

83. Jahrgang – Heft 1 – 2012

## ZEITSCHRIFT FÜR VERKEHRSWISSENSCHAFT

### INHALT DES HEFTES:

Anreizregulierung unter Subventionen – der Fall der Eisenbahnregulierung Von Wolfgang Elsenbast und Gernot Müller, Bern/Bad Honnef	Seite 1
Überwindung von Hemmnissen bei der Markteinführung kooperativer Sicherheitssysteme – Am Beispiel der Lokalen Gefahrenwarnung Von Herbert Baum und Jan-André Bühne, Köln	Seite 14

Manuskripte sind zu senden an die Herausgeber:

Prof. Dr. Herbert Baum

Prof. Dr. Rainer Willeke

Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln

Universitätsstraße 22

50923 Köln

Verlag – Herstellung – Vertrieb – Anzeigen:

Verkehrs-Verlag J. Fischer, Cornелиusstraße 49, 40215 Düsseldorf

Telefon: (0211) 9 91 93-0, Telefax (0211) 6 80 15 44

[www.verkehrsverlag-fischer.de](http://www.verkehrsverlag-fischer.de)

Einzelheft EUR 24,50 – Jahresabonnement EUR 64,00

zuzüglich MwSt und Versandkosten

Für Anzeigen gilt Preisliste Nr. 25 vom 1.1.2009

Erscheinungsweise: drei Hefte pro Jahr

*Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophotos u.ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.*



---

# Anreizregulierung unter Subventionen – der Fall der Eisenbahnregulierung

VON WOLFGANG ELSENBAST/GERNOT MÜLLER, BERN/BAD HONNEF

## Inhalt

1. Motivation
2. Grundformen der Anreizregulierung
3. Grundsätzliche Alternativen der Netzzugangsregulierung
4. Anreizregulierung unter Subventionen
5. Wie sind die Subventionen vom Staat zu setzen?

## 1. Motivation

Bei der Regulierung wesentlicher Einrichtungen, wie bspw. den Schienenwegen und Stationen im Eisenbahnsektor, wird eine Anreizregulierung empfohlen, meist in der Form einer Price-Cap-Regulierung.<sup>1</sup> Eine Anreizregulierung (auch als RPI-X- oder CPI-X-Regulierung bekannt)

---

*Anschriften der Verfasser:*

Dr. Wolfgang Elsenbast  
Melchtalstraße 5  
CH-3014 Bern

Dr. Gernot Müller  
WIK-Consult GmbH  
Rhöndorfer Straße 68  
53604 Bad Honnef

<sup>1</sup> Vgl. Bundesnetzagentur, Abschlussbericht zur Einführung einer Anreizregulierung im Eisenbahnsektor, revidierte Fassung, Bonn, 26. Mai 2008; Monopolkommission, Bahn 2009: Wettbewerb erfordert Weichenstellung, 55. Sondergutachten der Monopolkommission, Bonn, 21. September 2009, S. 101 ff., 114. Die RPI-X geht vor allem auf einen Artikel von Littlechild und Beesley aus dem Jahre 1989 zurück, vgl. Beesley, M. E. und Littlechild, S., 1989, The Regulation of Privatized Monopolies in the United Kingdom, *Rand Journal of Economics*, Vol. 20, S. 454-472, bzw. einen aktuelleren Vortrag von Littlechild zu deren Weiterentwicklung: Substitutes & complements for traditional economic regulation of monopoly infrastructure, Vortrag bei der Tenth ACCC Regulatory Conference Gold Coast, Qld 30-31 July 2009.

in Form eines Price- oder Revenue-Caps hat den Vorteil, dass sie zu allokativen, produktiven und auch dynamischen Effizienzen führen kann, wenn sie geeignet dimensioniert wird. Aufgrund dieser generellen Vorteile wird sie bei der Preisregulierung von Netzindustrien immer verbreiteter angewendet und gegenüber alternativen Regulierungsformen, wie bspw. einer Rate-of-return-Regulierung vorgezogen.<sup>2</sup> Zugleich gibt es aus dynamischer Sicht Probleme hinsichtlich der Qualität, insofern ökonomisch langfristig sinnvolle Investitionen unterbleiben, wenn die Qualität nicht in der Regulierungsformel berücksichtigt wird oder wenn alternative Instrumente wie bspw. im Energiesektor die Investitionsbudgets zur Verfügung gestellt werden.<sup>3</sup> Auch hier kommt es auf die Ausgestaltung an.

Bei den Empfehlungen für eine Anreizregulierung, so sie sich auf den Eisenbahnbereich beziehen, ist die Besonderheit, dass die Kosten des Eisenbahnverkehrs zu einem erheblichen Teil aus öffentlichen Mitteln getragen werden. Aus politischen Gründen werden bestimmte Bereiche der Eisenbahninfrastruktur (Netz, Personenbahnhöfe) und der SPNV vom Staat subventioniert. Hintergrund dieser Subventionierung ist, dass eine Verlagerung der Verkehrsströme aus ökologischen Gründen („höhere Energieeffizienz des Eisenbahnverkehrs gegenüber dem motorisierten Individualverkehr“, „geringere Umweltbelastung“) sowie eine Grundversorgung mit öffentlichen Verkehrsleistungen („gemeinwirtschaftliche Dienste“ bzw. „Universaldienst“) angestrebt werden. Dieser Beitrag untersucht, welchen Einfluss staatliche Subventionen auf die Ausgestaltung einer Anreizregulierung haben. Diese Fragestellung hat eine besondere Relevanz für die Regulierung der Eisenbahninfrastruktur. Es werden grundsätzliche Anreize bezüglich der Preisbildung aufgezeigt und die Setzung der Subventionen analysiert. Die Gewährung von Subventionen wird dabei in dem Spannungsfeld des Einbaus von stärkeren Kostenregulierungselementen in den Anreizrahmen betrachtet.

## 2. Grundformen der Anreizregulierung

Die Formen der Anreizregulierung in der Form einer RPI-X- oder CPI-X-Regulierung sind inzwischen in der breiteren Öffentlichkeit bekannt. Dennoch sei noch einmal das Grundkonzept dargestellt. Wird eine Price-Cap-Variante durchgeführt, so ist vorgesehen, dass ein Korb von Dienstleistungen preisreguliert wird. Die Gewichte des regulierten Korbes werden nach dem Verhältnis der in der vorangegangenen Periode konsumierten Dienstleistungen gebildet, i.a.

---

<sup>2</sup> Bei der Rate-of-return-Regulierung in ihrer klassischen Form bestehen speziell die Gefahr einer Überkapitalisierung (Averch-Johnson-Effekt), somit einer allokativ ineffizienten Faktorkombination, und aufgrund der Orientierung an den Kosten die Notwendigkeit deren steter Kontrolle; vgl. Averch, H. und Johnson, L. 1962, Behavior of a firm under regulatory constraints, AER Vol 52, S. 1052-1069 bzw. die stärker mathematische Darstellung bei Takayama, A., 1969, Behavior of a firm under regulatory constraints, American Economic Review 59, S.255-60.

<sup>3</sup> Das Qualitätsproblem ist speziell bei der Regulierung von Eisenbahninfrastrukturen virulent.

nach einem Laspeyres-Index.<sup>4</sup> Bei der Regulierung wird festgelegt, dass der Durchschnittspreis für einen in der vorangegangenen Periode definierten Warenkorb von regulierten Produkten maximal um die Differenz zwischen einer bestimmten Preissteigerungsrate (RPI (Großhandelspreise) oder CPI (Verbraucherpreise)) und der Produktivitätssteigerung zunimmt. Von einer so definierten Preisregulierung gehen positive ökonomische Anreize hinsichtlich der allokativen und produktiven Effizienz aus, als die Preiselastizität der Nachfrage von dem Unternehmen in der Preisbildung berücksichtigt wird und die Unternehmen einen Anreiz haben, die Kosten zu senken, um somit bei ihnen verbleibende Gewinne zu erzielen.<sup>5</sup> Unter bestimmten Bedingungen wird ein Second-best-Optimum (Ramsey-Boiteux-Preise) erreicht.<sup>6</sup>

Bei einer Revenue-Cap-Regulierung erfolgt im Unterschied zu einer Price-Cap-Regulierung eine Vorgabe für die (zulässigen) Gesamterlöse eines Netzes; hier gelten die Ausführungen zur allokativen Effizienz nur eingeschränkt, da keine wohlfahrtsoptimalen Preisstrukturen induziert sind.<sup>7</sup> Eine Revenue-Cap-Regulierung kann sich bei Netzen als vorteilhaft erweisen, die hohe Kapitalkosten aufweisen, weil die zulässigen Erlöse weniger schwanken als bei einer Price-Cap-Regulierung. Zudem stellt sich bei hohen Kapitalkosten die Frage, ob nicht zusätzlich Elemente einer Kostenregulierung anzuwenden sind, so diese Kapitalkosten von den Unternehmen nur bedingt gestaltbar sind.

Das zentrale Element in der Price- und Revenue-Cap-Regulierung ist der X-Faktor, über den die RPI-X-Regulierung konkretisiert wird und darüber die Effizienzvorgaben an das regulierte Unternehmen an den Kunden in Form von Preissenkungen weitergegeben werden. Der Faktor soll die in einer Regulierungsperiode zu erwartenden Produktivitätssteigerungen abbilden im Vergleich zu der Vorstellung eines effizienten Unternehmens. Zusätzliche Rationalisierungsanstrengungen/Effizienzsteigerungen über die gesetzten hinaus kommen bei einer Anreizregulierung dem Unternehmen in Form höherer Gewinne zugute.

---

<sup>4</sup> Zu einer Darstellung alternativer Regulierungskonzepte vgl. bspw. Monopolkommission, Hauptgutachten 2000/1 in dem Kapitel zur Regulierung von wesentlichen Einrichtungen über das Wettbewerbsrecht oder eine Ex-ante-Regulierung, Bonn, 2002.

<sup>5</sup> Dies gilt speziell, wenn innerhalb der Körbe keine weiteren Restriktionen festgelegt werden. Diese Restriktionen bestehen z. B. durch die Vorgaben für die Entgeltbildung.

<sup>6</sup> Hierzu bspw. Neu, W. Allocative Inefficiency Properties of Price-Cap-Regulation; in: Journal of Regulatory Economics, Vol. 5, 1993, S. 159-182.

<sup>7</sup> Vgl. Brunekreeft, G. Regulation and Competition in the Electricity market, Baden-Baden, 2003, S. 71 ff.

Der X-Faktor im Rahmen einer Anreizregulierung kann entweder ad hoc gesetzt (dann ist er meist mittelbar ein Verhandlungsergebnis) oder durch eine explizite Kalkulation des realisierbaren Produktivitätsfortschrittes ermittelt werden.<sup>8</sup>

### 3. Grundsätzliche Alternativen der Netzzugangsregulierung

Wie ändern sich bei Einführung von Subventionen in einer Anreizregulierung gegenüber der üblichen Betrachtung bspw. in der Telekommunikation oder Energiewirtschaft? In diesem Kontext ist zunächst zu fragen, ob aus wettbewerbsspolitischer Sicht eine solche Subventionierung grundsätzlich zu befürworten ist. Die Antwort hierauf kann positiv ausfallen, so es sich um ein unbestreitbares natürliches Monopol handelt, bei dem der erwünschte Umfang einer Infrastrukturleistung nicht zu Istkosten vermarktet werden kann. Dies bedeutet aber einerseits, dass die Anforderungen an das gewünschte Infrastrukturlpaket hinreichend zu konkretisieren sind, und andererseits, dass solche Subventionen so ausgestaltet werden, dass nicht ansonsten in einer Regulierung (oder auch im Wettbewerb) wirksame Effizienzreize unterbunden werden.

Subventionen dürfen kein Freibrief für Ineffizienz sein. Generell sind deshalb Wettbewerbe um die Bedienung eines natürlichen Monopols – und somit auch um die notwendigen Subventionen – attraktiv, so nicht die Frage der Übertragung der Eigentümerschaft alles andere als trivial wäre. Insofern sollten Subventionen, v.a. wenn sie längerfristig gewährt werden, zumindest an das Erreichen von gewissen Effizienzzielen gebunden werden. Unterstellt man zudem ein unbestreitbares natürliches Monopol, so sollte das subventionierte Netz die Eigenschaften wesentlicher Eigenschaften aufweisen, d.h. es liegt übergreifend eine Regulierungsnotwendigkeit vor. Im Folgenden wird zunächst diskutiert, wie eine optimale Preisgestaltung unter Subventionen auszusehen hat, um dann auf die Integration von Subventionen in eine Price-Cap-Regulierung zurück zu kommen.

Grundsätzlich sind Subventionen – unabhängig vom Regulierungskontext – als eine Lump-sum-Zahlung zu betrachten. Solche können sich auf einen Infrastrukturbetreiber in toto oder auf einzelne Projekte/Netzelemente beziehen. Zu fragen ist, wie sich eine Preisstruktur unter Subventionen verändern sollte. Bei regulierten Monopolen ist grundsätzlich eine Ramsey-Boiteux-

---

<sup>8</sup> Eine exakte kostenrechnerische Bestimmung des X-Faktors kann schwierig sein. Grundsätzlich müssen bei einer genauen Erfassung des Produktivitätsfortschrittes, ähnlich einer kostenorientierten Preissetzung, umfangreiche Untersuchungen über die (zu erwartende) Kostenstruktur (und somit auch über die zu erwartenden Nachfragemengen) durchgeführt werden. Vgl. hierzu Müller, G., Produktivitäts- und Effizienzmessung im Eisenbahninfrastruktursektor - Methodische Grundlagen und Schätzung des Produktivitätsfortschritts für den deutschen Markt, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 318, Bad Honnef, Januar 2009.

