.1.4 Technologien für den ÖV

Für Mobility Pricing im ÖV muss der vom Nutzer jeweils verwendete Kurs, oder im Falle eines Verbundes, die Zone bekannt sein. Der Kurs kann entweder über den Ein- und Ausstieg, oder über den Aufenthalt des Nutzers im Fahrzeug erkannt werden³². Die Zone lässt sich aus den Orten der Nutzung erkennen. Ebenso wie beim MIV muss eine Kommunikationsmöglichkeit zwischen dem vom Nutzer verwendeten Erfassungsmittel und der Infrastruktur bzw. Zentrale bestehen.

Als Technologien stehen grundsätzlich zur Verfügung:

GNSS/CN: Wie für den MIV oben ausgeführt, kann mit dieser in Smartphones vorhanden Technologiekombination laufend der Ort des Nutzers festgestellt und an eine Zentrale kommuniziert werden. In der Zentrale wird dann aus der Route des Nutzers (Abfolge von Orten mit dem jeweiligen Zeitstempel) errechnet, ob er den ÖV genutzt hat und auf welchem Kurs er gegebenenfalls war. In der Schweiz sind derzeit die Smartphone Anwendungen **FAIRTIQ**, **Lezzgo plus** und **abilio** verbreitet, die im Grundsatz diesen Ansatz verfolgen. Die Technologie ist noch recht jung und nicht immer fehlerfrei. Es gelingt beispielsweise nicht in allen Fällen sicher zu unterscheiden, ob der Nutzer das Tram genutzt hat oder parallel dazu mit dem Velo gefahren ist.

Nahbereichskommunikation (Near Field Communication, NFC): Diese Technologie steht in berührungslosen Chipkarten und teilweise auch in Smartphones zur Verfügung. Sie ermöglicht eine Kommunikation über sehr kurze Distanzen, also praktisch bei Berührung. Dies verhindert, dass unbeabsichtigt eine Kommunikation aufgebaut wird. Nur wenn der Nutzer bewusst die Chipkarte / Smartphone sehr nahe an einen Leser bringt findet ein Datenaustausch statt. Die Kommunikations-Technologie ist grundsätzlich standardisiert, nicht unbedingt jedoch der exakte Datenaustausch, der sehr von der Anwendung (berührungslose Zahlung, Identifikation) abhängt.

Chipkarten mit Nahbereichskommunikation werden in vielen Ländern, vor allem im asiatischen Bereich, aber auch in den Niederlanden (OV-Chipkaart) und in London (Oystercard) zum Ticketing im ÖV verwendet. Auch der SwissPass nutzt diese Technologie (derzeit allerdings nur für Abonnemente).

³² Der klassische Verkauf eines Tickets vor Fahrtantritt wird im Kapitel 4.2, Schlüsselfrage 2: Gelegentliche Nutzer, behandelt.

Kurzstreckenfunk: Im Konsumentenbereich sind hier die Technologien Bluetooth und WLAN verbreitet. Beide ermöglichen eine Kommunikation über mehrere 10 Meter Distanz bei vergleichsweise hohen Datenraten. Beide Technologien sind in Smartphones vorhanden.

4.1.5 Systemansätze für den ÖV

Auf Basis der oben vorgestellten grundsätzlichen Technologieansätze können verschiedene Systemkonzepte realisiert werden.

Es werde zwei grundsätzliche Ansätze unterschieden, daneben existieren auch noch Kombinationen davon.

Check-In / Check-Out (CICO)

Bei einem klassischen Check-In / Check-Out System (Oystercard London, OV-Chipkaart Niederlande, Systeme in asiatischen Städten) muss der Nutzer vor und nach der Benutzung des Transportmittels den Träger der Nahbereichskommunikation (Chipkarte, Smartphone) an ein Lesegerät halten. Das Lesegerät kann sich ortsfest am Einstieg an der ÖV Haltestelle oder am Eingang zum Transportmittel in der Nähe der Türen befinden³³. Der Vorteil dieses Ansatzes sind vor allem die geringen Kosten der Technologie auf Nutzerseite. Entsprechende Chipkarten sind sehr kostengünstig, auch wären einige Smartphones technisch gerüstet, allerdings sind noch nirgends entsprechende Anwendungen bzw. Apps im Einsatz.

Nachteilig ist, dass an allen Haltestellen bzw. in allen Transportmitteln entsprechende Lesegeräte vorhanden sein müssten, die zudem eine Strom- und Datenverbindung benötigen. Eine flächige Ausstattung wäre mit hohen Kosten und vor allem mit einer **langen Vorlaufzeit bei der Einführung** verbunden. Vor allem die Vorlaufzeit macht den Einsatz sehr problematisch. Eine Einführung würde eine sehr lange Aufbauphase bedingen. Auch im Vollbetrieb wäre die **Einbindung ausländischer Züge oder Wagons** nicht möglich.

Gegen eine feste Montage an Haltestellen spricht das in der Schweiz geltende Prinzip der Offenheit des Systems. Durch die Notwendigkeit bei Ein- bzw. Ausstieg an bestimmten Punkten ein-/auszuchecken wird das System im Grundsatz geschlossen. Zudem macht zu Stosszeiten der hohe Fluss an Passagieren das System problematisch, da es zu Stauungen und Drängeleien kommen kann. Schon heute stossen die Einstiege an Fahrzeugen und die Passagen in Bahnhöfen häufig an ihre **Belastungsgrenzen**. Weitere Hindernisse im Personenfluss führen zu schlechter Akzeptanz und zu Sicherheitsproblemen.

Nicht zuletzt spricht das Nutzerverhalten gegen solche Systemansätze. Häufig wird der Check-In bzw. Check-Out vergessen, was umständliche nachgelagerte Prozesse erforderlich macht, um eine korrekte Bepreisung des Nutzers zu erreichen.

In Summe entspricht ein Systemkonzept, welches das Ein- bzw. Auschecken an Lesegeräten erforderlich macht, nicht der Schweizer Kultur im öffentlichen Verkehr, wo viele Nutzer den Komfort von Abonnements gewohnt sind. Neue Systeme, welche bei jeder Fahrt aktive Handlungen **an definierten Orten** erfordern, wären aus Nutzersicht ein deutlicher Rückschritt.

In Summe werden Systemansätze, die **Check-In bzw. Check-Out an festen Lesegeräten** erfordern, als **für ein flächendeckendes Mobility Pricing** in der Schweiz **kaum geeignet** erachtet.

³³ Check-In / Check-Out Systeme können auch mit Smartphones realisiert werden, ohne spezielle Lesegeräte. Da Smartphones dabei wesentlich mehr Möglichkeiten bieten, als die klassischen Chipkarten-basierten Systeme, werden solche Systeme weiter unten unter „Mischformen“ behandelt.

Be-In / Be-Out (BIBO)

Das Prinzip von Be-In / Be-Out System besteht darin, dass der Nutzer ohne sein Zutun, also mit dem Komfort eines Abonnements, öffentliche Verkehrsmittel nutzen kann und das System selbstständig feststellt, wenn der Nutzer einen bestimmten Kurs benutzt. Das Be-In / Be-Out Prinzip bildet somit die Offenheit des Schweizer ÖV perfekt ab.

Die Be-In / Be-Out Funktionalität kann auf zwei Arten erreicht werden. Zum einen durch Detektion der Nutzung durch das nutzerseitige Gerät mittels GNSS/CN (teilweise unterstützt durch das WLAN bzw. Bluetooth des Transportmittels), in der Praxis somit mit dem Smartphone (Schweizer Apps FAIRTIQ³⁴, Lezzgo plus³⁵, abilio³⁶). Nach Installation des entsprechenden Apps und Registrierung des Nutzers kann jedes gängige Smartphone die Reise des Nutzers erfassen.

In einer anderen Realisierung kann der Nutzer ein einfaches Gerät bzw. Chipkarte mit sich führen und das im Fahrzeug eingebaute Anwesenheits-Erfassungssystem erkennt automatisch Ort und Zeit von Anfang und Ende der Reise (durch Kurzstreckenfunk analog Bluetooth oder WLAN). Ein kommerzielles Produkt ist beispielsweise ComfoAccess® von Trapeze. Es wird von den städtischen Verkehrsbetrieben Zielona Góra, Polen, im Pilotbetrieb getestet³⁷, erfordert allerdings proprietäre Chipkarten beim Nutzer und spezielle Erfassungssysteme im Fahrzeug.

Mischvarianten

Neben diesen Grundvarianten Check-In / Check-Out (CICO) und Be-In / Be-Out (BIBO) existieren noch verschiedene Mischvarianten. Zu erwähnen ist insbesondere der von PostAuto in Sion von April bis Dezember 2016 durchgeführte Versuch einer Check-In / Be-Out Lösung (CIBO). Dabei klickten die Testnutzer beim Einsteigen auf einen Button auf ihrem Smartphone («Check-In»), worauf eine Verbindung zum WLAN des Fahrzeugs aufgebaut wurde. Beim Aussteigen hat das System automatisch erkannt, dass die Verbindung getrennt wurde und ein «Be-Out» registriert.³⁸

Auch die genannten Apps FAIRTIQ, Lezzgo plus und abilio sind Mischvarianten. Alle Apps müssen selbstverständlich vor oder bei Fahrtantritt aktiviert werden bzw. es ist ein bewusster Check-In erforderlich. Auch das Fahrtende muss teilweise bewusst deklariert werden, allerdings erinnert die App daran. Auch wird nicht durchgängig auf das GNSS/CN Prinzip abgestellt, sondern teilweise Bluetooth zur Lokalisierung genutzt. Auch zumeist sind zumeist noch weitere Services im App enthalten³⁹. Dem grundlegenden Funktionsprinzip tut dies jedoch keinen Abbruch – der Komfort entspricht im Wesentlichen dem von Be-In / Be-Out. Vor allem muss der Nutzer beim Umsteigen nichts unternehmen und kann sich zwischen Aktivierung und De-Aktivierung frei im ÖV-System bewegen.

³⁴ <https://fairtiq.ch/>

³⁵ <https://www.lezzgo.ch/>

³⁶ <https://www.abilio.ch/>

³⁷ <https://www.trapezegroup.de/news/comfoaccess-zielona-gora-polen>

³⁸ Der Versuch wurde im Rahmen des Mobilitätslabors Sitten (Mobility Lab) durchgeführt, siehe <https://www.postauto.ch/de/news/postauto-macht-gute-erfahrungen-mit-cibo>

³⁹ abilio bietet z.B. einen klassischen Ticketkauf (mit Routenplaner), eine Swipe-In Funktion, die eine Fahrberechtigung auf dem gesamten ÖV-Netz der Schweiz erzeugt, oder ein Walk-In, allerdings wegen der erforderlichen Bluetooth-Funktionalität begrenzt auf SOB-Züge und BLWE-Busse.

4.1.6 Geräte für den ÖV

Gemäss den obigen Ausführungen sind für die Umsetzung des Mobility Pricings in der Schweiz nur Lösungen geeignet, die ohne ortsfestes Check-In / Check-Out auskommen. Als Geräte für den Nutzer kommen somit Smartphones oder spezielle Chipkarten in Frage.

Chipkarten sind grundsätzlich attraktiv, da sie kostengünstig und klein sind. Sie können wie ein heutiges ÖV-Abo im Portemonnaie untergebracht werden. Zudem benötigen sie keine Stromversorgung oder geladenen Akku. Nachteilig ist die erforderliche spezielle Funk-Infrastruktur in allen Fahrzeugen. Normales Bluetooth bzw. WLAN reicht nicht aus. Es werden zwar ähnliche aber speziell adaptierte Funktechnologien benötigt, um die Chipkarten per Funk „aufzuwecken“ und mit Strom zu versorgen. Dies erfordert die Ausrüstung aller Fahrzeuge im ÖV, sowie zusätzliche Lösungen für ausländisches Rollmaterial auf dem Schweizer Schienennetz.

Lösungen auf Basis der GNSS Funktionalität eines **Smartphones** hingegen haben den grossen Vorteil, keine neu zu installierende Infrastruktur zu benötigen. In der Schweiz scheinen sie sich derzeit gewissermassen als Standard durchzusetzen. Die drei derzeit verbreiteten Apps FAIRTIQ, Lezzgo plus und abilio können sogar nebeneinander existieren, da sie sich an einen einheitlichen Kontrollstandard halten und von allen Kondukteuren und Kontrolleuren geprüft werden können.

Smartphones sind zudem ideal für gelegentliche Nutzer. Er muss nicht erst eine spezielle Chipkarte o.ä. erwerben, sondern kann binnen Minuten ein entsprechendes App laden, sich und sein Zahlungsmittel registrieren und losfahren. Auch sind die früher hohen Roaming-Kosten für ausländische Nutzer schon heute nicht mehr gravierend und werden in Zukunft weiter abnehmen.

Bei Smartphone-basierten Lösungen sind folgende Punkte zu beachten:

- das Smartphone muss eingeschaltet und betriebsbereit sein. Dies ist schon heute kein wesentliches Problem. Eine Mitwirkung des Nutzers ist ohnedies in jedem Fall erforderlich.
- der Nutzer kann grundsätzlich sein Smartphone jederzeit ausschalten, z.B. nachdem der Kondukteur ihn im Zug kontrolliert hat. Dies muss im Kontrollkonzept entsprechend berücksichtigt werden.⁴⁰
- Smartphones sind zwar sehr weit verbreitet, dennoch muss eine Lösung für nicht ausgerüstete Nutzer (z.B. Kinder oder nicht technik-affine Personen) zusätzlich angeboten werden.
- die Zuordnung der aufgezeichneten Route des Nutzers zu einem ÖV-Kurs funktioniert heute noch nicht perfekt. Es ist jedoch zu erwarten, dass die Software mit den Erkenntnissen der bestehenden Projekte laufend verbessert wird. Zudem bietet der Einbezug von zusätzlichen Informationen, z.B. ein genutztes WLAN im ÖV, weiteres Potential.
- da die Route des Nutzers zur Abrechnung an eine Zentrale übermittelt wird, sind den Aspekten des Datenschutzes besonders Rechnung zu tragen.

Die genaue Funktionsweise der Pricing Anwendung ist für die gegenständliche Machbarkeitsuntersuchung nicht relevant, solange das grundlegende Systemprinzip bestehen bleibt. So

⁴⁰ Dieses Problem besteht grundsätzlich bei jeder BIBO-Lösung: Auch bei einer Chipkarten-basierten BIBO-Lösung kann der Nutzer jederzeit die Chipkarte in eine funkdichte metallische Hülle stecken, um der Registrierung zu entgehen. Bei CICO-Lösungen hingegen ist der Nutzer illegal unterwegs, wenn er den Check-In unterlässt. Wenn er den Check-Out unterlässt, bezahlt er üblicherweise für die maximal mögliche Strecke auf dem jeweiligen Verkehrsmittel.

sind auch Smartphone basierte CIBO Lösungen, wo der Nutzer die App vor dem Einsteigen bzw. beim Einstieg aktiviert, durchaus machbar.

Angesichts der Vorteile und Flexibilität von **Smartphone**-basierten Be-In / Be-Out Lösungen bzw. ähnlich komfortablen Mischlösungen, werden sie im Folgenden **als Basislösung** angenommen. Künftige technologische Entwicklungen können die Machbarkeit nur weiter verbessern.

4.2 Schlüsselfrage 2: Gelegentliche Nutzer

Gemäss den Zielsetzungen in Kap. 3.1 und dem Gebührenkonzept in Kap. 3.8 muss auch für gelegentliche Nutzer, also insbesondere Nutzer, die nicht über die notwendige technische Ausrüstung verfügen bzw. nicht vorgängig im System registriert sind, ein **diskriminierungs-freier Zugang** zum Verkehrssystem eingerichtet werden. Sie müssen grundsätzlich spontan und ohne unverhältnismässigen Zeit- oder Kostenaufwand in der Lage sein, ihr Fahrzeug bzw. den ÖV zu nutzen.

Diese Forderung ist für das Systemdesign eine der schwierigsten. Wenn zur Erfassung der Fahrleistung gemäss den Analysen in den vorigen Kapiteln bestimmte Technologien erforderlich sind, wie soll dann ein Nutzer dasselbe bezahlen können, wenn er über keinerlei Ausrüstung verfügt? Lösungen für gelegentliche Nutzer sind naturgemäss nicht voll automatisiert und daher zumeist starke Kostentreiber für das Gesamtsystem.

Zunächst sollte der **Anteil** nicht ausgerüsteter Nutzer **möglichst klein gehalten werden**. In dieser Untersuchung werden sowohl für den MIV als auch für den ÖV Lösungen auf Basis GNSS/CN als am besten geeignet betrachtet. Da das Smartphone über diese Technologien verfügt, steht es auch gelegentlichen Nutzern zur Verfügung. Die Installation eines geeigneten Apps und die Registrierung des Nutzers bzw. Fahrzeugs und die Einrichtung einer Zahlungsverbindung können in wenigen Minuten erfolgen. Somit kann davon ausgegangen werden, dass nur eine Minderheit an gelegentlichen Nutzern eine herkömmliche Ticket-Lösung beanspruchen wird.

4.2.1 Gelegentliche Nutzer im MIV

Für regelmässige Nutzer ist automatisiertes Fahrzeuggerät, das praktisch keine Bedienung und Aufmerksamkeit benötigt, jedenfalls erforderlich, nicht zuletzt auch wegen der gebotenen hohen Erfassungssicherheit. Für gelegentliche Nutzer steht zwar grundsätzlich das Smartphone als Lösung zur Verfügung, hat aber Mankos in der Benutzung (App muss gestartet werden, die richtigen Fahrzeugdaten müssen ausgewählt sein, Anbringung im Fahrzeug, Stromversorgung), die sich schliesslich auch als Aufwand im Vollzug niederschlagen.

Für einen effizienten und sicheren Vollzug muss die Anzahl der gelegentlichen Nutzer eingeschränkt sein. Eine Abgrenzung ist hier schwierig zu treffen und zudem grundsätzlich auch erst im Nachhinein möglich.

Für Schweizer Fahrzeuge sollte im MIV sollte nach Möglichkeit nicht zwischen regelmässigen und gelegentlichen Nutzern unterschieden werden. Bei einer flächendeckenden Einführung von Mobility Pricing ist ein **Obligatorium für Schweizer Fahrzeuge** aus Vollzugsgründen kosteneffizient und wird im Folgenden angenommen. Einzelne Ausnahmen, wie für Veteranenfahrzeuge, oder für Fahrzeuge die nachweislich nur sehr selten genutzt werden, sind selbstverständlich möglich.

Es fahren pro Tag etwa 350'000 **ausländische Fahrzeuge** in die Schweiz ein⁴¹. Für ausländische Fahrzeuge ist ein Obligatorium nicht praktikabel⁴². Es müssten im Zulauf zur Staatsgrenze oder direkt an der Grenze Fahrzeuggeräte ausgegeben und auf Wunsch des Nutzers wieder zurückgenommen werden. Leihgeräte müssten mit einer Kautions versehen werden. Beides würde zu extrem hohen Kosten bei durchschnittlich tiefen Erlösen führen, sowie zu erheblichen Stauungen an den Grenzübertritten.

Pendler machen 40% der Grenzübertritte ausländischer Fahrzeuge aus. Diese 140'000 Fahrzeuge können durchaus als regelmässige Nutzer betrachtet werden, auch wenn die durchschnittliche Fahrdistanz in der Schweiz im Regelfall sehr klein ist.

Für diese Fahrzeuge steht selbstverständlich die Lösung mit Smartphone und MIV App zur Verfügung, und wird wohl von der Mehrheit der Nutzer gewählt werden. Regelmässige Nutzer können sich natürlich durchaus wie Schweizer Fahrzeuge mit einer OBU ausrüsten lassen. Aus Vollzugsgründen wäre für diese Fahrzeuggruppe ein Obligatorium durchaus wünschenswert. Ob sich dieses rechtlich durchsetzen liesse, wäre zu prüfen. Für die Zwecke dieser Studie ist diese Frage allerdings ohne grosse Bedeutung.

Auch einem ausländischen Nutzer ohne Schweizer Erfassungsgerät und ohne Smartphone muss eine legale Einreise ermöglicht werden. Deshalb muss eine *ad hoc* an der Grenze zur Verfügung stehende Lösung gefunden werden, die zudem in Errichtung und Betrieb nur marginale Kosten verursacht. Das deutsche LKW-Mautsystem bietet beispielsweise gelegentlichen Nutzern ein **Einbuchungssystem** an. Nutzer können via Internet oder an Terminals, die an Raststätten und Tankstellen aufgestellt sind, ihre geplante Fahrtroute eingeben, die Fahrzeugdaten deklarieren und bezahlen. Sie erhalten somit ein Ticket für eine von ihnen vordefinierte Fahrt. Die Fahrtroute ist genau einzuhalten. Veränderungen müssen über das Einbuchungssystem vorab eingegeben werden. Für Nutzer im MIV ist so eine Lösung natürlich **nicht umsetzbar**, vor allem, wenn alle Strassen pflichtig sind, und nicht wie bei der deutschen LKW-Maut nur ein ausgewähltes Netz.

Als rein manuelle Lösung für gelegentliche Nutzer verbleibt somit nur eine **pauschale Abgabe**, analog der heutigen Autobahn-Vignette. Diese Pauschale wäre für jeden Tag der Benutzung des Schweizer Strassennetzes fällig. Idealerweise wird sie kostengünstig als eVignette erhoben, d.h. der Nutzer bezahlt am Internet, einem Kiosk oder Terminal die Tagespauschale für sein Kontrollschild. Die Bezahlung wird im Zentralsystem registriert und kann mit den in Kap. 4.3 dargestellten Methoden kontrolliert werden. Der Preis der Tagesvignette könnte sich beispielsweise am distanzabhängigen Preis für die Haupttransitroute Basel-Chiasso orientieren, da diese wichtige Relation pauschal nicht günstiger sein sollte als bei exakter distanzabhängiger Erfassung.

Die Lösung mit einer Tagespauschale ist nicht strikte diskriminierungsfrei. Der ausländische Nutzer bezahlt bei kurzen Strecken mehr als bei korrekt distanzabhängiger Berechnung. Es kann jedoch argumentiert werden, dass es sich um eine Komfort-Lösung handelt: der Nutzer bezahlt einen kleinen Mehrpreis, vermeidet dadurch aber die etwas langwierigere Anmeldung am Smartphone bzw. die Installation einer OBU.

⁴¹ Gemäss [BFS - Mobilität und Verkehr 2018], Kap. 7.3, überquerten im Jahr 2015 täglich 1.1 Millionen Personenfahrzeuge (97% PW, Rest Busse und Motorräder) die Schweizer Grenze in beiden Richtungen. Davon sind 37% Schweizer Fahrzeuge [BFS - Alpen- und grenzquerender Personenverkehr 2015]. Von den ausländischen Fahrzeugen sind 40% Pendler.

⁴² Die österreichische GO-Maut und die belgische Strassengebühr haben ein generelles OBU-Obligatorium, in Österreich für ein DSRC Gerät, in Belgien für ein GNSS/CN Gerät. Im professionellen Sektor ist ein Obligatorium durchsetzbar, sofern bestimmte Randbedingungen eingehalten werden (keine/geringe Kosten für die OBU, minimaler Zeitbedarf für Erwerb und Installation).

Die Pauschale ist nicht zeitabhängig und erzeugt beim Nutzer keinen Anreiz, die Spitzenzeiten zu meiden. Da jedoch die Morgen- und Abendspitzen kaum durch ausländische gelegentliche Nutzer erzeugt werden, wäre dies wohl zu verschmerzen.

Die Anzahl der Tagesvignetten, die pro Jahr für ein Fahrzeug bezogen werden können, muss vom Zentralsystem begrenzt werden. Regelmässige ausländische Nutzer müssen jedenfalls über eine OBU verfügen oder die Smartphone-App verwenden.

Für Schweizer Nutzer darf die Pauschale nicht zur Verfügung stehen. Der Nutzer soll bei sehr langen Fahrten nicht die Möglichkeit erhalten, die pauschale statt die leistungsabhängige Abrechnung auszuwählen - auch dies ein Grund für das Geräte-Obligatorium.

4.2.2 Gelegentliche Nutzer im ÖV

Für den ÖV wurde für regelmässige Nutzer eine Be-In / Be-Out Lösung auf Basis der GNSS/CN Funktionen von Smartphones als bestgeeignet identifiziert. Der Besitz eines Smartphones kann nicht für alle Nutzer vorausgesetzt werden. Auch ist eine geeignete Zahlungsverbindung nicht für jeden ohne weiteres kurzfristig einrichtbar. Ein Obligatorium wie im MIV kann deshalb nicht angestrebt werden.

Im ÖV steht weiterhin das **Ticket** mit allen seinen Vertriebswegen - bedienter Schalter, Automat oder Internet - zur Verfügung. Allerdings gibt es Bestrebungen der öV-Branche bis 2025 die bisherigen Vertriebskanäle zu überdenken. Entsprechend ungewiss ist, ob bei einer Einführung von Mobility Pricing alle herkömmlichen Vertriebswege noch bestehen werden. Im **DV** bedingen die zeitlich variablen Preise allerdings eine gewisse **Kursbindung** wenn mit einem Ticket der korrekte Preis bezahlt werden soll. Der Nutzer kann selbstverständlich sich für den Komfort einer freien Zugwahl entscheiden, muss dann aber die hohen Spitzenzeiten-Preise in Kauf nehmen. In Verbünden muss er sich für ein Ticket entscheiden, das wahlweise den Tarif für Spitzenzeiten oder für Nebenzeiten hat. Da hier Einzeltickets zumeist direkt bei Fahrtantritt gelöst werden, kann nicht von Kursbindung gesprochen werden. Wechselt der Tarif während seiner Fahrt, so überzahlt der Nutzer im Regelfall. Diesen Nachteil muss er mit der manuellen Ticketing Lösung notgedrungen in Kauf nehmen. Die Überzahlung kann mit den höheren Vertriebskosten für ein Einzelticket gerechtfertigt werden.

4.3 Schlüsselfrage 3: Kontrolle und Ahndung

Die folgende Übersicht stellt die vorgeschlagenen Lösungen für MIV und ÖV sowohl für regelmässige Nutzer als auch für gelegentliche Nutzer dar.

	Regelmässige Nutzer	Gelegentliche Nutzer
MIV CH-Fahrzeuge	 GNSS/CN OBU (obligatorisch)	
MIV ausl. Fz.	 GNSS/CN OBU Smartphone App MIV	 Smartphone App MIV Tagesvignette
ÖV	 Smartphone App ÖV	 Ticket

Nun hängt die Eignung eines Gebührenerhebungssystems nicht nur von den verwendeten Erhebungsmitteln ab, sondern mindesten ebenso von der Durchsetzbarkeit der Gebühr. Eine Gebühr ist nur durchsetzbar, wenn die korrekte Bezahlung auch kontrolliert wird.

Bezüglich den Massnahmen zur Durchsetzung einer Gebühr wird zumeist von Enforcement gesprochen. **Enforcement** beinhaltet zwei Teile: die **Kontrolle** und die **nachgelagerte Ahndung**. Wichtig ist, dass für einen Nutzer es im Regelfall kostengünstiger ist, sich korrekt zu verhalten, als bei einer Widerhandlung erappt und gebüsst zu werden. Das Produkt aus der Bussenhöhe und der Wahrscheinlichkeit, kontrolliert und entdeckt zu werden, muss also grösser sein als der Preis für reguläre Nutzung.

Auf den Prozess der eigentlichen Ahndung, also der reinen Bezahlung der Busse nach einem festgestellten und bestätigtem Vergehen, wird hier nicht vertieft eingegangen, da es sich um einen auch sonst üblichen Vorgang handelt, der auf die grundsätzliche Machbarkeit von Mobility Pricing keinen Einfluss hat⁴³. Das Kernproblem eines erfolgreichen Enforcements liegt in der Sicherstellung einer genügend hohen Kontrolldichte zu akzeptablen Kosten und unter Wahrung der Privatsphäre des Nutzers.

4.3.1 Kontrolle im MIV

Die Kontrolle, dass der Nutzer sich entsprechend den Regeln verhält, insbesondere die Erfassung der Fahrleistung nicht verfälscht oder unterbindet, kann auf verschiedenen Arten erfolgen. Das Grundprinzip ist dabei immer dasselbe: Die vom Nutzer bzw. seinem Erfassungsgerät deklarierten Angaben werden **mit Daten aus anderen, unabhängigen Quellen verglichen**. Bei Diskrepanzen ergeben sich Hinweise auf eine mögliche Widerhandlung des Nutzers, bzw. auf Fehler der technischen Einrichtungen und Prozesse.



Abb. 6: Erfassung von unabhängigen

Daten

Bei einer Diskrepanz müssen zur Beurteilung des Sachverhalts genügend Daten (elektronische Auslesung, Bilder, Aussagen von Kontrollorganen) vorhanden sein, um eine Widerhandlung belegen oder ausschliessen zu können. Bei einer festgestellten Widerhandlung müssen die Daten hinreichend vollständig, korrekt zugeordnet und nachweislich gesichert sein, um als **Beweismittel** vor Gericht Bestand halten zu können.

⁴³ Obwohl sich im Detail, z.B. bei der Ahndung ausländischer Nutzer, Problemstellungen ergeben.

Hinsichtlich des Kontrollprozesses können vier Verfahren unterschieden werden:



Anhalten

Bei der Kontrolle durch Anhalten nimmt ein Kontrollorgan ein Fahrzeug aus dem fließenden Verkehr und überprüft am stehenden Fahrzeug, ob die Erfassung ordnungsgemäss stattfindet: das Erfassungsgerät läuft und die Fahrzeugdaten sind korrekt. Allfällige Diskrepanzen können vor Ort abgeklärt und gegebenenfalls Beweismittel festgehalten werden (Protokoll, Bilder).