Preisstruktur wohlfahrtsoptimal im Sinne eines „Second best“. Im einfachen Lehrbuchfall konstanter Grenzkosten und verschwindender Kreuzpreiselastizitäten sowie konstanter Preiselastizitäten der Nachfrage ergibt sich dann die folgende optimale Preisstruktur:

$$\frac{(p_i - c_i)/c_i}{(p_j - c_j)/c_j} = \frac{e_j}{e_i}$$

wobei  $p_i$ ,  $p_j$  für die Preise und  $c_i$ ,  $c_j$  für die Grenzkosten stehen;  $e_i$ ,  $e_j$  bezeichnen die Preiselastizitäten der Nachfrage.<sup>9</sup>

Bei einem gegebenen Erlösziel vermindert eine Lump-sum-Zahlung nun alleine die Erlösanforderungen an den Netzbetreiber, jedoch nicht die Optimalität der Preisstrukturen, insofern die Preiselastizitäten der Nachfrage und die Grenzkosten der Leistungserstellung als vom Subventionsbetrag unbeeinflusst und konstant angenommen werden.<sup>10</sup> Dies gilt auf jeden Fall, wenn diese Zahlungen projektundifferenziert an einen Netzbetreiber gehen. Auch projektbezogene Subventionen haben Lump-sum-Charakter. Hier ist aber zusätzlich festzustellen, dass bestimmte Teilbereiche eines Netzes gefördert werden, sich somit die relevanten Kostenstrukturen im Netz unter Berücksichtigung der Subventionen verändern und folglich die optimalen Preisstrukturen zwischen unterschiedlich subventionierten Bereichen beeinflusst werden.

Sind hingegen die Subventionen an den anfallenden Kosten orientiert, so gilt wiederum eine modifizierte Ramsey-Regel. Nimmt man vereinfachend konstante Grenzkosten der Produktion an und sind die Subventionen eine lineare Funktion der anfallenden Kosten, bspw. eine anteilige Beteiligung des Staates an den Kosten, so ergibt sich die folgende Preisstruktur:

$$\frac{(p_i - c_i)(1-s)/c_i(1-s)}{(p_j - c_j)(1-s)/c_j(1-s)} = \frac{e_j}{e_i}$$

wobei

<sup>9</sup> Eine solche einfache Struktur der Ramsey-Preise ist im Bahnbereich nicht unbedingt zu erwarten. Dennoch wird diese Preisstruktur im Weiteren als Basis genommen, da an ihr in einfacher Form Änderungen durch die Berücksichtigung eines Subventionskalküls aufgezeigt werden können.

<sup>10</sup> Dies muss nicht in der Realität gelten, als die Reagibilität der Nachfrage vom Preisniveau und somit implizit auch vom Subventionsniveau abhängt.

$$s = (S(x)/x)/c$$

die auf die Grenzkosten  $c$  normierten Subventionen pro erstellter Leistungseinheit sind. Der Unterschied in dieser Regel zu der obigen ist, dass die angesetzten Grenzkosten um die Subventionen reduziert werden. Ein weiterer Effekt ist, dass die Subventionen bei der Planung einzelner Maßnahmen stärker maßgeblich werden, da sie die entscheidungsrelevanten Grenzkosten reduzieren; dies ist ohne eine entsprechende Kostenkontrolle kritisch zu sehen.

Somit lässt sich festhalten, dass Subventionen, so sie vergeben werden, grundsätzlich am vorteilhaftesten erscheinen, wenn sie möglichst als eine einmalige und eher projektundifferenzierte Zahlung erfolgen, die sich jedoch an der konkreten Subventionsbedürftigkeit des natürlichen Monopol betreibenden Unternehmens orientiert.

Diese Anforderung erscheint für die Ausgestaltung der Anreizregulierung im Eisenbahninfrastruktursektor von Relevanz. Sie betrifft allerdings alleine die Struktur der Subventionen, nicht deren Höhe und dynamische Entwicklung. Letztere sollten sich idealer Weise an den Ergebnissen einer Ausschreibung des natürlichen Monopols bei einer fiktiven friktionslosen Eigentümerübertragung orientieren, d.h. an der Frage, was ein effizienter Netzbetreiber an staatlicher Unterstützung bräuchte und welche Anreize ihm zu setzen wären.

#### 4. Anreizregulierung unter Subventionen

Mitusch (2008) hat einen Vorschlag für eine Erweiterung der Price-Cap-Regulierung unter Einbeziehung von Subventionen vorgebracht, der auf die folgende Budgetgleichung für die zulässigen Erlöse zurückgeht:<sup>11</sup>

$$\sum_{i=1}^n q_{i,t-1} p_{i,t} + ST_t \leq \left( \sum_{i=1}^n q_{i,t} - p_{i,t} + ST_{t-1} \right) (1 + I_t - X)$$

wobei  $ST_t$ ,  $ST_{t-1}$  für die staatlichen Subventionsbeträge stehen.  $X$  ist der Faktor für den Produktivitätsfortschritt,  $I$  repräsentiert die unterliegende Inputpreisentwicklung;  $q$  und  $p$  stehen für die Outputmengen und Preise.

Demnach sind die Erlöse des regulierten Korbes von Dienstleistungen bei Subventionen unter die Maßgabe gestellt, dass diese neben dem  $X$ -Faktor (und die zu berücksichtigende Inflations-

<sup>11</sup> Vgl. Mitusch, K., Regulation of a subsidized firm - the case of railways, Vortrag auf der 7th Conference on Applied Infrastructure Research (INFRADAY), TU Berlin, 10. Oktober 2008.

rate) durch die Höhe der im jeweiligen Jahr vergebenen Subventionsbeträge variiert werden, was sich auch in der folgenden Umstellung der obigen Gleichung zeigt:

$$\frac{\sum_{i=1}^n q_{i,t-1}(p_{i,t} - p_{i,t-1}) + ST_t - ST_{t-1}}{\sum_{i=1}^n q_{i,t-1} p_{i,t-1} + ST_{t-1}} \leq I_t - X$$

Sind die Subventionen in jedem Jahr gleich hoch, so verändern sich die zulässigen Erlöse um  $I_t - X$  Prozent im Vergleich zum Ausgangsbudget inklusive der erhaltenen Subventionen. Steigen die Subventionen bzw. sinken diese, so wird die Vorgabe an die Erlöse strikter bzw. weniger strikt. Dies bedeutet unmittelbar, dass Subventionen wie durch Leistung erzielte Erlöse betrachtet werden.<sup>12</sup>

Diese Regelung erscheint auf den ersten Blick einleuchtend. Was bedeutet sie aber im Detail? Wird der Subventionsbetrag erhöht, so darf ein Unternehmen weniger Erlöse erzielen, und zwar bezogen auf die Menge aus der Vorperiode (als Normierungsbasis) genau um diesen Umfang der Betragserhöhung. Dies zeigt die Analyse des Zählers der obigen Gleichung.<sup>13</sup>

Mitusch (2008) leitet des Weiteren in seiner Betrachtung einen sog. Verstärkungseffekt ab, der sich bspw. dann ergibt, wenn der Staat seine Subventionszahlungen nicht an die Inflation anpasst, d.h.  $ST_t = ST_{t-1}$  ist. In diesem Fall<sup>14</sup> erhöht bzw. verringert sich der Erlösspielraum des Netzbetreibers, was eine unmittelbare Folge des gerade beschriebenen Effektes ist.<sup>15</sup>

$$\sum_{i=1}^n q_{i,t-1} P_{i,t} \leq \sum_{i=1}^n q_{i,t-1} p_{i,t-1} (1 + I_t - X) + ST_{t-1} (I_t - X)$$

Subventionen werden hierbei wie Erlöse im Sinne betriebswirtschaftlicher Einnahmen bzw. Erträge behandelt. Aus dieser Eigenschaft resultiert eine Gefahr, wenn die gewährten Sub-

<sup>12</sup> Dies impliziert zudem ein konkretes Substitutionsverhältnis: Werden die Subventionen höher, so darf das Unternehmen weniger Erlöse erzielen und vice versa.

<sup>13</sup> Insofern stellt es sich unter der Summe der Erlöse und Subventionen nicht besser.

<sup>14</sup> Dies gilt auch allgemeiner, wenn der Staat seine Subventionen mit einer Rate anpasst, die unterhalb der Inflationsrate liegt.

<sup>15</sup> Vgl. Mitusch, a.a.O.

ventionen auf die Erlössituation - unmittelbar oder mittelbar - reagieren und nicht ex ante nach genauen ökonomische Kriterien gesetzt werden. Sinken die Erlöse des regulierten Unternehmens, so wird es unter der Maßgabe der obigen Regulierungsgleichung dazu neigen, höhere Subventionen – unmittelbar (d.h. für die laufende Regulierungsperiode), so dies politisch/regulatorisch möglich, oder in der längeren Frist, d.h. prospektiv als höhere Setzung – einzufordern, da es den gegebenen Erlösspielraum bei den verwendeten Preisen nicht ausnutzen kann.

Diese Effekte sind insbesondere dann bedenklich, wenn Unklarheiten über die effizienten Kosten und somit das zu setzende  $X$  bestehen. Die Folge kann sein, dass zudem oder alternativ das  $X$  zu gering gesetzt wird.

Im Kern bleibt bei dem Ansatz ungeklärt, warum die Subventionen explizit so berücksichtigt werden. Subventionen werden – wie schon ausgeführt – wie Erlöse behandelt, sie beruhen aber auf staatlichen Zuwendungen. Dies stellt einen grundlegenden Unterschied dar, der aus unserer Sicht zu berücksichtigen ist. Andererseits besteht natürlich auch die Möglichkeit, dass das Unternehmen mit einer Preiserhöhung reagiert. Diese erübrigt aber nicht die Frage nach der angemessenen Höhe der Subventionen.

## 5. Wie sind die Subventionen vom Staat zu setzen?

Ein wesentliches (eher altbekanntes) Ergebnis des Abschnittes 3 war, dass Subventionen idealer Weise als eine Lump-sum-Zahlung auszugestalten sind, bei der das Unternehmen über die konkrete Verwendung im Sinne einer internen Subventionierung(sallokation) entscheidet. Hierdurch werden die Anreize an eine effiziente Preisbildung nicht beeinflusst. Zugleich bliebe die Höhe und Entwicklung der Subventionen offen. In Abschnitt 4 wurde heraus gearbeitet, dass die Subventionszahlungen an das regulierte Unternehmen unter ein klares ökonomisch nachvollziehbares Regelwerk gestellt werden müssen, welches gerade nicht in einer einfachen Form der Erweiterung der RPI-X-Formel zu sehen ist, bei der die Herkunft der Subventionen übersehen wird.

Wie soll nun aber ein solches Regelwerk aussehen? Dieses wäre „vergleichsweise einfach“ abzuleiten, wenn in einer Parallelbetrachtung ein effizient agierendes vergleichbares Unternehmen herangezogen werden könnte. Aus dessen Verhalten könnten dann unter Berücksichtigung der spezifischen Besonderheiten der Netzstrukturen überzeugende Vorgaben an das  $X$  und die Subventionsausgestaltung abgeleitet werden. Ein solches effizientes Unternehmen ließe sich im Fall der Deutschen Bahn AG aber bestenfalls über einen internationalen Vergleich ermitteln. Das Manko internationaler Vergleichsstudien und auch international vergleichender Benchmarks ist allerdings, dass genau diese Vorgaben nicht hinreichend eindeutig bestimmt

werden können, da die Unterschiede in den Netzstrukturen zu groß und teils auch nicht die Folge rein endogener Entscheidungen sind. Ein ideales effizientes Spiegelbild als Vergleichsmaßstab ist nicht vorhanden. Folglich tendiert man bspw. in der Energiewirtschaft bei der Benchmarkanalyse der Übertragungsnetzbetreiber (bei der es ebenfalls grundlegende Probleme einer Vergleichbarkeit gibt) zu einer „faktischen“ Kostenregulierung. Dabei werden einzelne Wertschöpfungsebenen hinsichtlich ihrer Effizienz gebenchmarkt, aber die generelle Struktur des Netzes wird nicht hinterfragt; Bewertungsbasis ist ein sog. „lean benchmarking“.<sup>16</sup> Dieses Vorgehen ist dann sinnvoll, wenn die Netzstruktur unter öffentlichem Einfluss festgelegt wurde bzw. nicht revidierbar ist. Weitergehend könnte der Regulierer, was zum Beispiel auch in Norwegen in Ansätzen verfolgt wird, die Struktur, d.h. die Netzentwicklung, in einem ersten Schritt bewerten, um somit zulässige Ausbau- bzw. Entwicklungspläne festzulegen. In diesem Kontext ist ferner anzumerken, dass beispielsweise das britische Office of Rail Regulation (früher: Office of the Rail Regulator) für Railtrack bzw. Network Rail seit 1999 schon mehrfach umfangreichere unternehmensinterne und intersektorale sowie seit 2008 auch internationale Benchmarks durchgeführt hat.<sup>17</sup> Hierbei wurden z.B. von den Methoden eine Data Envelopment Analysis (DEA), ein Ansatz der linearen Programmierung, und eine Corrected OLS-Schätzung (COLS) sowie eine Stochastic Frontier Analysis (SFA) als Korrekturmethode verwendet.<sup>18</sup> Auf europäischer Ebene gibt es zudem weitere Anstrengungen, zu Vergleichsmaßstäben zu kommen.<sup>19</sup> Dabei können zur Schätzung von Produktions- oder Kostenfunktionen auch andere OLS-Varianten (DOLS, MOLS) oder weitere Verfahren der linearen Programmierung genutzt werden. Bei einer Anwendung von möglichen Benchmarkingansätzen wäre – im Kontext der obigen Anmerkungen – grundsätzlich darauf zu achten, dass die Kosteneffizienz in einem internationalen Vergleich im Vordergrund steht, da die Effizienz der konkreten Versorgungsstrukturen schwierig zu bewerten ist. Anhand der generellen Datenlage und der Belastbarkeit der einzelnen Dateninputs ist dann die geeignete statistische Methode zu wählen. Zudem sollten die Ergebnisse hinreichend robust sein.

---

<sup>16</sup> Als Quelle hierzu sind die Modelle ECOM+ und E3 Grid der Beratungsfirma SUMICSID zu nennen, vgl. bspw. SUMICSID, 2009, International Benchmarking of Electricity Transmission System Operators e3 GRID PROJECT – FINAL REPORT.

<sup>17</sup> Vergleiche bspw. Office of Rail Regulation, International cost efficiency benchmarking of Network Rail, September 2010, London.