Für eine Kontrolle bei einem flächendeckenden Mobility Pricing System ist Anhalten **als Grundverfahren nicht geeignet**. Es kann mit vernünftigem Ressourceneinsatz nicht die erforderliche Kontrolldichte erreicht werden. Auf wenig belasteten Strecken ist die Kontrolle mangels Verkehr ineffizient, auf hochbelasteten Strecken kann nur ein geringer Prozentsatz des Verkehrs kontrolliert werden. Zudem ist eine Ausleitung von Fahrzeugen nur an besonderen Stellen möglich und immer mit einem gewissen Unfallrisiko verbunden.

Eine **limitierte personelle Präsenz** vor Ort ist jedoch aus zwei Gründen **sinnvoll**: zum einen kommuniziert sie dem Nutzer, dass Kontrollen stattfinden, zum anderen ist sie die einzige realistische Möglichkeit, bei ausländischen Fahrzeugen die Ahndung durchzuführen – unabhängig davon ob sie mit einem Erfassungsgerät ausgerüstet sind oder nicht. Wird bei einem ausländischen Fahrzeug mit einem der (automatischen) Kontrollverfahren ein Vergehen festgestellt, so wird sein Kontrollschild auf eine Schwarze Liste (sog. „Blacklist“) gesetzt. Kontrollorgane können dann im Verkehr gezielt nach derart gelisteten Fahrzeugen suchen und die ausstehenden Gebühren bzw. Bussen erheben. Dies geschieht am effizientesten mit automatischer Kontrollschilderkennung und automatisierter Suche in der Liste bei entsprechend ausgerüsteten Kontrollequipen oder an festen Standorten an der Landesgrenze.

Aufzeichnen mit Abgleich per Kurzstreckenfunk

Die Masse eines Fahrzeuges (Länge, Breite, Höhe, Präsenz eines Anhängers), die Zahl der Achsen und das Kontrollschild können durch Laserscanner und Videotechnologien automatisiert im fließenden Verkehr gemessen werden. Zum Vergleich der so gemessenen Daten mit den Angaben des Erfassungsgeräts werden eine Kurzstreckenverbindung (DSRC)

zwischen der Kontrolleinrichtung und der OBU aufgebaut und die benötigten Daten gesichert ausgelesen. Treten Diskrepanzen auf, so werden alle ausgelesenen und gemessenen Daten, insbesondere auch digitale Bilder der Situation, gespeichert und zur Bearbeitung an die Zentrale übermittelt. Aus Datenschutzgründen werden unauffällige Datensätze sofort vor Ort gelöscht.

Kontrollanlagen können **stationär**, **versetzbar** oder **mobil** eingesetzt werden.



Abb. 7: Links: Stationäre Kontrollanlage LKW-Maut Österreich (Kameras, Scanner, DSRC)
Mitte: Versetzbare Kontrolle LKW-Maut Belgien (Kameras, Scanner, DSRC)
Rechts: Mobile Kontrolle der LSVA (Kameras, DSRC Antenne hinten am Dach)

[Quellen: ASFINAG, EFKON, OZD]

Stationäre Kontrollanlagen werden auf Querschnitten mit grossem Verkehr eingesetzt und stellen die korrekte Erfassung auf den Hauptrouten sicher. Versetzbare Kontrollen sollen ebenfalls an Strecken mit hohem Verkehrsfluss nicht vorhersehbare, effiziente Kontrollen ermöglichen. In beiden Varianten werden die erfassten Daten an die Zentrale übermittelt und dort manuell bewertet. Erst durch die Bestätigung durch einen geschulten Mitarbeiter wird aus einem Verdachtsfall eine Widerhandlung, die zur Ahndung weitergeleitet wird.

Mobile Kontrollen mit entsprechend ausgerüsteten Fahrzeugen ermöglichen eine automatisationsunterstützte Datenaufnahme im vorbeifliessenden Verkehr oder beim mit-schwimmen im Verkehr. Es werden so Verdachtsfälle identifiziert, die typischerweise gleich ausgeleitet und angehalten werden. Somit erhöht sich die Effizienz gegenüber der obigen einfachen Methode „Anhalten“, da nur mehr Fahrzeuge aus dem Verkehr gezogen werden, bei denen sich Probleme zeigen.

In allen LKW-Mautsystemen jeglichen Systemkonzepts, z.B. beim GNSS/CN System der deutschen LKW-Maut, dem DSRC System der LKW-Maut Österreich, oder bei der Schweizerischen LSVA, werden solche Kontrollanlagen eingesetzt. Die Anteile von stationären, versetzbaren und mobilen Anlagen sind dabei recht unterschiedlich und primär von der Grösse des zu überwachenden Netzes determiniert.

Die eingesetzten Sensortechnologien sind in verschiedenen Systemen je nach Anforderung, die sich aus dem Tarifschema des Gebührenkonzepts ergibt, etwas unterschiedlich ausgestaltet. Kern des Konzepts ist aber überall, dass die von der Strassenseite mit Sensoren gemessenen mit den per DSRC von der OBU ausgelesenen Fahrzeugeigenschaften abgeglichen werden. Das entsprechende DSRC Protokoll⁴⁴ ist standardisiert und in EETS-fähigen OBUs vorhanden.

Für die Kontrolle im Mobility Pricing gemäss dem erarbeiteten Gebührenkonzept ist dieses Kontrollverfahren mit Messung und Abgleich vor Ort **grundsätzlich geeignet**. Die strassen-seitige Kontrolleinrichtung kann die Art des Fahrzeugs, beispielsweise pflichtiger PW oder nicht pflichtiges schweres Fahrzeug, seine Grössenklasse (PW oder Bus) die korrekte

⁴⁴ Electronic Fee Collection -- Compliance Check Communication for Autonomous Systems, ISO 12813:2015

Funktion der Ortserfassung und Kommunikation, feststellen. Einzig nicht messbare Parameter wie die Emissionsklasse müssen auf anderem Wege kontrolliert werden.

Allerdings **versagt** das Kontrollverfahren **bei nicht mit einer OBU ausgerüsteten Fahrzeugen, also ausländischen Fahrzeugen**, die per Smartphone App oder Tagesvignette bezahlen, da hier kein DSRC zur Verfügung steht. Da für Schweizer Fahrzeuge ein OBU Obligatorium gilt, können sie jedoch gut kontrolliert werden. Um zu erkennen, dass ein Fahrzeug mit OBU ausgerüstet sein sollte und somit auf die DSRC Signale reagieren sollte, muss die Kontrollanlage auch eine Kontrollschilderkennung durchführen. Alle Fahrzeuge mit OBU sind im System registriert – inländische obligatorisch, ausländische bei der erstmaligen Anmeldung des Nutzers und seiner OBU.

Aus Sicht des **Datenschutzes** bietet das Verfahren den **Vorteil**, dass der Datenabgleich vor Ort stattfindet und nur begründete Verdachtsfälle aufgezeichnet und an die Zentrale gemeldet werden. Bei korrektem Verhalten des Nutzers und ohne anderweitige Diskrepanzen werden die Daten sogleich vor Ort gelöscht und die Präsenz des Nutzers bleibt dem zentralen System verborgen.

Aufzeichnen mit Abgleich in der Zentrale

Wenn **kein DSRC** zur Verfügung steht, kann obiges Verfahren in anderer Form angewendet werden. Wiederum stellen Sensoren strassenseitig fest, dass ein pflichtiges Fahrzeug mit bestimmten Eigenschaften die Stelle passiert hat. Der Abgleich der Daten erfolgt jedoch nicht vor Ort, sondern es werden die erfassten Daten **in die Zentrale übermittelt und abgeglichen**, sobald entsprechende Daten vom Fahrzeug eingelangt sind. Bei mit Smartphone ausgerüsteten Nutzern kann es evtl. einige Stunden dauern, bis der Datensatz zur betrachteten Fahrstrecke einlangt. Bei Nutzern mit Tagesvignette sollte bei korrektem Verhalten die Buchung schon vor Fahrtantritt in die Zentrale gelangen.

Dieses Verfahren muss sorgsam implementiert werden. Da für nicht mit OBU ausgerüstete Nutzer der Datenabgleich und das Auffinden allfälliger Diskrepanzen erst in der Zentrale stattfinden kann, werden auch vollständig korrekte Passagen erfasst, was zum einen ein grosses Datenvolumen bedingt und zum anderen aus Sicht des Datenschutzes bedenklich ist.

Das Datenvolumen sollte dabei zu meistern sein, da zum einen nur eine begrenzte Teilmenge der Nutzer betroffen ist, zum anderen nur stichprobenhafte Kontrollen erforderlich sind und die Kontrollquote den verfügbaren Kapazitäten bzw. der kommerziell sinnhaften Kontroll-dichte angeglichen werden kann. Zudem müssen in einem ersten Schritt nur kleine Datenmengen (Ort, Zeit, Kontrollschild, Masse, Achszahl) übertragen werden, da die erfassten Bilder auch lokal an der Kontrollanlage gespeichert bleiben können, und erst bei bestätigtem Verdacht an die Zentrale übermittelt werden müssen bzw. bei korrektem Abgleich vor Ort gelöscht werden können.

Dem Datenschutz kann insofern Rechnung getragen werden, dass in der Zentrale und lokal die Daten von konformen Nutzern sofort und nachweislich gelöscht werden. Institutionell müssten entsprechende Vorkehrungen getroffen werden.

Im LKW-Mautsystem Ungarns ist dieses Verfahren mit zentralem Abgleich der Kern des Kontrollsystems, da im Mautsystem viele GNSS/CN OBUs ohne DSRC Ausrüstung verkehren. In der Slowakei werden nach entsprechender Prüfung alle Arten von Telematikgeräten für die Maut zugelassen, die über GNSS und Mobilfunk verfügen, also neben echten Maut-OBUs (sowohl national wie EETS) auch Flottenmanagement-Geräte u.dgl.

Redundante Daten

Eine vierte Möglichkeit, die Erfassungsdaten zu verifizieren, besteht im Ausnutzen von vorhandenen Redundanzen. **„Fahrzeuge können nicht fliegen“**, d.h. für ein Fahrzeug muss immer eine durchgehende, lückenlose Route vorliegen. Bei flächendeckendem Mobility Pricing wie im Gebührenkonzept vorgesehen, dürfen Fahrtrouten grundsätzlich keine Lücken aufweisen, ausgenommen bei Grenzübertritt und an den Autoverladestationen. Nach einem Stopp sollte die Fahrt am selben Ort fortgesetzt werden.

Die Forderung **„keine Lücken“ ist wichtig**. Sie verhindert, dass die OBU bzw. das Smartphone nicht in Betrieb genommen bzw. ausgeschaltet werden, wenn der Nutzer davon ausgeht, dass auf einer Strecke keine Kontrolle stattfindet (Nebenstrecken oder Strassenabschnitte direkt nach einer Kontrolle). Insofern ist aus Sicht der Kontrolle ein GNSS/CN Systemkonzept zu bevorzugen, wo die Fahrtroute des Nutzers als dichte Folge von Orten an die Zentrale zum Map-Matching übermittelt wird und nicht ein System, wo dies in der OBU stattfindet, und nur summarische Informationen (gefahrte Kilometer pro Tag und Tarifzone) in die Zentrale gelangen, wo Lücken nicht mehr festzustellen sind.

Kontrollkonzept

Sowohl die Kontrollstrategie „Anhalten“ wie „Redundante Daten“ sind für sich alleine nicht hinreichend um als Basis der Kontrolle zu dienen. Anhalten ist nicht in der Lage, die nötige Kontrolldichte zu erzeugen, muss jedoch jedenfalls ein Element der Kontrollstrategie sein, um Präsenz zu markieren und vor allem um bei ausländischen Nutzern die Ahndung durchzuführen. Der Ansatz der Ausnutzung von Redundanzen in den Daten hingegen ist nicht in der Lage, Fahrzeuge zu entdecken, die ohne Ausrüstung unterwegs sind. Der Ansatz ist jedoch sehr mächtig - und vor allem automatisiert und kostengünstig - um Manipulationsversuche, vor allem die Unterdrückung der Erfassung bei ausgerüsteten Fahrzeugen (vornehmlich Inländer) aufzudecken und somit zu unterbinden.

Somit sind „Anhalten“ und „Redundante Daten“ effiziente Verfahren für bestimmte Einsatzfälle, müssen aber jedenfalls mit festen und versetzbaren bzw. mobilen Kontrollanlagen ergänzt werden.

Es verbleibt die Frage, ob der Abgleich der von den Kontrollanlagen erhobenen Daten vor Ort per DSRC oder zentral erfolgen soll. Der Einsatz von DSRC hat dabei folgende Vor- bzw. Nachteile:

Vorteile des Einsatzes von DSRC an Kontrollanlagen

- Besserer Datenschutz, da nur die Daten von Verdachtsfällen an die Zentrale übermittelt werden. Dieser vermeintliche Vorteil wird allerdings dadurch zunichte gemacht, da für die Erfassung ohnedies die komplette Fahrtroute des Nutzers an die Zentrale übermittelt wird (das Konzept des Map-Matching in der OBU wurde aus fraglicher Machbarkeit oben verworfen).
- Geringeres Datenaufkommen, da nur Verdachtsfälle an die Zentrale übertragen werden. Auch dieser Vorteil ist zu relativieren, da bei zentralem Abgleich zwar für jedes kontrollierte Fahrzeug Daten an die Zentrale gesandt werden, pro Fahrzeug aber nur geringe Datenmengen übertragen werden (Beweisbilder werden erst bei erhärtetem Verdacht übermittelt).

Nachteile des Einsatzes von DSRC an Kontrollanlagen

- DSRC ist für gelegentliche, ausländische Nutzer nicht verfügbar, da sie mit Smartphones bzw. Tagesvignette bezahlen. Für diese Nutzer muss ohnedies ein zentraler Abgleich stattfinden, was die Komplikation dualer Prozesse mit sich bringt.

- Der Einsatz von DSRC verhindert die Verwendung von GNSS/CN Geräten, die nicht eigens für die Gebührenerhebung installiert sind. Zwar verfügen alle GNSS/CN OBU's auch über DSRC (u.a. weil alle drei Technologien im EETS vorgeschrieben sind), dies jedoch bei Verwendung von GNSS/CN Daten aus anderen Quellen, beispielsweise aus künftigen vernetzten Fahrzeugen (sog. „connected car“), nicht der Fall.

DSRC weist somit keine grösseren Vorteile auf, behindert aber künftige Entwicklungen hin zur Nutzung von Daten, die mit der fortschreitenden Automatisierung und Vernetzung der Fahrzeuge eine Erfassung der Fahrleistung auch ohne dedizierte Pricing-OBU ermöglichen. Die Nutzung von DSRC in der Kontrolle wäre nur dann angezeigt, wenn der Datenschutz so hoch gewichtet würde, dass auch in der Erhebung keine detaillierten Fahrtrouten übermittelt werden dürften, also das Map-Matching in der OBU stattfinden müsste. Dies wurde jedoch oben wegen nicht gesicherter Machbarkeit verworfen.

Die Kontrolle ruht somit auf drei Säulen:

- Der flächige und dauernde Kontrolldruck wird im Zentralsystem erzeugt, indem die übermittelten Fahrtrouten auf Lücken geprüft werden.
- Dies wird ergänzt durch den stichprobenhaften Einsatz von festen Kontrollanlagen an viel befahrenen Standorten, sowie versetzbaren Anlagen (bzw. mobilen Equipen) im übrigen Netz, die die Kontrollschilder vorbeifahrender Fahrzeuge mit Zeit und Ort an die Zentrale melden. Dies dient primär der Kontrolle gelegentlicher, ausländischer Nutzer, die ansonsten beinahe risikolos ohne Registrierung und Bezahlung unterwegs sein könnten. Zusätzlich werden bei inländischen Nutzern der korrekte Betrieb der OBU und die Plausibilität der registrierten Fahrzeugklasse geprüft. Insbesondere wird unterbunden, dass die OBU's auf ganzen Fahrten (hin- und zurück) ausgeschaltet werden, was von einem Lücken-Algorithmus nicht entdeckt werden kann.
- Anhalten als dritte Säule dient ausschliesslich der Ahnung ausländischer Nutzer.

4.3.2 Kontrolle im ÖV

Im ÖV kann die Kontrolle grundsätzlich **wie heute stattfinden**. Auch bei der Erfassung mit dem Smartphone App kann im Verkehrsmittel wie beim Ticket geprüft werden, dass korrekt bezahlt wird.

Als Komplikation kommt allerdings hinzu, dass der Nutzer einer Erfassung mittels Smartphone sich nach einer Kontrolle vergleichsweise sicher sein kann, dass keine weitere Kontrolle stattfindet und er die ÖV App abstellen kann⁴⁵. Im ÖV sind im Unterschied zum MIV Lücken in der Erfassung durchaus möglich, da nicht wie bei einem Fahrzeug jegliche in der Schweiz zurückgelegte Distanz pflichtig ist, sondern nur die Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel.

Als Gegenmassnahme können stichprobenhafte Kontrollen bei oder kurz vor Ankunft dienen. Die Planung von Kontrollen muss im Fernverkehr geeignet angepasst werden. Eine wesentliche Erhöhung der Kontrolldichte oder des Personaleinsatzes gegenüber heute erscheint nicht notwendig.

⁴⁵ Dies ist auch heute schon für die Apps FAIRTIQ, Lezzgo plus und abilio der Fall.

4.4 Schlüsselfrage 4: Vertrieb, Service und Information

Für die Akzeptanz und die Betriebskosten eines Pricing Systems, und somit für seinen Erfolg, ist die Ausgestaltung der Nutzerprozesse von zentraler Bedeutung. Für die hier untersuchte grundsätzliche Machbarkeit ist jedoch die genaue Ausgestaltung nicht relevant. Sie bleibt einer späteren Detailplanung vorbehalten.

Vorgelagert zu den Prozessen der eigentlichen Gebührenerhebung müssen inländische wie ausländische Nutzer des Schweizer ÖV und MIV über das Mobility Pricing informiert werden. Der Nutzer benötigt vor allem Angaben zu folgenden Punkten:

- Was ist der Zweck des Pricings und wohin gehen die Einnahmen,
- Wer ist pflichtig, auf welchen Strecken,
- Was sind meine Mitwirkungsverpflichtungen,
- Wo erhalte ich die nötige Ausrüstung, bzw. welche Möglichkeiten gibt es,
- Was kostet meine Fahrt (Tarifrechner am Internet),
- Wohin kann ich mich bei Fragen wenden.

Für die Einführung der verbreiteten Gebührenerhebungssysteme im Schwerverkehr waren nur recht begrenzte **Informationskampagnen** erforderlich, da dieser professionelle Verkehr gut über die Berufsverbände erreicht werden kann. Für ein Mobility Pricing, das neuartig und flächendeckend ist, und zudem jede Bewegung jedes Einwohners im MIV und ÖV betrifft, ist eine gut geplante Kommunikationskampagne unabdingbar. Die Kosten während der Einführungsphase sind entsprechend hoch. Auch im späteren Betrieb müssen geeignete Kanäle zur Verfügung stehen, um Nutzer bei Fragen zu unterstützen.

Die eigentlichen **Erhebungsprozesse** sind in Abb. 8 dargestellt. Als erster Schritt muss sich der Nutzer im Mobility Pricing System registrieren.

Für **Fahrzeuge im MIV**, die mit einer OBU oder einem Smartphone ausgerüstet sind, sind folgende Registrierungsdaten erforderlich:

- Kontrollschild inkl. Länderkennung
- Alle Fahrzeugattribute, die als Bemessungsgrundlage für den Tarif notwendig sind, z.B. Fahrzeugart (PW, Bus), Antriebsart (Benzin/Diesel, Hybrid, Strom, andere), Emissionsklasse
- Zahlungsverbindung
- eine Adresse ist nicht zwingend erforderlich

Für ausländische, gelegentliche Nutzer, die eine Tagesvignette erwerben, muss beim Erwerb nur das Kontrollschild und die Tarifklasse angegeben und sogleich bezahlt werden.

Zu prüfen wäre, ob bei inländischen Fahrzeughaltern die Angabe der Fahrzeugdaten unterbleiben kann, da über das Kontrollschild die Fahrzeugdaten aus den Registrierungsdatenbanken der Kantone bzw. dem Fahrzeughalterregister des ASTRA entnommen werden können und so Übertragungsfehler bzw. absichtlich falsche Angaben vermieden werden können.

Nach der Registrierung muss sich der Fahrzeughalter eine OBU besorgen bzw. bei ausländischen Nutzern die Smartphone App in Betrieb nehmen (die allenfalls aber auch schon zur Registrierung genutzt wurde) bzw. die Tagesvignette erwerben. Erst nach diesen Schritten besteht die Berechtigung zur Fahrt. Vor jeder Nutzung muss sichergestellt sein, dass die Bezahlung auch erfolgen kann, d.h. dass das Zahlungsmittel belastbar ist. Bei einem

gesperrten oder ungültig gewordenen Zahlungsmittel verliert der Nutzer die Fahrberechtigung. Bei Nutzung des Strassennetzes muss der Nutzer seinen Mitwirkungsverpflichtungen nachkommen, d.h. die Betriebsbereitschaft von OBU bzw. Smartphone sicherstellen, bei Defekten so rasch wie möglich beheben lassen und zwischenzeitlich eine alternative Erfassungsmöglichkeit nutzen.⁴⁶ Die Kontrolle überprüft, ob der Nutzer seinen Verpflichtungen aus den genannten Prozessen nachgekommen ist.



Abb. 8: Grundprozesse der Gebührenerhebung aus Nutzersicht

Der Vertrieb der Erfassungsgeräte ist in der Detailplanung zu klären. Vorab muss geklärt werden, ob sich die OBUs im Besitze des Nutzers befinden oder ob sie – insbesondere angesichts des Obligatoriums und auch aus Akzeptanzüberlegungen – vom Betreiber gestellt werden. Wenn der Nutzer die OBUs selbst besitzt und selbst beschafft, hat das System grössere Flexibilität, da der Halter sich mit den am Markt verfügbaren zugelassenen Geräten nach seinen Bedürfnissen ausrüsten kann. Dies fördert Konkurrenz und Innovation.

Im ÖV ist der Ablauf grundsätzlich analog. Eine Registrierung des Nutzers selbst, d.h. mit Name und Adresse, ist nicht zwingend erforderlich, ausser wenn der Nutzer spezielle, personengebundene Tarife nutzen möchte, was allerdings nicht mit dem Mobility Pricing verbunden ist (Halbtax-Abo, Kinder-, Jugend oder Seniorenermässigung, u.dgl.).

4.5 Schlüsselfrage 5: Datenfluss und Datenschutz

Für das Design des Systems ist es wesentlich, zu klären, welche Daten wo gehalten und wo bearbeitet und gespeichert werden. Neben der technischen Machbarkeit, den Kosten und den betrieblichen Risiken beeinflusst der Datenfluss auch wesentlich das Datenschutzkonzept.

4.5.1 Datenfluss im MIV System

Im gewählten GNSS/CN Konzept werden als Basisdaten der Erfassung laufend die Positionen des Fahrzeugs erfasst. Diese Positionen müssen dann auf eine Strassenkarte abgebildet werden. Aus der so gebildeten Route werden die Fahrdistanz, die Tarifzone und der zum jeweiligen Zeitpunkt gültige Tarif bestimmt. Grundsätzlich können dieses „**Map-Matching**“ und die Tarifierung **in der OBU oder zentral** stattfinden.

Da gemäss Gebührenkonzept alle Strassen in der Schweiz vom Mobility Pricing betroffen sind, ist ein Map-Matching in der OBU (bzw. Smartphone) nur schwer zu tragbaren Kosten realisierbar. Der benötigte Speicherplatz für die Strassenkarte kann zwar in den OBUs durchaus realisiert werden, auch ist die benötigte Rechenleistung zu meistern – im Grunde handelt es sich bei der geforderten Funktionalität um dieselbe, wie in einem handelsüblichen Navigationsgerät. Allerdings ist der Anspruch an jederzeit aktuelle Kartendaten wesentlich höher. Dies erfordert häufige Updates der Kartendaten. Eine zentrale Verteilung der Daten ist sehr aufwändig und schwer zu beherrschen. Eine neue Version der Karte, die mindestens

⁴⁶ Auf Notfallszenarien wird hier nicht eingegangen. Typischerweise werden Störungen oder Defekte der Nutzerausrüstung über ein Call-Center abgewickelt, wo der Nutzer auch seine nicht erfassten oder geplanten Strecken deklarieren kann.

quartalsweise verteilt werden muss, würde die Mobilfunknetze am Morgen, wenn alle Pendler ihre Fahrzeuge in Betrieb nehmen, überlasten. Deshalb sind Strategien erforderlich, wie die Daten über einige Tage verteilt an die OBUs übertragen werden können. Da die OBUs nur bei Fahrt aktiv sind, ist es äusserst schwierig sicherzustellen, dass alle OBUs rechtzeitig die Updates erhalten. Aus rechtlicher Sicht ist es jedoch essentiell, dass alle Nutzer jederzeit korrekt bepreist werden.

Technisch ist somit zu bevorzugen, das Map-Matching und die Tarifierung zentral zu erledigen. Eine zentrale Karte gewährleistet, dass alle Nutzer auf der gleichen Basis tarifiert werden und kann zudem auch sehr kurzfristig z.B. mit Umleitungen, Strassensperren etc. aktualisiert werden. Zudem erlaubt eine zentrale Verarbeitung der Ortsdaten eine wesentlich bessere Qualitätskontrolle. Fahrtabschnitte, die mit dem automatischen Map-Matching nicht zweifelsfrei einer Strasse zugeordnet werden können, können manuell nachbearbeitet werden, und die Software-Algorithmen laufen verbessert werden. Die Datenmengen, die von der OBU zur Zentrale übermittelt werden müssen, sind vergleichsweise klein⁴⁷.

Ein wichtiges Argument für ein zentrales Map-Matching ist auch das Erkennen von Lücken. Zwar wäre auch die Software in der OBU in der Lage, Lücken in der Fahrtroute zu erkennen. Sie kann sie jedoch im Regelfall nicht selbst schliessen. Bei einer zentralen Verarbeitung kann eine erkannte Lücke entweder automatisch geschlossen werden, falls zweifelsfrei möglich, oder durch einen manuellen Bearbeiter. Grössere Lücken in den aufgezeichneten Fahrdaten bedürfen jedenfalls einer menschlichen Beurteilung. Der Bearbeiter kann analog einer Einkommenssteuererklärung im Sinne einer Veranlagung eine Korrektur vornehmen oder den Fall als mögliche Widerhandlung qualifizieren.

Die Fragestellung ist technisch komplex. Es kann jedenfalls davon ausgegangen werden, dass ein System mit zentralem Map-Matching technisch realisierbar ist und die Verarbeitungsprozesse gemeistert werden können. Alle bestehenden GNSS/CN LKW-Mautsysteme (Deutschland, Belgien, Slowakei) arbeiten nach diesem Prinzip. Deutschland hat bis zum 1. Juli 2018 das Map-Matching in der OBU erledigt, hat aber an diesem Datum mit der Vergrösserung des Netzes von 13'000km auf 40'000km auf zentrale Berechnung gewechselt.

Im Folgenden wird deshalb wegen der gesicherten Machbarkeit von einem zentralen Map-Matching ausgegangen. Ob ein Map-Matching mit dem anvisierten Netz mittelfristig auch dezentral in den OBUs durchgeführt werden könnte, müsste in vertieften Studien geprüft werden.

Nachteile von zentralem Map-Matching ergeben sich im **Datenschutz**. Bei Map-Matching in der OBU kann die genaue Fahrtroute in der OBU und somit in der Sphäre des Nutzers verbleiben. Die OBU übermittelt nur summarische Daten an die Zentrale („ich bin heute 27km Tarifstufe 1 und 5km Tarifstufe 2 gefahren“). Bei zentralem Map-Matching wird hingegen jegliche Bewegung des Fahrzeugs an die Zentrale gemeldet. Für den professionellen Schwerverkehr, wo der Fahrer im Regelfall im System nicht bekannt ist, ist dies in allen bestehenden Systemen akzeptiert worden. Für den MIV privater Nutzer hingegen müssen geeignete Massnahmen zum Schutz der Privatsphäre getroffen werden, siehe dazu das diesem Thema gewidmete Kap. 7.

⁴⁷ Beispielsrechnung zur Illustration: Ein Datenpunkt von 10 Byte Orts-/Zeitkoordinaten wird im Durchschnitt alle 5 Fahrtsekunden erfasst. Dies ergibt bei 4 Stunden durchschnittlicher täglicher Fahrt unkomprimiert 860kB Rohdaten pro Monat; nach verlustloser Kompression verbleiben in der Grössenordnung 100kByte. Eine Strassenkarte hat hingegen zumindest einige hundert MB.

4.5.2 Datenfluss im ÖV System

Beim Mobility Pricing im ÖV stellt sich dieselbe Frage: soll das Erfassungsgerät, also das Smartphone, selbst bestimmen, welcher Kurs benutzt wird, oder wird dies zentral aufgrund der übermittelten Positionen des Nutzers erledigt.

Das Smartphone ist nicht in der Lage, alle aktuellen Kurse in der Schweiz gespeichert zu haben. Vor allem in Zukunft, mit der zu erwartenden steigenden Dynamisierung des Angebots des öffentlichen Verkehrs, sind statische gespeicherte Daten nicht geeignet. Das Smartphone könnte jedoch an jedem Ort die lokal angebotenen Kurse in der Zentrale erfragen, und darauf basierend den genutzten Kurs bestimmen. Für dieses theoretische Konzept liegen allerdings noch keine Realisierungen vor. Die heute angebotenen Anwendungen FAIRTIQ, Lezzgo plus bzw. abilio übertragen alle die Positionen des Nutzers an eine Zentrale und nehmen dort die Tarifierung vor. Die grundlegende Machbarkeit kann somit als erwiesen betrachtet werden. Für Konzepte, die auf die Übermittlung der Position verzichten, wären vertiefte Untersuchungen und Versuche zur Beurteilung der Machbarkeit erforderlich.

Somit wird auch für den ÖV davon ausgegangen, dass die Position des Nutzers zu vergleichsweise kurzen Zeitabständen an eine Zentrale übertragen wird und dort die Tarifierung erfolgt. Lösungsansätze zur Wahrung der Privatsphäre des Nutzers werden ebenfalls in Kap. 7 untersucht.

4.6 Systemkonzept - Übersicht

Die vorangegangenen Kapitel haben die Schlüsselfragen zu einem Systemkonzept behandelt, das in der Lage sein soll, das zuvor definierte Gebührenkonzept umzusetzen. Zusammenfassend wird für die Zwecke der Machbarkeitsuntersuchung in den folgenden Kapiteln von folgendem Systemkonzept ausgegangen:

Mobility Pricing - Systemkonzept		
	Antworten - Festlegungen	
Schlüsselfrage	MIV	ÖV
Erhebungstechnologie	Inländische Fz. - GNSS/CN OBU obligatorisch Ausländische Fz. - Smartphone App MIV, - Tagesvignette (e-Vignette), - (GNSS/CN OBU für Vielfahrer)	Vielfahrer - Smartphone App ÖV Gelegentliche Nutzer - Ticket
Erhebungsprozess	GNSS/CN + Smartphone App MIV - Registrierung - GNSS/CN startet automatisch; App einschalten - Laufende Übermittlung der Position in die Zentrale - Zentrales map-matching und Tarifierung - Belastung Zahlungsmittel im Nachhinein Tagesvignette - Keine Registrierung erforderlich - Kauf einer eVignette für das Kontrollschild - Sofortige Bezahlung	Smartphone App ÖV - Registrierung - Einschalten der App bzw. Check-In - Laufende Übermittlung der Position an die Zentrale - Zentrales matching auf einen Kurs und Tarifierung - Belastung Zahlungsmittel im Nachhinein Ticket - Keine Registrierung erforderlich - Kauf Ticket über Vertriebswege wie heute - Kauf für Hochtarif/Niedertarif oder Kursbindung - Sofortige Bezahlung
Kontrolle und Ahndung	Ausnutzen der Redundanz der Daten («Lücken füllen») - Für GNSS/CN OBU und Smartphone App - Verhindert Ausserbetriebsetzen während der Fahrt Kontrollanlagen fest & versetzbar, Meldung an Zentrale - Für alle Erhebungstechnologien - Wichtig für ausländische Nutzer - Kontrolle OBU Funktion, Fahrzeugdaten bei Inländern Anhalten - Nur zur Ahndung ausländischer Fahrzeuge	Kontrolle im Verkehrsmittel - Wie heute - Kontrollstandard Kontrolle bei/vor Ankunft - Stichprobenhaft, verhindert frühzeitiges Abschalten

5 Machbarkeitsanalyse

5.1 Technische Machbarkeit

Für die Erfassungsgeräte auf Nutzerseite steht die technische Machbarkeit ausser Frage.

Die Aufgabenstellung ist im gewählten Systemansatz auch sehr einfach: kontinuierlich mit GNSS den Ort und die Zeit festhalten und nach einer gewissen Zeit an die Zentrale übermitteln. Im Erfassungsgerät ist lokal keine Verarbeitung erforderlich.

Geeignete **Fahrzeuggeräte** sind von mehreren Herstellern verfügbar. Die folgende Liste bezieht sich allerdings auf die heute am Markt für Mautsysteme für den Schwerverkehr auftretenden Firmen. Die Geräte sind für den Einsatz in Fahrzeugen ausgelegt⁴⁸ und nach den entsprechenden Vorschriften geprüft. Zudem enthalten alle neben GNSS/CN Funktionalität auch eine DSRC Schnittstelle, die im hier vorgeschlagenen Systemkonzept nicht benötigt wird.

Es gibt Varianten zur permanenten Montage, d.h. mit festem Anschluss an die Bordstromversorgung und solche zur Selbstmontage durch den Nutzer, mit Versorgung über den Zigarettenanzünder des Fahrzeugs. Die Geräte werden im Regelfall per Saugnapf oder Klebstreifen an der Windschutzscheibe befestigt. Das Nutzerinterface ist eher minimalistisch, aber für die Zwecke ausreichend: ein, zwei Tasten und ein eher einfaches Display.

Diese Geräte sind für alle im Gebührenkonzept genannten pflichtigen Fahrzeugarten geeignet, nur für Motorräder steht keine serienmässige Lösung zur Verfügung. Es gab in der Vergangenheit Ansätze für abnehmbare OBUs in Halterungen an der Lenkstange, allerdings nur für reine DSRC-OBUs, die keine externe Stromversorgung benötigen. Ein ähnliches Konzept wäre auch mit permanenter Versorgung mit einer steckbaren OBU realisierbar. Vergleichbare Geräte mit GPS/GSM sind zur Navigation für Motorräder verfügbar. Entsprechende Modelle für die Gebührenerhebungszwecke sind grundsätzlich machbar und müssten beschafft werden. Angesichts ihrer hohen Stückzahl, jedoch geringer Fahrleistung, wäre eine Ausnahme aus dem Fahrzeuggeräte-Obligatorium (OBU-Pflicht) zu überlegen.

Firmen, die in den letzten Jahren laufend grössere Stückzahlen für europäische GNSS/CN Mautsysteme für den Schwerverkehr geliefert haben, sind:

- Siemens (Deutschland)
- Continental (Deutschland)
- Kapsch TrafficCom (Österreich)
- Autostrade per l'Italia (Italien)
- Bosch (Deutschland)

Neben diesen langjährig stabil am Markt agierenden Herstellern sind vereinzelt auch weitere Hersteller aufgetreten (z.B. Magneti Marelli). Jedenfalls besteht ein aktiver Markt für OBUs. Bei einer flächendeckenden Ausrüstung der Schweiz wären mehrere Millionen OBUs zu liefern (siehe Kap. 6.2), was sicher auch weitere Hersteller anziehen würde.

Derzeit sind typische Losgrössen 100'000 Stück bis mehrere 100'000 Stück. Die Hersteller müssten ihre Herstellungskapazitäten entsprechend anpassen, was jedoch dank der sehr arbeitsteiligen Fertigung keinen wesentlichen Einfluss auf die Implementierungszeit hat. Hersteller beginnen ab Unterzeichnung des Liefervertrags parallel zur Designphase und Prototypenentwicklung Verträge mit Sublieferanten auszuhandeln.

⁴⁸ Sogenannte „automotive devices“, keine „consumer products“

Smartphones haben durchgehend GNSS/CN Funktionalität, mit schneller Akquisition des Ortes und hoher Positionierungsgenauigkeit, unter gleichzeitiger Verwendung mehrerer GNSS Systeme (GPS, GALILEO, GLONAS) zudem noch unterstützt durch Informationen aus den empfangenen WLAN Stationen. Auch das Nutzerinterface und die Datenübertragungsmöglichkeiten sind mehr als ausreichend. Einzig die Montage und die Stromversorgung sind problematisch, was aber keine Frage der technischen Machbarkeit ist, sondern eine des Nutzerverhaltens und somit der Erhebungsprozesse.

Für die nötige App gibt derzeit noch kein Beispiel. Technisch ist sie nicht sehr aufwändig, somit steht die Machbarkeit ausser Frage. Die betrieblichen Aspekte bergen jedoch einige Risiken, auf die weiter unten eingegangen wird.

Bezüglich der **zentralen Systeme** ist die Situation komplexer. Für den ÖV scheint ein entsprechendes Hintergrundsystem keine grösseren Risiken zu bergen. Es gibt keinen Grund, warum Lösungen wie **FAIRTIQ**, **Lezzgo plus** und **abilio** nicht skalierbar sein sollten.

Für den MIV ist die Herausforderung wesentlich grösser, vor allem wegen der anspruchsvollen Aufgabe des Map-Matchings. Hier bestanden vor wenigen Jahren noch Zweifel, ob ein zentrales Map-Matching überhaupt mit vernünftigem Aufwand an IT Ressourcen bewältigt werden kann.

Das seit 1. Juli 2018 in Betrieb nach dem Prinzip des zentralen Map-Matchings laufenden LKW-Mautsystem Deutschland hat bewiesen, dass diese Aufgabe zu meistern ist (auch ohne dass die Server-Landschaft des Betreibers Toll Collect bedeutend aufgerüstet wurde)⁴⁹. In Deutschland sind derzeit ca. 1 Million OBUs aktiv. In der Schweiz sind ca. 5 Millionen (abgabepflichtige) Fahrzeuge angemeldet, die jedoch wesentlich weniger häufig und weit fahren, als kommerzielle Lastwagen. Auch bei Einbezug ausländischer Fahrzeuge ist somit die geforderte Leistungsfähigkeit durch blosse Skalierung und somit zweifelsfrei erzielbar. Auch die Grösse des Strassennetzes ist beherrschbar: den 40'000km des pflichtigen Netzes in Deutschland stehen die 70'000km des Schweizer Strassennetzes gegenüber. Digitale Karten in der geforderten Auflösung und Genauigkeit sind bei Swisstopo, dem Bundesamt für Landestopografie, verfügbar.

Die **Enforcementausrüstung** für den MIV mit Kameras, Software zum automatischen Lesen des Kontrollschilds sowie Scanner für die Erfassung der Masse und Erkennung der Fahrzeugart (PW, Bus, LW) ist von mehreren Herstellern verfügbar (am bekanntesten: Vitronic, Kapsch TrafficCom, Autostrade per l'Italia, Eikon). Fest auf Überkopfportal installierte Anlagen funktionieren problemlos auch auf mehrstreifigen Autobahnen.

Das Risiko von **Systemausfällen** ist **beherrschbar**. Einzelne Systemkomponenten (OBU, Ticketautomat) können wie jedes technische Gerät ausfallen, was jedoch das Gesamtsystem nicht gefährdet. Wichtig ist allerdings, dass im detaillierten Systemdesign beachtet wird, dass alle Komponenten des Systems, die Nutzer-Interaktion haben, begrenzt offline-fähig sein sollten, damit zeitlich begrenzte Störungen in den Kommunikationsnetzen oder den zentralen Systemen aufgefangen werden können. Am kritischsten ist in dieser Hinsicht der Verkauf von ÖV-Tickets im DV, da dies offline nur mit Einschränkungen möglich ist. Für eine korrekte Tarifierung ist im Regelfall eine Verbindung zur umfangreichen NOVA-Datenbank erforderlich, die offline nur begrenzt gehalten werden kann. Da das Ticketing heute ohne nennenswerte Probleme funktioniert, kann auch dieser Aspekt als unkritisch betrachtet werden.

⁴⁹ Auch die bei Google Maps angebotene online Navigation funktioniert mit zentralem Map-Matching, was einen weiteren Hinweis auf die Machbarkeit des Konzepts gibt. Allerdings sind die Nutzerzahlen und die erforderlichen Serverkapazitäten nicht bekannt.

Kritischer als der Ausfall einzelner Komponenten wäre hingegen, wenn eine Funktion grossflächig, d.h. für viele Nutzer gleichzeitig, ausfällt.

Der Ausfall des GNSS kann heute als wenig relevantes Risiko betrachtet werden. Die drei Systeme GPS, GALILEO und GLONAS stehen redundant zur Verfügung und ein gleichzeitiger Ausfall ist höchst unwahrscheinlich (kriegerische Ereignisse, Sonnensturm). GNSS ist zudem eine kritische Infrastruktur unserer digitalen Gesellschaft geworden und ein Ausfall hätte weitreichende und gravierende Auswirkungen, sodass ein Ausfall des Pricings wohl nicht die erste Sorge wäre. Insbesondere der Finanzsektor, die Energieversorgung und die Kommunikationsnetze sind auf genaue GNSS Zeitsignale angewiesen [Strauß 2017]⁵⁰.

Ein zeitlich begrenzter Ausfall des Mobilfunks ist ebenfalls unkritisch, da sowohl die OBU als auch die Smartphone Apps im MIV und ÖV durchaus einige Zeit im offline-modus arbeiten können, und die aufgezeichneten Orts-/Zeitangaben währenddessen zwischenspeichern. Auch bei den zentralen Systemen sind Ausfälle von begrenzter Dauer aus demselben Grund unkritisch. Um Ausfälle auch bei grösseren Schadensereignissen wie Brand oder Überflutung des Rechenzentrums zu vermeiden bzw. zeitlich zu begrenzen, ist bei allen grossen Mautsystemen der Stand der Technik, dass die zentrale IT an zwei räumlich getrennten Rechenzentren redundant im „hot Stand-by“ aufgebaut ist.

5.2 Machbarkeit der Erhebungsprozesse

Die geforderte technische Leistungsfähigkeit der im Systemkonzept geforderten Komponenten steht heute ausser Zweifel. Risiken ergeben sich vielmehr auf Seiten der Erhebungsprozesse, vor allem auf Seiten des Nutzers, da hier noch keinerlei Erfahrungen vorliegen. Das Konzept eines flächendeckenden Mobility Pricings ist grundlegend neu.

Im ÖV bestehen zumindest flächendeckende Bezahlssysteme, auf denen aufgebaut werden kann, einzig die Dimension der Zeitabhängigkeit ist neu. Im MIV gibt es weltweit noch keine Beispiele für grössere Netze - geschweige denn alle Strassen - die distanzabhängig bepreist werden. Im MIV sind derzeit nur Vignetten (teilweise auch als eVignette), Autobahnmauten mit Mautstationen, aber ohne freien Verkehrsfluss, sowie städtische Mautsysteme verbreitet.

Trotz fehlender Beispiele besteht für den **MIV** an der Machbarkeit der Erhebungsprozesse für mit **OBU** ausgerüstete Nutzer **kein Zweifel** (zumindest wenn der Einführungsprozess überstanden ist, siehe unten). Die Registrierung und Abrechnung sind auch in anderen Systemen übliche Prozesse. Für die grosse Masse der inländischen Fahrzeuge entfällt die Registrierung sogar gänzlich. Auf die Abrechnung wird hier nicht weiter eingegangen, da sie auf vielfältige Weise ausgestaltet werden kann. Der eigentliche Erhebungsprozess findet ohne Zutun des Nutzers statt, da er automatisch von der OBU durchgeführt wird. Solange keine dynamischen Fahrzeugparameter vorgesehen sind (z.B. Präsenz eines Anhängers), muss der Nutzer keine Handlungen an der OBU vornehmen, ausser sich zu vergewissern, dass sie Erhebungsbereitschaft anzeigt („grün“ ist). Für Störungen oder Fragen muss ein Call Center eingerichtet werden.

Auch die **Tagesvignette** ist prozedural **einfach**. Der Vertrieb ist gut zu organisieren. Sie kann überall erworben werden, wo Internet zur Verfügung steht, insbesondere auch mobil via mittels Smartphone. Auch können Tankstellen und Kioske das Einbuchen einer eVignette als Dienstleistung anbieten (was bei der österreichischen eVignette auch der Fall ist).

⁵⁰ Für einen kurze Einführung siehe <https://rntfnd.org/2018/07/25/the-world-economy-runs-on-gps-it-needs-a-backup-plan-bloomberg-business-week/>

Eher **risikobehaftet** sind die Prozesse für gelegentliche, ausländische Nutzer, die die **Smartphone App** verwenden, um nicht eine Pauschale, sondern den korrekten Preis zu bezahlen. Hierfür gibt es noch keine Erfahrungen aus der Praxis. Die Nutzung stellt einige Ansprüche an den Fahrer: er muss

- die Schweizer Mobility Pricing App finden und laden,
- das Fahrzeug in der App korrekt registrieren,
- eine Zahlungsverbindung - de facto eine Kreditkarte – angeben, die verifiziert werden muss,
- das Smartphone im Fahrzeug geeignet befestigen und mit Strom versorgen, sowie
- die App bei Fahrtbeginn aktivieren (und evtl. bei Fahrtende deaktivieren).

Es ist damit zu rechnen, dass nicht alle Nutzer in der Lage (oder willens) sind, diese Schritte durchzuführen. Natürlich kann argumentiert werden, dass sie ja jederzeit auf die Tagesvignette ausweichen können. Dennoch ist auch bei guter Kommunikation an die Nutzer damit zu rechnen, dass Schwierigkeiten in der Nutzung auftreten werden, die sich dann in der Belastung der Hotline bzw. des Enforcements und ultimativ in der Akzeptanz niederschlagen. Um beurteilen zu können, welcher Art und wie intensiv Nutzungsprobleme einer derartigen App sind, müssten im Vorfeld der Einführung geeignete Feldversuche durchgeführt werden. Nutzerverhalten kann nicht am Reissbrett geplant werden. Ein grundsätzliches Systemrisiko besteht allerdings angesichts der begrenzten Nutzergruppe nicht, wohl aber ein Kosten- und Imagerisiko.

Im **ÖV** sind weniger Probleme mit der Nutzung des Apps zu erwarten, da sich schon heute alle Nutzer bewusst sind, dass für die Benutzung der Verkehrsmittel bezahlt werden muss. Für heutige Nutzer eines Tickets ist die App schlicht eine komfortable Form des Ticketbezugs. Heutige Nutzer eines Abos müssen sich hingegen etwas umstellen und bei Fahrtantritt eine Handlung vornehmen, nämlich die App bewusst zu aktivieren. Beides dürfte jedoch keine ernstzunehmende Hürde sein.

Betriebliche Erfahrungen mit Apps wie FAIRTIQ, Lezzgo plus und abilio, die ein automatisches Ticketing via Tracking bieten, werden derzeit gesammelt. Bis dato sind keine besonderen Probleme im Ablauf bekannt.

Für gelegentliche Nutzer, die weiterhin ein Ticket beziehen, ist die Umstellung etwas grösser, da die Fahrzeit geplant werden muss. Im DV ist die Kursbindung sicher gewöhnungsbedürftig, aber kein Grund, an der Machbarkeit zu zweifeln.

In Verbünden, mit Zonentickets, ist die Umstellung problematischer. Wenn der Kauf des Tickets – wie zumeist – direkt bei Fahrtantritt erfolgt, ist der Kauf unproblematisch, da die Hoch- bzw. Niedertarif automatisch berücksichtigt werden können. Ansonsten muss der Nutzer jedoch über die Tarif-Zeiten informiert sein.

Hauptproblem ist auch hier die Kommunikation, insbesondere die Information gelegentlicher Nutzer. Es ist nicht zu erwarten, dass alle Nutzergruppen vorab erreicht werden können. Insbesondere touristische Nutzer müssen bei Fahrtantritt geeignet durch Automaten unterstützt werden, um zu einem korrekten Ticket zu kommen.

5.3 Manipulationssicherheit und Machbarkeit der Kontrollprozesse

5.3.1 Risiken hinsichtlich Missbrauch und Manipulation

Um die Bezahlung der Gebühr zu vermeiden, kann der Nutzer entweder versuchen, die Erhebung zu unterbinden oder zu verfälschen.

Das **Unterbinden** der Erhebung geschieht am Einfachsten, indem das Erhebungsgerät nicht in Betrieb genommen bzw. abgestellt wird. Es ist eine der Hauptaufgaben der Kontrolle, solches Verhalten zu unterbinden. Im MIV ist es für den Nutzer vergleichsweise schwierig, die Erhebung abzuschalten, ohne entdeckt zu werden, da die Kontrolle auf Lücken der deklarierten Route dauerhaft angewendet wird. Nur bei Fahrten, wo sich Anfang und Ende am gleichen Ort befinden, versagt die Lückenerkennung. Allerdings geht der Nutzer bei seiner gesamten Fahrt das Risiko ein, von einer strassenseitigen Kontrolle entdeckt zu werden. Nur bei kleineren Fahrten im lokalen Umfeld ist für den Nutzer das Risiko abschätzbar. Sollten sich Hinweise ergeben, dass dieses Verhalten Schule macht, müssten Gegenmassnahmen ergriffen werden, z.B. indem die Nutzer eine OBU erhalten, die zusätzliche Sensorik enthält um solches Verhalten zu erkennen (wie z.B. wie bei der LSVA einen Bewegungssensor und eine Stützbatterie). Wie im Ausblick in Kap. 8 dargestellt, wird in Zukunft ein Abschalten nicht mehr möglich sein, da die Fahrdaten dann direkt von der integrierten Bordelektronik des Autos bezogen werden können.

Im ÖV entspricht das Unterbinden der Erfassung einem Fahren ohne Ticket und wird mit der heute gegebenen Kontrolldichte hinreichend gut unterbunden. Als zusätzliche Massnahme sind allerdings verstärkte Kontrollen beispielsweise kurz vor Erreichen des Ziels erforderlich, wie schon weiter oben erwähnt. Statistische Auswertungen des Nutzerverhaltens können die Effizienz der Kontrolle optimieren.

Ein **Verfälschen** der Erhebung ist wesentlich schwieriger als eine vollständige Unterbindung. Sowohl die Tickets im ÖV als auch die eVignette sind vor Manipulationen hinreichend geschützt, sei es durch besondere Gestaltung des Trägers (Papierticket) oder durch elektronische Massnahmen (Kryptografie, dynamische Elemente).

Das Verfälschen von GNSS Signalen⁵¹, um eine kürzere Route aufzuzeichnen, ist vergleichsweise schwierig. Zum einen bedarf es eines hohen Aufwands, um eine plausible Route zu erhalten, die in der Lückenerkennung unentdeckt bleibt. Zum anderen ist es technisch anspruchsvoll, GNSS Signale zu imitieren. Zudem fallen solche Manipulationen in strassenseitigen Kontrollen auf, wenn der deklarierte Ort nicht mit dem wahren Ort übereinstimmt. Solche Manipulationsversuche sind bis dato auch in keinem Mautsystem aufgetreten.

Eine andere Art der Verfälschung ist im MIV die Angabe von falschen Daten zum Fahrzeug bzw. im ÖV zur Person. Im MIV wird dies für Schweizer Fahrzeuge zuverlässig verhindert, indem die Daten aus den amtlichen Registern entnommen und nicht vom Nutzer deklariert werden. Bei ausländischen Fahrzeugen muss dies von der strassenseitigen Kontrolle unterbunden werden. Am schwierigsten gestaltet sich dies bezüglich nicht messbarer Parameter, wie der Emissionsklasse des Fahrzeugs. Erfahrene Kontrollorgane können die Emissionsklasse eines Fahrzeugs aus dem Fahrzeugtyp und der Modellreihe gut bestimmen, aber die Kontrolldichte ist diesbezüglich sehr gering. Sollten sich Hinweise ergeben, dass diese Fehldeklaration häufig versucht wird, müssten vor allem in der Nähe von Grenzübergängen verstärkte Kontrollen durchgeführt werden.

⁵¹ Sogenanntes „spoofing“, im Unterschied zum „spamming“ d.h. blockieren des GNSS Signals durch Störsender.

Die Erfahrungen aus allen Mautsystemen zeigen, dass echte Manipulationen, die rechtlich häufig als Urkundenfälschung zu bewerten wären, vergleichsweise selten vorkommen. Die häufigste Widerhandlung in allen Systemen ist schlicht, dass die fällige Gebühr nicht bezahlt wird, was hohe Kosten für die **Betreibung der Nutzer** mit sich bringt, aber nicht das System als solches grundlegend gefährdet.

5.3.2 Machbarkeit der Kontrollprozesse

An der Machbarkeit der Kontrollprozesse besteht grundsätzlich kein Zweifel. Im ÖV stellt sich die Kontrolle praktisch wie heute dar. Die Prozesse im MIV sind in anderen Mautsystemen erprobt und im Wesentlichen unproblematisch.

Im **ÖV** ändert sich am grundlegenden Kontrollprozess wenig zu heute. Nutzer mit Tickets und App werden wie üblich von mit den entsprechenden Lesegeräten ausgestattetem Personal auf der Fahrt kontrolliert. Wie schon erwähnt, sollte die Kontrolle nicht nur bei Fahrtantritt, sondern Stichprobenhaft auch bei Fahrtende erfolgen, was Anpassungen in der Kontrollroutine erfordert. Statistische Auswertungen im Betrieb helfen, die Kontrollen gezielt zu planen. **Unsicherheiten bezüglich** der Machbarkeit bzw. des **Kontrollaufwands** können sich eventuell aus dem wahrscheinlich zunehmenden Volumen an Nichtzahlern ergeben. Heute ist ein Grossteil der Nutzer insbesondere in den Verbünden des regionalen Verkehrs mit Abonnements ausgestattet. Beinahe 500'000 Nutzer verfügen sogar über ein Generalabonnement für die gesamte Schweiz⁵². Nutzer eines Abonnements haben ohne weiteres Zutun auf allen Fahrten im Gültigkeitsbereich ein „Ticket“. Sollten mit der Einführung des Mobility Pricing die Abonnements abgeschafft werden, wird sich die Anzahl der Nutzer ohne gültige Fahrberechtigung wahrscheinlich erhöhen. Der Umfang dieses Effekts lässt sich nur schwer abschätzen und ist ursächlich mit der Abschaffung von Abonnements verbunden, nicht mit der Einführung von Mobility Pricing an sich.

Im **MIV** kann die grosse Masse der Nutzer mit inländischen Fahrzeugen über die Prüfung auf lückenfreie Deklaration sehr gut kontrolliert werden. Die Kontrolle an festen oder versetzbaren Kontrollanlagen dient der Unterstützung. Die Kontrolldichte kann den Erfordernissen dynamisch angepasst werden. Auch die Kontrolle ausländischer Fahrzeuge ist durch strategisch gut platzierte Kontrollanlagen gut darstellbar.

Während die Grundprinzipien der Kontrolle bekannt und erprobt sind, ergeben sich offene Fragen im Zusammenhang mit dem grossen Volumen an Fahrzeugen. Der Prozess der Prüfung auf Lücken wurde noch nie in diesem Umfang eingesetzt und es bestehen keine Erfahrungen, wie viel manuelle Intervention erforderlich ist. Es ist davon auszugehen, dass ein gewisser Anteil der im Hintergrundsystem auf Vollständigkeit geprüften Routen Hinweise auf mögliche Verstösse enthält, und eine **manuelle Nachbearbeitung** erfahren muss. Der Umfang solch manueller Interventionen lässt sich kaum vorab schätzen, ist jedoch kritisch was den zu erwartenden Personalaufwand und somit die Kosten betrifft. Es ist zu empfehlen, diese Prozesse in **Feldversuchen** zu erproben, bevor ein flächendeckendes System ausgerollt wird.

⁵² <https://company.sbb.ch/de/medien/publikationen/geschaefts-nachhaltigkeitsbericht.html>

5.4 Einführungsprozess

Der Einführungsprozess lässt sich wie folgt gliedern:

	Phase / Inhalt	Bereich MIV / Dauer	Bereich ÖV / Dauer
A	Schaffung der gesetzlichen Rahmenbedingungen	Mehrjähriges Verfahren	
B	Information und Kommunikation	Durchgängig	
C.1	Abschluss Konzeption / Systemdesign und Beschaffungsstrategie	ca. 6 Monate nach Schaffung der gesetzlichen Grundlagen	
C.2	Erstellen der Ausschreibungsunterlagen und Durchführung des Beschaffungsverfahrens	2 bis 2.5 Jahre	1.5 bis 2 Jahre
C.3	Implementierung	2 bis 2.5 Jahre	1.5 Jahre
	• Systemaufbau	Mindestens 18 Monate	Mindestens 12 Monate
	• Probetrieb	3 Monate	3 Monate
	• Roll-out	Mindestens 6 Monate	Mindestens 3 Monate
D.1	Betriebsstart	Beide Systeme flächendeckend in der gesamten Schweiz Ein gemeinsamer Systemstart ist anzustreben	
D.2	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess	Fortlaufend während der gesamten Betriebsdauer	

Schaffung der rechtlichen Rahmenbedingungen

Die auszuarbeitenden Gesetze und Verordnungen bilden die rechtliche Verankerung des Gebührenkonzeptes (vgl. Kapitel 3).

Die Schaffung der rechtlichen Rahmenbedingungen wird mehrere Jahre in Anspruch nehmen, da insbesondere für den MIV eine Änderung der Bundesverfassung notwendig sein wird und damit eine Volksabstimmung erforderlich ist. Eine Verfassungsänderung tritt nur in Kraft, wenn sie von der Mehrheit des Stimmvolks und der Mehrheit der Kantone in einer Volksabstimmung angenommen werden.

Information und Kommunikation

Während der gesamten Verfahrensdauer wird eine klare Information und aktive Bekanntmachung des Mobility Pricings erforderlich sein um die Akzeptanz der Massnahmen zu fördern.

Sowohl im Vorfeld der erforderlichen Volksabstimmung als auch im Vorfeld des Betriebsstarts muss die Schweizer Bevölkerung und auch das nahe Ausland intensiv mit Informationen und Fakten zum Mobility versorgt werden. Zudem ist es auch notwendig, die Einführung des Mobility Pricings international zu kommunizieren und die Besucher der Schweiz frühzeitig über die Änderungen zu informieren. Auch die Tourismusbranche steht von der Herausforderung, das Schweizer Mobility Pricing den ausländischen Besuchern zu erklären.

Konzeption / Systemdesign und Beschaffungsstrategie

Basierend auf den rechtlichen Grundlagen wird das finale Systemkonzept erarbeitet. Die Bearbeitung sollte parallel zur Ausarbeitung der rechtlichen Grundlagen starten. Sowohl für

die politische Beratung als auch für die Information im Vorfeld der Volksabstimmung muss das Systemdesign für beide Bereiche bereits weitgehend definiert sein.