<sup>18</sup> Zu diesen statistischen Ansätze vergleiche bspw. grundlegend Coelli, T. Rao, D.S.P. Battese, G.E. An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis, Boston/Dordrecht/London 1998.

<sup>19</sup> Vergleiche hierzu bspw. Anderson, R., Hirsch, R., Trompet, M. und Adeney, W., Developing Benchmarking Methodologies for Railway Infrastructure Management Companies, Working paper des Centre for Transport Studies, Imperial College London, presented at the European Transport Conference (ETC) 2003.

Ein solches Vorgehen hinsichtlich der Schaffung von Effizienzanreizen erscheint somit grundsätzlich auf die deutsche Eisenbahnregulierung übertragbar. Diese sieht in ihren Grundzügen hinsichtlich der Investitionsplanung wie folgt aus:

Die Basis für die Verkehrsinfrastrukturplanung auf Bundesebene ist der Bundesverkehrswegeplan (BVWP) 2003 (langfristiger Verkehrsinvestitionsrahmenplan bis 2015). Auf der Grundlage von Prognosen und Bewertungskriterien wird die Dringlichkeit von Neu- und Ausbauprojekten anhand einer gesamtwirtschaftlichen Bewertung (Nutzen-Kosten-Analyse) sowie ökologischer und raumordnerischer Kriterien festgelegt. Für Eisenbahnprojekte gibt es außerdem eine betriebswirtschaftliche Bewertung (nach BVPW 2003).<sup>20</sup>

Bewertungskriterien sind:

- Kosten der Beförderung,
- Kosten der Erhaltung von Verkehrswegen,
- Verkehrssicherheit,
- Erreichbarkeit von Zielen,
- direkte Beschäftigungseffekte,
- wirtschaftliche Entwicklung und Erreichbarkeit von Regionen,
- Verkehrsentlastung und -verlagerung,
- Reduzierung von Emissionen,
- Schutz natürlicher Ressourcen,
- Einbeziehung des induzierten Verkehrs,
- Anbindung von See- und Flughäfen,
- Erfüllung verkehrsfremder Funktionen sowie
- Investitionskosten.

Auf Basis der BVWP werden vom Parlament in Gesetzesform verkehrsträgerspezifische Bedarfspläne (Bedarfsplan für die Bundesschienenwege) verabschiedet (mit einer Priorisierung bestimmter Projekte). Auf dieser Basis erarbeitet das Bundesverkehrsministerium (BMVBS) verkehrsträgerspezifische Ausbaupläne in Form von Fünfjahresplänen (Bedarfspläne für

---

<sup>20</sup> Vgl. BMVBW (2005).

Bundesschienenwege und Bundesfernstraßen). Seit dem Jahre 2007 gibt es außerdem kurzfristige verkehrsträgerübergreifende Investitionsrahmenpläne für die Verkehrsinfrastruktur des Bundes (2007-2010, 2011-2015). Dabei kann die DB AG ein Eigeninteresse an Eisenbahninfrastrukturprojekten anmelden.

Diese knappe Beschreibung zeigt, dass vielfältige – v.a. auch politische Einflüsse – auf die Ausbauplanung im Eisenbahnverkehr wirken. Dies spricht zum einen dafür, dass die Planung nicht einem strengen Effizienz kalkül der Bewertung unterworfen wird. Jedoch kann dies für die Umsetzung gelten und damit ist man bei der Idee des „lean benchmarking“, insofern man unterstellt, dass die Planung hinreichend rationalen Kriterien unterliegt, d.h. die unterliegenden (ggf. ineffizienten Ausbau-)Pläne zumindest effizient umgesetzt werden. Die Subventionen wären somit an eine effiziente Umsetzung zu knüpfen, idealerweise an die Kosten der effizienten Leistungserstellung. Ein solches Vorgehen ist insofern zielführend, weil die Netzentwicklung als exogen bestimmt angenommen wird und nur diese auf eine effiziente Realisierung untersucht wird.<sup>21</sup>

Zugleich könnten einfache Anreizsysteme im Erlös-Subventions-Zusammenhang angewendet werden, auch da die obigen Vorgaben naturgemäß zu einer gewissen Bandbreite der zulässigen Werte für die Subventionsausgestaltung führen dürften. Diese könnten an der Unbestimmtheit des Erlöspotentials ansetzen. Beispielsweise wäre es denkbar, dass das regulierte Unternehmen c.p. höhere Subventionen erhält, wenn die Kostenkontrolle eher in kurzen Zeitabständen erfolgt. Umgekehrt kann bei längeren Fristen zwischen der Kostenkontrolle das Subventionsvolumen reduziert werden. Eine solche Regelung hätte den Vorteil, dass der Staat die Kontrollintensität – und damit verbunden die konkrete Vorgabe eines Kostenpfades – verstärkt, je höher seine Beteiligung am Wirtschaftsergebnis qua Seitenzahlung ist. Wird das Verhalten des Unternehmens weniger kontrolliert, so sind die Subventionszahlungen zu reduzieren, wobei die weniger strikte Kontrolle der Kosten dem Unternehmen mehr Freiheit gibt. Mit diesem Modell geht einher, das im ersten Falle die Subventionsbeträge eher kurzfristig und „kostenorientiert“ über ggf. auch kürzere Regulierungsperioden gesetzt werden und im zweiten Fall eher langfristig und „anreizorientiert“ über ggf. auch eher „längere“ Regulierungsperioden. Subventionen könnten zudem in eine Qualitätsregulierung eingebaut werden, bspw. indem bei einer Nichterfüllung von gesetzten Minimalstandards die Subventionen gekürzt werden, ohne eine Kompensation durch höhere Netzzugangsentgelte zu ermöglichen.

Die Folge dieser hier aufgezeigten Vorgaben ist, dass sich durch die Subventionierung insgesamt die Anforderungen der Regulierung mehr auf eine verstärkte Kostenregulierung im Mantel einer Anreizregulierung hin bewegen. Das Kostenregulierungselement wird dabei umso

---

<sup>21</sup> Übertragen auf den Eisenbahnbereich bedeutet dies, dass Subventionen an die DB Netz AG nur unter der Maßgabe zu leisten sind, dass diese den effizienten exogen verursachten Kosten entsprechen.

stärker, je größer der Subventionsbetrag ist. Dies ist notwendig, da es – wie eingangs gesagt – um die adäquate Ausgestaltung der Subventionen geht, zumal die Generierung der notwendigen Mittel für die Subventionszahlungen mit einem Excess-Burden verbunden sein dürfte.

### Abstract

This paper analyses how the need for subsidizing networks affects the design of incentive regulation. This problem is especially relevant for the regulation of railway infrastructure. It is shown how subsidies influence the optimality of the pricing structure and, therefore, how subsidies should be determined by the state.

A favorable process for setting subsidies is discussed. Such a process should be based on an efficiency analysis of Deutsche Bahn AG. Benchmarking allows us to identify the real need of subsidies of an efficient operator. In order to determine efficiency a lean benchmarking should be favored which takes the network structure (and the decision on it) as given and just focuses on an efficient construction and operation of it.

We think that such a restrictive policy towards subsidies should especially be used within an incentive regulation framework of the railway infrastructure sector. Otherwise, there is a risk that political influences might perturbate the general aims of this regulatory approach. Further regulatory opportunities are outlined. They all include a more cost based approach compared to pure RPI-X incentive regulation.

### Literaturverzeichnis

- Averch, H. und Johnson, L., 1962, Behavior of a firm under regulatory constraints, AER Vol. 52, S. 1052-1069.
- Beesley, M. E. und Littlechild, S., 1989, The Regulation of Privatized Monopolies in the United Kingdom. Rand Journal of Economics, Vol. 20, S. 454-472.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW) (Hrsg.), Bundesverkehrswegeplan 2003 – Die gesamtwirtschaftliche Bewertungsmethodik, Schlussbericht zum FE-Vorhaben 96.0790/2003 im Auftrag des BMVBW, Berlin, Januar 2005.
- Bundesnetzagentur, Abschlussbericht zur Einführung einer Anreizregulierung im Eisenbahnsektor, Bonn, 2008.

- Coelli, T. Rao, D.S.P. und Battese, G.E. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Boston/Dordrecht/London 1998.
- Elsenbast, W., *Konzepte der Preisregulierung bei der Bahn*, in: *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, 2007, Heft 2, S. 109-131.
- Littlechild, S., *Substitutes & complements for traditional economic regulation of monopoly infrastructure*; Vortrag bei der Tenth ACCC Regulatory Conference Gold Coast, Qld 30-31 July 2009.
- Neu, W., *Allocative Inefficiency Properties of Price-Cap-Regulation*; in: *Journal of Regulatory Economics*, Vol. 5, 1993, S. 159-182.
- Mitusch, K., *Regulation of a subsidized firm - the case of railways*, Vortrag auf der 7th Conference on Applied Infrastructure Research (INFRADAY), TU Berlin, 10. Oktober 2008.
- Monopolkommission, *Hauptgutachten 2000/1*, Bonn, 2002.
- Müller, G., *Produktivitäts- und Effizienzmessung im Eisenbahninfrastruktursektor – Methodische Grundlagen und Schätzung des Produktivitätsfortschritts für den deutschen Markt*, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 318, Bad Honnef, Januar 2009.
- Office of Rail Regulation, *International cost efficiency benchmarking of Network Rail*, London, September 2010.
- Office of Rail Regulation, *2010 LCIB International Econometric M&R Cost Benchmarking of Network Rail*, London, September 2010.
- SUMICSID, *International Benchmarking of Electricity Transmission System Operators e3 GRID PROJECT – FINAL REPORT*, 2009.
- Takayama, A., *Behavior of a firm under regulatory constraints*, *American Economic Review* 59, S. 255-60, 1969.
- Train, K. E., *Optimal Regulation: the economic theory of natural monopoly*, Cambridge M.A., 1991.

# Überwindung von Hemmnissen bei der Markteinführung kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme – Am Beispiel der Lokalen Gefahrenwarnung

VON HERBERT BAUM UND JAN-ANDRÉ BÜHNE, KÖLN

## Inhalt

1.	Einleitung.....	15
2.	Potenzielle Hemmnisse bei der Markteinführung kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme.....	16
2.1.	Charakteristika kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme.....	16
2.2.	Identifizierung potenzieller Hemmnisse bei kooperativen Fahrzeugsicherheitssystemen .....	18
3.	Maßnahmen und Strategien zur Hemmnisüberwindung.....	21
3.1.	Identifizierung geeigneter Maßnahmen zur Hemmnisüberwindung .....	22
3.1.1.	Relevante Akteure im Marktimplementierungsprozess.....	23
3.1.2.	Potenzielle Maßnahmen und deren Eignung zur Hemmnisüberwindung .....	24
3.1.3.	Maßnahmenkataloge für die relevanten Hemmnisse .....	27

---

### *Anschriften der Verfasser:*

Prof. Dr. Herbert Baum  
 Institut für Verkehrswissenschaft  
 an der Universität zu Köln  
 Universitätsstraße 22  
 50923 Köln  
 e-mail: h.baum@uni-koeln.de

Dr. Jan-André Bühne  
 Institut für Verkehrswissenschaft  
 an der Universität zu Köln  
 Universitätsstraße 22  
 50923 Köln  
 e-mail: jbuehne@hotmail.com

Diesem Artikel liegen Teile der im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen, unter der FE-Nr. 82.0332/2007 durchgeführten Forschungsarbeit zugrunde. Die Verantwortung liegt bei den Autoren. Für eine ausführliche Diskussion der Hemmnisse und Strategien siehe Bühne (2011).

3.2. Nutzwertanalyse .....	29
3.2.1. Nutzwertanalyse zur Bewertung von Maßnahmen zur Hemmnisüberwindung	30
3.2.2. Bedeutung der Stakeholder bei der Marktimplementierung .....	45
3.2.3. Ergebnisse der Diskussionsrunde.....	46
3.3. Strategien zur Förderung der Marktimplementierung kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme .....	48
3.3.1. Strategiefindungsprozess .....	48
3.3.2. Einführungsstrategien für eine Lokale Gefahrenwarnung .....	50
4. Zusammenfassung und weiterer Forschungsbedarf.....	59

## 1. Einleitung

Im Jahre 2009 ereigneten sich über 310.000 Unfälle mit Personenschäden auf deutschen Straßen. Dabei kamen über 4.000 Menschen ums Leben. Der volkswirtschaftliche Schaden von Unfällen im Straßenverkehr in Deutschland betrug im Jahr 2009 über 30 Mrd. Euro.<sup>1</sup> In Zusammenarbeit mit der EU-Kommission ist die Bundesregierung daher bestrebt, die Zahl der Unfallopfer um weitere 40 % in den nächsten zehn Jahren zu reduzieren. Um dieses ambitionierte Ziel zu verwirklichen, sollen im Rahmen des 4. Aktionsprogramms zur Verkehrssicherheit der EU von 2011 bis 2020 insbesondere Maßnahmen zur Fahrzeugtechnik und -gestaltung weiter vorangetrieben werden.<sup>2</sup> Die durch die europäische eSafety-Initiative geförderte Entwicklung und Markteinführung moderner Fahrerassistenzsysteme soll dabei konsequent weiterverfolgt werden. Aus deutscher Sicht ist bislang die Marktdurchdringung mit intelligenten Fahrzeugsicherheitssystemen jedoch noch nicht ausreichend. Eine deutliche Erhöhung der Durchdringungsrate kann nach Ansicht der Bundesregierung das Unfallgeschehen nachhaltig positiv beeinflussen.

Neben bereits am Markt befindlichen Fahrzeugsicherheitssystemen zur passiven und aktiven Sicherheit, die bislang autonom agieren, treten in Zukunft auch kooperative Systeme, bei denen die Fahrzeuge untereinander oder mit der Infrastruktur kommunizieren können, in den Vordergrund. Die Markteinführung und -durchsetzung kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme, die auf der Kommunikation und dem Informationsaustausch

---

<sup>1</sup> Vgl. Straube (2011).