Die finale und detaillierte Ausarbeitung der beiden Systemkonzepte kann aber erst nach der Volksabstimmung bzw. nach Inkrafttreten der rechtlichen Grundlagen erfolgen. Hierzu gehört insbesondere auch die Definition der Beschaffungsstrategie.

Die Ausarbeitung des Systemkonzepts für den Bereich MIV wird aufgrund der Komplexität mehr Aufwand verursachen bzw. Zeit beanspruchen als die Ausarbeitung des Systemkonzepts für den Bereich ÖV.

Für beide Bereiche ist es möglich, sechs Monate nach Inkrafttreten der rechtlichen Grundlagen das Systemkonzept abzuschliessen und die Beschaffungsstrategie zu definieren. Voraussetzung dafür ist, dass eine schlagkräftige Projektorganisation mit klaren Entscheidungsstrukturen aufgebaut wird. Externe Unterstützung durch Fachspezialisten muss schon im Vorfeld beschafft werden. Es wird im Folgenden davon ausgegangen, dass nicht nur im MIV sondern auch im ÖV der Einführungsprozess zentral organisiert wird (analog ch-direct⁵³) und auch die Tarifierung grundsätzlich zentral erfolgt. Für den MIV wird die Projektleitung sinnvollerweise wohl bei einer Bundesbehörde liegen, für den ÖV müssen die Branchenorganisationen geeignet einbezogen werden.

Erstellen der Ausschreibungsunterlagen und Beschaffung

Die Dauer für die Ausarbeitung der Ausschreibungsunterlagen und für den gesamten Beschaffungsprozess wird für die beiden Bereiche unterschiedlich ausfallen.

- Für den **Bereich MIV** ist eine komplette Neubeschaffung sowohl für das Erfassungssystem als auch für das Kontrollsystem erforderlich. Die Beschaffung dieser beiden Systeme erfolgt üblicherweise in getrennten Verfahren, da unterschiedliche Lieferantengruppen angesprochen werden.
Die Dauer des gesamten Beschaffungsprozesses ist abhängig von der gewählten Beschaffungsstrategie. Die Erstellung der Ausschreibungsunterlagen wird mindestens ein halbes Jahr beanspruchen. Für ein zweistufiges Verhandlungsverfahren sollte ein Jahr von der Offerteinladung bis zur Abgabe der finalen Angebote eingeplant werden. Für die Auswertung der Angebote sind anschliessend mindestens drei Monate erforderlich. Als Reserve für Verzögerungen und allfällige Einsprachen ist es ratsam, mindestens ein halbes Jahr einzuplanen.
Die Beschaffungsphase für den Bereich MIV wird somit insgesamt 2 bis 2.5 Jahre beanspruchen.
- Für den **Bereich ÖV** sind in erster Linie Anpassungen bestehender Systeme erforderlich. Für die Erstellung der erforderlichen Ausschreibungsunterlagen und Detailspezifikation sollte ebenfalls mindestens ein halbes Jahr vorgesehen werden. Für die eigentliche Beschaffung erscheint angesichts des geringeren Umfangs und Schwierigkeitsgrades ein einstufiges Verfahren mit Präqualifikation zweckdienlich. Neun Monate Verfahrensdauer sollten ausreichend sein. Für die Auswertung der Angebote und als Reserven ist es ratsam, wie im Bereich MIV Reserven einzuplanen.
In Summe sollte die Beschaffung im Bereich ÖV innerhalb von 1.5 bis 2 Jahren abgeschlossen werden können.

⁵³ ch-direct ist ein Verein von Unternehmen des öffentlichen Verkehrs und fungiert als nationale Tariforganisation.
<https://www.ch-direct.org/de/ueberuns/Wer-ist-ch-direct/Der-Verein>

Implementierung

Die Implementierung kann in die Errichtung des Systems, den Probetrieb und - im Bereich MIV - den Rollout der Erfassungsgeräte unterteilt werden.

- Im **Bereich MIV** sollten für die Errichtung des **Erfassungssystems** mindestens 1.5 Jahre eingeplant werden. Die Erfahrung zeigt, dass die Design- und Programmierungsphase für die zentrale Datenverarbeitung zumindest ein Jahr beansprucht und weitere sechs Monate für Inbetriebnahme und Test vorgesehen werden müssen.
Die Fertigung der Erfassungsgeräte wird aufgrund der grossen erforderlichen Menge frühzeitig beginnen müssen. Der Roll-out der Erfassungsgeräte erfolgt aber erst nach erfolgreichem Abschluss des Probetriebs mit Testnutzern.
Der Probetrieb mit einer überschaubaren Fahrzeugflotte dient der Verifikation, dass das Erfassungssystem alle Anforderungen erfüllt und insbesondere die Software der Erfassungsgeräte reif für den Roll-out ist. Für den Probetrieb empfiehlt es sich, mindestens drei Monate einzuplanen.
Die Erstausrüstung der gesamten Schweizer Fahrzeugflotte mit einem Erfassungsgerät ist eine logistische Herausforderung und wird auch mit grossem Einsatz mindestens sechs Monate beanspruchen.
Die Errichtung des **Kontrollsystems** kann trotz der erforderlichen Baumassnahmen schneller vorangetrieben werden. Internationale Erfahrungen zeigen, dass ein Jahr ausreichend ist. Auch das Kontrollsystem sollte in den Probetrieb eingebunden werden. Das Zeitfenster des Rollouts der Erfassungsgeräte kann für die Optimierung des Kontrollsystems und für die Schulung des Personals in der manuellen Nachbearbeitung genutzt werden.
- Im **Bereich ÖV** sind die erforderlichen Systemanpassungen weniger aufwändig als eine Neubeschaffung. Durch die Anzahl der involvierten unterschiedlichen Systeme ist es empfehlenswert, grosszügige Zeiträume für die Implementierung einzuplanen und mindestens ein Jahr vorzusehen.
Der Probetrieb mit einer ausgewählten Nutzergruppe sollte ebenfalls mindestens drei Monate umfassen. Im Probetrieb sollten alle Systeme mit realer Abrechnung getestet werden, einschliesslich der Kontrolle. Neben der korrekten Funktionalität der ÖV-App muss auch die korrekte Ausgabe von Tickets über alle anderen Vertriebskanäle getestet werden. Weitere drei Monate sollten für die Optimierung des Systems vorgesehen werden.
Ein physischer Roll-out wie beim MIV ist im Bereich ÖV nicht notwendig. In den Monaten vor dem Betriebsstart ist aber eine Intensivierung der Öffentlichkeitsarbeit notwendig, damit möglichst viele Kunden beginnen, die ÖV-App schon vorgängig zu nutzen.

Betriebsstart

Grundsätzlich ist ein gleichzeitiger Betriebsstart des Mobility Pricings im MIV und ÖV anzustreben.

Ein mögliches Szenario wäre, den technischen Betriebsstart im Bereich ÖV vorzuziehen, die höhere Tarifierung während den Spitzenzeiten aber noch nicht anzuwenden. Der Nutzen einer vorgezogenen Inbetriebnahme sind einerseits das Erlangen von Betriebserfahrung und damit auch die weitere Optimierung des Systems und andererseits die Gelegenheit, eine höhere Anzahl Nutzer schon mit dem System vertraut zu machen. Auch die Kontrollprozesse könnten überprüft und verbessert werden.

Kontinuierlicher Verbesserungsprozess

Im laufenden Betrieb wird ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess zum Zuge kommen.

Die Systemoptimierung in der zentralen Datenverarbeitung und Datenverwaltung laufen für die Nutzer weitgehend unbemerkt im Hintergrund ab. Das Gleiche gilt auch für die auch Optimierung der strassenseitigen Kontrollinfrastruktur.

Für die Smartphone Apps werden periodisch Updates verfügbar sein, was für die Nutzer nichts Ungewöhnliches ist und zu den Standardprozessen bei der Nutzung von Smartphones gehört. Auch für die Erfassungsgeräte werden Software-Updates erforderlich sein. Diese werden direkt über die Mobilfunkschnittstelle übertragen. Im Rahmen der Spezifikation des Erfassungsgerätes und der Implementierung muss definiert werden, mit welchen Abläufen die Softwareverteilung erfolgt und welche Interaktionen des Nutzers hierfür allenfalls notwendig sind.

5.5 Bewertung der Risiken

Dieser Bericht soll die Machbarkeit eines Mobility Pricing Systems gemäss dem zugrunde gelegten Gebührenkonzept beurteilen. Mobility Pricing ist ein neues Konzept, das jedoch in weiten Teilen auf bekannten Grundbausteinen aufbaut. Die vorangegangenen Kapitel haben die prinzipielle Machbarkeit der Grundbausteine gezeigt. Hier werden nun die in den unterschiedlichen Projektphasen auftretenden Risiken aufgelistet und grob beurteilt.

Unter Risiko versteht man die Kombination aus der Eintrittswahrscheinlichkeit eines schädlichen Ereignisses und des potentiellen Schadensausmasses. Die folgende Tabelle beurteilt die Risiken in der Skalierung „sehr gering“ bis „sehr hoch“ für verschiedene gefährdende Ereignisse, gegliedert in die Projektphasen, und gibt Hinweise auf Massnahmen zur Reduktion des Risikos bzw. zur Minimierung des Schadensausmasses.

Bereich	Gefahr und Gegenmassnahmen	Risiko
Phase Systemdesign und Beschaffung		
MIV	Verzögerungen in der Konzeption Die Erstellung der Ausschreibungsunterlagen verzögert sich durch unklare Vorgaben bzw. verzögerte oder ausstehende Entscheide. - Beginn der technischen Konzeption schon während der Schaffung der gesetzlichen Grundlagen führt zu frühen Entscheiden. - Eine schlagkräftige Projektorganisation mit externer Unterstützung muss frühzeitig eingerichtet werden.	gering
ÖV	Verzögerungen in der Konzeption Die Erstellung der Ausschreibungsunterlagen verzögert sich durch unklare Vorgaben bzw. verzögerte oder ausstehende Entscheide. - Beginn der Konzeption schon während der Schaffung der gesetzlichen Grundlagen führt zu frühen Entscheiden. - Erhöhtes Risiko durch die grosse Anzahl der involvierten Stakeholder, Schnittstellen und Tarifsysteme bzw. Sonderregelungen	mittel
MIV	Verzögerungen im Beschaffungsprozess Der Beschaffungsprozess wird durch Einsprachen stark verzögert und der Einführungstermin ist gefährdet. - Zweistufiges Verfahren reduziert das Risiko - Zeitreserve von mind. 6 Monaten einplanen	hoch
ÖV	Verzögerungen im Beschaffungsprozess Verzögerung durch Einsprachen. - Klare Ausschreibungsunterlagen reduzieren das Risiko - Geringes Risiko wegen kleinem Beschaffungswert und Zeitreserven verglichen mit MIV	sehr gering
Phase Implementierung		
MIV	Funktion OBU OBU funktioniert technisch nicht wie vorgesehen bzw. Verzögerungen in der Produktion. - OBUs sind hardwareseitig ausgereift. Software verlangt mehr Aufmerksamkeit. Ein stringenter Abnahmeprozess und die Probetriebsphase senken das Risiko. - Produktionsvolumen ist gross. In der Ausschreibung sind entsprechende Anforderungen an die Hersteller hoch zu gewichten.	gering
MIV	Funktion MIV App MIV App erfüllt die Anforderungen nicht bzw. nicht in allen Situationen. - Die Anforderungen an die App sind vergleichsweise gering. Die Probetriebsphase senkt das Risiko. - Nutzerverhalten muss frühzeitig getestet werden und ins Design einfließen.	gering

MIV	Funktion Zentralsystem Die Errichtung der zentralen IT verzögert sich, wie in ähnlichen Projekten häufig geschehen. - Klare Ausschreibungsunterlagen reduzieren das Risiko. - Enge Begleitung der Implementierung, mit Phasentests - Probetrieb zum De-Bugging.	mittel
MIV	Funktion Kontrollsystem Die Kontrollanlagen erfüllen die Anforderungen nur ungenügend. - Die Technologie besteht bereits und wird in vielen Ländern eingesetzt. - Klare Spezifikationen reduzieren das Risiko von Verzögerungen	sehr gering
ÖV	Funktion ÖV App und der Vertriebswege für Gelegenheitsnutzer Die ÖV App bzw. die Vertriebswege für Tickets erfüllen die Anforderungen nicht hinreichend. - Die ÖV App ist eine relativ kleine Weiterentwicklung schon bestehender automatischer Ticketing Apps, allerdings für einen grossen Kundenkreis. - Nutzerverhalten muss frühzeitig getestet werden und ins Design einfließen - Ein Probetrieb ist essentiell; frühere Einführung noch ohne Mobility Pricing Funktionalität reduziert das Risiko	gering
ÖV	Funktion Zentralsystem Die Anpassung an den bestehenden IT-Systemen verzögert sich. - Die IT Systeme bestehen Grossteils bereits und erfordern nur Anpassungen - Enge Begleitung der Implementierung, mit Phasentests - Probetrieb zum De-Bugging.	gering
Phase Einführung und Betriebsstart		
MIV	Roll-Out der OBUs verzögert sich Engpässe in der Verteilung; Nutzer installieren die OBUs erst in der letzten Minute - Verteil-Logistik muss als wesentlicher Teil der Ausschreibung und der Implementierung gesehen werden. Beispielsweise müssen verschiedene Nutzergruppen Zeitfenster zu Installation erhalten - Aktive Kommunikation - Involvieren von Versicherungen oder Automobilclubs in den Verteilprozess -Auswirkungen gering, da Nutzer auch ohne OBU mit MIV App fahren können. Dies sollte in den ersten Wochen gestattet sein.	mittel
MIV	Unkooperative oder überforderte inländische Nutzer - Inländische Nutzer sind mit einer OBU ausgerüstet, die keine Aufmerksamkeit oder Bedienung erfordert - Extensive Kommunikation zu allgemeinen Nutzerfragen (Ausnahmen, Fahrzeug Ummeldung, Abrechnungsmodus; Dateneinsicht, ...)	gering
MIV	Unkooperative oder überforderte ausländische Nutzer - Ausländische Nutzer verfügen im Regelfall über keine OBU. Installation, Anmeldung und Nutzung des Apps erfordert Bereitschaft zur Kooperation. - Extensive Informationskampagnen; Zusammenarbeit mit ausländischen Institutionen - Tagesvignette bleibt ein wichtiger Bestandteil des Konzepts	hoch
ÖV	Unkooperative oder überforderte Nutzer - Risiko im allgemeinen gering, da Ticket als Option für in- wie ausländische Nutzer bestehen bleibt. - Für das ÖV App muss das Nutzerverhalten frühzeitig erprobt werden und ins Design einfließen. - Vorgezogener Start des ÖV-Apps als reine Ticketing-Anwendung, noch ohne Mobility Pricing Funktion	gering
Phase Betrieb		

MIV	Kontrollaufwand Die Kosten für die Kontrolle könnten signifikant höher sein als erwartet, wenn sich zeigt, dass Fehlverhalten der Nutzer gehäuft auftritt. - Das Kontrollsystem ist effizient, stark automatisiert und gut skalierbar. - Nutzer ausländischer Fahrzeuge können insbesondere an der Grenze gut automatisiert ausgeleitet und geahndet werden - Inwiefern sich Nutzer regelkonform verhalten werden, wird stark von der öffentlichen Diskussion und Meinungsbildung abhängen und lässt sich nur bedingt vorhersehen. Es gibt kaum vergleichbare Systeme für den MIV, aus denen Erkenntnisse gezogen werden könnten, deshalb verbleibt ein gewisses Risiko für zumindest temporär erhöhte Kosten.	mittel
ÖV	Kontrollaufwand - Im ÖV wird der Kontrollprozess gegenüber heute nur leicht modifiziert. - Falls mit dem Mobility Pricing keine Abonnemente sondern nur mehr Einzeltickets angeboten werden, kann die Missbrauchsquote und somit der erforderliche Kontrollaufwand deutlich ansteigen	hoch

Der überwiegende Grossteil der identifizierten Gefahren mündet in den üblichen Projektrisiken grösserer Neueinführungen und ist durch entsprechende vorbeugende Massnahmen und ein stringentes Projektmanagement **beherrschbar**. Es wurde kein Risiko als „sehr hoch“ eingestuft, bzw. als möglicherweise gefährdend für die Machbarkeit eines Mobility Pricings wie hier skizziert.

Als „hoch“ einzustufen sind Verzögerungen im grossen **Vergabeprojekt** der Beschaffung der Erhebungskomponenten für den MIV. Solche Verzögerungen sind nicht projektgefährdend, aber schwer zu beherrschen und zu kommunizieren. Es sollten im Projektplan unbedingt zeitliche Reserven für solche Verzögerungen eingeplant werden.

Ebenso als „hoch“ eingestuft wurden Risiken im Zusammenhang mit dem **Nutzerverhalten**. Ein falsch eingeschätztes Nutzerverhalten kann grosse ungeplante betriebliche Aufwendungen erforderlich machen. Im Regelfall sind diese jedoch temporär und können nach Anpassungen der Nutzerprozesse und vor allem nach intensiven Informationsmassnahmen reduziert werden.

5.6 Feldversuche, Demonstrationsbetriebe und Tests

Vor der Einführung einer so umfangreichenden Massnahme, wie hier untersucht, werden meist Feldversuche, Demonstrationsbetriebe oder Tests in verschiedenen Ausprägungen und mit unterschiedlichen Zielsetzungen durchgeführt. Es besteht keine einheitliche, klar definierte Begrifflichkeit für derartige Massnahmen im Vorfeld der eigentlichen Einführung. Es können jedoch im Wesentlichen drei Zwecke unterschieden werden:

- Erkenntnisgewinn
- Akzeptanzgewinn
- Funktionsnachweis

5.6.1 Versuche zum Erkenntnisgewinn

Unter „Versuch“ wird üblicherweise ein Experiment verstanden, das neue Erkenntnisse bringen soll. Ein Versuch wird grundsätzlich deshalb durchgeführt, weil das Ergebnis nicht vorhersehbar ist bzw. gewisse Vermutungen bestätigt werden sollen. Im Mobility Pricing können beispielsweise folgende Aspekte in Versuchen beleuchtet werden:

- **Primäre Wirkungen:** Wirkungen auf das Verhalten der Nutzer in verkehrlicher Hinsicht, einschliesslich unbeabsichtigter Wirkungen, wie Ausweichverkehre. Aus den Wirkungen lassen sich dann die zu erwartenden Effekte auf Verkehrsgeschehen, Volkswirtschaft, Raum, Umwelt, Einkommensverteilung, etc. ableiten.
- **Nutzerverhalten:** Allgemeines Verhalten der Nutzer z.B. gegenüber den eingesetzten Technologien, Verhaltensänderungen im Tagesablauf, etc.
- **Technologische Reife:** Versuche zur Beurteilung der Eignung, Zuverlässigkeit und Kosten einer Technologie bzw. eines Erhebungsprozesses.
- **Akzeptanz:** Einstellungen und Haltungen der Nutzer zu verschiedenen Ausgestaltungen von Pricing Massnahmen.

Angesichts ihres grundsätzlich experimentellen Charakters müssen Versuche in Umfang und Kosten begrenzt werden. Die Spannweite reicht von der Anwendung von Verkehrsmodellen zur Wirkungsprognose, über Laborversuche zur Analyse einer Technologie oder des Nutzerverhaltens bis zu Feldversuchen mit grösserem Nutzerkreis oder grösserem geographischem Perimeter zur Wirkungsanalyse oder Akzeptanzforschung.

Der vorliegenden Studie steht nicht zu, Aussagen zu wirkungs- oder akzeptanz-orientierten Versuchen zu machen. Aus dem Blickwinkel der Machbarkeit können jedoch bezüglich der Durchführung von Versuchen folgende Aussagen gemacht werden:

- Versuche zum **Nachweise der technologischen Reife** sind **nicht vonnöten**. Im vorliegenden Bericht wird ausführlich dargelegt, dass die erforderlichen Erhebungstechnologien sowohl für den MIV als auch für den ÖV schon heute vorhanden sind, ihre Zuverlässigkeit bestätigt ist und ein kompetitiver Markt für entsprechende Produkte besteht. Mobility Pricing ist mit dem Stand der Technik **zweifelsfrei realisierbar**.
- Wie im vorangegangenen Kapitel erläutert, können Versuche zum Nutzerverhalten im Vorfeld einer möglichen Realisierung helfen, das Implementierungsrisiko zu reduzieren. Insbesondere die **App**, die **für ausländische Nutzer im MIV** vorgesehen ist, stellt **ein neues Element** dar, das noch in keinem Gebührenerhebungssystem in vergleichbarer Ausgestaltung zum Einsatz kommt. Versuche mit Prototypen einer solchen Applikation könnten helfen, die Nutzerreaktionen bei Registrierung und Bedienung zu verstehen und die App, aber auch die damit verbundenen Prozesse (Nutzerinformation, Nutzeroberfläche des Apps, etc.) zu optimieren. Insbesondere für ungenügend informierte oder für wenig technik-affine Nutzergruppen könnte das MIV

App zu Schwierigkeiten führen.

Für das ÖV App stellt sich die Problematik nicht in gleicher Weise dar, da mit den jetzt in Einführung begriffenen e-Ticketing Apps schon Erfahrungen gemacht werden, und zudem die klassischen Vertriebswege weiterhin zur Verfügung stehen werden. Im Übrigen steht auch den Nutzern des MIV Apps als Rückfallebene bzw. Komfortvariante die Tagesvignette zur Verfügung, was die Problematik auch dort etwas entschärft.

- Feldversuche, oft auch als **Pilotversuche** bezeichnet, sind typischerweise Versuche grösseren Umfangs unter möglichst realen Bedingungen, die manchmal zur Analyse der erzielbaren Verhaltensreaktionen oder Wirkungen durchgeführt wurden. Wenn möglich werden dabei auch zentrale Parameter wie die Höhe der Tarife oder die zeitliche Veränderung der Tarife gezielt variiert, um vertiefte Erkenntnisse zu erlangen. Die Notwendigkeit solcher Versuche soll hier nicht kommentiert werden, allerdings sind aus dem Blickwinkel der Machbarkeit einige Einschränkungen zu beachten, die im folgenden Kapitel erläutert werden.

5.6.2 Demonstrationen zum Akzeptanzgewinn

Mit Pilotversuchen eng verwandt, aber mit anderer Zielsetzung, sind Demonstrationsbetriebe. Beiden gemeinsam sind ihre häufig vergleichsweise grosse Ausdehnung und die Anforderung, sie mit einem ausgereiften technischen System durchzuführen. Es handelt sich jedenfalls um eine Systemeinführung, wenn auch nur probeweise.

Demonstrationsbetriebe dienen primär dazu, bei Interessensgruppen wie der betroffenen allgemeinen Öffentlichkeit, den Interessensverbänden oder der Politik Akzeptanz zu schaffen, indem das System erfahrbar gemacht wird und insbesondere die verkehrlichen Wirkungen sichtbar und spürbar werden.

Bekanntestes Beispiel einer solchen Demonstration war die probeweise Einführung der „congestion tax“ in Stockholm von Januar bis Juli 2006. Die erzielten Effekte haben die Bewohner (vor allem des Umlandes) soweit überzeugt, sodass die folgende Volksabstimmung eine Mehrheit für die permanente Einführung des Systems fand und die Road Pricing Massnahme am 1. August 2007 auf permanenter Basis eingeführt wurde.

Für ein schweizweites System, wie hier untersucht, ist angesichts der hohen Kosten ein solches Vorgehen keine realistische Option. Auch eine Demonstration in einem begrenzteren geographischen Perimeter ist mit dem gewählten Gebührenkonzept praktisch kaum machbar. Zum einen fielen die Investitionen in die Entwicklung und Errichtung der zentralen Systeme praktisch schon in voller Höhe an, wie für das gesamte, schweizweite System. Auch die Ausrüstung einer hohen Anzahl von Nutzern bei vergleichsweise geringen Einnahmen (nämlich nur jene, die innerhalb des begrenzten Demonstrationsperimeters anfallen), machen solche Massnahmen prohibitiv teuer. Nicht zuletzt ergäben sich grosse Schwierigkeiten in den Erhebungsprozessen, da auch alle Nutzer, die von ausserhalb in den Demonstrationsperimeter einfahren oder diesen transitieren, mit einzubeziehen wären, ohne entsprechend ausgerüstet oder hinreichend informiert zu sein.

Wenn auf eine sichtbare Demonstration der Wirkung auf den Gesamtverkehr verzichtet werden kann, können auch Demonstrationen mit ausgewählten Nutzergruppen zielführend sein. Geeignete Nutzerkollektive könnten z.B. Benutzer von Elektrofahrzeugen oder von Fahrzeugen mit anderen alternativen Antriebsformen sein, wo ein zeit- und distanzabhängiges Pricing wie im hier zugrunde gelegten Gebührenkonzept zunächst als Substitut für die Treibstoffbesteuerung eingeführt werden und zugleich als Pilot für ein gesamthaftes Mobility Pricing dienen könnte.

5.6.3 Tests zum Funktionsnachweis

Wie schon mehrfach erwähnt, steht die Eignung der verfügbaren Erhebungstechnologien zur Umsetzung des Gebührenkonzepts ausser Zweifel. Während aus diesem Grund Versuche zum Erkenntnisgewinn oder zu Demonstrationszwecken unnötig sind, soll hier die Bedeutung von Tests in der **Phase der Einführung** betont werden. Im Unterschied zu „Versuchen“ haben diese Tests keinen experimentellen Charakter, sondern dienen der Verifikation, dass die technischen Komponenten in Hard- und Software, aber auch die betrieblichen Prozesse, den Erwartungen entsprechen und für den Realbetrieb geeignet sind.

Die Beschaffung der Komponenten des Gebährensystms erfolgt im Allgemeinen über öffentliche Ausschreibungen. Anbieter haben dabei in einer ersten Phase ihre Eignung nachzuweisen. Dies geschieht über die Angabe von **Referenzen**, in denen die Anbieter nachweisen, dass sie vergleichbare Projekte schon erfolgreich umgesetzt haben. Für diese Phase der Präqualifikation ist zu empfehlen, darauf zu verzichten, von den Anbietern Prototypen, Demonstrationsobjekte u.dgl. zu verlangen. Entsprechende Produkte sind immer entweder für andere Anwendung produziert worden bzw. frühe Prototypen und haben nur eine sehr begrenzte Aussagekraft über die Fähigkeiten eines Anbieters, ein Grossprojekt erfolgreich umzusetzen. Wesentliche Eigenschaften eines Anbieters dafür sind die Fähigkeit, projektspezifische Entwicklungen zeitgerecht zu leisten, grosse Projektteams zu führen, ein effizientes Fehlermanagement und Risikocontrolling einzurichten, mit dem Auftraggeber adäquat zu kommunizieren und auch die nötige Ressourcen- und Kapitalausstattung zu besitzen. In der Erstellung der Ausschreibung ist dementsprechend grosser Wert darauf zu legen, die Anforderungen an die Referenzen so zu gestalten, dass die wesentlichen Eignungskriterien erfasst werden und entsprechende Kompetenzen gefordert werden, ohne Marktteilnehmer unnötig auszuschliessen und den Wettbewerb zu verringern.

Auswahl und Zuschlag sollen somit nur nach Qualität der Referenzen, jedoch ohne Tests erfolgen. Nach Zuschlag muss jedoch der Auftraggeber das Projekt eng und in jeder Projektphase mit phasengerechten Abnahmehandlungen verfolgen. Mit Fortdauer des Projekts sind dies typischerweise die Abnahme des Pflichtenhefts, des Designkonzepts, der Prototypen und der Vorserie. Unabdingbar vor Inbetriebnahme ist schliesslich der Probetrieb mit realen Nutzern, wie in Kap. 5.4 ausgeführt.

Die Abnahmehandlungen müssen unbedingt schon in der Ausschreibung definiert werden, insbesondere was die Zuständigkeiten für die Durchführung von Tests und das Erbringen von Nachweisen betrifft, sowie die Kostentragung, falls Wiederholungen nötig sind. Misserfolge in der Implementierung von Grossprojekten sind häufig in ungenügender Begleitung durch den Auftraggeber oder in schlecht definierten Abnahmeprozessen zu finden.

6 Kosten für Errichtung, Einführung und Betrieb

6.1 Vorgehen und Rahmenbedingungen

Die Kostenschätzung stützt sich auf ein von Rapp Trans entwickeltes Kostenmodell, das bereits mehrfach für vergleichbare Kostenschätzungen eingesetzt wurde.

Das Kostenmodell wird jeweils auf die Aufgabenstellung angepasst und mit realen Marktpreisen, die Rapp Trans von mehreren internationalen Beschaffungsverfahren bekannt sind, befüllt. In der erarbeiteten Kostenschätzung sind Investitionskosten (CAPEX) und Betriebskosten (OPEX) getrennt berechnet. In der Kostenschätzung werden ausschliesslich die zusätzlichen Kosten, die durch die Einführung des Mobility Pricings entstehen, ermittelt, also die Differenz zu den heutigen Kosten.

Als Ergebnis resultieren somit die Kosten für den Systemaufbau, die durchschnittlichen jährlichen Betriebskosten und die Gesamtkosten über die betriebliche Laufzeit („total cost of ownership“).

Die Kosten für den MIV und den ÖV sind separat voneinander bearbeitet und dargestellt.

Für die Kostenschätzung wurde das Jahr 2030 als Referenzzeitpunkt herangezogen. Der grosse Zeithorizont erfordert die Festlegung einiger Rahmenbedingungen, damit die Kostenschätzung an Aussagekraft gewinnt und die Berechnungsbasis klar definiert ist.