<sup>2</sup> Vgl. BMVBS (2009), S. 4-5.

sowohl zwischen Fahrzeugen untereinander als auch zwischen Fahrzeugen und Straßeninfrastruktur basieren, sind als Meilenstein für die Verkehrssicherheitsarbeit anzusehen. Durch das Zusammenwirken intelligenter Fahrzeuge und einer intelligenten Infrastruktur im Rahmen von Kommunikationssystemen kann ein weiterer Rückgang der Anzahl an Unfällen und der Getöteten erwartet werden. Nationale und internationale Untersuchungen haben bereits angedeutet, dass kooperative Fahrzeugsicherheitssysteme einen wertvollen Beitrag zur Reduzierung der Unfallopfer und damit der volkswirtschaftlichen Kosten im Straßenverkehr beitragen können.<sup>3</sup>

In wettbewerblich organisierten Märkten obliegen die marktfähige Entwicklung und die anschließende Markteinführung kooperativer Sicherheitssysteme den industriellen Herstellern von Fahrzeugen/Fahrzeugteilen oder Infrastrukturkomponenten. Bei der Bereitstellung dieser Technologien können jedoch Hemmnisse aufgrund von Marktversagen auftreten, welche die Notwendigkeit eines staatlichen wirtschaftspolitischen Eingreifens rechtfertigen. Im Fokus der folgenden Ausführungen stehen daher die Analyse und Entwicklung geeigneter Maßnahmen und Strategien zur Hemmnisüberwindung. Mit Hilfe einer Nutzwertanalyse werden geeignete Maßnahmen zur Überwindung spezifischer Hemmnisse bewertet und identifiziert. In einem weiteren Schritt werden Förderungsstrategien zur Markteinführung des kooperativen Systems „Lokale Gefahrenwarnung“ aufgezeigt, die zu einer rascheren Marktdurchdringung führen sollen.

## 2. Potenzielle Hemmnisse bei der Markteinführung kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme

### 2.1. Charakteristika kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme

Das Auftreten potenzieller Hemmnisse bei der Markteinführung kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme ist zu einem erheblichen Teil abhängig von den Eigenschaften, Funktionsausprägungen und möglichen technischen und organisatorischen Merkmalen der jeweiligen Systeme. Kooperative Fahrzeugsicherheitssysteme sind gekennzeichnet durch den Austausch verkehrsrelevanter und potenziell unfallverhindernder Daten und Informationen. Diese Informationen beruhen in der Regel auf Daten, die durch Sensoren der einzelnen Fahrzeuge bzw. im Bereich der Straßeninfrastruktur gewonnen werden. Durch einen frühzeitigen Datentransfer sicherheitsrelevanter Informationen wie Hindernissen oder Glatteis auf der Fahrbahn können somit auch noch Unfälle vermieden werden, die durch autonome Fahrzeugsicherheitssysteme alleine nicht mehr kontrollierbar wären. Je nachdem, ob die Informationen von Fahrzeugen, anderen Verkehrsteilnehmern oder von

---

<sup>3</sup> Siehe hierzu auch Bühne (2011), S. 167 ff.

der Straßeninfrastruktur übermittelt werden, lassen sich drei grundsätzliche Kommunikationswege von kooperativen Fahrzeugsicherheitssystemen unterscheiden:

- Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation (V2V),
- Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation (V2I),
- Fahrzeug-Mensch-Kommunikation.<sup>4</sup>

Neben den Übertragungswegen können auch verschiedene Funktionsausprägungen unterschieden werden. Kooperative Fahrzeugsicherheitssysteme können in ganz unterschiedlichen Szenarien bzw. Fahrsituationen zum Einsatz kommen. Dies umfasst sowohl Aufgaben der aktiven als auch der passiven Sicherheit. Beispielhafte Funktionsausprägungen kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme, die alle schon Bestandteil der derzeitigen technischen Entwicklung und Erprobung sowie Gegenstand nationaler und internationaler Forschungsprojekte waren bzw. sind, umfassen die Lokale Gefahrenwarnung, den Kreuzungsassistenten, den Automatischen Notruf sowie den Spurwechsel- oder Einfädelassistent

Beispielhaft sei hier der Einsatzbereich der Lokalen Gefahrenwarnung dargestellt, welche auch im Folgenden im Fokus der Strategiefindung zur Hemmnisüberwindung steht. Die Aufgabe dieses kooperativen Systems liegt in der frühzeitigen Warnung von Verkehrsteilnehmern vor Gefahren im Straßenverkehr. Dabei erkennen die fahrzeugeigenen Sensoren und Systeme (z. B. ESC) potenzielle Gefahrenquellen wie bspw. Glätte auf einer Brücke. Diese Information ist auch für andere Fahrzeuge relevant, die sich auch der Gefahrenstelle nähern. Das erste Fahrzeug an der Gefahrenstelle wertet die eigenen Sensoren aus, entscheidet über die Notwendigkeit einer Warnung und sendet die entsprechenden Sensordaten mit der genauen Positionsangabe und der genauen Zeitangabe an alle Fahrzeuge, die sich innerhalb der Reichweite befinden.<sup>5</sup> Diese Fahrzeuge erhalten die Warnung, um sie den Fahrern anzeigen zu können. Neben verringerter Straßenhaftung kann ein solches System Fahrer auch vor witterungsbedingt schlechten Sichtverhältnissen, Gefahrenzonen wie z. B. Baustellen, Hindernissen auf der Fahrbahn, stehenden oder langsamen Fahrzeugen sowie sich nähernden Rettungsfahrzeugen warnen. Dadurch kann der Fahrer bspw. frühzeitig seine Geschwindigkeit anpassen. Neben der Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation kann auch eine Informationsübermittlung anhand straßenseitig errichteter Kommunikationsinfrastruktur erfolgen. Ein Beispiel für ein System zur Lokalen Ge-

---

<sup>4</sup> Hierunter fallen alle schutzbedürftigen Verkehrsteilnehmer wie Fußgänger, aber auch Zweiradfahrer, die bei einer Kollision besonders schwer betroffen wären.

<sup>5</sup> Vgl. Dietz et al. (2009), S. 28-30.

fahrenwarnung ist das V2V-basierte Gefahrenwarnsystem WILLWARN (Wireless Local Danger Warning).<sup>6</sup>

Neben den Funktionsausprägungen können technische (Übertragungstechnologie, Eingriffsintensität und Ausgestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle, Zeitpunkt des Einbaus) und organisatorische (Art der Datenbereitstellung, Zahlungsarten) Merkmale der Systeme, auf die im Rahmen dieses Artikels nicht weiter vertieft eingegangen werden kann, bedeutsam für die Ausprägung potenzieller Hemmnisse bei der Markteinführung sein.<sup>7</sup>

## 2.2. Identifizierung potenzieller Hemmnisse bei kooperativen Fahrzeugsicherheitssystemen

Aus wirtschaftstheoretischer Sicht stellt sich die Frage, ob Hemmnisse bei der Entwicklung und Einführung kooperativer Systeme möglicherweise auf Mängel im Marktmechanismus zurückzuführen sind. Bei Vorliegen bestimmter Mängel wird daher auch von „Marktversagen“ auf dem betreffenden Markt gesprochen. Grundsätzlich besteht unter Wirtschaftswissenschaftlern jedoch ein breiter Konsens, dass marktwirtschaftlich organisierte Wirtschaftssysteme durch eine effiziente Bereitstellung, Koordination und Verteilung der Ressourcen und Güter gekennzeichnet sind. Prinzipiell basieren diese Vorgänge auf dezentralen und freien Entscheidungen der einzelnen Individuen. Das bedeutet, dass die Entscheidungen auf Märkten, also auch auf dem Markt für Fahrzeugsicherheitssysteme, durch die Unternehmen und Nachfrager grundsätzlich zu effizienten Ergebnissen führen. Daher bedürfen aus ökonomischer Sicht staatliche Eingriffe in den Funktionsmechanismus der Märkte grundsätzlich einer Rechtfertigung. Eine solche Rechtfertigung muss schließlich Argumente umfassen, die nachweisen, dass ein freies Wirken der Marktkräfte ohne hoheitliche Eingriffe zu schlechteren Marktergebnissen führt als mit diesen Eingriffen. Insofern bildet die Theorie des Marktversagens eine zentrale normative Grundlage für staatliches Handeln.<sup>8</sup>

Die Diagnose von Marktversagenstatbeständen steht aber oftmals vor dem Problem der genauen Abgrenzung eines funktionsfähigen Marktes zu einem ineffizienten System. Um wirtschaftspolitische Entscheidungen auf eine fundierte Basis zu stellen, wird deshalb im Folgenden auf die in der Wirtschaftstheorie weitgehend unumstrittenen Kriterien zur Be-

---

<sup>6</sup> Vgl. Schulze et al. (2008), S. 149-150.

<sup>7</sup> Für eine vertiefte Darstellung der verschiedenen Funktionsausprägungen und Eigenschaften kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme siehe Bühne (2011), S. 5-26.

<sup>8</sup> Vgl. Fritsch, Wein, Ewers (2007), S. 1.

stimmung von Marktversagen zurückgegriffen.<sup>9</sup> Marktversagen kann dabei üblicherweise durch die folgenden fünf Ursachen hervorgerufen werden:

- Natürliche Monopole und Unteilbarkeiten,
- Informationsmängel,
- Öffentliche und meritorische Güter,
- Externe Effekte,
- Netzwerkexternalitäten (als Sonderform externer Effekte).

Auf Basis verschiedener technischer und organisatorischer Eigenschaften, die kooperative Fahrzeugsicherheitssysteme auszeichnen, wurden die zu erwartenden Marktversagenstatbestände identifiziert und analysiert. Dabei wurde zum einen auf Erfahrungen bei der Einführung verwandter Systeme (Fahrerassistenzsysteme, Kommunikationsanwendungen) und zum anderen auf die Erkenntnisse einer vom Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln (IfV Köln) und der Landesinitiative Telematik Niedersachsen durchgeführten Nutzerbefragung zurückgegriffen. Die empirische Erhebung beinhaltete dabei Ergebnisse zum Kenntnisstand und zur Akzeptanz von Fahrzeugsicherheitssystemen sowie zur Zahlungsbereitschaft für beispielhafte kooperative Systeme. Der Hemmnisgrad differierte je nach betrachteter Eigenschaft bzw. Ausprägung.

Die Ergebnisse der Überprüfung des Hemmnisgrades wurden dabei in qualitativer Weise vorgenommen. Exemplarisch für Informationsmängel ist die Einschätzung des Hemmnisgrades in Abbildung 1 dargestellt. Basierend auf der Nutzerbefragung und vergleichbarer Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass bei sowohl bereits erhältlichen Fahrzeugsicherheitssystemen als auch den vier ausgewählten kooperativen Anwendungen noch erhebliche Kenntnisdefizite bestehen. Dies hat auch Auswirkungen auf die Akzeptanz und Zahlungsbereitschaft der Befragungsteilnehmer, die ebenfalls relativ gering ausfallen.

---

<sup>9</sup> Vgl. Ewers, Fritsch (1987), S. 110 f.

**Abbildung 1: Hemmnisgrad von Informationsmängeln aufgrund von Kenntnis-, Akzeptanz- und Zahlungsbereitschaftsdefiziten**

Potenzielle Hemmnisse	Systemausprägungen und -eigenschaften				
	Autonome Fahrzeugsicherheitssysteme	Lokale Gefahrenwarnung	Spurwechsel-assistent	Kreuzungs-assistent	Automatischer Notruf
Kenntnisstand der Nutzer					
Nutzerakzeptanz von Fahrzeugsicherheitssystemen					
Einschätzung des Nutzens kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme	---				
Kauf- und Zahlungsbereitschaft für kooperative Fahrzeugsicherheitssysteme	---				

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Beurteilung der Nützlichkeit der jeweiligen Anwendungen nach Erklärung der Funktionsweise der Systeme fiel überwiegend positiv aus, so dass grundsätzlich eine positive Einstellung der Befragten gegenüber kooperativen Systemen angenommen werden kann. Die Zahlungsbereitschaft für die vorgestellten Systemvarianten bewegte sich zwischen 200 und 400 Euro pro System, was angesichts der hohen Einstiegspreise vieler Fahrzeugsicherheitssysteme als zu gering für eine breite Marktdurchdringung angesehen werden kann.

Die Analyse der weiteren Marktversagenstatbestände bei kooperativen Fahrzeugsicherheitssystemen soll hier nicht vertieft dargestellt werden. Die Ergebnisse lassen sich jedoch wie folgt zusammenfassen:<sup>10</sup>

- Infrastrukturanlagen für kooperative Systeme können den Charakter eines (temporären) natürlichen Monopols annehmen und bedürfen u. U. staatlicher Regulierung bzw. Unterstützung.
- Externe Effekte und Trittbrettfahrerverhalten können insbesondere bei V2V-Kommunikation zu einer unzureichenden Marktdurchdringung führen.

<sup>10</sup> Siehe für eine ausführliche Diskussion der Marktversagenstatbestände bei kooperativen Fahrzeugsicherheitssystemen Bühne (2011), S. 67-163.

- Das Gut „Sicherheitsrelevante Informationen“ kann als meritorisches Gut eingestuft werden und erfordert aus diesem Grund öffentliches Engagement bei der Bereitstellung.
- Unter rechtlichen Aspekten sind autonom eingreifende, nicht-übersteuerbare kooperative Systeme mit dem derzeit gültigen Rechtsrahmen unvereinbar.
- Netzwerkeffekte sind von großer Bedeutung bei der Einführung von V2V-Systemen und können entscheidend ihren Markterfolg beeinflussen.
- Informationsmängel (unzureichende Nutzen-, Preiskenntnisse) sind bei kooperativen Fahrzeugsicherheitssystemen ausgeprägt und können die Zahlungsbereitschaft der Konsumenten negativ beeinflussen.