Folgende Festlegungen wurden getroffen:

Gegenstand	Erläuterung
Preisbasis	Die aufgeführten Kosten pro Einheit stützen sich auf die heutige Preisbasis. Einzig bei spezifischer Hardware (vgl. nächster Punkt), wie z.B. das erforderliche Erfassungsgerät im MIV, wird von dieser Regel abgewichen.
Preisbasis spezifischer Hardware	Bei spezifischer Hardware, wie das Erfassungsgerät und beim Equipment für die strassenseitige Kontrolle, wird davon ausgegangen, dass diese Komponenten in Zukunft günstiger beschafft werden können als das heutzutage der Fall ist.
Teuerung / Kostenindex	Wird nicht berücksichtigt, da es zum heutigen Zeitpunkt nicht abschätzbar ist, ob bzw. wie im Verlauf der nächsten 10 Jahre eine allfällige Teuerung bzw. der Kostenindex sich entwickeln könnte.
Mengengerüst Nutzer	Beim Mengengerüst der Nutzer wird von den heutigen Werten und einem linearen Wachstum ausgegangen (gestützt auf die Veränderungen der letzten Jahre).
Runden	Im Mengengerüst werden gerundete Eingangsparameter verwendet.
Anzahl Betriebsjahre	Die Kostenschätzung wird für eine Betriebsdauer von 10 Jahren berechnet.
OPEX	Für die Berechnung der jährlichen Betriebskosten (OPEX) für Hard- und Software wird von einem praxisgeprüften Ansatz ausgegangen, dass jährlich 10% der Investitionskosten als OPEX aufgewendet werden. Diese 10% berücksichtigen auch eine allfällige Erneuerung von Hardware-Komponenten.
Kapital und Finanzierungs-kosten	Kapital- und Finanzierungskosten werden nicht berücksichtigt.
Amortisation	Die Amortisation wird nicht berücksichtigt.
Einnahmen	Die Einnahmen des geplanten Mobility Pricings sind derzeit nicht bekannt und haben auf die Kostenschätzung keine Auswirkung.
Aktuelle Erhebungskosten MIV	Mit der Einführung des Mobility Pricings werden im Bereich MIV die Erhebungskosten der heutigen Abgaben (teilweise) entfallen. Dies wird bei der Kostenschätzung nicht berücksichtigt.
Ohne MWSt.	Alle Kostenpositionen sind ohne Mehrwertsteuer ausgewiesen

6.2 Mengengerüst und Kosten für die Erhebung

Das Mengengerüst und die Kosten der Erhebung für den **MIV** basieren auf folgende Annahmen und Überlegungen:

Gegenstand / Komponente	Menge – Horizont 2030	Kosten 2030 ⁵⁴ [CHF]	Erläuterung
MIV – Inländische Fahrzeuge / Nutzer			
Anzahl inländische Fahrzeuge mit OBU	5'900'000		Für die Kostenschätzung werden folgende Fahrzeugarten berücksichtigt: • Personenwagen • Motorräder Die Lieferwagen wurden in der Kostenschätzung nicht berücksichtigt, da diese in der Wirkungsanalyse nicht berücksichtigt wurden. Motorrädern wurden nur jene berücksichtigt, die mit einem weissen Kontrollschild ausgestattet sind. Ausgehend von der Ende 2017 angemeldeten 5'269'342 Fahrzeuge⁵⁵ wird von einem linearen Wachstum von jährlich 50'000 Fahrzeuge ausgegangen. Für das Jahr 2030 werden somit 5,9 Millionen abgabepflichtige Fahrzeuge in der Schweiz angenommen.
		OBU 50 CHF	Alle abgabepflichtigen inländischen Fahrzeuge (inkl. Motorräder) werden unabhängig von der technischen Ausrüstung des Fahrzeuges, der Antriebsart und dem Alter des Fahrzeuges mit einem spezifischen Erfassungsgerät ausgerüstet. Die Kosten pro Erfassungsgerät werden mit 50 CHF veranschlagt, was nur ungefähr 50% der derzeit zu erwartenden Kosten beträgt. Die Begründung dieser optimistischen Annahme liegt in der hohen Stückzahl, die beschafft werden muss, zukünftig kostengünstigere Komponenten und eine weitere Optimierung in der Fertigung der Erfassungsgeräte.
		Logistik pro OBU 5 CHF	Zusätzlich zu den Hardwarekosten kommen noch Logistikkosten von 5 CHF pro Erfassungsgerät für die Personalisierung und Logistik / Distribution der Erfassungsgeräte hinzu.
	1	Zentrale Datenverarbeitung / Proxy 50 Millionen CHF	Die zentrale Datenverarbeitung MIV umfasst die gesamte Hard- und Software, welche die von den Erfassungsgeräten aufgezeichneten und übermittelten Daten verarbeitet. Die von den Erfassungsgeräten übermittelten Bewegungsdaten werden im Back-Office zu Abrechnungsdaten verarbeitet. Nebst der Berechnung der Fahrleistung und dem Abgabebetrag wird mittels einer Plausibilisierung der Bewegungsdaten auch eine systeminterne Kontrolle der aufgezeichneten Daten durchgeführt. Die Kosten für die Hardware und die gesamte Entwicklung der Back-Office Applikation – der Proxy – werden mit 50 Millionen CHF veranschlagt.

⁵⁴ Zellen ohne Farbe: Errichtungskosten - CAPEX

Zellen in hellgelb: Betriebskosten - OPEX

⁵⁵ <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeuge/fahrzeuge/strassenfahrzeuge-bestand-motorisierungsgrad.html>

	1	Schnittstellen 5 Millionen CHF	Die Kosten für die Definition und Ausgestaltung der Schnittstellen der zentralen Datenverarbeitung zu Dritten (primär Zahlungsmittelherausgeber) werden mit 5 Millionen CHF veranschlagt.
OPEX – Zentrale Datenverarbeitung / Proxy - MIV		10% der CAPEX	Für den technischen Betrieb, Nachführung, Updates, Verbesserungen und Anpassungen Zentrale Datenverarbeitung / Proxy werden jährlich Kosten im Umfang von 10% der Errichtungskosten berücksichtigt.
Mutationen pro Jahr – inländische Nutzer	10% der Fahrzeuge 590'000	pro Mutation 24 CHF	Bei 10% der Fahrzeuge fällt im Verlauf eines Jahres eine kostenverursachende Mutation an. Hierzu gehören Änderung der erfassten Fahrzeugdaten bei Ersatz eines Fahrzeuges, präventiver Ersatz von OBUs (die sich der maximalen Lebensdauer nähern), der Ersatz von defekten oder zerstörten OBUs, etc. Änderungen von Nutzerdaten (z.B. neue Adresse) werden durch den Nutzer in einem Self-Care Portal vorgenommen. Für diese Arten von Mutationen fallen systemseitig keine Kosten an. Die durchschnittlichen Kosten einer Mutation werden mit 24 CHF veranschlagt. Hierbei ist auch der Ersatz der OBUs bei 20-30% der Fahrzeuge inkludiert.
Zuwachs pro Jahr – inländische Fahrzeuge	50'000	pro OBU 50 CHF	Auch während der Betriebsdauer wird von einem linearen Wachstum von 50'000 Fahrzeugen pro Jahr ausgegangen. Die Kosten für die zusätzlichen Erfassungsgeräte bleiben für die gesamte Betriebsdauer konstant bei 50 CHF.
		Logistik pro OBU 5 CHF	Auch die Logistikkosten verbleiben während der Betriebsdauer bei 10 CHF pro OBU.
Anzahl OBU – inländische Fahrzeuge	Ø pro Jahr 6'175'000		Ausgehend von den 5'900'000 abgabepflichtigen Fahrzeuge und einem jährlichen Zuwachs von 50'000 Fahrzeuge ergibt über die 10 Jahre gerechnet eine durchschnittliche Anzahl inländische Fahrzeuge mit OBU von 6'175'000.
		CRM Kosten pro OBU und Jahr 18 CHF	Für jede OBU muss ein Kundenkonto angelegt werden. Für die Führung des Kundenkontos, Rechnungslegung und allgemeine Service-Dienstleistungen fallen jährliche Kosten in der Höhe von durchschnittlich 18 CHF pro OBU an.
MIV – Ausländische Fahrzeuge / Nutzer			
Abgabepflichtige ausländische Fahrzeuge	6'000'000		Die Anzahl abgabepflichtige ausländischen Fahrzeuge wurde primär von der Anzahl im Ausland und an der Grenze verkaufte Autobahn-Vignetten (Nationalstrassen-abgabe) abgeleitet ⁵⁶ . 2017 wurden ca. 4.5 Millionen Vignetten an der Grenze und im Ausland abgesetzt. - Ein Aufschlag von 20% berücksichtigt die Anzahl ausländischer Fahrzeuge, die nur das untergeordnete Strassennetz benutzen und deswegen keine Vignette kaufen (ca. 900'000 Fahrzeuge) Gesamt: 5.4 Millionen Fahrzeuge - Der Zuwachs an grenzquerende Fahrzeuge (bis 2030) wird mit einem zusätzliche Aufschlag von 10% veranschlagt (ca. 540'000 Fahrzeuge) Gesamt: 6.0 Millionen Fahrzeuge
	5% der ausländ.		Nur ein geringer Anteil der ausländischen Fahrzeuge wird über ein Erfassungsgerät verfügen.

⁵⁶ Interne Zahlen von der Eidgen. Zollverwaltung - EZV.

Anteil / Anzahl ausländische Fahrzeuge / Nutzer mit OBU	Fahrzeuge 300'000		Ausländische Nutzer eines Erfassungsgerätes sind primär Berufspendler, die sehr häufig, wochentags praktisch täglich, das Schweizer Strassennetz benutzen.
		pro OBU 50 CHF	Die Kosten pro OBU für ausländische Nutzer werden ebenfalls mit 50 CHF veranschlagt.
		Logistik pro OBU 10 CHF	Die Kosten für die Logistik des Erfassungs-gerätes werden für die ausländischen Nutzer etwas höher auf 10 CHF angesetzt.
Mutationen pro Jahr – ausländische Fahrzeuge mit OBU	10% der ausländ. Fahrzeuge mit OBU 30'000		Auch bei ausländischen Fahrzeugen fallen im Verlauf eines Jahres kostenverursachende Mutationen (vgl. oben) an. Die Anzahl Mutationen beträgt 10% der ausländischen Nutzer mit einem Erfassungsgerät.
		pro Mutation 30 CHF	Die Kosten für eine Mutation werden für die ausländischen Nutzer ebenfalls etwas höher auf 30 CHF angesetzt.
Zuwachs pro Jahr - ausländische Fahrzeuge mit OBU	5% der ausländ. Fahrzeuge 15'000		Während der Betriebsdauer wird mit einem kleinen Zuwachs von ausländischen Nutzer mit Erfassungsgerät gerechnet. Der Zuwachs beträgt 5% des Anfangswerts der ausländischen Nutzer mit einem Erfassungsgerät.
		pro OBU 50 CHF	Die Kosten für die zusätzlichen Erfassungsgeräte bleiben für die gesamte Betriebsdauer konstant bei 50 CHF pro Erfassungsgerät.
		Logistik pro OBU 10 CHF	Auch die Logistikkosten verbleiben für die gesamte Betriebsdauer konstant bei 10 CHF pro OBU.
Anzahl OBU – ausländische Fahrzeuge	Ø pro Jahr 382'500		Ausgehend von den anfänglich 300'000 ausländischen Fahrzeuge mit einer OBU und einem jährliche Zuwachs von 15'000 Fahrzeuge ergibt über die 10 Jahre gerechnet eine durchschnittliche Anzahl ausländischer Fahrzeuge mit OBU von 382'500.
		CRM Kosten pro OBU und Jahr 24 CHF	Die Kosten für das CRM werden für die ausländischen Nutzer ebenfalls etwas höher auf 24 CHF angesetzt.
Anteil ausländische Fahrzeuge / Nutzer mit MIV-App	90% der ausländ. Fahrzeuge 5'400'000		Es ist anzunehmen, dass die Mehrheit der ausländischen Nutzer das einfach zu bedienende Smartphone-App verwenden wird. Für die Verwendung der MIV-App wird eine Registrierung erforderlich sein und somit ein Kundenkonto eingerichtet werden.
	1	Kosten MIV-App Front-End 3.0 Millionen CHF	Die Entwicklung der Smartphone MIV-Applikation wird als nicht sonderliche komplex eingestuft. Die Applikation muss auf diversen Betriebssystemen laufen können. Die Kosten für die gesamte Entwicklung der Nutzerseitigen Software (Front-End) inkl. allen erforderlichen Schnittstellen werden mit 3 Millionen CHF veranschlagt.
	1	Kosten MIV-App Proxy 5.0 Millionen CHF	Wesentlich mehr Aufwand wird die Programmierung der Datenverarbeitung im Back-Office verursachen. Die von den Smartphones aufgezeichneten Bewegungsdaten werden im Back-Office zu Abrechnungsdaten verarbeitet. Die Kosten für die gesamte Entwicklung der Back-Office Applikation – der MIV App Proxy - inkl. allen erforderlichen Schnittstellen werden mit 5 Millionen CHF veranschlagt.
OPEX – MIV-App - MIV		10% der CAPEX	Für den technischen Betrieb, Updates, Verbesserungen und Anpassungen der MIV-App werden jährliche Kosten im Umfang von 10% der Errichtungskosten berücksichtigt.

Jährlicher Zuwachs an ausländischen Fahrzeugen / Nutzern mit MIV-App	10% vom Anfangs-wert (vgl. oben) 540'000		Während der Betriebsdauer wird es einen kontinuierlichen Zuwachs von ausländischen Nutzern geben, welche die MIV-App verwenden. Es wird von einem Zuwachs von 10% des Anfangswerts der ausländischen Nutzer mit MIV-App ausgegangen.
Durchschnittliche Anzahl MIV-App Nutzer pro Jahr	Ø MIV-App Nutzer pro Jahr 8'370'000		Ausgehend von den anfänglich 5'400'000 ausländischen Nutzern mit MIV-App und einem jährlichen Zuwachs von 540'000 Nutzern ergibt über die 10 Jahre eine durchschnittliche Anzahl MIV-App Nutzer von 8'370'000.
		CRM Kosten pro Nutzer und Jahr 4 CHF	Für Führung des Kundenkontos, Abrechnung, Servicedienstleistungen fallen jährliche CRM Kosten an. Diese werden auf 4 CHF angesetzt.
Anteil ausländische Fahrzeug mit e-Tagesvignette	5% der ausländ. Fahrzeuge 300'000		Die e-Tagesvignette wird für die meisten Nutzer im Vergleich zur distanzabhängigen Gebühr verhältnismässig teuer sein. Es wird angenommen, dass nur eine Minderheit die e-Tagesvignette nutzen wird. Zudem wird es auch im Jahr 2030 Nutzer geben, die nicht über ein Smartphone verfügen, nicht über ausreichende Smartphone-Affinität besitzen oder aus anderen Gründen die Entrichtung der Abgabe mittels der e-Tagesvignette bevorzugen.
		CRM 0 CHF	Bei den Nutzern, welche die e-Tagesvignette verwenden, entstehen für das CRM keine Kosten, da keine Registrierung von Nutzerdaten erforderlich bzw. vorgesehen ist. Der Nutzer erfasst einzig das Fahrzeugkennzeichen und den Geltungstag. Anschliessend bezahlt der Nutzer die Abgabe mit einem der zugelassenen Zahlungsmittel.
	1	Kosten Anpassung WEB-Shop 100'000 CHF	Gemäss Bundesratsbeschluss vom 21. November 2018 soll die bestehende Klebevignette durch eine e-Vignette ergänzt werden ⁵⁷ . Es kann somit davon ausgegangen werden, dass im Jahre 2030 ein WEB-Shop für Vignetten-Produkte zur Verfügung stehen wird. Für die Zwecke der e-Tagesvignetten werden voraussichtlich kleinere Anpassungen erforderlich sein. Die Kosten für die Anpassungen des WEB-Shops werden mit 100'000 CHF veranschlagt.
	1	Kosten Anpassung Back-Office HW & SW 300'000 CHF	Für die Verwaltung der e-Tagesvignetten sind im Back-Office nur minimale CRM Funktionalitäten erforderlich. Die Kosten für die Anpassungen der bestehenden Hard- und Software (vgl. oben) für die e-Tagesvignetten und den Schnittstellen zum Kontrollsystem werden 300'000 CHF veranschlagt.
	1	Kosten Anpassung Back-Office Schnittstellen 100'000 CHF	Die Kosten für die Anpassungen der Schnittstellen des e-Tagesvignetten Back-Offices zu Dritten werden mit 100'000 CHF veranschlagt.
OPEX - e-Tagesvignetten - MIV		10% der CAPEX WEB-Shop	Für den technischen Betrieb, Updates, Verbesserungen und Anpassungen des e-Tagesvignettensystems werden jährlich Kosten im Umfang von 10% der Errichtungskosten berücksichtigt.

⁵⁷ <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-73041.html>

Das Mengengerüst und die Kosten der Erhebung für den **ÖV** basieren auf folgende Annahmen und Überlegungen:

Gegenstand / Komponente	Menge – Horizont 2030	Kosten ⁵⁴ [CHF]	Erläuterung
ÖV Nutzer mit CRM			Für das Mobility Pricing ÖV müssen sich die ÖV Nutzer registrieren und es wird ein Kundenkonto angelegt. Das CRM umfasst die Erfassung, die Pflege und Nachführung aller relevanten Nutzerdaten und alle für die Abrechnung erforderlichen Prozesse.
Anzahl potentielle inländische Nutzer mit CRM – Inland	8'000'000		Die Anzahl potentieller inländischer Nutzer des ÖV setzt sich zusammen aus der gesamten Bevölkerung - minus Kinder bis 6 Jahre, die kein Ticket brauchen und somit kein CRM erfordern - minus Leute, die den ÖV nicht nutzen können - altersbedingt, mobilitätsein-geschränkte Personen, etc. - minus Leute, die ausschliesslich MIV verwenden; Ausgehend von der aktuellen Bevölkerung von 8.5 Million wird erwartet, dass die Bevölkerung bis 2030 auf ca. 9.5 Millionen anwachsen wird ⁵⁸ . Aufgrund der Reduktion durch Nutzer ohne CRM bzw. jenen die den ÖV nicht benutzen, wird von ca. 8 Millionen potentiellen inländischen ÖV Nutzern im Jahr 2030 ausgegangen.
Anzahl zusätzliche inländische ÖV Nutzer mit CRM	4'700'000		Derzeit verfügen annähernd 3.0 Millionen Leute über ein GA oder Halbtaxabonnement und sind heute bereits CRM-Nutzer ⁵⁹ . Dieser Wert wird bis ins Jahr 2030 um schätzungsweise 10% anwachsen und 3.3 Millionen betragen. Basierend auf den 8.0 Millionen potentieller inländischer ÖV Nutzer, minus den 3.3 Millionen, die bereits als CRM-Nutzer erfasst sein werden, verbleiben 4.7 Million inländische Nutzer, die zusätzlich CRM-Kosten verursachen werden.
Anzahl ausländische ÖV Nutzer mit CRM	1'000'000		Die Anzahl ausländische ÖV Nutzer mit CRM Bedarf ist schwer abzuschätzen. Für die Kostenschätzung wird von mindestens 1.0 Million ausländischer Nutzer ausgegangen.
Gesamthaft zusätzliche Nutzer ÖV mit CRM	5'700'000		Für die Kostenschätzung wird somit von gesamthaft mindestens 5.7 Millionen Nutzern ausgegangen, die zusätzlich zu den heutigen Halbtax- und GA-Nutzer erfasst und bewirtschaftet werden müssen.
Jährlicher Zuwachs ÖV Nutzer mit CRM	250'000		Der jährlicher Zuwachs von ÖV Nutzern wird verhältnismässig hoch angesetzt und auf jährlich 250'000 angenommen. Dieser Zuwachs berücksichtigt sowohl inländische als auch ausländische Nutzer.
Anzahl ÖV Nutzer pro Jahr	Ø ÖV Nutzer pro Jahr 7'075'000		Ausgehend von den anfänglich 5'700'000 zusätzlichen Nutzern mit CRM und einem jährlichen Zuwachs von 250'000 Nutzern ergibt sich über 10 Jahre eine durchschnittliche Anzahl Nutzer von 7'075'000.
		Kosten für CRM pro ÖV Nutzer pro Jahr 4 CHF	Für die Führung des Kundenkontos, Abrechnung, Servicedienstleistungen fallen jährliche CRM Kosten an. Diese werden auf 4 CHF pro Jahr angesetzt.

⁵⁸ Vgl. <https://www.raonline.ch/pages/edu/ur3/chstat02a001.html>

⁵⁹ Vgl. SBB Geschäfts- und Nachhaltigkeitsbericht 2017; <https://company.sbb.ch/de/medien/publikationen/geschaefts-nachhaltigkeitsbericht.html>

Smartphone App und Anpassungen ÖV-Tarifsystem			
Smartphone App Mobility Pricing ÖV	1	Kosten ÖV-App 2.0 Million CHF	Die Entwicklung der Smartphone ÖV-Applikation ist eine Weiterentwicklung der bereits bestehenden automatischen Ticketing Applikationen. Ebenfalls vergleichbar mit dem derzeitigen Angebot, werden mehrere ÖV-Apps am Markt verfügbar sein. Als Kosten für die Weiterentwicklung des Front-Ends inkl. allen erforderlichen Schnittstellen wurden pauschal 2 Millionen CHF veranschlagt.
	1	Kosten Zentrale Datenver- arbeitung ÖV 5.0 Million CHF	Wesentlich mehr Aufwand wird die Anpassung der erforderliche Hard- und Software für die zentrale Datenverarbeitung verursachen. Die von den Smartphones aufgezeichneten Buchungen werden im Back-Office zu Abrechnungsdaten verarbeitet. Die Kosten für die gesamte Entwicklung der Back-Office Applikation inkl. allen Schnittstellen werden pauschal mit 5 Millionen CHF veranschlagt.
Anpassungen am ÖV-Tarifsystem	1	4 Millionen CHF	Die erforderlichen Anpassungen am ÖV-Tarifsystem (NOVA ⁶⁰) umfassen primär die unterschiedliche Tarifberechnung während den festgelegten Spitzenzeiten. Die Anpassung der Tarifberechnung betrifft alle Kurse, die während den festgelegten Spitzenzeiten verkehren und ist somit verhältnismässig aufwändig. Die Kosten für diese Anpassungen sind derzeit schwer abschätzbar und werden mit 4 Millionen CHF bewusst hoch angesetzt.
	1	10 Millionen CHF	Die erforderlichen Anpassungen der Vertriebsplattformen aller Transport-unternehmungen verursachen ebenfalls signifikante Kosten. Diese Anpassungen betreffen alle Transportunternehmen bzw. Verkehrsverbünde in der Schweiz ⁶⁰ . Auch die Kosten für diese Anpassungen sind derzeit schwer abschätzbar und werden mit 10 Millionen CHF bewusst hoch angesetzt.
Reklamationsmanagement			
Applikation - Bearbeitung von Nutzeranfragen / Reklamationen, etc.	1	2 Millionen CHF	Für die Bearbeitung von Nutzeranfragen und Reklamationen ist eine zusätzliche Applikation erforderlich, die auf die CRM-Datenbank und auf die zentrale Datenverarbeitung / Proxy zugreifen kann. Die Kosten für diese Applikation sind schwer abschätzbar und werden mit 2 Millionen CHF bewusst hoch angesetzt.
Arbeitsplatz - Bearbeitung von Nutzeranfragen / Reklamationen, etc.	25		Für die Bearbeitung von Nutzeranfragen und Reklamationen werden zusätzliche 25 Arbeitsplätze eingerichtet.
		Ausrüstung pro Arbeits- platz 5'000 CHF	Für die Einrichtung und Ausrüstung dieser Arbeitsplätze werden 5'000 CHF veranschlagt.

⁶⁰ NOVA: neue ÖV Anbindung; Das Preissystem Schweiz umfasst alle Teilnehmer im Schweizer Verkehrsmarkt, derzeit die ca. 248 Transportunternehmen, 16 Tarifverbünden, einem Verkehrsverbund (Zürcher Verkehrsverbund ZVV) und einem verbundübergreifenden System (Z-Pass).

6.3 Mengengerüst und Kosten für die Kontrolle

Das Mengengerüst und die Kosten für die Kontrolle für den **MIV** basieren auf folgende Annahmen und Überlegungen:

Gegenstand / Komponente	Menge – Horizont 2030	Kosten [CHF]	Erläuterung
MIV - Strassenseitige Infrastruktur			Die strassenseitige Infrastruktur ist primär für die Kontrolle der korrekten Entrichtung der ausländischen Nutzer erforderlich. Die inländischen Nutzer werden primär durch die Plausibilisierung der durch das Erfassungsgeräte erfassten Daten überwacht und kontrolliert. Die veranschlagten Kosten für die Kontrollkomponenten sind 20-30% tiefer angesetzt, als die derzeit gängigen Marktpreise. Die Begründung dieser optimistischen Annahme liegt in der Erwartung, dass bis im Jahre 2030 die Sensorik für die Erfassung der Daten signifikant günstiger beschafft werden kann.
Fixe Kontrollstationen	80	600'000 CHF	An strategisch gewählten Standorten werden fixe Kontrollstationen errichtet, die beide Fahrrichtungen abdecken. Hierzu gehören ca. 40 Standorte in der Nähe von stark befahrenen Grenzübergängen, damit der grenzquerende Verkehr erfasst werden kann. Im Landesinneren werden ebenfalls ca. 40 Kontrollanlagen sowohl auf dem Nationalstrassennetz als auch auf stark befahrenen Hauptstrassen angeordnet. Diese insgesamt 80 Standorte bilden eine Matrix mit einer ausreichenden Abdeckung um eine möglichst flächendeckende Kontrolle mittels Plausibilisierung der erfassten Daten sicherzustellen.
Versetzbare Kontrollstationen	50	80'000 CHF	Zur Ergänzung der Kontrollmatrix werden zusätzlich versetzbare Kontrollstationen eingesetzt. Aus betrieblichen und wirtschaftlichen Gründen wurde die Anzahl auf 50 Einheiten fixiert.
Kontrollfahrzeuge	50	100'000 CHF	Für die Ahndung und optischer Präsenz der Kontrolle sind zusätzlich Kontrollfahrzeuge vorgesehen. Aus betrieblichen und wirtschaftlichen Gründen wurde die Anzahl auf 50 Einheiten fixiert.
Applikation zentrale Nachbearbeitung von Verstösse	1	8'000'000 CHF	Für die zentrale Nachbearbeitung der Verstösse, die von den fixen und versetzbaren Kontrollanlagen erfasst werden, ist eine Applikation erforderlich, die auf die CRM-Datenbank und auf die zentrale Datenverarbeitung (Proxy) zugreifen kann. Zudem sind auch Schnittstellen zu ausländischen Behörden für die Ermittlung fehlbarer Nutzer erforderlich.
Arbeitsplatz zentrale Nachbearbeitung von Verstösse	50		Für die manuelle Nachbearbeitung von aufgezeichneten bzw. ausgewerteten Verstösse werden insgesamt 50 Arbeitsplätze eingerichtet. Alle Arbeitsplätze greifen auf die gleiche zentrale Applikation zu.
		Ausrüstung pro Arbeitsplatz 5'000 CHF	Für die Einrichtung und Ausrüstung dieser Arbeitsplätze werden 5'000 CHF veranschlagt.
OPEX - MIV – Kontrollsystem		10% von den CAPEX	Für den technischen Betrieb, Wartung und Instandhaltung des Kontrollsystems MIV werden jährlich Kosten im Umfang von 10% der Errichtungskosten berücksichtigt.

Das Mengengerüst und die Kosten für die Kontrolle für den **ÖV** basieren auf folgende Annahmen und Überlegungen:

Gegenstand / Komponente	Menge – Horizont 2030	Kosten [CHF]	Erläuterung
ÖV – Zusatzkosten für die Kontrolle			Für die Kontrolle im ÖV werden weiterhin Handgeräte eingesetzt, die mit dem derzeit eingesetzten ELAZ (Elektronischer Assistent Zugpersonal) vergleichbar sind.
Anpassungen Applikation Handgerät / ELAZ	1	1'500'000 CHF	Die derzeit verwendete Applikation wird nicht alle Anforderungen für die Kontrolle des Mobility Pricings ÖV erfüllen. V.a. für die Kontrolle der zeitbasierten Buchungen bzw. die Kontrolle, dass ein Ticket für einen spezifischen Kurs gültig ist, werden Anpassungen erforderlich sein. Für dieses Software-Update, Anpassung von Schnittstellen, Testen der Applikation, Distribution auf alle bestehenden Geräte wird ein Aufwand von 1.5 Millionen veranschlagt.
Zusätzliche Handgeräte	250	pro Handgerät 2'000 CHF	Für die Aufstockung des Kontrollpersonals werden 250 zusätzliche Handgeräte beschafft.
OPEX - MIV – Kontrollsystem		10% von den CAPEX	Für den technischen Betrieb, Updates, Verbesserungen und Anpassungen des Kontrollsystems ÖV werden jährlich Kosten im Umfang von 10% der Investitionskosten berücksichtigt.
OPEX - Jährliche Beschaffung Handgeräte	20	pro Handgerät 2'000 CHF	Jedes Jahr werden zusätzliche Handgeräte beschafft. Die Kosten bleiben über die ganze Betriebsdauer unverändert bei 2000 CHF

6.4 Kosten für Information und Kommunikation

Das Mengengerüst und die Kosten Information und Kommunikation für den **MIV** basieren auf folgende Annahmen und Überlegungen:

Gegenstand / Komponente	Menge – Horizont 2030	Kosten 2030 [CHF]	Erläuterung
Information & Kommunikation - MIV			Im Vorfeld der Einführung des Mobility Pricings MIV wird eine umfangreiche Öffentlichkeitsarbeit erforderlich sein.
Information & Kommunikation – MIV	1	5 Millionen CHF	Mittels den klassischen Informations- und Kommunikationsmassnahmen müssen die Nutzer im Vorfeld über die Einführung des Mobility Pricings MIV informiert werden. Bei den ausgewiesenen 5 Millionen CHF handelt es sich wiederum um zusätzliche Kosten, die in Ergänzung zu den regulären Ausgaben für Information & Kommunikation aufgewendet werden müssen.
OPEX - Information & Kommunikation – MIV	1	1 Million CHF	Sobald das Mobility Pricings in Betrieb ist, können die Informations- und Kommunikationsmassnahmen kontinuierlich reduziert werden. Im laufenden Betrieb werden durchschnittlich 1 Million CHF pro Jahr vorgesehen.
Internetseite - MIV	1	1 Million CHF	Für das Mobility Pricing MIV muss eine spezifische Internetseite eingerichtet werden. Diese Internetseite muss alle erforderlichen Information für den Nutzer umfassen und in einer Vielzahl von Sprachen angeboten werden. Die Kosten für den WEB-Shop der Tagesvignette sind separat ausgewiesen. Die WEB-Site wird voraussichtlich in der www.admin.ch Domain eingebettet sein. Die geschätzten Kosten von einer Million CHF sollten für die Erarbeitung der Inhalte und deren Übersetzung auskömmlich sein.
OPEX - Internetseite - MIV	10% der CAPEX	100'000 CHF	Für Pflege und Nachführung der Internetseite – MIV werden im laufenden Betrieb Kosten von mindestens 100'000 CHF berücksichtigt.
Call-Center - MIV	1	1 Million CHF	Für das Mobility Pricing MIV muss ein Call Center als zentrale Anlaufstelle für Auskünfte und Kundenbetreuung aufgebaut werden. Die geschätzten Kosten von einer Million CHF umfassen primär die Erarbeitung der Knowledge-Database und Bereitstellung der Systemumgebung.
OPEX Knowledge-Database - ÖV	10% der CAPEX	100'000 CHF	Für Pflege und Nachführung der Knowledge-Database werden im laufenden Betrieb Kosten von mindestens 100'000 CHF berücksichtigt.

Das Mengengerüst und die Kosten Information und Kommunikation für den ÖV basieren auf folgende Annahmen und Überlegungen:

Information & Kommunikation ÖV			Im Vorfeld der Einführung des Mobility Pricings ÖV wird eine umfangreiche Öffentlichkeitsarbeit erforderlich sein.
Information & Kommunikation - ÖV	1	5 Millionen CHF	Vgl. Information & Kommunikation – MIV Der Umfang und die Kosten werden analog der MIV-Kampagne angenommen

OPEX Information & Kommunikation – ÖV	1	1 Million CHF	Sobald das Mobility Pricings in Betrieb ist, können die Informations- und Kommunikationsmassnahmen kontinuierlich reduziert werden. Im laufenden Betrieb werden durchschnittlich 1 Million CHF pro Jahr vorgesehen.
Internetseite – ÖV	1	0.5 Million CHF	Vgl. Internetseite – MIV Die WEB-Site wird voraussichtlich in einer bestehenden ÖV-Schweiz Domain eingebettet sein. Die geschätzten Kosten einer halben Million CHF sollten für die Erarbeitung der Inhalte und deren Übersetzung auskömmlich sein.
OPEX - Internetseite - ÖV	10% der CAPEX	50'000 CHF	Für Pflege und Nachführung der Internetseite – ÖV werden im laufenden Betrieb Kosten von mindestens 50'000 CHF berücksichtigt.
Call-Center – ÖV	1	0.5 Million CHF	Für den ÖV kann auf das bestehende SBB-Kundenzentrum in Brig zurückgegriffen werden. Die geschätzten Kosten von einer halben Million umfassen primäre die Erarbeitung der Knowledge-Database und Bereitstellung der Systemumgebung.
OPEX - Knowledge-Database - MIV	10% der CAPEX	50'000 CHF	Für Pflege und Nachführung der Knowledge-Database werden im laufenden Betrieb Kosten von mindestens 50'000 CHF berücksichtigt.

6.5 Kosten für spezifische Schnittstellen

Das Mengengerüst und die Kosten für Schnittstellen **MIV** basieren auf folgende Annahmen und Überlegungen:

Gegenstand / Komponente	Menge – Horizont 2030	Kosten 2030 [CHF]	Erläuterung
Schnittstellen Fahrzeugregister - MIV			
Informationssystem Verkehrszulassung (IVZ)	1		Zum Informationssystem Verkehrszulassung (IVZ) wird eine Schnittstelle erforderlich sein. Über dieser Schnittstellen werden täglich Informationen zu Neuzulassungen und Ausserverkehrssetzungen von inländischen Fahrzeuge ausgetauscht.
		100'000 CHF	Für die Spezifikation, Abstimmung und Tests der Schnittstelle zum IVZ werden 100'000 CHF veranschlagt.
OPEX - Schnittstellen Fahrzeugregister - MIV	10% von den CAPEX	10'000 CHF	Für den technischen Betrieb / Überwachung und Anpassungen der Schnittstelle zum IVZ werden jährlich Kosten im Umfang von 10% der Errichtungskosten berücksichtigt.
Ausländische Behörden - Fahrzeugregister	5		Zumindest zu den Fahrzeugregistern der Nachbarstaaten soll eine spezifische Schnittstelle eingerichtet werden. Diese Schnittstellen sind primär für den Informationsaustausch für Kontrollzwecke erforderlich.
		200'000	Für die Spezifikation, Abstimmung und Tests der Schnittstelle mit ausländischen Behörden werden durchschnittlich 200'000 CHF pro Schnittstelle veranschlagt.
OPEX - Schnittstellen Fahrzeugregister - MIV	10% von den CAPEX	100'000 CHF	Für den technischen Betrieb / Überwachung und Anpassungen der Schnittstelle zum den ausländischen Fahrzeugregistern werden jährlich Kosten im Umfang von 10% der Errichtungskosten berücksichtigt

Das Mengengerüst und die Kosten für Schnittstellen **ÖV** basieren auf folgende Annahmen und Überlegungen:

Gegenstand	Menge – Horizont 2030	Kosten 2030 [CHF]	Erläuterung
Schnittstellen zu Transportunternehmungen und Verbünde - ÖV			
Schnittstellen zu inländischen Transportunternehmungen und Verbänden - ÖV	220		Zu allen inländischen TU und Verbänden wird je eine Schnittstelle für den Austausch von Tariffinformationen, etc. erforderlich sein. Ausgehend von den derzeit ca. 270 bestehenden TU und Verbänden wird bis im Jahr 2030 von einer Reduktion von 20% ausgegangen.
		20'000 CHF	Für die Spezifikation und insbesondere Abstimmung bzw. Tests der Schnittstelle werden durchschnittlich je 20'000 CHF veranschlagt.
OPEX - Schnittstellen zu inländischen Transportunternehmungen und Verbänden - ÖV	10% von den CAPEX	440'000 CHF	Für den technischen Betrieb / Überwachung und Anpassungen der Schnittstelle zu den TU und Verbänden werden Kosten im Umfang von 10% der Errichtungskosten berücksichtigt.
Schnittstellen zu ausländischen Bahnunternehmungen - ÖV	5		Zumindest zu den nationalen Bahnunternehmungen in DE, FR, AT und IT und der UIC soll je eine Schnittstelle eingerichtet werden.
		100'000 CHF	Für die Spezifikation, Abstimmung und Tests der Schnittstelle mit ausländischen Bahnunternehmungen werden durchschnittlich 100'000 CHF veranschlagt.
OPEX - Schnittstellen Ausländische Bahnunternehmungen - ÖV	10% von den CAPEX	50'000 CHF	Für den technischen Betrieb / Überwachung und Anpassungen der Schnittstellen mit der ausländischen Bahnunternehmungen werden jährlich Kosten im Umfang von 10% der Errichtungskosten berücksichtigt.

6.6 Kosten für die Projektabwicklung

Für die Projektabwicklung sind erfahrungsgemäss ca. 10% der Errichtungskosten ein anerkannter Schätzwert. In der vorliegenden Schätzung werden die Projektabwicklungskosten zum Teil tiefer angesetzt.

Gegenstand	Menge – Horizont 2030	Kosten 2030 [CHF]	Erläuterung
Projektabwicklung - MIV			Im MIV macht die grosse Anzahl zu beschaffenden Erfassungsgeräte mehr als die Hälfte der Gesamtkosten aus. Aus diesem Grund wurden die Kosten für die Projektorganisationen in Summe wesentlich tiefer angesetzt als die üblichen 10% der Errichtungskosten.
Projektorganisation - Vertrieb & Logistik	1	2 Millionen CHF	Die Erstausrüstung von über 6 Millionen Fahrzeugen mit einem Erfassungsgerät ist logistisch eine grosse Herausforderung. Die Abwicklung, Steuerung und Überwachung der Logistik wird aufwändig sein und entsprechend hohe Kosten verursachen.
Projektorganisation - Erfassungssystem	1	10 Millionen CHF	

Projektorganisation - Kontrollsystem	1	5 Millionen CHF	Die Spezifikation, Beschaffung, Steuerung und Steuerung der Implementierung des Erfassungs- und Kontrollsystems ist komplex und aufwendig. Aus diesem Grund wurden die Kosten mit 10 bzw. 5 Millionen CHF entsprechend hoch angesetzt.
Projektentwicklung - ÖV			
Projektorganisation - Vertrieb	1	1.5 Million CHF	Im ÖV erfolgen in allen Bereichen nur Anpassungen bzw. Erweiterungen bestehender Systeme. Damit fällt der Aufwand für die Projektentwicklung geringer aus, als bei kompletten Neuentwicklungen. Aus diesem Grund wurden die Kosten für die Projektorganisationen jeweils wesentlich tiefer angesetzt als die üblichen 10% der Errichtungskosten
Projektorganisation - Erfassungssystem	1	1.5 Million CHF	
Projektorganisation - Kontrolle	1	0.5 Million CHF	

6.7 Kosten für die Betriebsorganisation

Für den operativen Betrieb der Mobility Pricing Systeme MIV und ÖV wird eine Betriebsorganisation erforderlich sein.

Die Kosten für die Betriebsorganisation und Arbeitskräfte basieren auf folgenden Annahmen und Überlegungen:

Gegenstand	Menge – Horizont 2030	Kosten 2030 [CHF]	Erläuterung
Fixkosten - MIV			Jede Betriebsorganisation hat Fixkosten für Miete für Büro- und Lagerräume, Fahrzeuge, Mobiliar, Instandhaltung & Reparaturen, IT-Support, & Lizenzgebühren, Zinsen, Versicherungsprämien oder laufende Kosten für Strom und Heizung, etc.
Fixkosten Betriebsorganisation - MIV	1	500'000 CHF pro Jahr	Für die Betriebsorganisation MIV wird für die Fixkosten eine Pauschale 0.5 Million CHF pro Jahr veranschlagt.
Fixkosten - ÖV			
Fixkosten Betriebsorganisation - ÖV	1	250'000 CHF pro Jahr	Die Betriebsorganisation für den Bereich ÖV ist viel kleiner und braucht keine Lagerräume. Deswegen werden tiefere Fixkosten angesetzt. Für die Betriebsorganisation ÖV wird für die Fixkosten eine Pauschale 250'000 CHF pro Jahr veranschlagt.
Kosten pro Arbeitskraft			Die identifizierten Bereiche (vgl. unten) sind hierarchisch gegliedert und es werden auch unterschiedliche Qualifikation erforderlich sein. Für die Berechnung der Personalkosten wird deshalb von einem durchschnittlichen Kostensatz pro Arbeitskraft und Jahr ausgegangen.
Durchschnittliche jährliche Kosten je Arbeitskraft inkl. Arbeitsplatz	vgl. unten	135'000 CHF	Der Ansatz von 135'000 CHF stützt sich auf bundesinterne Unterlagen und deckt sämtliche Kosten pro Arbeitskraft inkl. Sozialabgaben, Nebenkosten und Arbeitsplatz ab.
Zusätzliche Arbeitskräfte - MIV			
Personal - Betriebsorganisation	30	vgl. oben	Für die neue Betriebsorganisation für den MIV-Bereich wird eine mittelgrosse Business Unit erforderlich sein. Die 30 zusätzlich vorgesehenen Arbeitskräfte werden als Minimalanzahl betrachtet.
Personal – Reklamationsmanagement	50	vgl. oben	Für das Mobility Pricing MIV muss das Reklamationsmanagement komplett neu aufgebaut werden.

			Die 50 zusätzlich vorgesehenen Arbeitskräfte werden als Minimalanzahl betrachtet um das Reklamationsmanagement Mobility Pricing MIV zu betreiben.
Personal - Manuelle Nachbearbeitung	200	vgl. oben	Die von den fixen und versetzbaren Kontrollanlagen aufgezeichneten Datensätze werden einer manuellen Prüfung unterzogen. Bei dieser Prüfung wird z.B. verifiziert, ob effektiv ein Verstoss vorliegt und das automatisch ausgewertete Kennzeichen mit dem des Fahrzeugs übereinstimmt. Für die 50 vorgesehenen Arbeitsplätze ist für einen Zweischichtbetrieb ein Team von ca. 200 Arbeitskräften erforderlich.
Personal - Kontrollfahrzeuge	200	vgl. oben	Mit den Fahrzeugen der mobilen Kontrolle sind jeweils 2 Arbeitskräfte unterwegs. Für den Betrieb der 50 vorgesehenen Fahrzeuge sind für einen Zweischichtbetrieb insgesamt ca. 200 Arbeitskräfte erforderlich.
Zusätzliche Arbeitskräfte - ÖV			
Personal - Betriebsorganisation	10	vgl. oben	Die zusätzliche Betriebsorganisation für den ÖV Bereich kann sehr schlank gestaltet werden. Die 10 zusätzlich vorgesehenen Arbeitskräfte werden als Minimalanzahl betrachtet um die Business Unit Mobility Pricing ÖV zu betreiben.
Personal - HR zusätzliche Kontrollen zu den Spitzenzeiten	250	vgl. oben	Im Fernverkehr wird davon ausgegangen, dass weiterhin die Zugbegleiter für die Kontrolle zuständig sind. Im Regional- und Ortsverkehr wird für die Kontrolle während den Tarifspitzenzeiten zusätzliches Personal erforderlich sein. Die 250 zusätzlich vorgesehenen Arbeitskräfte werden als Minimalanzahl betrachtet um die Kontrolldichte soweit zu erhöhen, dass sich die Nutzer im Nahverkehr hinreichend konform verhalten.
Personal - Zusätzliche HR für Reklamationsmanagement	100	vgl. oben	Für die Bearbeitung der zusätzlichen Nutzeranfragen und Reklamationen betreffend nicht korrekter oder nachvollziehbare verrechneter Fahrstrecken ist eine Aufstockung des SBB-Service-Center in Brig erforderlich. Das Center ist derzeit mit ca. 480 Angestellten besetzt und wird um ca. 20% aufgestockt und somit um 100 Arbeitskräfte vergrössert

6.8 Kostenübersicht

In den folgenden Tabellen sind die Ergebnisse des Kostenmodells pro Funktionsblock getrennt für MIV und ÖV zusammengefasst.

6.8.1 Kosten Mobility Pricing – Teil MIV

Systemaufbau – MIV

Die Kosten des Systemaufbaus im Bereich MIV setzten sich wie folgt zusammen:

Pos. Nr.	Position	Betrag	Bemerkungen
MIV - A	Projektabwicklung - MIV	17'000'000	
MIV - B	Vertrieb & Logistik - MIV	32'500'000	Logistik Auslieferung der OBUs
MIV - C	Erfassungssystem - MIV	373'500'000	Erfassungsgeräte 310 Mio Proxy 55 Mio MIV-App 8 Mio e-Tagesvignette 0,5 Mio
MIV - D	Kontrollsystem - MIV	66'250'000	Kontroll-Infrastruktur 52 Mio Kontroll-Fahrzeuge 6 Mio Zentrale Applikation 8,25 Mio
MIV - E	Information & Kommunikation - MIV	7'000'000	Hoher Aufwand während der Ramp-up Phase erforderlich.
MIV - F	Aufwand Dritte - MIV	1'100'000	
	Gesamt	497'350'000	

Alle Beträge in CHF ohne Mehrwertsteuer (MwSt.)

Lifecycle Management pro Jahr - MIV

Die Betriebskosten im Bereich MIV setzten sich wie folgt zusammen:

Pos. Nr.	Position	Betrag	Bemerkungen
MIV - A	Fixkosten Betrieb / Organisation - MIV	500'000	
MIV - B	Vertrieb - MIV	400'000	Logistik neue OBUs
MIV - C	Erfassungssystem - MIV	177'970'000	Neue OBU 3,25 Mio CRM OBU 135,39 Mio CRM MIV-App 33,48 Mio Betrieb und Wartung 5,85 Mio
MIV - D	Kontrollsystem - MIV	880'500	Für Betrieb und Wartung; Personal vgl. Position G
MIV - E	Information & Kommunikation - MIV	1'200'000	
MIV - F	Aufwand Dritte - Schnittstellen - MIV	110'000	
MIV - G	Zusätzliches Personal - MIV	64'800'000	Betriebsorganisation 4,05 Mio Reklamationsmgt. 6,75 Mio Manuelle Nachbearb. 27,00 Mio Kontrollfahrzeuge 27,00 Mio
	TOTAL pro Jahr	245'860'500	

Alle Beträge in CHF ohne Mehrwertsteuer (MwSt.)

Zusammenfassung der Kosten für das Mobility Pricing MIV

Mobility Pricing

Kostenschätzung - MIV**Zusammenfassung**

Version V1.0 vom

25.01.2019

Alle Beträge in CHF ohne Mehrwertsteuer (MwSt.)

**Kostenschätzung MIV
auf Basis der Preise für das Jahr 2030**

Phase	Betrag exkl. MwSt.
1 - Systemaufbau - MIV	CHF 497'350'000
2 - Betrieb - MIV - durchschnittlich pro Jahr	CHF 245'860'500
	für 10 Jahre
	CHF 2'458'605'000
Gesamt - Total Cost of Ownership - MIV	CHF 2'955'955'000

Gemäss obiger Übersicht betragen die geschätzten **Investitionskosten**, d.h. alle Kosten für den Systemaufbau von der Planung bis zur Inbetriebnahme, rund 500 Millionen CHF. Den grössten Anteil daran, nämlich rund 69%, haben Kosten, die direkt mit den OBU's verbunden sind (CHF 310 Mio. für die OBU's selbst, zuzüglich 32.5 Mio. für den Vertrieb).

Gemäss Aufgabenstellung waren Machbarkeit und Kosten basierend auf heutiger Technologie zu beurteilen. Nach aktuellem Stand der Technik erzielen Pricing Systeme die niedrigsten Gesamtkosten, wenn wie hier vorgesehen alle dauernden Nutzer mit einer dedizierten OBU ausgerüstet werden. Wie im Ausblick in Kap. 8 erläutert, werden in Zukunft die Fahrzeuge vernetzt sein („connected vehicles“) und die für die Bepreisung erforderlichen Daten höchstwahrscheinlich zu marginalen Kosten direkt aus der Fahrzeugelektronik bezogen werden können – vorausgesetzt ein entsprechender Zugriff auf diese Daten kann gesetzlich oder organisatorisch sichergestellt werden. Sobald ein hoher Durchdringungsgrad von vernetzten Fahrzeugen erreicht wird, besteht somit das realistische Potential, bis zu zwei Drittel der Investitionskosten einzusparen.

Die **jährlichen betrieblichen Aufwendungen** betragen durchschnittlich annähernd 250 Millionen CHF. Beinahe die Hälfte davon, ca. 120 Mio. CHF, entfallen auf CRM-Kosten für die durchschnittlich 6.5 Mio. in- und ausländischen OBU-Nutzer, also für das Führen des Kundenkontos, Rechnungslegung und Kundenservice. Diese Kosten von ca. 18 CHF pro OBU Nutzer und Jahr sind kaum reduzierbar und fallen in allen Systemen mit monatlicher Abrechnung und einem gewissen Kundenkontakt (z.B. Mobiltelefon- oder Internet-Verträge) in ähnlicher Höhe an. Annähernd ein Viertel der Betriebskosten entfällt auf Personal, primär für die Kontrolle.

Die **Gesamtkosten** - total cost of ownership – für den Bereich MIV betragen für eine betriebliche Laufzeit von 10 Jahren rund 3 Milliarden CHF. Gemäss Vorgaben soll das Mobility Pricing keine neuen Einnahmen erzielen, sondern bestehende Einnahmen so ersetzen, dass verkehrliche Wirkungen erzielt werden. Die Gesamtkosten von rund 300 Mio. CHF pro Jahr fallen

grundsätzlich unabhängig von den zu erzielenden Einnahmen an und können somit auch nicht an ihnen gemessen werden. Die **Angemessenheit der Gesamtkosten muss** vielmehr **anhand der landesweit erzielten verkehrlichen Wirkungen beurteilt werden**, d.h. sie sind zu messen an den erzielten Reduktionen an Staukosten, an externen Kosten und an ersparten Infrastrukturausbauten.

6.8.2 Kosten Mobility Pricing – Teil ÖV

Systemaufbau - ÖV

Die Kosten des Systemaufbaus im Bereich ÖV setzten sich wie folgt zusammen:

Pos.Nr.	Position	Betrag	Bemerkungen
ÖV - A	Projektabwicklung - ÖV	3'500'000	
ÖV - B	Vertrieb - ÖV	16'125'000	Anpassungen Tarifsysteem 14,0 Mio Applikation Kundenservice 2,15 Mio
ÖV - C	Erfassungssystem - ÖV	7'000'000	Anpassung & Weiterentwicklung Smartphone App
ÖV - D	Kontrollsystem - ÖV	2'000'000	Anpassung Handgerät
ÖV - E	Information & Kommunikation - ÖV	6'000'000	
ÖV - F	Aufwand Dritte - Schnittstellen - ÖV	4'900'000	Schnittstellen TU, Tarifverbünde und ausländische Staatsbahnen
	Gesamt	39'525'000	

Alle Beträge in CHF ohne Mehrwertsteuer (MwSt.)

Lifecycle Management - ÖV

Die Betriebskosten im Bereich ÖV setzten sich wie folgt zusammen:

Pos. Nr.	Position	Betrag	Bemerkungen
ÖV - A	Fixkosten Betrieb / Organisation - ÖV	250'000	
ÖV - B	Vertrieb - ÖV	1'612'500	
ÖV - C	Erfassungssystem - ÖV	29'000'000	CRM – Kosten 28,3 Mio Update Erfassungssystem 0,7 Mio
ÖV - D	Kontrollsystem - ÖV	240'000	Nur Betrieb und Wartung Handgerät, Personal vgl. Position G
ÖV - E	Information & Kommunikation - ÖV	1'100'000	
ÖV - F	Aufwand Dritte - Schnittstellen - ÖV	490'000	
ÖV - G	Zusätzliches Personal - ÖV	48'600'000	Betriebsorganisation 1,35 Mio Reklamationsmgmt. 33,75 Mio Zusätzl. Kontrollpersonal 13,50 Mio
	Gesamt pro Jahr	81'292'500	

Alle Beträge in CHF ohne Mehrwertsteuer (MwSt.)

Zusammenfassung der Kosten für das Mobility Pricing ÖV

Mobility Pricing Kostenschätzung - öV

Zusammenfassung

Version V1.0 vom

25.01.2019

Alle Beträge in CHF ohne Mehrwertsteuer (MWSt.)

Kostenschätzung öV auf Basis der Preise für das Jahr 2030

Phase	Betrag exkl. MwSt.	
3 - Systemaufbau - öV	CHF 39'525'000	
4 - Betrieb - öV - durchschnittlich pro Jahr	CHF 81'292'500	
	für 10 Jahre	CHF 812'925'000
Gesamt - Total Cost of Ownership - MIV		CHF 852'450'000

Der **Systemaufbau** für das Mobility Pricing im Bereich ÖV verursacht Investitionskosten von rund 40 Millionen CHF. Die Kosten umfassen mehrheitlich Anpassungen an bestehenden Vertriebs- und Tarifierungssystemen.

Zusätzlich zu den heutigen Kosten in Vertrieb, Tarifierung und Kontrolle fallen jährlich **betriebliche Aufwendungen** von durchschnittlich rund 81 Millionen CHF an. Auch diese Schätzung geht von den heutigen Verhältnissen aus. Wenn sich in Zukunft elektronisches Ticketing weiter durchsetzt, werden die für das Pricing erforderlichen Funktionalitäten grösstenteils schon vom normalen Betrieb erbracht, und entsprechende Kosten entstehen nicht mehr „zusätzlich“. So entfallen 35% der Betriebskosten auf das Führen der Kundenkonten im elektronischen Ticketing. Annähernd 60% der Betriebskosten entfallen auf zusätzliches Personal vornehmlich im Kundendienst (Reklamationsmanagement) und zu einem geringeren Anteil in der Kontrolle.

Die **Gesamtkosten** aus der einmaligen Investition für den Systemaufbau und den jährlichen betrieblichen Aufwendungen betragen für den Bereich ÖV für eine betriebliche Laufzeit von 10 Jahren rund 850 Millionen CHF, bzw. 85 Mio. CHF pro Jahr. Auch diese Summe kann nicht mit Blick auf die generierten Einnahmen bewertet werden, sondern muss an den erzielten volkswirtschaftlichen Effekten (verkehrliche Wirkungen und Infrastruktureinsparungen) gemessen werden.

7 Datenschutzaspekte

7.1 Bedeutung des Datenschutzes

„Datenschutz“ war ursprünglich ein Fachbegriff in der Informationsverarbeitung, der den Schutz der Daten selbst vor Zerstörung oder Verlust bedeutete. Erst in den 1980er Jahren⁶¹ entwickelte sich die heutige Bedeutung des Schutzes der Daten einer Person im Sinne des Schutzes der Persönlichkeitsrechte. (Für die ursprüngliche Bedeutung wird heute meist „Datensicherheit“ verwendet.)⁶²

Datenschutz wird in der Öffentlichkeit oft reduziert auf den Schutz vor Missbrauch („Ich habe nichts zu verbergen“; „Was will man schon mit meinen Daten anfangen“). Das Konzept geht aber wesentlich weiter und beinhaltet insbesondere auch den Schutz der Privatsphäre. Der Schutz der Privatsphäre ist ein Grundbedürfnis des Menschen und wird durch viele Massnahmen aufrechterhalten. Datenschutz soll in der digitalen Welt erreichen, was blickdichte Gartenzäune, Schlafzimmervorhänge, geschlossene Toilettentüren und Briefumschläge in der physischen Welt leisten.

Ursprünglich konzentrierte sich der Datenschutz auf die politische, finanzielle, religiöse und medizinische Privatsphäre, die aufrecht zu erhalten ist. Es besteht gesellschaftlicher Konsens, dass beispielsweise das Wahlgeheimnis, Steuerdaten, Einkommen und Vermögen, religiöses Bekenntnis und Religionsausübung sowie der Gesundheitszustand hohen Schutz geniessen müssen. Erst in jüngerer Zeit beginnt das Verständnis zu wachsen, dass auch die Privatheit in der Datenwelt des Internets ein schützenswertes Gut sein sollte, obwohl in der Praxis die Meisten diesem Aspekt wenig Aufmerksamkeit widmen. Es wird angesichts der vielen Vorteile geradezu verdrängt, dass das Sammeln und kommerzielle Verwerten von Daten das Geschäftsmodell praktisch alle kostenlosen Internetanwendungen sind.

Datenschutz wird teilweise unterschiedlich definiert und interpretiert. Je nach Betrachtungsweise wird Datenschutz verstanden als Schutz vor missbräuchlicher Datenverarbeitung, Schutz des Rechts auf informationelle Selbstbestimmung, Schutz des Persönlichkeitsrechts bei der Datenverarbeitung und auch Schutz der Privatsphäre⁶³. Datenschutz wird häufig als Recht verstanden, dass jeder Mensch grundsätzlich selbst darüber entscheiden darf, wem wann welche seiner persönlichen Daten zugänglich sein sollen. Der Wesenskern eines solchen Datenschutzrechts besteht dabei darin, dass die Machtungleichheit zwischen Organisationen und Einzelpersonen unter Bedingungen gestellt werden kann. Der Datenschutz soll der in der zunehmend digitalen und vernetzten Informationsgesellschaft bestehenden Tendenz zum sogenannten gläsernen Menschen, dem Ausufern staatlicher Überwachungsmaßnahmen (Überwachungsstaat) und der Entstehung von Datenmonopolen von Privatunternehmen entgegenwirken.

Beim Mobility Pricing wird dem Datenschutz eine zentrale Rolle beigemessen werden müssen. Mobility Pricing beruht schliesslich darauf, zu wissen, **wer wo zu welcher Zeit** war, und ihn dafür zu bepreisen. Die einflussreiche International Working Group on Data Protection in Telecommunications, IWGDPT, hat die Bedeutung dieses Aspekts erkannt und im März 2009 einen „Bericht und Empfehlungen zu Mautsystemen“ verabschiedet [Sofia Memorandum - 2009].

⁶¹ Das moderne Verständnis des Begriffs „Datenschutz“ wurde erstmals 1970 in einem wegweisenden juristischen Fachaufsatz definiert [NJW 1970].