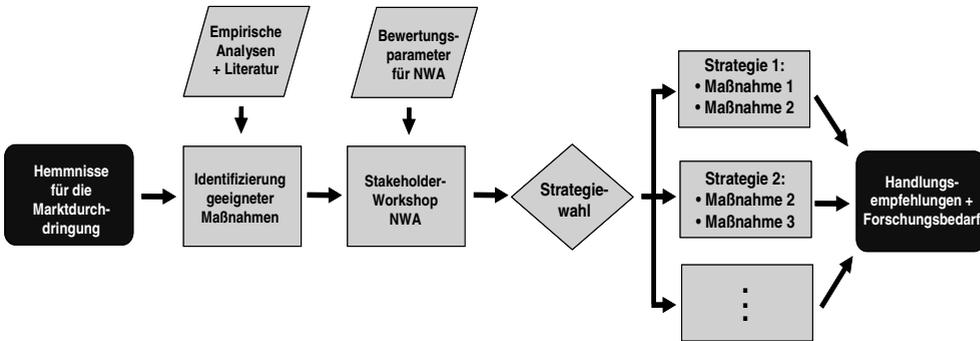
### 3. Maßnahmen und Strategien zur Hemmnisüberwindung

Die Hemmnisanalyse hat gezeigt, dass die untersuchten Aspekte zum Marktversagen für bestimmte Systemausprägungen die Gefahr bergen, die Markteinführung und -penetration negativ zu beeinflussen. Die potenziellen Hemmnisse können allerdings in ihrem Ausmaß sehr unterschiedlich wirken. Mit Ausnahme rechtlicher Rahmenbedingungen zur Zulassung und Haftung, welche die Einführung autonom eingreifender, nicht übersteuerbarer Systeme prinzipiell verhindern, und datenschutzrechtlicher Bedenken gegenüber einer obligatorischen fahrzeug- und personenbezogenen Datenübertragung, erscheint der Hemmnisgrad der anderen untersuchten Aspekte als überwindbar.

Die Überwindung der verschiedenen Hemmnisaspekte bedarf des Einsatzes eines Bündels an unterschiedlichen Maßnahmen. Im Folgenden werden daher geeignete Maßnahmen vorgestellt, welche die verschiedenen Hemmnisse adressieren und im Rahmen einer Strategie zur Markteinführung kombiniert eingesetzt werden können (s. Abbildung 2). Aus der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur sowie aus Erfahrungen anderer Projekte zu Fahrzeugsicherheitssystemen werden theoretisch einsetzbare Maßnahmen identifiziert und den jeweiligen Hemmnissen zugeordnet.

Zusätzlich werden die ausgewählten Maßnahmen einer Bewertung im Rahmen einer Nutzwertanalyse (NWA) unterzogen. Dafür wurden Bewertungsparameter für die Wirksamkeit zur Hemmnisüberwindung sowie der finanzielle und zeitliche Aufwand der Anwendung einer Maßnahme berücksichtigt. Die Datenbasis für die Bewertungskriterien wurde auf einem vom IfV Köln und der Landesinitiative Telematik Niedersachsen eigens durchgeführten Stakeholder-Workshop ermittelt (s. Kap. 3.2).

**Abbildung 2: Analysepfad zur Identifizierung geeigneter Maßnahmen und Strategien zur Hemmnisüberwindung**



Quelle: Eigene Darstellung.

Basierend auf der Vorauswahl der Maßnahmen und der Bewertung mittels der NWA werden in einem nächsten Schritt geeignete Strategien zur Einführung bestimmter Systemarten am Beispiel der Lokalen Gefahrenwarnung entworfen. Die Strategien sehen dabei einen unterschiedlichen Einsatz an Maßnahmen vor, welche die Einführung der jeweiligen Systemart begünstigen sollen. Letztlich werden noch allgemeine Handlungsempfehlungen für das zukünftige Vorgehen der Förderung kooperativer Systeme vorgestellt und der weitere Forschungsbedarf im Bereich der Einführungsbegleitung durch den Staat aufgezeigt.

### 3.1. Identifizierung geeigneter Maßnahmen zur Hemmnisüberwindung

Aus der ökonomischen Theorie sind vielfältige Maßnahmen und wirtschaftspolitische Eingriffsmöglichkeiten bekannt, um Marktversagenstatbestände zu heilen. In der ökonomischen Theorie steht meist der Staat im Zentrum, wenn über die Möglichkeiten zur Durchführung von Maßnahmen der Hemmnisüberwindung diskutiert wird. Neben Maßnahmen, die von staatlichen Akteuren initiiert werden, sollen Maßnahmen betrachtet werden, die von privaten Akteuren auf dem Markt für kooperative Fahrzeugsicherheitssysteme ergriffen werden können, um bestimmte Hemmnisse zu überwinden und die Marktdurchdringung mit (kooperativen) Fahrzeugsicherheitssystemen zu beschleunigen.

Die Berücksichtigung privater Akteure zur Stimulierung des Marktes für kooperative Fahrzeugsicherheitssysteme erfolgt aus mehreren Gründen. Einerseits sind die Hemmnisse teilweise nicht so stark ausgeprägt, dass über das bereits geleistete Maß an Aktivitäten des Staates hinaus eine Unterstützung der Markteinführung erfolgen müsste. Andererseits ist auch von den privaten Akteuren aus der Industrie ein zu starkes Engagement des Staates

bei der Verbreitung der Systeme nicht unbedingt erwünscht, da es u. U. die privaten Geschäftsmodelle negativ beeinflussen kann.

Aus diesem Grund und unter der Berücksichtigung der begrenzten öffentlichen Ressourcen wird auch privaten Maßnahmen grundsätzlich eine gewichtige Rolle bei der Hemmnisüberwindung zugeschrieben, deren Anwendung letztlich von den jeweiligen privaten Akteuren zu finanzieren ist.

### 3.1.1. Relevante Akteure im Marktimplementierungsprozess

Um geeignete Maßnahmen auf der privaten Ebene identifizieren zu können, müssen zunächst die im Implementierungsprozess beteiligten Akteure (Stakeholder) bestimmt werden. Bei der Markteinführung von (kooperativen) Fahrzeugsicherheitssystemen werden in der Literatur folgende Stakeholdergruppen häufig genannt, die Einfluss auf die Marktdurchdringung der Systeme haben können:<sup>11</sup>

- Automobilclubs
- Automobilhersteller (OEM)
- Automobilzulieferer
- Diensteanbieter
- Fahrzeughändler
- Flottenbetreiber
- Infrastrukturausstatter
- Nutzer / Konsumenten
- Öffentliche Behörden / Politik
- Prüforganisationen
- Straßen- / Infrastrukturbetreiber
- Telekommunikationsunternehmen
- Versicherungsunternehmen

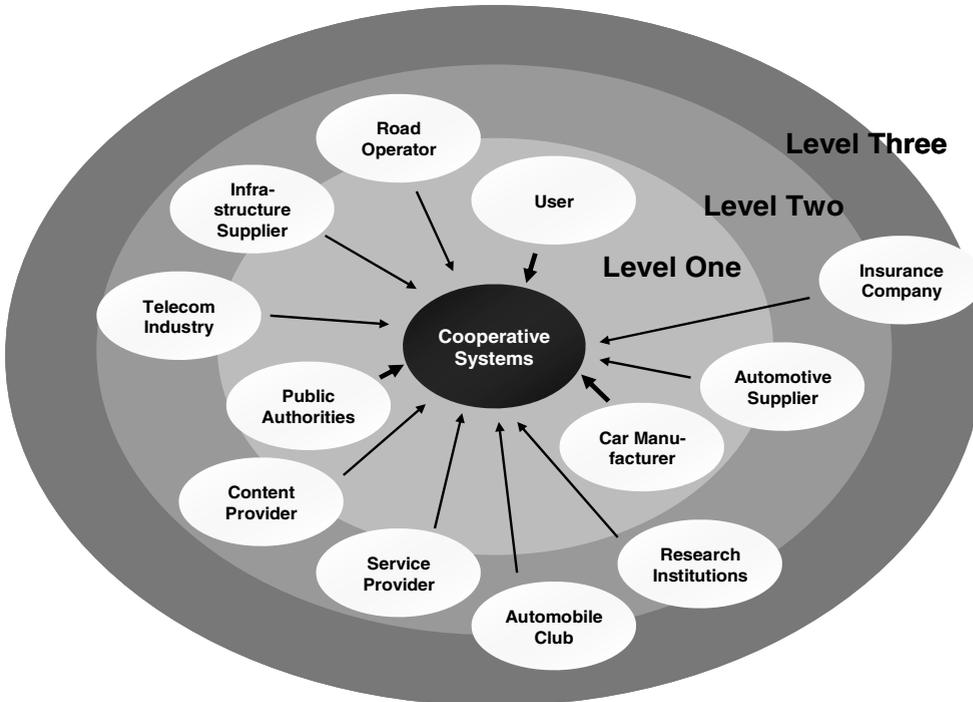
Die genannten Stakeholder können in unterschiedlicher Weise auf das Ziel der Marktdurchdringung Einfluss nehmen. Im Projekt SAFESPOT wurden bspw. drei verschiedene Einflussebenen unterschieden (s. Abbildung 3). Auf Ebene 3 befinden sich Akteure, deren Einfluss auf die Funktionsfähigkeit kooperativer Systeme als eher gering einzustufen ist. Die Stakeholder auf dieser Ebene können dennoch über Aufklärungsarbeit (Automobilclubs) und finanzielle Anreize (Versicherungen) die Kauf- und die Zahlungsbereitschaft der Konsumenten erhöhen.

Auf der zweiten Ebene sind Akteure, die für die Funktionsfähigkeit kooperativer Systeme unabdingbar sind, die aber nicht als entscheidende Einflussgruppen identifiziert wurden. Die wichtigsten Stakeholder auf Ebene 1 bilden hier die Automobilhersteller, öffentl. Behörden und die Konsumenten. Öffentl. Behörden und Automobilhersteller verfügen letztlich über eine Vielzahl an Instrumenten, um die Marktpenetration von kooperativen Systemen zu fördern.

---

<sup>11</sup> Vgl. Alkim et al. (2008), S. 21, Francano et al. (2009), S. 78, Walta, Marchau, Brookhuis (2007), S. 15-16.

Abbildung 3: Einflussebenen der im Implementierungsprozess beteiligten Stakeholder



Quelle: Schindhelm et al. 2010.

### 3.1.2. Potenzielle Maßnahmen und deren Eignung zur Hemmnisüberwindung

Bei der Zusammenstellung des Maßnahmenkatalogs wird auf Erfahrungen und empirische Analysen auf europäischer Ebene zur Verbreitung von Fahrzeugsicherheitssystemen zurückgegriffen (s. Tabelle 1). Im Rahmen der Projekte eIMPACT, SAFESPOT und einer Stakeholder-Befragung der Technischen Universität Delft wurden durch zahlreiche Experten aus Industrie und Forschung sowie von Vertretern der öffentl. Hand die Eignung bestimmter Maßnahmen bewertet. In den jeweiligen Studien wurden die Befragten gebeten, die besten Maßnahmen zur Förderung der Marktdurchdringung zu nennen. Teilweise erfolgte eine Einstufung auf einer Rating-Skala oder aber die Anzahl der Nennungen der Maßnahme war ausschlaggebend für das Ranking. Ein Vergleich der Ergebnisse macht deutlich, dass gewisse Maßnahmen einen ähnlich hohen Ranking-Wert in den unterschied-

lichen Befragungen aufweisen. Basierend auf diesen Ergebnissen können die untenstehenden Maßnahmen als geeignet befunden werden:<sup>12</sup>

- Versicherungsprämienreduktion
- Aufklärungskampagnen
- Steuererleichterungen
- System als Standardausstattung durch Hersteller
- Gesetzliche Einbaupflicht
- Feldtests
- Werbung
- Fahrerausbildung u. -training

---

<sup>12</sup> Zur Auswahl wurden nur Maßnahmen berücksichtigt, die in mindestens zwei Studien untersucht wurden und einen hohen Ranking-Wert über alle Studien aufwiesen.

**Tabelle 1: Ranking der besten Maßnahmen zur Förderung der Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen – empirische Ergebnisse aus europäischen Studien**

<b>Studie</b>	<b>eIMPACT 2008</b>	<b>SAFESPOT 2009</b>	<b>Stakholder- Workshop TU Delft 2007</b>
<b>Maßnahmen</b>			
<b>Gesetzliche Einbaupflicht</b>	1	6	---
<b>System als Standard- ausstattung durch Hersteller</b>	2	5	---
<b>Versicherungsprämien- reduktion</b>	3	1	2
<b>Steuererleichterungen</b>	4	3	1
<b>Aufklärungskampagnen</b>	5	2	3
<b>Fahrer Ausbildung + -training</b>	6	8	---
<b>Subventionen an die Hersteller</b>	7	13	---
<b>Rabatte durch Hersteller</b>	8	12	---
<b>Feldtests</b>	9	4	---
<b>Werbung</b>	10	7	4
<b>Händlertaining</b>	11	11	---
<b>Gemeinschaftliche Forschungsprojekte</b>	12	10	---
<b>Auszeichnungen (z.B. Euro NCAP)</b>	13	9	---
<b>Freiwillige Selbstverpflichtung</b>	---	14	---
<b>Bereitstellung von Geschwindigkeitsdaten</b>	---	---	5
<b>Bonuszahlungen für die Anwendung des Systems</b>	---	---	6
<b>Koordinierung der Akteure</b>	---	---	7
<b>Forschungsförderung</b>	---	---	8
<b>Sicherheitskampagnen</b>	---	---	9

Quelle: Francano et al. 2009, Alkim et al. 2008, Walta, Marchau, Brookhuis 2007.

### 3.1.3. Maßnahmenkataloge für die relevanten Hemmnisse

Die in Kap. 2 ermittelten Hemmnisse können auf unterschiedliche Weise reduziert bzw. überwunden werden. Dabei können verschiedene Maßnahmen zum Einsatz kommen. Wie bereits im vorherigen Kapitel gezeigt wurde, umfasst dies Maßnahmen, die sowohl von privater als auch staatlicher Seite eingesetzt werden können. Im Folgenden werden den jeweiligen Hemmnissen Maßnahmenkataloge gegenübergestellt, die geeignet sind, um die Hemmnisse zu überwinden (Abbildung 4). Die identifizierten Maßnahmenkataloge bilden gleichzeitig auch die Grundlage für die Bewertung mit Hilfe der NWA. Die in der Übersicht dargestellten Maßnahmenkataloge zur Überwindung der fünf Hemmnisse werden zudem kurz erläutert.<sup>13</sup>

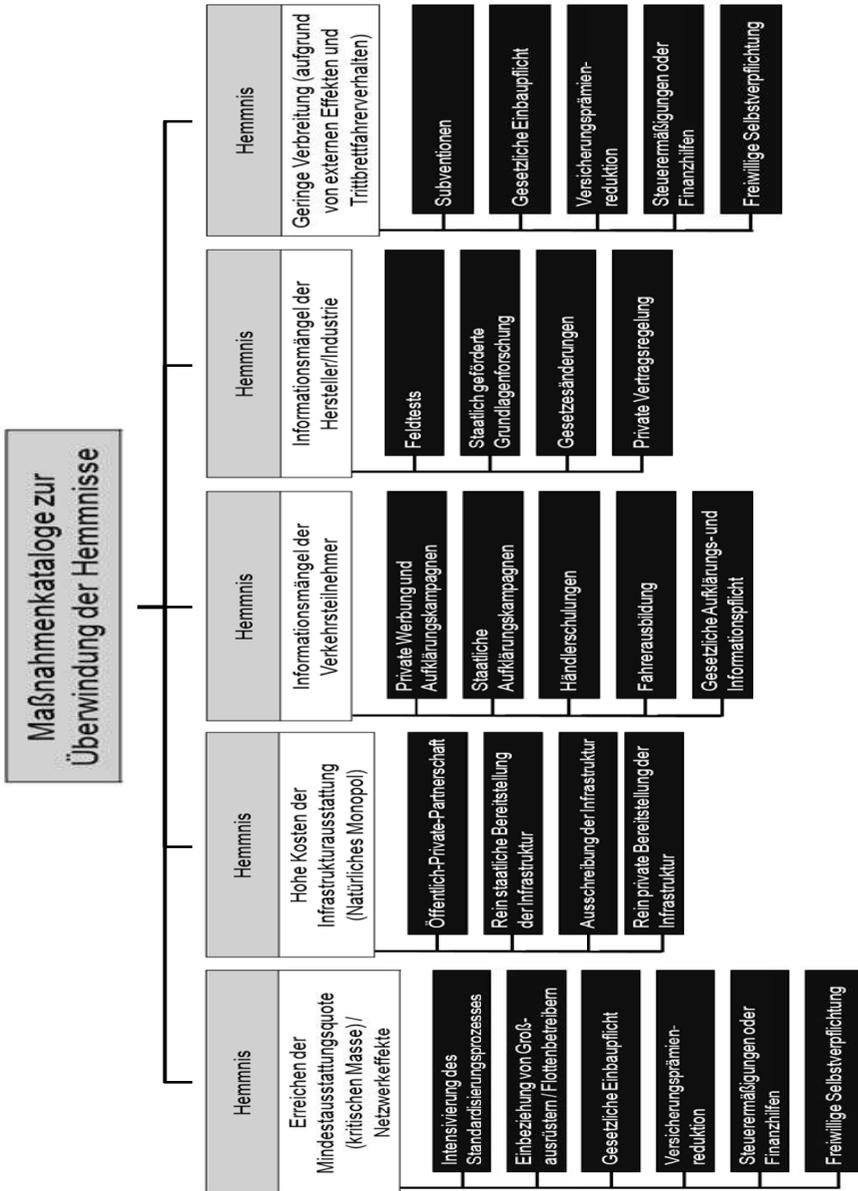
- Aus der ökonomischen Literatur über Netzwerkeffekte ist eine Reihe von Maßnahmen bekannt, die dazu beitragen können positive Netzwerkeffekte zu realisieren und schnell eine kritische Masse an Systemen im Markt zu implementieren. In der Vergangenheit haben sich bei der Verbreitung von Kommunikationstechnologien die Festlegung von Marktstandards durch Normungsorganisationen, finanzielle Anreize, die Einführung einer Innovation in geschlossenen Gruppen (z.B. Flottenbetreiber) sowie die demonstrative Nutzung durch meinungsbildende Institutionen als wirksam erwiesen.<sup>14</sup> Abgeleitet aus diesen Erfahrungen mit Kommunikationstechnologien und den Maßnahmenvorschlägen der europäischen Studien zu Fahrzeugsicherheitssystemen wurden die in der Übersicht dargestellten Maßnahmen gewählt, um die erforderliche Mindestausstattungsquote an kooperativen Systemen und eine funktionsfähige Kommunikationsstruktur zu erreichen.
- Insbesondere die V2I-Kommunikation ist auf die Ausrüstung der straßenseitigen Infrastruktur mit Kommunikationseinheiten angewiesen. Die dafür notwendigen Road Side Units weisen allerdings den Charakter eines (vorübergehenden) natürlichen Monopols auf. Ebenso wie straßenseitige Sensoren zur Gefahrenbestimmung ist auch die Ausstattung von Lichtsignalanlagen mit hohen Investitionskosten verbunden. Zur Finanzierung und Bereitstellung der Infrastruktur kommen grundsätzlich Öffentlich-Private Partnerschaften (ÖPP), eine reine staatliche Bereitstellung, eine Ausschreibung der Infrastrukturerstellung oder eine rein private Bereitstellung in Frage.

---

<sup>13</sup> Eine ausführliche Beschreibung zur Ausgestaltung der einzelnen Maßnahmen, deren Wirkungsweise und Anwendung in der Praxis wird bei Bühne (2011), S. 291 ff. vorgenommen.

<sup>14</sup> Vgl. Hecker (1997), S. 205+233, Rogers (1995), S. 35.

Abbildung 4: Maßnahmenkataloge zur Adressierung der verschiedenen Hemmnisse



Quelle: Eigene Darstellung.

- Das Risiko einer Produkteinführung aufgrund bestehender rechtlicher Rahmenbedingungen und der Unsicherheit über die einwandfreie Funktionsweise eines Systems lässt sich sowohl durch private Vertragsregelungen als auch staatliche geförderte Grundlagenforschung, Anpassungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen zur Haftung und Zulassung der Systeme sowie der eingehenden Erprobung der Systemfunktionen im Rahmen von Feldtests reduzieren.
- Durch externe Effekte bei der Nutzung von Fahrzeugsicherheitssystemen können positive Wirkungen auf die Verkehrssicherheit aller Verkehrsteilnehmer ausgehen. Um die Nutzer der Systeme finanziell für ihren Beitrag zur Erhöhung der allgemeinen Verkehrssicherheit zu entschädigen und Trittbrettfahrerverhalten der anderen Verkehrsteilnehmer zu reduzieren, können insbesondere finanzielle Anreize von privater oder staatlicher Seite gegeben werden. Neben Versicherungsprämienreduktionen, Steuerermäßigungen und Subventionen können hier wieder die freiwillige Selbstverpflichtung und gesetzliche Einbaupflicht Anwendung finden.

### 3.2. Nutzwertanalyse

Um Empfehlungen über geeignete Interventionsinstrumente zur Förderung der Marktdurchdringung kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme abgeben zu können, müssen mögliche Maßnahmen einer vergleichenden Bewertung unterzogen werden. Hierbei wird auf das Verfahren der Nutzwertanalyse zurückgegriffen.

Die notwendige Datenbasis zur Durchführung einer Nutzwertanalyse wurde im Rahmen eines Workshops mit verschiedenen Experten gewonnen. Auf dem Workshop auf Schloss Wahn in Köln im Juni 2009 diskutierten 17 Vertreter aus folgenden Bereichen potenzielle Hemmnisse und Maßnahmen zu deren Überwindung:

- Automobilhersteller
- Versicherungen
- Automobilclubs
- Telekommunikation
- Verkehrssicherheitsorganisationen
- Forschungseinrichtungen
- Staatliche Behörden

Nach Vorstellung der Ergebnisse aus der Hemmnisanalyse wurden mit der Unterstützung der Teilnehmer die Zielgewichtung und Bewertung alternativer Maßnahmen erarbeitet. Anschließend wurden in einer offenen Diskussionsrunde Erfahrungen, Probleme und Handlungsmöglichkeiten bei der Entwicklung und Förderung kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme erörtert.

Aufgrund der begrenzten Teilnehmerzahl stellen die Ergebnisse des Workshops nur einen Teilausschnitt des Meinungsspektrums aus der Industrie und seitens der öffentlichen Hand dar. Dennoch können wertvolle Hinweise zum einen zur methodischen Anwendung einer Nutzwertanalyse zur Generierung geeigneter Durchsetzungsstrategien sowie konkrete Einschätzungen einzelner Maßnahmen gewonnen werden. Die Auswertung der Ergebnisse des Workshops mit Hilfe der Nutzwertanalyse und die Aspekte der offenen Diskussionsrunde werden im Folgenden dargestellt.

### 3.2.1. Nutzwertanalyse zur Bewertung von Maßnahmen zur Hemmnisüberwindung

Eine Strategie zur Überwindung potenzieller Hemmnisse bei der Markteinführung und -durchdringung kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme sollte verschiedene Maßnahmen umfassen. Bei der Auswahl der Maßnahmen muss letztlich abgewogen werden, ob eine Maßnahme geeignet ist, ein bestimmtes Hemmnis zu reduzieren oder zu überwinden. Darüber hinaus sind die Kosten der Anwendung einer Maßnahme zu berücksichtigen.

Mit Hilfe einer Nutzwertanalyse lässt sich darstellen, welchen Beitrag die jeweiligen Maßnahmen zur Hemmnisüberwindung leisten können und welcher Aufwand damit verbunden ist. In Abhängigkeit der Ergebnisse einer solchen Nutzwertanalyse lässt sich am Ende eine Rangfolge der Maßnahmen erstellen. Die für die Durchführung der Nutzwertanalyse notwendige Datenbasis bilden die Einschätzungen der Workshop-Teilnehmer.

### **Das theoretische Konzept der Nutzwertanalyse**

Die Nutzwertanalyse (NWA) ist ein formalisiertes Verfahren, das der systematischen Entscheidungsvorbereitung oder -findung dient.<sup>15</sup> Dabei geht es um die Auswahl von Handlungsalternativen unter Berücksichtigung eines mehrdimensionalen Zielsystems. Vielfach existiert in einer Entscheidungssituation eine große Anzahl von Handlungsalternativen, für die konkrete (monetäre) Daten für quantitative Planungsverfahren nicht oder nur mit hohem Aufwand bestimmt werden können. In solchen Fällen kann mit Hilfe qualitativer Verfahren wie der Nutzwertanalyse eine Beurteilung und Vorauswahl potenzieller Handlungsalternativen vorgenommen werden.<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup> Vgl. Zangemeister (1976), S. 7.

<sup>16</sup> Vgl. Adam (1996), S. 412.

Innerhalb der Nutzwertanalyse werden den Vorhaben ersatzweise Punktwerte zugeordnet, die aus den Ausprägungen verschiedener Beurteilungskriterien aus Expertenurteilen abgeleitet werden. Der ermittelte Punkt- oder Nutzwert bildet letztlich den zahlenmäßigen Ausdruck für die subjektive Vorteilhaftigkeit einer Handlungsalternative ab. Die Nutzwertanalyse bringt die betrachteten Alternativen in Bezug auf die Bewertungskriterien in eine ordinale Rangfolge basierend auf dimensionslosen Zahlenwerten.<sup>17</sup> Es gibt eine Vielzahl an Varianten der Nutzwertanalyse, die sich u. a. in der Bewertung der einzelnen Kriterien oder in der Art und Weise, wie Kriterienmesswerte zu Nutzwerten zusammengefasst werden, unterscheiden.<sup>18</sup> In dieser Studie wird auf die Standardversion der Nutzwertanalyse zurückgegriffen, da diese aufgrund seiner guten Handhabbarkeit häufig Anwendung in der Praxis findet. Im Folgenden werden die Arbeitsschritte der Standardversion, wie sie hier Anwendung findet, skizziert (s. Tabelle 2):

**Tabelle 2: Allgemeine Darstellung einer Nutzwertanalyse**

Alternativen/Maßnahmen		A <sub>1</sub>		A <sub>2</sub>		...		A <sub>m</sub>	
Kriterium	Gewichtung	Ziel- erfüllungs- grad	Teil- nutz- wert	Ziel- erfüllungs- grad	Teil- nutz- wert	Ziel- erfüllungs- grad	Teil- nutz- wert	Ziel- erfüllungs- grad	Teil- nutz- wert
K <sub>1</sub>	<b>g<sub>1</sub></b>	e <sub>11</sub>	<b>N<sub>11</sub> = g<sub>1</sub>*e<sub>11</sub></b>	e <sub>12</sub>	<b>N<sub>12</sub> = g<sub>1</sub>*e<sub>12</sub></b>	...	...	e <sub>1m</sub>	<b>N<sub>1m</sub> = g<sub>1</sub>*e<sub>1m</sub></b>
K <sub>2</sub>	<b>g<sub>2</sub></b>	e <sub>21</sub>	<b>N<sub>21</sub> = g<sub>2</sub>*e<sub>21</sub></b>	e <sub>22</sub>	<b>N<sub>22</sub> = g<sub>2</sub>*e<sub>22</sub></b>	...	...	e <sub>2m</sub>	<b>N<sub>2m</sub> = g<sub>2</sub>*e<sub>2m</sub></b>
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
K <sub>n</sub>	<b>g<sub>n</sub></b>	e <sub>n1</sub>	<b>N<sub>n1</sub> = g<sub>n</sub>*e<sub>n1</sub></b>	e <sub>n2</sub>	<b>N<sub>n2</sub> = g<sub>n</sub>*e<sub>n2</sub></b>	...	...	e <sub>nm</sub>	<b>N<sub>nm</sub> = g<sub>n</sub>*e<sub>nm</sub></b>
<b>Summe der Gewichtungs- faktoren</b>	<b>g<sub>1</sub>+g<sub>2</sub>+...+g<sub>n</sub></b>	<b>Gesamt- nutzwert von A<sub>1</sub></b>	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>Gesamt- nutzwert von A<sub>2</sub></b>	<b>N<sub>2</sub></b>	...	...	<b>Gesamt- nutzwert von A<sub>m</sub></b>	<b>N<sub>m</sub></b>
<b>Legende:</b> K <sub>1</sub> , K <sub>2</sub> , ..., K <sub>n</sub> A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , ..., A <sub>m</sub> g <sub>1</sub> , g <sub>2</sub> , ..., g <sub>n</sub> k <sub>ij</sub> i=1,..., n; j=1, ..., m e <sub>ij</sub> i=1,..., n; j=1, ..., m N <sub>ij</sub> i=1,..., n; j=1, ..., m N <sub>j</sub> j=1, ..., m      Es gilt dabei N <sub>j</sub> = g <sub>1</sub> *e <sub>1j</sub> und N <sub>1j</sub> + N <sub>2j</sub> + ...N <sub>nj</sub> = ∑ N <sub>ij</sub>									

Quelle. Eigene Darstellung in Anlehnung an Bechmann 1978.