⁶² aus [VSS – Datenschutz Mobility Pricing – 2014]

⁶³ Wikipedia-Artikel zu Datenschutz

Jedes System des Mobility Pricings verarbeitet **notwendigerweise** Bewegungsprofile. Zudem ist die Verwendung **nicht wahlfrei und andauernd**. Im Sofia Memorandum [Sofia Memorandum - 2009] wird dazu bemerkt „häufig wird der Vergleich zu Mobiltelefonen oder zu Kreditkarten gezogen, wo persönliche Daten nachverfolgt werden oder nachverfolgt werden können. Die Arbeitsgruppe möchte hervorheben, dass vereinfachende Vergleiche dieser Art nicht angemessen sind, vor allem weil Gebührenerfassungsgeräte ununterbrochen in Betrieb sein müssen (zumindest auf kostenpflichtigen Strassen), anders als im Fall von Mobiltelefonen, deren Benutzung völlig freiwillig ist. Die Möglichkeit, das Gerät auf kostenpflichtigen Strassen abzuschalten, würde es einfacher machen, die Gebührenerfassung zu umgehen, und aus diesem Grund werden die Auswirkungen von Mautsystemen auf die Privatsphäre sogar noch relevanter.“

Wie in einer häufig zitierten Studie gezeigt wird [MIT Studie - 2013] kann eine Person eindeutig identifiziert werden, wenn nur einige wenige Orte ihres täglichen Bewegungsmusters bekannt sind. Ein etwas detaillierteres Bewegungsprofil berührt auch die medizinische Privatsphäre (Arztbesuche, Spitalaufenthalt, Abtreibungsklinik), die politische Orientierung (Besuch politischer Versammlungen, Gewerkschaftstreffen, Engagement in einer Nichtregierungs-Organisation), sexuelle Ausrichtung (Kino-, Club-, oder Bordellbesuche) und viele weitere Aktivitäten, die mit bestimmten Orten verbunden sind. Beispielsweise sind auch chronischer Alkoholismus, Drogenkonsum oder Spielsucht aus Bewegungsprofilen erkennbar.

7.2 Definition Datenschutz und rechtliche Grundlagen

Der Schutz persönlicher Daten ist in der Bundesverfassung verankert. Art. 13, Abs. 2 der Bundesverfassung lautet „Jede Person hat Anspruch auf Schutz vor Missbrauch ihrer persönlichen Daten“.

Das Schweizer Bundesgesetz über den Datenschutz [DSG – 2014] definiert Datenschutz als „den Schutz der Persönlichkeit und der Grundrechte von Personen, über die Daten bearbeitet werden“ (Artikel 1). Dieses Gesetz bildet heute in der Schweiz die Grundlage für die Verarbeitung von Daten natürlicher und juristischer Personen durch private Personen und Bundesorgane (Artikel 2)⁶⁴. Auf die kantonalen Behörden ist das jeweilige kantonale Datenschutzgesetz anwendbar.

Wie in der Schweiz, ist auch in der Europäischen Union der Schutz personenbezogener Daten ein Grundrecht⁶⁵. Mit der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutzrichtlinie) hatten das Europäische Parlament und der Europäische Rat 1995 Mindeststandards für den Datenschutz der Mitgliedsstaaten festgeschrieben [EU – Datenschutzrichtlinie – 1995]. Seit Mai 2018 ist die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) in Kraft, die die vorige Richtlinie nun ersetzt [EU – DSGVO – 2016].

Das Schweizer Datenschutzgesetz [DSG – 2014] befindet sich in einer Totalrevision, mit dem erklärten Ziel „die schweizerische Datenschutzgesetzgebung insgesamt den Anforderungen der Verordnung (EU) 2016/679 anzunähern“⁶⁶, also obiger DSGVO.

In der DSGVO ist der Begriff „**personenbezogene Daten**“ im Artikel 4 weit gefasst: Personenbezogene Daten sind alle Informationen, die sich auf eine identifizierte oder identifizierbare natürliche Person beziehen; als identifizierbar wird eine natürliche Person

⁶⁴ Dieselben Formulierungen finden sich auch im Entwurf zur Totalrevision des DSG, allerdings mit der Einschränkung auf Daten von natürlichen Personen (der Schutz von Daten juristischer Personen wurde entfernt). [Revision DSG], Art. 1 und 2

⁶⁵ [EU – Charta – 2012], Titel II, Freiheiten, Artikel 8, Schutz personenbezogener Daten

⁶⁶ <https://www.bj.admin.ch/bj/de/home/staat/gesetzgebung/datenschutzstaerkung.html>

angesehen, die direkt oder indirekt, insbesondere mittels Zuordnung zu einer Kennung wie einem Namen, zu einer Kennnummer, zu Standortdaten, zu einer Online-Kennung oder zu einem oder mehreren besonderen Merkmalen, die Ausdruck der physischen, physiologischen, genetischen, psychischen, wirtschaftlichen, kulturellen oder sozialen Identität dieser natürlichen Person sind, identifiziert werden kann.

Bemerkenswert ist hierbei insbesondere die explizite Erwähnung der Standortdaten.

7.3 Zu verarbeitende Daten

In Kap. 4.4 wurden die Grundprozesse identifiziert. Die dabei zu verarbeitenden Daten werden sinnvollerweise in Stammdaten, Nutzungsdaten und Kontrolldaten eingeteilt, wie in Abb. 9 dargestellt. Die eigentliche Erhebung umfasst dabei die Prozesskette von der Registrierung bis zur Nutzung. Die Kontrolle ist ein davon separierter nachgelagerter Prozess.

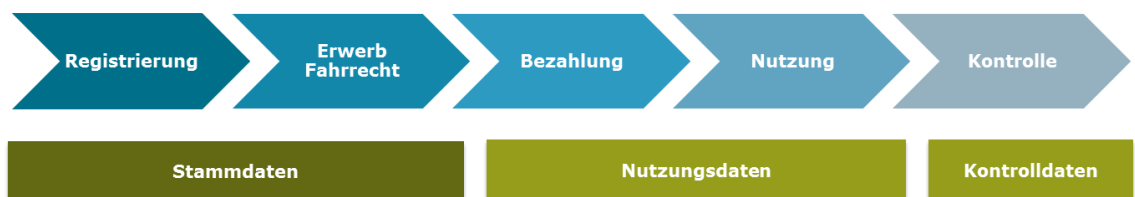


Abb. 9: Grundprozesse und Art der zu verarbeitenden Daten

Die zu erfassenden Daten unterscheiden sich für die Nutzer im MIV und ÖV jeweils nach der Art des verwendeten Systemzugangs bzw. Erhebungsmittels:

MIV	ÖV
Stammdaten	
GNSS/CN-OBU — Kontaktdaten des Halters: Name, Adresse (für Versand OBU, Wartungsinfo), Tel. Nr./e-mail — Fahrzeugdaten: Kontrollschild, Fahrzeugparameter — Zahlungsverbindung	(die OBU hat keine Entsprechung im ÖV)
Smartphone-App MIV — Kontakt Tel.Nr./e-mail (Name und Adresse nicht erforderlich) — Fahrzeugdaten: Kontrollschild, Fahrzeugparameter — Zahlungsverbindung	Smartphone App ÖV — Kontakt Tel.Nr./e-mail — freiwillig: Name, Adresse — Alter bzw. Geburtsdatum (wegen Geschäftsfähigkeit und evtl. Rabatten) — Zahlungsverbindung
Tagesvignette — Kontrollschild — Gültigkeitszeitraum	Ticket — (keine Angaben erforderlich)
Nutzungsdaten	
GNSS/CN-OBU und Smartphone-App MIV — bei Fahrt in der Schweiz: laufend Positionskoordinaten/Uhrzeit — Abrechnungen / Belastungen	Smartphone App ÖV — solange App aktiviert ist: laufend Positionskoordinaten/Uhrzeit — Abrechnungen / Belastungen
Tagesvignette — Belastungsdaten des Zahlungsmittels / Rechnung — (keine Positionsdaten übermittelt)	Ticket — (keine)

Kontrolldaten	
Ausnutzen der Redundanz der Daten („Lücken füllen“) — bei Fahrt in der Schweiz: laufend Positionskoordinaten/Uhrzeit	(kein „Lückenfüllen“)
Kontrollanlagen — Bild des Fahrzeugs — Ort und Zeit der Kontrolle	Kontrolle durch Personal bei der Fahrt — (keine Datenerfassung bei der Kontrolle, Daten werden nur bei Verstoß erfasst)

Die obige Tabelle listet die Daten auf, die für das Mobility-Pricing minimal erfasst werden müssen. Nutzer können selbstverständlich freiwillig weitere Angaben machen. Ein ÖV-Ticket kann beispielsweise vollständig anonym erworben und genutzt werden. Es steht dem Nutzer jedoch frei, sich zu registrieren und seine Stammdaten anzulegen, um via Internet komfortabler Ticketkäufe vornehmen zu können.

Bei Durchsicht der Tabelle sind folgende Aspekte bemerkenswert:

- **Alle Daten sind als personenbezogene Daten** gemäss der Definition im vorangegangenen Kapitel 7.2 einzustufen.
- Der **ÖV** kann **mit einem Ticket vollständig anonym**, ohne Angabe von Daten genutzt werden. Auch bei der Kontrolle müssen keine Personendaten erfasst werden.
- **Alle technischen Erhebungsmittel** (OBU, Apps) erfassen während der Fahrt fortlaufend die Position des Nutzers. Auch wenn eine anonyme Nutzung grundsätzlich möglich ist, da der Fahrer des Fahrzeugs im MIV nicht erfasst wird (nur der Halter ist bekannt) und auch im ÖV grundsätzlich auf den Namen des Nutzers verzichtet werden kann, handelt es sich um personenbezogene Daten. Wie in Kap. 7.1 erläutert, kann eine Person eindeutig identifiziert werden, wenn nur einige wenige Orte ihres täglichen Bewegungsmusters bekannt sind. Dies macht die Daten zu **personenbezogenen Daten** nach der Definition in der DSGVO, siehe Kapitel 7.2.

7.4 Grundsätze der Verarbeitung personenbezogener Daten

Die Grundsätze, die bei der Verarbeitung personenbezogener Daten eingehalten werden müssen, sind in den meisten Datenschutzgesetzen ähnlich. Die im Entwurf der Totalrevision des Schweizer DSG [Revision DSG] in Artikel 5 angeführten Grundsätze folgen eng den Grundsätzen der europäischen DSGVO in Artikel 5.

Zusammenfassend und für die Zwecke des Berichts gegliedert, sind folgende Grundsätze zu beachten:

Rechtmässigkeit, Verarbeitung nach Treu und Glauben, Transparenz

Personendaten müssen rechtmässig bearbeitet werden. Die Bearbeitung muss nach Treu und Glauben zu erfolgen und verhältnismässig sein. [Revision DSG]

Personenbezogene Daten müssen auf rechtmässige Weise, nach Treu und Glauben und in einer für die betroffene Person nachvollziehbaren Weise verarbeitet werden. [EU – DSGVO – 2016], Artikel 5, 1a

Zweckbindung

Personendaten dürfen nur zu einem bestimmten und für die betroffene Person klar erkennbaren Zweck beschafft werden; sie dürfen nur so bearbeitet werden, dass es mit diesem Zweck zu vereinbaren ist. [Revision DSG]

Damit die Zweckbindung überhaupt realisiert werden kann, muss der Zweck festgelegt, eindeutig und legitim sein. [EU – DSGVO – 2016], Artikel 5, 1b.

Datenminimierung

Personenbezogene Daten müssen dem Zweck angemessen und erheblich sowie auf für die Zwecke der Verarbeitung notwendige Mass beschränkt sein. [EU – DSGVO – 2016], Artikel 5, 1c.

Speicherbegrenzung

Personendaten werden vernichtet oder anonymisiert, sobald sie zum Zweck der Bearbeitung nicht mehr erforderlich sind. [Revision DSG]

Richtigkeit

Wer Personendaten bearbeitet, muss sich über deren Richtigkeit vergewissern. Sie oder er muss alle angemessenen Massnahmen treffen, damit die Daten berichtigt, gelöscht oder vernichtet werden, die im Hinblick auf den Zweck ihrer Beschaffung oder Bearbeitung unrichtig oder unvollständig sind. [Revision DSG]

Integrität und Vertraulichkeit

Personenbezogene Daten müssen in einer Weise verarbeitet werden, die eine angemessene Sicherheit der personenbezogenen Daten gewährleistet, einschliesslich Schutz vor unbefugter oder unrechtmässiger Verarbeitung und vor unbeabsichtigtem Verlust, unbeabsichtigter Zerstörung oder unbeabsichtigter Schädigung durch geeignete technische und organisatorische Massnahmen. [EU – DSGVO – 2016], Artikel 5, 1f.

Der Grundsatz der **Einwilligung** der betroffenen Person, [Revision DSG], Art. 5.6, kommt nicht zum Tragen, da die Verarbeitung der personenbezogenen Daten aufgrund einer rechtlichen Verpflichtung erforderlich ist (explizit in [EU – DSGVO – 2016], Art. 6, 1c und 1e).

7.5 Implementierung der Grundsätze des Datenschutzes

Das in diesem Bericht skizzierte Mobility Pricing System ähnelt in weiten Teilen bezüglich seiner Funktionalität der zentralen Datenerfassung, der zentralen Auswertung und Verrechnung, Kontrolle, dem Führen von Kundenkonten vergleichbaren bestehenden Systemen. Insbesondere die Systeme der Mobiltelefonanbieter weisen sehr ähnliche systemische Eigenschaften auf⁶⁷. Die meisten Forderungen der Datenschutzgesetzgebung lassen sich auch im Mobility Pricing mit im Wesentlichen denselben Massnahmen umsetzen, wie in den vergleichbaren schon bekannten, gesetzeskonformen und akzeptierten Systemen. Diese bekannten und üblichen Massnahmen sind in vielen „best practice“ Richtlinien zusammengestellt.

Im Folgenden wird primär auf Grundanforderungen eingegangen, die im Mobility Pricing besondere Beachtung finden müssen oder spezifische Massnahmen erfordern.

7.5.1 Datensicherheit als Basis des Datenschutzes

Datenschutz bedingt zunächst informationsverarbeitende Systeme, die hohe Informationssicherheit (IT-Sicherheit) bieten. IT-Sicherheit soll vor Schäden durch Ausfälle, Datenverlust, Datenmanipulation, Sabotage und Spionage z.B. durch „Hacking“, u.dgl. schützen. Die Schutzziele sind dabei:

- **Vertraulichkeit:** Vertrauliche Informationen müssen vor unbefugter Preisgabe geschützt werden

⁶⁷ Diese Vergleichbarkeit betrifft die Eigenschaften der eingesetzten technischen Systeme, nicht jedoch die Natur der Daten, siehe das Zitat aus dem Sofia Memorandum in Kap. 7.1.

- **Integrität:** Korrektheit, Manipulationsfreiheit und Unversehrtheit von IT-Systemen, IT-Verfahren und Informationen. Hierbei ist auch die Authentizität (d.h. die Echtheit, Zurechenbarkeit und Glaubwürdigkeit von Informationen) zu berücksichtigen.
- **Verfügbarkeit:** Dienstleistungen, Funktionen eines IT-Systems oder auch Informationen stehen zum geforderten Zeitpunkt zur Verfügung.

Zu beachten ist, dass der Begriff IT-System nicht nur die zentralen „Computer“, sondern auch alle Kommunikationswege und Datenerfassungs- (OBUs, Kontrollanlagen) und Übertragungseinrichtungen, sowie die betrieblichen Prozesse einschliesst.

Sehr umfassende „best practice“ Richtlinien werden vom deutschen Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) herausgegeben. Die umfangreichen IT-Grundschutz-Kataloge und weiterführende Dokumente, sowie zugehörige Vorgehensweisen und Tools sind frei erhältlich⁶⁸ und werden allgemein als der „Gold-Standard“ für IT-Sicherheit anerkannt. Die Grundschutzkataloge sind in die Elemente Bausteinkatalog, Gefährdungskataloge und Massnahmenkataloge aufgebaut. Sie folgen einem Schichtenmodell, mit Schichten zu den Themen Organisation (Management, Personal, Outsourcing), Infrastruktur, IT-Systeme, Netzwerke und Anwendungen.

Es wird im Folgenden davon ausgegangen, dass im Aufbau des Mobility Pricing Systems diesen oder ähnlichen Richtlinien gefolgt wird.

7.6 Grundanforderung der Transparenz

Betroffene Personen und die Öffentlichkeit sollen nachvollziehbar überprüfen können, wie ihre Daten bearbeitet werden und ob die gesetzlichen Bestimmungen eingehalten werden.

Es muss einerseits retrospektiv möglich sein, der Datenverarbeitung nachvollziehbar Schritt für Schritt zu folgen. Zudem muss vorausblickend möglich sein, den Prozess der Verarbeitung zu überblicken und zu verstehen.

Für das Mobility Pricing System bedeutet dies konkret, dass das generelle **Systemkonzept**, die beteiligten Akteure (Amtsstellen, Firmen), die Datenflüsse, Schutzmassnahmen und betrieblichen Prozesse **offengelegt** werden müssen.

Zur Sicherstellung der vollständigen und nachvollziehbaren Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben empfiehlt es sich, schon in der Planungsphase zu Beginn des Implementierungsprojekts einen **Datenschutzverantwortlichen** einzusetzen und das Projekt laufend von einem unabhängigen externen **Datenschutzbeauftragten** begleiten zu lassen sowie periodisch den Eidgenössischen Datenschutz- und Öffentlichkeitsbeauftragten beizuziehen.

Da an das Mobility Pricing angesichts der Sensitivität der verarbeiteten Daten und des Umfangs des Systems erhöhte Datenschutzanforderungen gestellt werden müssen, sowie aus der Forderung der Transparenz, ist frühzeitig eine **Datenschutz-Folgenabschätzung** durchzuführen. Artikel 20 der [DSG Revision] bestimmt:

¹ *Der Verantwortliche erstellt vorgängig eine Datenschutz-Folgenabschätzung, wenn eine Bearbeitung ein hohes Risiko für die Persönlichkeit oder die Grundrechte der betroffenen Person mit sich bringen kann. Sind mehrere ähnliche Bearbeitungsvorgänge geplant, so kann eine gemeinsame Abschätzung erstellt werden.*

² *Das hohe Risiko ergibt sich aus der Art, dem Umfang, den Umständen und dem Zweck der Bearbeitung. Es liegt namentlich vor:*

a. bei der umfangreichen Bearbeitung besonders schützenswerter Personendaten;
b. bei einem Profiling;

⁶⁸ Einstieg über https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/itgrundschutz_node.html

c. wenn systematisch umfangreiche öffentliche Bereiche überwacht werden.

³ *Die Datenschutz-Folgenabschätzung enthält eine Beschreibung der geplanten Bearbeitung, eine Bewertung der Risiken für die Persönlichkeit oder die Grundrechte der betroffenen Person sowie die Massnahmen zum Schutz der Persönlichkeit und der Grundrechte.*

⁴ *Von der Erstellung einer Datenschutz-Folgenabschätzung ausgenommen sind Datenbearbeitungen durch Private, die zur Erfüllung einer gesetzlichen Pflicht des Verantwortlichen erfolgen.*

⁵ *Der private Verantwortliche kann von der Erstellung einer Datenschutz-Folgenabschätzung absehen, wenn er nach Artikel 12 zertifiziert ist oder einen Verhaltens-kodex nach Artikel 10 einhält, der die folgenden Voraussetzungen erfüllt:*

a. Der Verhaltenskodex beruht auf einer Datenschutz-Folgenabschätzung.

b. Er sieht Massnahmen zum Schutz der Persönlichkeit oder der Grundrechte der betroffenen Person vor.

c. Er wurde dem Beauftragten vorgelegt.

7.7 Zweckbindung, Datenminimierung, Speicherbegrenzung und Richtigkeit

Die Forderungen der Zweckbindung, der Datenminimierung und der Speicherbegrenzung können nur erfüllt werden, wenn der Zweck der zu verarbeitenden Daten, ihr Umfang und ihre zeitliche Begrenzung definiert sind. Die Umsetzung der Forderungen an sich erfolgt mit üblichen Mitteln des Systemdesigns und kann durch die geforderte Transparenz des Systems nachgewiesen werden.

Die datenschutzrechtlichen Rahmenbedingungen sind in die Gesetze und Verordnungen zum Mobility Pricing **aufzunehmen**. Insbesondere sind folgende Punkte zu regeln:

- Genaue Definition der **Löscherefordernisse**: Ab wann müssen insbesondere die Nutzungsdaten gelöscht werden. Sobald die Nutzungsdaten eines Nutzers zu einer Abrechnung verarbeitet sind, die Rechnung gestellt und bezahlt ist sowie allfällige Einspruchsfristen abgelaufen sind, besteht kein Grund mehr, die Daten weiter im System zu halten. Folglich müssen sie, um der Forderung nach Speicherbegrenzung nachzukommen, nach Ablauf dieser Fristen permanent gelöscht werden.
- Explizite Erlaubnis, **Daten zu statistischen Zwecken** zu bearbeiten und nach geeigneter Anonymisierung und Aggregation auch über die Löschrufen aufzubewahren. Die Aggregation muss so erfolgen, dass keine individuellen Fahrten bzw. Fahrprofile rekonstruiert werden können. Dies bedingt vor allem in dünn besiedelten Gebieten eine hinreichend starke geographische Diskretisierung bzw. Bündelung.
- Vorgabe von **Bedingungen für die Anfertigung von Datensätzen in der Kontrolle**. Kontrollanlagen im MIV fertigen Bilder der durchfahrenden Fahrzeuge an, extrahieren die Kontrollschilder und übermitteln diese in die Zentrale, wo sie mit den von den OBUs gelieferten Fahrprofilen abgeglichen werden. Aus Gründen der Datenminimierung und Speicherbegrenzung sollten beispielsweise die Bilder vor Ort auf der Kontrollanlage selbst gespeichert bleiben und nicht in die Zentrale übermittelt werden. An der Kontrollanlage sind die Bilder zu löschen, sobald der Abgleich in der Zentrale erfolgt ist. Eine Übermittlung an die Zentrale darf nur erfolgen, wenn dort ein mögliches Vergehen festgestellt wurde, z.B. wenn innerhalb einer definierten Frist keine entsprechenden Fahrdaten von der OBU eingelangt sind.
- Explizite **Eingrenzung der Zweckbindung**: Klarstellung, inwieweit Daten insbesondere im ÖV für Kundeninformations- bzw. Marketingzwecke verwendet werden dürfen. Die heutige Verwendung von Kundendaten im ÖV findet hier teilweise noch im Graubereich statt.

Die Aufnahme von expliziten Anforderungen an den Datenschutz in ein Mobility Pricing Gesetz entspricht auch der international gängigen Praxis.

Das deutsche Infrastrukturabgabengesetz⁶⁹ [InfrAG – 2015] gibt beispielsweise in § 6 „Infrastrukturabgaberegister“ und § 11 „Überwachung“ explizit die zu erfassenden Daten vor⁷⁰, und definiert in § 13 die Datenlöschung und die Geschäftsstatistiken.

Analoge explizite Vorgaben enthält auch das deutsche Gesetz zur LKW-Maut [BFStrMG – 2011]. Bei der LKW-Maut werden wie im hier behandelten Mobility-Pricing System vollständige Fahrprofile erfasst, was auch zur Verfolgung anderer Rechtstatbestände interessant wäre, z.B. zur Geschwindigkeitskontrolle oder zur Aufklärung von Straftaten. Der §4 des LKW-Maut Gesetzes [BFStrMG – 2011] erlaubt auch explizit die Erfassung der gefahrenen Strecken mit Ort und Zeit, verbietet jedoch die Nutzung für jeglichen anderen Zweck: *„Diese Daten dürfen ausschliesslich für die Zwecke dieses Gesetzes verarbeitet und genutzt werden. Eine Übermittlung, Nutzung oder Beschlagnahme dieser Daten nach anderen Rechtsvorschriften ist unzulässig.“*

7.8 Schutz der Integrität und Vertraulichkeit der Daten

Unter Integrität und Vertraulichkeit wird – wie oben erwähnt – verstanden, dass „personenbezogene Daten in einer Weise verarbeitet werden müssen, die eine angemessene Sicherheit der personenbezogenen Daten gewährleistet, einschliesslich Schutz vor unbefugter oder unrechtmässiger Verarbeitung und vor unbeabsichtigtem Verlust, unbeabsichtigter Zerstörung oder unbeabsichtigter Schädigung“ (Formulierung nach [EU – DSGVO – 2016]). Dies ist durch geeignete technische und organisatorische Massnahmen sicherzustellen.

Diese Schutzanforderung wird im Grunde durch Massnahmen der Datensicherheit erfüllt, da sie den Schutzzielen der Datensicherheit - Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit – entsprechen. Somit sollte im Grunde eine Implementierung der IT-Systeme nach „best practice“, wie sie z.B. in dem im Kap. 7.5.1 aufgeführten BSI-Grundschutzkatalog festgelegt sind, genügen, um den Anforderungen Rechnung zu tragen.

Bezüglich der **Stammdaten** ist dies auch sicherlich der Fall. Eine Implementierung der IT-Systeme gemäss dem BSI-Grundschutzkatalog ist **unproblematisch** und ist dank der vielen Anwendungen, in denen Adress- und Zahlungsdaten verwaltet werden, Stand der Technik (Telekom, Banken, Versicherungen).

Auch bezüglich der **Kontrolldaten** der Kontrollanlagen ist eine datenschutzkonforme Implementierung **Stand der Technik**, sofern im Systemdesign der Grundsatz der Datenminimierung beachtet wird. Alle elektronischen Mautsysteme verwenden Kontrollanlagen wie die hier vorgeschlagenen und auch weitere Kontrollsysteme im Strassenverkehr, insbesondere Geschwindigkeitskontrollanlagen, verwenden ähnliche Anlagen und Prozesse. Speziell zu beachten ist bezüglich **Datenminimierung**, dass die Bilder der passierenden Fahrzeuge die Anlagen vor Ort nicht verlassen und schnellstmöglich gelöscht werden sollten, wenn kein Verstoß vorliegt. Dies bedingt eine entsprechende lokale Speichermöglichkeit bis zum Datenabgleich in der Zentrale, sowie eine automatische Kontrollschilddauswertung vor Ort. Nur bei Hinweisen auf ein Vergehen werden die Bilder an die Zentrale übermittelt. Die Fahrzeuginsassen sind dabei unkenntlich zu machen. Diese Forderung findet sich z.B. auch bei der deutschen „e-Vignette“ (korrekt Infrastrukturabgabe). Das entsprechende Gesetz [InfrAG – 2015] erlaubt dem Bundesamt für Güterverkehr bzw. einem beauftragten privaten

⁶⁹ Bei der deutschen Infrastrukturabgabe handelt es sich um ein e-Vignetten-System, technisch vollständig identisch mit der hier behandelten Tagesvignette.

⁷⁰ Beispielsweise die Ermächtigung an das Bundesamt für Güterverkehr im Rahmen der Überwachung und nur im Rahmen einer Vor-Ort-Kontrolle ein „Bild des Kraftfahrzeugs ohne Erfassung der Fahrzeuginsassen“ anzufertigen. [InfrAG – 2015] §11.

Dritten das „Bild des Kraftfahrzeugs ohne Erfassung der Fahrzeuginsassen“ zu erheben, speichern und nutzen.

Bezüglich der **Nutzungsdaten** ist die Situation komplexer. Bei Nutzung der OBU im MIV, was für schweizerisch immatrikulierte Fahrzeuge obligatorisch ist, sowie bei Verwendung der Smartphone Apps für MIV oder ÖV, werden während der Fahrt kontinuierlich Positionsdaten der Nutzer erfasst. Die Erfassung des Bewegungsprofils ist unvermeidlich, da dies den Kern des Mobility Pricings darstellt. Wie in Kapitel 7.1 erläutert, sind solche Bewegungsprofile besonders schützenswert vor allem im Hinblick auf die Vertraulichkeit der Daten.

Im hier entwickelten Systemkonzept werden kontinuierlich Positionsdaten mit Zeitstempel, also komplette Bewegungsprofile, an die Zentrale übertragen. Wegen ihrer Sensitivität sind diese Daten strikte vertraulich zu behandeln. Organisatorisch und technisch lassen sich die Anforderungen des Datenschutzes, einschliesslich der Wahrung der Vertraulichkeit, durch eine „best practice“ Implementierung wie oben dargestellt erfüllen. Beispiele für solche Implementierungen bestehen bereits heute:

- In der **deutschen LKW Maut** werden die Positionsdaten der pflichtigen Fahrzeuge ebenso wie hier beabsichtigt mit GNSS (GPS und GALILEO) erfasst. Bis Mitte 2018 haben die detaillierten Fahrprofile die OBUs nicht verlassen, sondern wurden an Bord mittels Map-Matching auf eine einfache Karte des Autobahnnetzes abgebildet und zu längeren Fahrstrecken aggregiert. Nur die Längen bzw. Kosten für diese zusammenhängenden Fahrstrecken⁷¹, nicht jedoch die detaillierte Route, wurde in die Zentrale übermittelt. Dies sollte die Vertraulichkeit des Bewegungsprofils unterstützen. Für Kontrollzwecke und im Falle von Disputen war jedoch der Zugriff auf die detaillierten Fahrdaten aus der Zentrale möglich.

Am 1. Juli 2018 wurde das mautpflichtige Netz vom relativ einfachen Netz der Bundesautobahnen (13'000 km) auf das wesentlich komplexere Netz der Bundesfernstrassen (40'000 km) erweitert. Das Autobahnnetz konnte in den OBUs mit wenigen tausend Abschnitten modelliert werden. Das Bundesfernstrassennetz hingegen ist nicht kreuzungsfrei und die Abschnittslängen zwischen möglichen Auf- und Abfahrten sind teilweise, insbesondere im Ortsgebiet, nur in der Grössenordnung von 100 m. Die Modellierung des Netzes erfolgt derzeit mit einer Karte, die ca. 150'000 Abschnitte enthält.