<sup>17</sup> Vgl. Schneeweiß (1990), S. 13 ff.

<sup>18</sup> Vgl. Bechmann (1978), S. 26 ff.

(1) Problemformulierung

Zunächst erfolgt die Problemformulierung innerhalb der Analyse. Im konkreten Fall ist dies bereits mit der Darstellung der potenziellen Hemmnisse bei der Markteinführung und -durchdringung in den ersten Kapiteln geschehen.

(2) Aufstellung eines Zielsystems

Die Zielformulierung umfasst hier die potenzielle Steigerung der gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrt durch eine höhere Ausstattung an Fahrzeugen mit kooperativen Systemen. Ziel ist es letztlich, die Hemmnisse zu überwinden und die Ausstattung mit Systemen zu erhöhen.

(3) Angabe der zu bewertenden Alternativen/Maßnahmen ( $A_1, \dots, A_m$ )

Hier erfolgt die Auswahl an Maßnahmen, die dem Ziel dienen, ein spezifisches Hemmnis zu reduzieren. Im Vorfeld des Workshops wurden bereits potenzielle Maßnahmen ausgewählt, die sowohl von staatlicher Seite als auch von privaten Institutionen ergriffen werden können. Hierunter fallen bspw. fahrzeugbezogene Steuererleichterungen, Versicherungsprämienreduktionen, private Werbung etc.

(4) Bestimmung der Bewertungskriterien ( $K_1, \dots, K_n$ )

Die verschiedenen Maßnahmen werden anhand bestimmter Bewertungskriterien untersucht. Die Bewertungskriterien umfassen zum einen den Zielerreichungsgrad, um das jeweilige Hemmnis zu reduzieren, und zum anderen die mit der Maßnahme potenziell verbundenen Kosten des Staates, der Privatwirtschaft und der Verkehrsteilnehmer sowie den erforderlichen Zeitaufwand zur Umsetzung der Maßnahme.

(5) Ableitung von Gewichtungsfaktoren für die Bewertungskriterien ( $g_1, \dots, g_n$ )

Neben der Bestimmung der Bewertungskriterien erfolgte auch eine Gewichtung der Aufwandskriterien durch die Teilnehmer. Zudem bewerteten sie die Bedeutung der Hemmnisse bei der Marktimplementierung kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme.

(6) Skalierung der Zielerfüllungsgrade ( $e_{11}, \dots, e_{nm}$ )

Die Zielerfüllungsgrade geben wieder, inwiefern ein bestimmtes Bewertungskriterium aus Sicht des Bewertenden erreicht wird. Im Rahmen der vorliegenden Analyse wird die Bewertung durch die Workshop-Teilnehmer anhand einer Skala von 0 bis 10 durchgeführt. Dabei bedeutet die Zahl 10 bei der Reduzierung der Hemmnisse, dass dies sehr gut gelingt. Der Wert 0 zeigt, dass das betrachtete Hemmnis durch diese Maßnahme nicht positiv beeinflusst wird. Auf der Auf-

wandsseite hingegen ist ein niedriger Wert negativ, d.h. die jeweilige Maßnahme verursacht bspw. beim Staat hohe Kosten. Ein hoher Wert steht hier für niedrige Kosten oder einen geringen Zeitaufwand.

- (7) Berechnung der (Teil-)Nutzwerte und Reihung der Maßnahmen gemäß der Nutzwerte ( $N_{11}, \dots, N_{nm}$ )

Mit Hilfe der Einschätzungen der Teilnehmer können letztlich die einzelnen Teilnutzwerte durch Multiplikation der Gewichtungsfaktoren mit den Zielerfüllungsgraden sowie die addierten Gesamtnutzwerte der einzelnen Maßnahmen bestimmt und eine Rangfolge festgelegt werden.

### **NWA zur Bewertung der Maßnahmen**

Die Nutzwertanalyse zur Bewertung der einzelnen Maßnahmen erfolgt in drei Schritten. Zum einen erfolgt eine Bewertung der Maßnahmen im Hinblick auf ihre Wirksamkeit zur Hemmnisüberwindung. Danach wird die Bedeutung der Kosten und des Zeitaufwands bei einem möglichen Einsatz der Maßnahmen bestimmt. Im letzten Schritt erfolgt dann eine Zusammenführung der Eignung der Maßnahmen zur Hemmnisüberwindung und der Aufwandsseite zu aggregierten Zahlen, mit deren Hilfe eine Rangordnung der Maßnahmen erstellt wird.

Zunächst wurden die Workshop-Teilnehmer gebeten, anhand eines Bewertungsbogens die Bedeutung bestimmter Hemmnisse zu bewerten. Die hier betrachteten Hemmnisse umfassten folgende Aspekte:

- Geringe Verbreitung kooperativer Systeme (u. a. aufgrund von externen Effekten und Trittbrettfahrerverhalten)
- Erforderliche Mindestausstattungsquote (kritische Masse)
- Hohe Kosten der Infrastrukturausstattung
- Informationsmängel der Verkehrsteilnehmer (Nutzen-, Preiskenntnis)
- Informationsmängel der Hersteller/Industrie (u. a. Unsicherheit bzgl. rechtlicher Rahmenbedingungen)

Die durchschnittlichen Bewertungen sind in der nachstehenden Tabelle zusammengefasst. Dabei wurden die Hemmnisse auf einer Skala von 0 (=von keiner Bedeutung bei der Marktimplementierung/kein Hemmnis) bis 10 (=von großer Bedeutung bei der Marktimplementierung/großes Hemmnis) bewertet.

**Tabelle 3: Bedeutung der Hemmnisse bei der Marktimplementierung**

<b>Hemmnis</b>		<b>Bedeutung</b>
1.	<b>Erforderliche Mindestausstattungsquote (kritische Masse)</b>	7,4
2.	<b>Hohe Kosten bei der Infrastrukturausstattung</b>	7,3
3.	<b>Informationsmängel der Verkehrsteilnehmer</b>	6,3
4.	<b>Informationsmängel der Hersteller/Industrie</b>	6,0
5.	<b>Geringe Verbreitung (externe Effekte / Trittbrettfahrerverhalten)</b>	4,4

Quelle: Eigene Darstellung.

Als größtes potenzielles Hemmnis bei der Marktimplementierung wurde von den Experten das Erreichen der erforderlichen Mindestausstattungsquote erachtet. Des Weiteren sehen sie ein Hemmnis in den hohen Kosten der Bereitstellung der notwendigen Infrastruktur zur V2I-Kommunikation. Auch Informationsmängel auf der Nutzerseite und auf der Ebene der Industrie können eine erfolgreiche Markteinführung behindern. Weniger bedeutend in den Augen der Workshop-Teilnehmer ist die Gefahr einer geringen Verbreitung kooperativer Systeme aufgrund von Trittbrettfahrerverhalten (Nutzen Dritter).

Anschließend gaben die Stakeholder ihre Einschätzungen ab, inwiefern bestimmte Maßnahmen geeignet sind, die Hemmnisse zu reduzieren. Basierend auf Erkenntnissen aus der Literatur und empirischen Studien zu kooperativen Fahrzeugsicherheitssystemen wurde für die oben genannten potenziellen Hemmnisse ein Maßnahmenkatalog für das jeweilige Hemmnis zusammengestellt. Auf der Grundlage dieser Auswahl wurden den Experten je nach Hemmnis 4 bis 6 verschiedene Maßnahmen vorgestellt.

Die Bewertung der einzelnen Maßnahmen anhand einer Skala von 0 (=gar nicht geeignet, das Hemmnis zu reduzieren) bis 10 (=sehr gut geeignet, das Hemmnis zu reduzieren) ist in Tabelle 4 dargestellt. Die Wirksamkeit der Maßnahmen aus Sicht der Teilnehmer stellt sich folgendermaßen dar:

**Tabelle 4: Bewertung der Wirksamkeit der Maßnahmen**

1. Erreichen der Mindestausstattungsquote (kritische Masse)		2. Hohe Kosten der Infrastruktur		3. Informationsmängel der Verkehrsteilnehmer		4. Informationsmängel der Hersteller/Industrie		5. Geringe Verbreitung (externe Effekte / Trittbrettfahrerverhalten)	
Maßnahme	Eignung	Maßnahme	Eignung	Maßnahme	Eignung	Maßnahme	Eignung	Maßnahme	Eignung
Gesetzliche Einbaupflicht	8,6	Öffentlich-Private Partnerschaft	7,5	Private Werbung und Aufklärungskampagnen	7,2	Feldtests	7,2	Versicherungsprämienreduktion	7,7
Stärkere Standardisierung	7,9	Rein staatliche Bereitstellung der Infrastruktur	5,5	Staatliche Aufklärungskampagnen	6,6	Staatlich geförderte Grundlagenforschung	6,1	Steuerermäßigungen oder Finanzhilfen	7,5
Einbeziehung von Großausrüstern / Flottenbetreibern	6,9	Ausschreibung der Infrastruktur	5,3	Händlerschulungen	6,3	Gesetzesänderungen	5,8	Gesetzliche Einbaupflicht	7,4
Versicherungsprämienreduktion	6,1	Rein private Bereitstellung der Infrastruktur	4,5	Fahrer Ausbildung	6,3	Private Vertragsregelung	4,6	Subventionen	5,8
Steuerermäßigungen oder Finanzhilfen	6,0			Gesetzliche Aufklärungs- und Informationspflicht	3,8			Freiwillige Selbstverpflichtung	5,2
Freiwillige Selbstverpflichtung	4,7								

Quelle: Eigene Darstellung.

- Erreichen der Mindestausstattungsquote (kritische Masse)

Von den sechs vorgeschlagenen Maßnahmen zum Erreichen der kritischen Masse wurde von den Experten die gesetzliche Einbaupflicht (8,6) als wirkungsvollstes Instrument eingestuft. Aber auch eine stärkere Standardisierung (7,9) ist eine geeignete Maßnahme bzw. die Voraussetzung zum Erreichen der kritischen Masse. Neben der Einbeziehung von Großausrüstern und Flottenbetreibern wurden auch finanzielle Anreize für die Nutzer als wirkungsvoll eingestuft. Eine freiwillige Selbstverpflichtung seitens der Industrie halten die Teilnehmer für weniger geeignet, um die notwendige Mindestausstattung zu erzielen.

- Hohe Kosten der Infrastruktur

Als Möglichkeit zur Finanzierung und Bereitstellung der für V2I-Kommunikation notwendigen Infrastruktur favorisierten die Teilnehmer mit Abstand eine Öffentlich-Private Partnerschaft (ÖPP), bei der die finanziellen Lasten von staatlicher und privater Seite gemeinsam getragen werden (7,5). Sowohl die Ausschreibung der Infrastruktur durch den Staat als auch eine reine staatliche Finanzierung, Ausstattung und der eigens durchgeführte Betrieb schneiden deutlich schlechter ab (beide knapp >5). Eine reine private Bereitstellung erscheint den Teilnehmern als nicht sinnvoll, das Problem der Infrastrukturausstattung zu lösen.

- Informationsmängel der Verkehrsteilnehmer

Die Informationsmängel der Nutzer lassen sich nach Ansicht der Stakeholder durch vier Maßnahmen gleichermaßen positiv beeinflussen. Private Werbung, staatl. Aufklärungskampagnen, Händlerschulungen und die Fahrerausbildung eignen sich, Informationsdefizite der Verkehrsteilnehmer abzubauen. Eine gesetzliche Aufklärungspflicht für Händler und Hersteller halten sie eher für ungeeignet (3,8).

- Informationsmängel der Hersteller

Die Risiken einer Markteinführung kooperativer Systeme auf der Seite der Industrie (z. B. Haftungs- und Datenschutzfragen) können durch die Erprobung der Systeme in Feldtests (7,2) am wirkungsvollsten gemindert werden. Auch staatlich geförderte Grundlagenforschung (6,1) sowie gesetzliche Anpassungen (5,8) können sinnvoll sein. Private Vertragsregelungen zwischen Unternehmen und Konsumenten bzgl. Haftungs- und Datenschutzfragen sind eher ungeeignet, die Markteinführungsriskiken zu minimieren.

- Geringe Verbreitung (externe Effekte / Trittbrettfahrerverhalten)

Die Überwindung einer geringen Verbreitung kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme insbesondere durch Trittbrettfahrerverhalten lässt sich laut der anwesenden Stakeholder am besten durch finanzielle Anreize von Versicherungen und staatlicher Seite gewährleisten. Auch eine gesetzliche Einbaupflicht wird hoch bewertet (7,4). Subventionen und freiwillige Selbstverpflichtungen wurden mit Abstand schlechter bewertet als die bereits genannten Maßnahmen, um die Marktdurchdringung zu fördern.

Der nächste Schritt in der Bewertung umfasst die Einschätzung des Kosten- und Zeitaufwands, der beim Einsatz der Maßnahmen entstehen kann. Hierbei wird unterschieden, wer letztlich die Kosten der Maßnahme zu tragen hat. Als Aufwandskategorien waren den Workshop-Teilnehmern die in Tabelle 5 dargestellten Kriterien vorgegeben worden. Diese wurden von ihnen auf einer Skala von 0 (=unbedeutend) bis 10 (=bedeutend) im Vergleich zueinander gewichtet.