Der Betreiber der LKW Maut, Toll Collect, sah es als technisch derzeit nicht machbar an, das Map-Matching wie bis anhin in der OBU durchzuführen. Seit Mitte 2018 **übertragen deshalb die LKW in Deutschland ihre Positionen kontinuierlich an die Zentrale** von Toll Collect, wo das nun relativ aufwändige Map-Matching stattfindet. Durch das wesentlich dichtere Netz genügt zum Map-Matching nicht wie bis anhin eine relativ grobe Karte der pflichtigen Abschnitte, sondern erfordert eine genaue und detaillierte Karte des pflichtigen Netzes sowie aller benachbarter Strassen.

Die Umsetzung erfolgte in Abstimmung mit dem Datenschutzbeauftragten der Bundesrepublik. Toll Collect hat die technischen Massnahmen, wie sichere Speicherung, Zugriffsschutz, transparente Verarbeitungsprozesse und nachweisliche Löschung, in ihren IT-Systemen implementiert. Zudem wird organisatorisch sichergestellt, dass nur Mitarbeiter Zugriff auf die detaillierten Fahrprofile haben, die dies für Ihre Tätigkeit auch benötigen. Die Einführung erfolgte reibungslos und ohne Widerstände bei den betroffenen Nutzern, ihren Verbänden oder der Politik bzw. breiteren Öffentlichkeit.

⁷¹ genauer „tarifreine Teilfahrten“. Gemeint sind damit durchgängige Fahrstrecken von Auffahrt bis Abfahrt, solange der Tarif nicht durch An- oder Abhängen eines Anhängers wechselt. Eine Fahrstrecke wurde abgeschlossen und übermittelt, wenn die Autobahn verlassen wurde oder die Fahrt eine gewisse Länge oder Zeitdauer überschritten hat, sowie bei Datumswechseln um Mitternacht.

- Die Schweizer Smart-Ticketing Anwendungen **FAIRTIQ**, **Lezzgo plus** und **abilio** registrieren das Fahrprofil ihrer Nutzer um automatisch ÖV-Tickets zu buchen. FAIRTIQ übermittelt ab dem Zeitpunkt der Aktivierung der App vor einer Fahrt bis zur Beendigung die GNSS-Standortdaten der Nutzer an eine Zentrale, bildet daraus eine Fahrtroute und bildet diese auf das Schweizer ÖV-Angebot ab, um den Fahrpreis zu errechnen. In der Datenschutzerklärung⁷² sichert FAIRTIQ die Einhaltung des DSG in der Schweiz und der DSGVO in der Europäischen Union zu. Die Datenschutzerklärung beinhaltet eine Aufzählung der verarbeiteten Daten. Neben Angaben zum Kunden und zum Smartphone werden demgemäss „*Ortungsdaten und Aktivitätsdaten (basierend auf Bewegungssensoren, falls aktiviert) sowie die registrierten elektronischen Fahrkarten (Ticketdaten)*“ gespeichert. „*Die Erfassung der Reisedaten beginnt mit dem Öffnen der Applikation und endet 5 Minuten nach Abschluss des Check-Out-Vorgangs.*“

Des Weiteren werden „*die Reisedaten ... für Kundendienstleistungen der in Partnerschaft stehenden Transportunternehmen und zur Missbrauchsbekämpfung während 12 Monaten nach Abschluss der Reise aufbewahrt. Anschliessend erfolgt eine Anonymisierung dieser Daten, sodass keine Rückschlüsse auf die Kunden mehr möglich sind*“. Die 12 monatige Speicherung der Nutzungsdaten wird auch gerechtfertigt durch „*Insbesondere nutzt FAIRTIQ die durch die Applikation erfassten Ortungs- und Aktivitätsdaten **in nicht-anonymisierter Form** während 12 Monaten, um die Applikation weiterzuentwickeln*“.
- Swisscom** erfasst wie alle Betreiber von Mobilfunksystemen auch Positionsdaten der Nutzer. Alle Betreiber von Mobilfunksystemen erfassen zentral, an welchen Antennenstandorten die Telefone der Nutzer eingeloggt sind. Dies erfolgt kontinuierlich solange das Telefon eingeschaltet ist. Diese Erfassung ist eine betriebliche Notwendigkeit, um Anrufe an den Nutzer leiten zu können. Eine längere Speicherung ist allerdings nicht nötig und deshalb auch datenschutzrechtlich nicht zu rechtfertigen. Die Daten stellen jedoch einen grossen Wert dar und werden nach entsprechender Aggregation und Anonymisierung kommerziell genutzt.

Swisscom bietet beispielsweise den Service „**mobility insights**“⁷³ mit dem es Verkehrs- und Stadtplanern, Detailhändlern und Marketing Agenturen möglich ist, Nutzerbewegungen zu analysieren. Es lassen sich Fragen beantworten, wie „von woher kommen die Nutzer meines Angebots“ oder „was sind die demographischen Daten der Personen, die sich in diesem Areal aufhalten“. Swisscom nutzt bei dieser „big data“ Anwendung neben den anonymisierten und aggregierten Bewegungsdaten der Nutzer auch künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen, um die Standortdaten z.B. mit Daten aus dem Mikrozensus zu verknüpfen.

Die Implementierung erfolgt technisch und organisatorisch strikte nach den Erfordernissen des Datenschutzes. Swisscom gibt seinen Nutzern umfangreiche Informationen zur Art der verarbeiteten Daten und zu den umgesetzten Datenschutzmassnahmen⁷⁴. Nutzer haben auch die Möglichkeit, in ihrem Profil die Nutzung ihrer Daten einzuschränken⁷⁵.

Eine **datenschutzkonforme Umsetzung** der zentralen Erfassung der Bewegungsdaten im Mobility Pricing ist mit bereits etablierten „best practice“ Methoden technisch und organisatorisch somit **ohne Zweifel machbar**.

⁷² <https://fairtiq.ch/perch/resources/dataprotectiondeclarationonde.pdf>

⁷³ <https://insights-client-prod.scapp.swisscom.com/>

⁷⁴ <https://www.swisscom.ch/de/about/rechtliches/datenschutz.html>

⁷⁵ <https://www.swisscom.ch/customer/online/app/MyData?mode=overview>

Schon im **Systemdesign** müssen allerdings im Sinne von „privacy by design“ wesentliche Aspekte berücksichtigt werden:

- Grösstmögliche **Wahrung des Transparenzgebots** (siehe Kap. 7.6) durch Offenlegung des Systemdesigns, frühzeitige Nominierung eines Datenschutzverantwortlichen im Projektdesign, Begleitung durch einen externen Datenschutzbeauftragten sowie die Erarbeitung und regelmässige Aktualisierung einer Datenschutz-Folgenabschätzung.
- **Technisch und organisatorische Trennung** der Bearbeitung der nutzer- und abrechnungsbezogenen Daten (Name, Kontaktangaben, Zahlungsmittel, Rechnungen, Reklamationen, Mahnungen, etc.) von der Bearbeitung der Bewegungsprofile. Die Bewegungsprofile sollten nur über eine Vorgangsnummer referenziert werden, sodass in deren Verarbeitung und Speicherung, insbesondere dem Map-Matching im MIV bzw. dem Abbilden auf das ÖV-Angebot sowie dem Auffinden und Schliessen von Lücken, der Nutzer nicht bekannt ist. Die Bearbeitung der Bewegungsprofile sollte idealerweise in einem eigenen IT-System erfolgen, mit einer transparent offengelegten Schnittstelle zum nutzer- und abrechnungsbezogenen System, mit ebenso klarer personeller oder institutioneller Trennung.
- Die Bearbeitung und Speicherung der **Daten** sollte **nur im Inland** erfolgen, um sie dem Zugriff ausländischer Jurisdiktionen zu entziehen.
- Umsetzen der **Datensicherheitsanforderungen** im Design der IT-Systeme und der Betreiberorganisation gemäss einem anerkannten Vorgehensmodell, wie den BSI-Standards, siehe Kap. 7.5.1.

Die Vernehmlassung zur Totalrevision des Nationalstrassenabgabegesetzes im Jahr 2018 hat bezüglich der Einführung einer e-Vignette gezeigt, dass dem Datenschutz bei der Erfassung von Bewegungsprofilen höchste Bedeutung beigemessen wird [eVignette Vernehmlassung – 2018]. In mehreren Antworten zur Vernehmlassung wurde betont, dass der Datenschutz im Gesetz ungenügend geregelt sei. Da bei einer gesetzlichen Anwendung der Nutzer keiner Datenschutzerklärung zustimmen muss - er ist ja zur Nutzung verpflichtet und kann sie nicht ablehnen - empfiehlt es sich, wie oben schon angedeutet, analoge Bestimmungen schon explizit in die Gesetze und Verordnungen zum Mobility Pricing aufzunehmen. Das Inhaltsverzeichnis der Datenschutzerklärung von FAIRTIQ gibt dazu gute Hinweise:

- Verantwortliche Institutionen
- Bearbeitete personenbezogene Daten
- Verarbeitungszwecke und -modalitäten
- Datensicherheit
- Weitergabe von Daten, Zugriff
- Datenspeicherung und -löschung, Speicherort
- Datenschutzbeauftragter

Ebenso wurde in den Antworten zur Vernehmlassung deutlich, dass eine Verarbeitung durch Dritte kritisch gesehen wird, und der Bund bzw. die öffentliche Hand die Daten weitgehend kontrollieren sollte.

Angesichts der Bedeutung, die Bewegungsprofilen zugemessen werden muss, was sich auch in der erwähnten Vernehmlassung bestätigt hat, wäre es selbstverständlich wünschenswert, wenn die Bewegungsdaten die OBU bzw. das Smartphone nie verlassen würden und das Map-Matching bzw. die Tarifierung im Gerät des Nutzers stattfinden könnte. Wie im Kapitel 4.5.1 dargelegt, ist dies zum heutigen Zeitpunkt und auf absehbare Zeit technisch kaum

machbar. Es ist davon auszugehen, dass in der Wahrnehmung der Nutzer die Bewegungsprofile im MIV wesentlich kritischer gesehen werden als im ÖV, nicht zuletzt weil die Nutzung einer OBU im MIV für Schweizer Fahrzeuge verpflichtend ist. Die Problematik wird sich in Zukunft jedoch relativieren bzw. anders darstellen, wie in Kap. 8 dargestellt werden wird. Im Hinblick auf die dort behandelte Entwicklung hin zu vernetzten Fahrzeugen erübrigen sich aus heutiger Sicht weitergehende Untersuchungen oder Pilotprojekte, die solche dezentrale Datenerfassung und -verarbeitung künftig ermöglichen könnten.

Abschliessend kann festgestellt werden, dass aus technisch/organisatorischer Sicht ein umfassender **Datenschutz im Mobility Pricing mit heutigen Mitteln machbar** ist. Es soll aber auch betont werden, dass dies eine eher **technokratische Sicht** darstellt. In der breiteren Öffentlichkeit wird die Wahrnehmung des Datenschutzes kaum durch technische Argumente geprägt, sondern durch das **Vertrauen in die betroffenen Organisationen**. Sorgen um den Schutz der persönlichen Daten sind eher diffuser Art und stark emotional besetzt. Sie lassen sich nicht durch technische Massnahmen wie Verschlüsselung, Anonymisierung oder Löschversprechen beantworten. Wesentlich in der Umsetzung eines Mobility Pricings werden somit vertrauensbildende Massnahmen sein, die auf offenerer Kommunikation und transparenter Umsetzung beruhen.

8 Ausblick auf künftige Entwicklungen

Der Mobilitätssektor befindet sich durch die Trends zur **Digitalisierung**, zur **Automatisierung** und zur **Elektrifizierung** des MIV im Umbruch. Es stellt sich die Frage, welche Entwicklungen bezüglich Technologien oder Anwendungen in der absehbaren Zukunft die Umsetzung von Mobility Pricing erleichtern könnten.

In der Entwicklung des **Ticketing im ÖV** kann von einer stetigen Weiterentwicklung ausgegangen werden: Das Smartphone hat sich als Informationsportal und Buchungsplattform, als Träger von Tickets und nicht zuletzt als Tool zur automatischen Erfassung von Reisen bewährt. Es ist anzunehmen, dass sich Applikationen zur automatischen Buchung von Tickets analog FAIRTIQ, Lezzgo plus und abilio weiter durchsetzen und verbreiten werden. Auf Basis solcher Applikationen kann Mobility Pricing im ÖV sehr einfach realisiert werden, da insbesondere die für die zeitabhängige Tarifierung wichtige Funktion der Identifikation des genutzten Kurses inhärent vorhanden ist. Auch auf Seite der zentralen Systeme sind Entwicklungen absehbar. Insbesondere ist im Zuge der Öffnung des ÖV-Vertriebs für Dritte zu erwarten, dass mittelfristig eine zentrale Buchungsdatenplattform für den ÖV und für intermodale Angebote aufgebaut werden wird.

Diese Entwicklungen erleichtern die Einführung von Mobility Pricing im ÖV deutlich und reduzieren das Umsetzungsrisiko, da die benötigten Strukturen dabei schon entstehen. Diese Entwicklungen bieten das Potential zu einer gewissen Reduktion der Einführungskosten, die jedoch ohnedies eine eher geringe Bedeutung für die Gesamtkosten des Systems haben. Die Gesamtkosten werden gemäss Kap 6.8 durch die jährlich wiederkehrenden betrieblichen Ausgaben getrieben, die sich hauptsächlich aus der Betriebsorganisation und der Nutzerverwaltung ergeben. Diese Kosten werden durch die weitere Verbreitung von automatischem Ticketing praktisch nicht beeinflusst.

Im MIV werden wesentlich dramatischere Entwicklungen erwartet, die sich primär aus der zunehmenden Automatisierung und vor allem Vernetzung der Fahrzeuge ergeben. Kraft-

fahrzeuge werden in zunehmendem Masse mit ihrer Umgebung vernetzt. Es werden Kartendaten für die Routenberechnung und über die Verkehrslage von den jeweiligen Dienst-anbietern heruntergeladen, Sensordaten zur Verfügung gestellt, Smartphones und Tablets eingebunden, Daten über das Fahrverhalten gespeichert usw. Zukünftig sollen Daten mit anderen Autos ausgetauscht werden, mit der Strasse, mit dem Hersteller, Versicherungen, Pannendiensten, Werkstätten u. dgl. mehr [ita – 2016].

Als eine der Basistechnologien wird jedes Auto über eine genaue Positionsbestimmung verfügen. Ohne diese Funktion ist weder eine Navigation noch automatisiertes Fahren realisierbar. Viele Fahrzeuge übermitteln beispielsweise schon heute ihre Position laufend an den Fahrzeughersteller. Neuere Modelle von Mercedes übermitteln die Position alle zwei Minuten [ita – 2016]. Es ist durchaus denkbar, dass diese Positionsinformationen für das Mobility-Pricing genutzt werden können. Der Gesetzgeber könnte die Fahrzeughersteller verpflichten, die Positionsinformationen für das Mobility Pricing zur Verfügung zu stellen⁷⁶. Alternativ könnte auch der Nutzer gesetzlich zur Datenlieferung verpflichtet werden, was die Fahrzeughersteller wohl dazu bewegen würde, den Nutzern als Dienstleistung diese Verpflichtung abzunehmen und die Positionsinformationen zu liefern.

Dies würde den Einbau von OBUs bei neuen Fahrzeugen erübrigen. Die Kosten für die OBUs würden somit entfallen. Ein weiterer Vorteil ergäbe sich für ausländische Nutzer, da sie auch ohne Einbau einer OBU am automatisierten Verfahren teilnehmen könnten.

Diese Entwicklungen bieten das Potential, die Kosten des Mobility Pricing Systems signifikant zu senken, da die Kosten für die OBUs bzw. für deren Lifecycle entfallen. Die OBU-bezogenen Kosten machen einen Grossteil der Kosten sowohl für den Systemaufbau wie den Betrieb aus.

Aus der Vernetzung der Fahrzeuge kann man auch wesentliche Veränderung in der **Bedeutung und Wahrnehmung des Datenschutzes** erwarten. Mobility Pricing wird dann nur zu einem weiteren Aspekt der Nutzung der Fahrzeugdaten, dem man sich genauso wenig entziehen kann, wie der allgemeinen Vernetzung des Fahrzeugs. Welche Verschiebung der Wahrnehmung des Datenschutzes dadurch entstehen, lässt sich heute nicht abschätzen. Unbestritten ist jedoch, dass für vernetzte Fahrzeuge der Datenschutz zunächst grundsätzlich gesetzlich geregelt werden muss. Die heutige Gesetzgebung bietet für die erwartete vollständige Vernetzung der Fahrzeuge, ihre zunehmende Steuerung durch Software und ihrer Einbindung ins Internet der Dinge keine hinreichende Grundlage.

Insbesondere ist heute keine Transparenz über die Nutzung von Daten und ihre Verarbeitung gegeben. Der „Abgasskandal“⁷⁷ hat gezeigt, dass schon heute für Nutzer oder Behörden kaum mehr feststellbar ist, was für Vorgänge im Fahrzeug stattfinden. Da immer mehr Vorgänge von Software abhängen, ist kaum mehr nachvollziehbar, welche Prozesse im Fahrzeug laufen, welche Daten erfasst und welche an wen übermittelt werden.

Aus Sicht des Datenschutzes wird sich somit in Zukunft verstärkter Regelungsbedarf ergeben. Die Folgen für das Mobility Pricing müssen dann erneut abgeschätzt werden.

⁷⁶ Der Zugang zu Mobilitätsdaten sollte auch aus übergeordneter Sicht grundsätzlich geregelt werden. Fahrzeugdaten sind auch für die Zwecke des Verkehrsmanagements, der Verkehrssicherheit und der Verkehrsplanung für die öffentliche Hand von grosser Relevanz.

⁷⁷ Sieh z.B. <https://de.wikipedia.org/wiki/Abgasskandal>

9 Fazit

Der Bericht hat für ein umfassendes Mobility Pricing mit dem Ziel, Verkehrsspitzen zu glätten, ein plausibles Gebührenkonzept dargestellt. Darauf basierend wurde ein Systemkonzept für das technische System entwickelt, mit dem die Gebühr im Individualverkehr und im öffentlichen Verkehr erhoben und kontrolliert werden kann.

Das skizzierte Mobility Pricing System kann zweifelsfrei als technisch umsetzbar beurteilt werden. Die nötigen Systemkomponenten sind heute am Markt verfügbar und erprobt. Die Kosten für die Errichtung und den Betrieb des Systems wurden abgeschätzt. Die Projektrisiken einer Einführung entsprechen denen vergleichbarer Grossprojekte und sind mit stringentem Projektmanagement durchaus beherrschbar.

Unwägbarkeiten und entsprechende Risiken ergeben sich eher im späteren Betrieb, da hier Erfahrungswerte zum möglichen Nutzerverhalten fehlen. Nach einem grundsätzlichen Entscheid zu einem Mobility Pricing könnten entsprechende Feldversuche im Vorfeld helfen, diese Risiken zu begrenzen. Vor allem das Verhalten und der Informationsstand ausländischer Autofahrer angesichts einer neuartigen Gebühr muss besondere Beachtung finden. Im öffentlichen Verkehr ergeben sich Unsicherheiten hinsichtlich des Nutzerverhaltens vor allem falls die heute viel genutzten Abonnemente entfallen sollten und nur mehr Einzelfahrten angeboten würden. Der nötige Kontrollaufwand könnte sich dann gegenüber heute deutlich erhöhen.

Die Beschaffung und der Aufbau der technischen Systeme für den motorisierten Individualverkehr würden von der Kenntnis bzw. Verabschiedung der rechtlichen Grundlagen bis zum Systemstart zwischen 4 und 5 Jahren in Anspruch nehmen. Die entsprechenden Einrichtungen und Abläufe für ein Mobility Pricing im öffentlichen Verkehr würden etwa 3 Jahre benötigen.

Die Datenschutzaspekte wurden eingehend beleuchtet. Die zu erfassenden Bewegungsdaten sind wie besonders schützenswerte personenbezogene Daten zu behandeln. Aus technischer bzw. organisatorischer Sicht kann der gesetzlich geforderte Datenschutz mit heutigen Mitteln erzielt werden, sofern in der Umsetzung insbesondere die Gebote der Transparenz, der Datenminimierung und der Speicherbegrenzung beachtet werden. Die datenschutzrechtlichen Rahmenbedingungen sind in einem künftigen Gesetz zum Mobility Pricing explizit und konkret zu definieren. In der Umsetzung sollte jedoch über die rein rechtlichen und technischen Massnahmen hinaus dem Aspekt der Wahrnehmung des Systems in der Öffentlichkeit besondere Beachtung geschenkt werden.

Ein Ausblick auf künftige Entwicklungen hat gezeigt, dass vor allem die zunehmende Automatisierung und Vernetzung der Fahrzeuge im Individualverkehr Potentiale beinhalten, die Erhebungskosten signifikant senken zu können.

Bei weiterführenden Arbeiten empfiehlt es sich, vor allem den identifizierten Risiken bezüglich des Nutzerverhaltens im Betrieb eines derartig neuartigen Systems durch spezifische Überlegungen oder Untersuchungen Rechnung zu tragen. Ebenso ist es empfehlenswert, die möglichen Potentiale für Kostenreduktionen durch die zunehmende Automatisierung und Vernetzung der Fahrzeuge zu konkretisieren und insbesondere Kontakte zu Fahrzeugherstellern aufzunehmen. In Bezug auf den Datenschutz kann empfohlen werden, die Wahrnehmung derartiger Systeme bei Nutzern zu erforschen und die entscheidenden Aspekte zu identifizieren, die die Akzeptanz beeinflussen.

10 Literatur

- [BFS - Alpen- und grenzquerender Personenverkehr 2015]
Bundesamt für Statistik, Medienmitteilung „Alpen- und grenzquerender Personenverkehr 2015“, Neuchâtel, März 2017
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/medienmitteilungen.assetdetail.2102042.html>
- [BFS – Fahrzeugbestand 31.12.2017] Bundesamt für Statistik, Strassenfahrzeugbestand nach Fahrzeuggruppe – veröffentlicht am 29.05.2018
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeuge/fahrzeuge/strassenfahrzeuge-bestand-motorisierungsgrad.assetdetail.5346068.html>
- [BFS - Mobilität und Verkehr 2018]
Bundesamt für Statistik, „Mobilität und Verkehr, Statistischer Bericht 2018“, Neuchâtel 2018
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr.html>
- [BFStrMG – 2011] Gesetz über die Erhebung von streckenbezogenen Gebühren für die Benutzung von Bundesautobahnen und Bundesstraßen (Bundesfernstraßenmautgesetz - BFStrMG), Bundesrepublik Deutschland, 12.07.2011 (BGBl. I S. 1378 (Nr. 36)),
<https://www.gesetze-im-internet.de/bfstrmg/>
- [DSG – 2014]
Bundesgesetz über den Datenschutz (DSG), SR 235.1, vom 19. Juni 1992 (Stand vom 1. Januar 2014)
<https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19920153/index.html>
- [EU – DSGVO – 2016]
Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung), Amtsblatt der Europäischen Union, Nr. L 119, zuletzt berichtigt am 23. Mai 2018 in Nr. L 127
[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679R\(02\)&from=DE](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679R(02)&from=DE)
- [ESTV – Steuern und Abgaben – 2018]
Schweiz. Steuerkonferenz SSK, „Unterschied zwischen Steuern und anderen öffentlichen Abgaben“, März 2018 (unter www.estv.admin.ch)
- [EU – Charta – 2012]
Charta der Grundrechte der Europäischen Union, Amtsblatt der Europäischen Union Nr. C 326/02, 26. Oktober 2012
- [EU – Datenschutzrichtlinie – 1995]
Richtlinie 95/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. Oktober 1995 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und zum freien Datenverkehr, Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 281 S. 31–50,
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:31995L0046&from=DE>
- [EU – EETS Entscheidung – 2009] Entscheidung 2009/750/EG der Kommission vom 6. Oktober 2009 über die Festlegung der Merkmale des europäischen elektronischen Mautdienstes und seiner technischen Komponenten
- [EU – EETS Richtlinie – 2004] Richtlinie 2004/52/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über die Interoperabilität elektronischer Mautsysteme in der Gemeinschaft
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:200:0050:0057:DE:PDF>
- [eVignette Vernehmlassung – 2018] Totalrevision des Nationalstrassenabgabegesetzes, Bericht über die Ergebnisse der Vernehmlassung, Eidgenössisches Finanzdepartement, EFD Eidgenössische Zollverwaltung EZV, 2018
<https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/54674.pdf>

- [InfrAG – 2015] Gesetz über die Erhebung einer zeitbezogenen Infrastrukturabgabe für die Benutzung von Bundesfernstraßen (Infrastrukturabgabengesetz - InfrAG), Bundesrepublik Deutschland, 8. Juni 2015 (BGBl. I S. 904)
<https://www.gesetze-im-internet.de/infrag/>
- [ita – 2016] Jaro Krieger-Lamina, „Vernetzte Automobile, Datensammeln beim Fahren – von Assistenzsystemen zu autonomen Fahrzeugen“, ita, Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, August 2016,
<http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/2016-02.pdf>
- [Kt.SG – Kontrollschild-Arten – 2014]
Kanton St. Gallen, „Kontrollschilder-Arten“, Strassenverkehrs- und Schifffahrtsamt des Kantons St.Gallen, Okt. 2014
https://www.stva.sg.ch/home/strassenverkehr/Verkehrszulassung/kontrollschilder_arten.html
- [MIT Studie -2013]
Yves-Alexandre de Montjoye, César A. Hidalgo, Michel Verleysen and Vincent D. Blondel, „Unique in the Crowd, The privacy bounds of human mobility“, Scientific Reports Volume 3 / 1376, März 2013
<https://www.nature.com/articles/srep01376>
- [NJW 1970]
Ulrich Seidel, „Persönlichkeitsrechtliche Probleme der elektronischen Speicherung privater Daten“, Neue juristische Wochenschrift (NJW) 1970, S. 1581 und 1583 f
- [UVEK – Konzeptbericht – 2016]
Schweizerische Eidgenossenschaft, Der Bundesrat: „Konzeptbericht Mobility Pricing, Ansätze zur Lösung von Verkehrsproblemen für Strasse und Schiene in der Schweiz“, 29.6.2016
<https://www.uvek.admin.ch/uvek/de/home/verkehr/mobility-pricing.html>
- [Rapp – Mobility Pricing Synthesebericht – 2007]
Rapp Trans AG, „Mobility Pricing Synthesebericht“, ASTRA Forschungsauftrag VSS 2005/910, Oktober 2007
<https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen/mobility-pricing.html>
- [Revision DSG]
Entwurf des Bundesgesetzes über den Datenschutz (BBl 2017 7193) im Rahmen der Botschaft des Bundesrates
<https://www.admin.ch/opc/de/federal-gazette/2017/7193.pdf>
- [Sofia Memorandum - 2009]
International Working Group on Data Protection in Telecommunications, Bericht und Empfehlungen zu Mautsystemen - "Sofia Memorandum", 45. Treffen, 12.-13. März 2009, Sofia (Bulgarien),
https://www.datenschutz-berlin.de/fileadmin/user_upload/pdf/publikationen/working-paper/2009/2009-Sofia_Memorandum-de.pdf (Deutsche Übersetzung)
- [Strauß – 2017]
Stefan Strauß, Jaro Krieger-Lamina, „Digitaler Stillstand, Die Verletzlichkeit der digital vernetzten Gesellschaft – Kritische Infrastrukturen und Systemperspektiven“, Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, März 2017,
<http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/2017-01.pdf>
- [VSS – Datenschutz Mobility Pricing – 2014]
Bernhard Oehry, „Mobility Pricing und Datenschutz: Das Ende anonymen Fahrens“, VSS Strasse und Verkehr, 9/2014
http://www.vss.ch/fileadmin/redacteur/e-paper_SuV/e-paper_SUV_09_14/page18.html#/18

11 Abkürzungen

ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ARPV	Verordnung über die Abgeltung des regionalen Personenverkehrs, SR 745.16
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BAV	Bundesamt für Verkehr
BV	Bundesverfassung
CAPEX	Capital expenditure (Investitionskosten)
CEN	Comité Européen de Normalisation (Europäische Normierungsorganisation)
CN	Cellular Network (engl. für Mobilfunk)
CRM	Customer Relationship Management (System); Kundendatenbank
DSG	Datenschutzgesetz
DSGVO	Datenschutzgrundverordnung
DSRC	Dedicated Short-Range Communications (Kurzstreckenfunk)
DV	Direkter Verkehr
EETS	European Electronic Tolling Service
Fz	Fahrzeug
GALILEO	Name des europäischen GNSS (keine Abkürzung)
GLONAS	Globalnaja nawigazionnaja sputnikowaja sistema (GNSS System Russlands)
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System (GNSS der USA)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Weltweite Normierungsorg.)
ISO	International Organization for Standardization (Weltweite Normierungsorg.)
LSVA	Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (der Schweiz)
LW, LKW	Lastwagen (CH), Lastkraftwagen (DE, AT)
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NFC	Near Field Communication
OBU	On-Board Unit
OPEX	Operational expenditure (Betriebskosten)
ÖV	Öffentlicher Verkehr
OZD	Oberzolldirektion
PBG	Personenbeförderungsgesetz, SR 745.1
RFID	Radio Frequency Identification
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VPD	Verordnung über die Personenbeförderung, SR 745.11
WLAN	Wireless Local Area Network

Rapp Trans AG

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'B. Oehry', with a long horizontal stroke extending to the right.

Bernhard Oehry
Geschäftsführer

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'A. Felix'.

Andrea Felix
Partner

Basel, 18. April 2019 / 2061.036 / Oe