**Tabelle 5: Bedeutung der Aufwandskriterien**

<b>Aufwand</b>		<b>Bedeutung</b>
<b>1.</b>	<b>Kosten für die öffentl. Hand</b>	<b>8,1</b>
<b>2.</b>	<b>Kosten der Privatwirtschaft</b>	<b>7,3</b>
<b>3.</b>	<b>Kosten für die Verkehrsteilnehmer</b>	<b>7,0</b>
<b>4.</b>	<b>Erforderlicher Zeitbedarf zur Umsetzung und Wirksamkeit der Maßnahme</b>	<b>7,2</b>

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Kriterien sind insgesamt ähnlich hoch bewertet worden. Einzig der Kostenaufwand des Staates wurde in seiner Bedeutung bei der Anwendung von Maßnahmen durch die Teilnehmer hervorgehoben. Dies lässt sich dadurch begründen, dass eine Vielzahl an Maßnahmen auf staatlicher Seite mit einem hohen finanziellen Aufwand verbunden sein könnte (z. B. kraftfahrzeugbezogene Steuererleichterungen). Die Ergebnisse der Bedeutung der verschiedenen Aufwandskriterien wurden in Gewichte transformiert, deren Summe insgesamt den Wert 1 ergibt (s. Tabelle 6 ff.).

Nach der Gewichtung der Aufwandskriterien schätzten die Teilnehmer den Aufwand der mit den einzelnen Maßnahmen verbunden sein kann. Auch hier wurde eine Skala von 0 bis 10 zur Bewertung herangezogen. Allerdings steht hier im Gegensatz zu den bisherigen Bewertungen der Maßnahmen ein niedriger Wert für viel Aufwand (0=hoher Aufwand/negativ) und ein hoher Wert für wenig Aufwand (10=niedriger Aufwand/positiv). Diese Umkehr der Zuordnung der Werte berücksichtigt, dass bei der Abbildung der Gesamtnutzwerte ein höherer Wert die größere Vorteilhaftigkeit einer Maßnahme anzeigt. Die folgenden tabellarischen Übersichten zeigen die Kalkulation des mit dem Einsatz der Maßnahmen verbundenen Aufwands bezogen auf das jeweilige Hemmnis. Dabei werden die Zielerfüllungsgrade (Bewertungen) mit dem Gewicht der einzelnen Aufwandskategorien multipliziert und Teilnutzwerte gebildet. Die Summe der Teilnutzwerte ergibt dann letztlich den Gesamtnutzwert einer Maßnahme hinsichtlich der Aufwandskriterien.

- Erforderliche Mindestausstattungsquote (kritische Masse) (s. Tabelle 6)

Die hierzu vorgestellten Maßnahmen sind mit einem sehr unterschiedlichen Aufwand in den einzelnen Kategorien verbunden. Steuervergünstigungen sind in erster Linie für die öffentliche Hand mit Kosten verbunden (0,6). Die Privatwirtschaft müsste den größten finanziellen Anteil bei der Umsetzung einer gesetzlichen Einbaupflicht und bei der freiwilligen Selbstverpflichtung tragen. Auch für die Verkehrsteilnehmer selber wären diese beiden Maßnahmen mit den höchsten Kosten verbunden. Beim Standardisierungsprozess sind die Kosten in etwa gleich auf öffentliche Hand und Privatwirtschaft verteilt. Die Maßnahmen mit dem größten zeitlichen Aufwand sind eine gesetzliche Einbaupflicht und eine freiwillige Selbstverpflichtung der Industrie (2,5 bzw. 3,0). Insgesamt wird die Versicherungsprämienreduktion als Maßnahme mit dem geringsten Aufwand über alle Kategorien gesehen (5,8). Auch die Intensivierung des Standardisierungsprozesses sowie die Einbeziehung von Flottenbetreiber sind aus dem Blickwinkel der Aufwandsminimierung sinnvolle Maßnahmen.

**Tabelle 6: Aufwandsbewertung der Maßnahmen zum Erreichen der Mindestausstattungsquote (kritischen Masse)**

Maßnahmen	Gesetzliche Einbaupflicht			Intensivierung des Standardisierungsprozesses		Einbeziehung von Großausrüstern / Flottenbetreibern		Versicherungsprämienreduktion		Steuerermäßigungen oder Finanzhilfen		Freiwillige Selbstverpflichtung	
	Gewichtung	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert
Kosten für die öffentl. Hand	0,274	7,4	2,0	5,9	1,6	7,5	2,1	7,7	2,1	0,6	0,2	8,8	2,4
Kosten der Privatwirtschaft	0,246	0,8	0,2	4,3	1,0	3,7	0,9	4,8	1,2	7,5	1,8	3,6	0,9
Kosten für die Verkehrsteilnehmer	0,237	2,5	0,6	9,0	2,1	6,3	1,5	5,6	1,3	6,9	1,6	3,0	0,7
Erforderlicher Zeitbedarf zur Umsetzung und Wirksamkeit der Maßnahme	0,243	6,5	1,6	3,3	0,8	4,7	1,1	4,9	1,2	5,3	1,3	3,8	0,9
Gesamtnutzwert-Aufwand			4,4		5,6		5,6		5,8		4,9		4,9

Quelle: Eigene Darstellung.

- Hohe Kosten der Infrastrukturausstattung (s. Tabelle 7)

Auch hier ergibt sich eine klare Verteilung der Kosten je nachdem, ob eher die Privatwirtschaft oder die öffentliche Hand federführend in der Finanzierung und Ausstattung der Infrastruktur ist. Nach Meinung der Experten sind ein ÖPP-Modell oder eine öffentliche Ausschreibung der Infrastrukturbereitstellung die Maßnahmen,

bei denen die Kostenverteilung auf Staat, Privatwirtschaft und Verkehrsteilnehmer am gleichmäßigsten und der Zeitaufwand zur Umsetzung am geringsten sind. Der Gesamtnutzwert der Aufwandsseite ist beim Ausschreibungs-Modell daher am höchsten.

**Tabelle 7: Aufwandsbewertung der Maßnahmen zur Ausstattung der Infrastruktur**

Maßnahmen		Öffentlich-Private Partnerschaft		Rein staatliche Bereitstellung der Infrastruktur		Ausschreibung der Infrastruktur		Rein private Bereitstellung der Infrastruktur	
		Ziel-erfüllungs-grad	Teilnutz-wert	Ziel-erfüllungs-grad	Teilnutz-wert	Ziel-erfüllungs-grad	Teilnutz-wert	Ziel-erfüllungs-grad	Teilnutz-wert
Aufwandskriterium	Gewich-tung								
Kosten für die öffentl. Hand	0,274	4,4	1,2	0,8	0,2	5,1	1,4	8,1	2,2
Kosten der Privatwirtschaft	0,246	4,9	1,2	8,5	2,1	4,3	1,0	1,4	0,3
Kosten für die Verkehrsteilnehmer	0,237	5,3	1,3	6,5	1,6	5,9	1,4	5,3	1,3
Erforderlicher Zeitbedarf zur Umsetzung und Wirksamkeit der Maßnahme	0,243	4,0	1,0	3,4	0,8	4,5	1,1	3,3	0,8
Gesamtnutzwert-Aufwand			4,6		4,7		4,9		4,6

Quelle: Eigene Darstellung.

- Informationsmängel der Verkehrsteilnehmer (Nutzen-, Preisunkenntnis) (s. Tabelle 8)

Der überwiegende Teil der Maßnahmen ist mit hohen Kosten für die Privatwirtschaft verbunden. Im Rahmen der Fahrerausbildung fallen allerdings auch zusätzlich Kosten für die Verkehrsteilnehmer an. Den deutlich geringsten Zeitaufwand benötigen staatliche Aufklärungskampagnen (5,2). Insgesamt schneiden private Werbung und Kampagnen im Hinblick auf den Gesamtnutzwert bezogen auf die Aufwandskriterien am positivsten ab. Dicht dahinter liegen staatl. Aufklärungskampagnen und Händlerschulungen.

**Tabelle 8: Aufwandsbewertung der Maßnahmen zur Reduzierung von Informationsmängeln der Nutzer**

Maßnahmen		Private Werbung und Aufklärungskampagnen		Staatliche Aufklärungskampagnen		Händlerschulungen		Fahrer Ausbildung		Gesetzliche Aufklärungs und Informationspflicht	
Aufwandskriterium	Gewichtung	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert
Kosten für die öffentl. Hand	0,274	9,5	2,6	2,3	0,6	9,1	2,5	7,7	2,1	7,0	1,9
Kosten der Privatwirtschaft	0,246	2,1	0,5	9,1	2,2	2,9	0,7	4,8	1,2	2,6	0,6
Kosten für die Verkehrsteilnehmer	0,237	8,5	2,0	8,2	1,9	9,0	2,1	5,6	1,3	8,0	1,9
Erforderlicher Zeitbedarf zur Umsetzung und Wirksamkeit der Maßnahme	0,243	4,9	1,2	5,2	1,3	3,7	0,9	4,9	1,2	4,7	1,1
Gesamtnutzwert-Aufwandseite			6,3		6,1		6,2		5,8		5,6

Quelle: Eigene Darstellung.

- Informationsmängel der Hersteller/Industrie (u. a. Unsicherheit bzgl. rechtlicher Rahmenbedingungen) (s. Tabelle 9)

Die Maßnahmen zur Beseitigung von Unsicherheitsfaktoren auf der Anbieterseite sind immer auch mit beachtlichen Kosten der Privatwirtschaft verbunden. Bei staatlich geförderter Grundlagenforschung, Feldtests sowie der Umsetzung von Gesetzesänderungen ist stets ein Eigenbeitrag der Industrie erforderlich. Insbesondere die Grundlagenforschung benötigt aber auch einen hohen finanziellen Beitrag des Staates. Darüber hinaus ist aus Sicht der Stakeholder der Zeitaufwand hier besonders hoch, was insgesamt zu einem schlechten Gesamtnutzwert auf der Aufwandseite für die Grundlagenforschung führt.

**Tabelle 9: Aufwandsbewertung der Maßnahmen zur Reduzierung von Informationsmängeln der Hersteller/Industrie**

Maßnahmen		Feldtests		Staatlich geförderte Grundlagenforschung		Gesetzesänderungen		Private Vertragsregelung		
		Gewichtung	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert
Kosten für die öffentl. Hand		0,274	4,5	1,2	2,7	0,7	5,0	1,4	8,0	2,2
Kosten der Privatwirtschaft		0,246	3,6	0,9	5,9	1,5	5,5	1,4	3,3	0,8
Kosten für die Verkehrsteilnehmer		0,237	8,1	1,9	7,9	1,9	6,1	1,4	5,5	1,3
Erforderlicher Zeitbedarf zur Umsetzung und Wirksamkeit der Maßnahme		0,243	4,2	1,0	3,1	0,8	4,6	1,1	3,7	0,9
Gesamtnutzwert-Aufwandseite				5,1		4,8		5,3		5,2

Quelle: Eigene Darstellung.

- Geringe Verbreitung kooperativer Systeme (u. a. aufgrund von externen Effekten und Trittbrettfahrerverhalten) (s. Tabelle 10)

Auch bei den Maßnahmen zur Überwindung der geringen Verbreitung der Systeme bedingt durch bspw. externe Effekte und Trittbrettfahrerverhalten würde der Staat bei der Förderung durch Steuerermäßigungen und Subventionen finanziell am stärksten gefordert. Die Privatwirtschaft und die Verkehrsteilnehmer hätten den größten Teil der Kosten einer gesetzlichen Einbaupflicht und der Umsetzung einer freiwilligen Selbstverpflichtung zu tragen. Den geringsten Zeitaufwand vermuteten die Workshopteilnehmer bei einer gesetzlichen Einbaupflicht. Auch hier dominiert das Instrument der Versicherungsprämienreduktion die anderen Maßnahmen bzgl. des Gesamtnutzwertes.

**Tabelle 10: Aufwandsbewertung der Maßnahmen zur Überwindung der geringen Verbreitung aufgrund von externen Effekten und Trittbrettfahrerverhalten**

Maßnahmen		Versicherungsprämienreduktion		Steuerermäßigungen oder Finanzhilfen		Gesetzliche Einbaupflicht		Subventionen		Freiwillige Selbstverpflichtung	
Aufwandskriterium	Gewichtung	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert	Zielerfüllungsgrad	Teilnutzwert
Kosten für die öffentl. Hand	0,274	7,7	2,1	0,6	0,2	7,4	2,0	1,5	0,4	8,8	2,4
Kosten der Privatwirtschaft	0,246	4,8	1,2	7,5	1,8	0,8	0,2	6,0	1,5	3,6	0,9
Kosten für die Verkehrsteilnehmer	0,237	5,6	1,3	6,9	1,6	2,5	0,6	6,2	1,5	3,0	0,7
Erforderlicher Zeitbedarf zur Umsetzung und Wirksamkeit der Maßnahme	0,243	4,9	1,2	5,3	1,3	6,5	1,6	5,8	1,4	3,8	0,9
Gesamtnutzwert-Aufwandseite			5,8		4,9		4,4		4,8		4,9

Quelle: Eigene Darstellung.

Im letzten Schritt werden die ermittelten Gesamtnutzwerte der Aufwandseite mit der Bewertung der Eignung zur Hemmnisüberwindung verknüpft. Daraus wird ein Gesamtergebnis generiert, das sowohl den Wirkungsgrad einer Maßnahme als auch den für die Anwendung erforderlichen finanziellen Aufwand und Zeitbedarf abbildet (s. Tabelle 11). Die Gesamtergebnisse spiegeln letztlich die Vorteilhaftigkeit der einzelnen Maßnahmen wider. Ein höheres Gesamtergebnis bedeutet eine höhere Vorteilhaftigkeit bei der Anwendung der Maßnahme zur Überwindung des spezifischen Hemmnisses. Dadurch lässt sich auch für die Überwindung der jeweiligen Hemmnisse eine Rangordnung der Maßnahmen erstellen, die aus Sicht der Expertenrunde optimal ist:

- Erforderliche Mindestausstattungsquote (kritische Masse)

Der wichtigste Schritt zur Erreichung der kritischen Masse ist nach Meinung der anwesenden Akteure die Intensivierung des Standardisierungsprozesses. Diese Maßnahme verbindet eine hohe Wirksamkeit mit relativ gesehen geringem Aufwand (hoher Wert der NWA auf der Aufwandseite spiegelt niedrigen Aufwand der Maßnahme wider). Auch eine gesetzliche Einbaupflicht ist trotz des im Vergleich zu den anderen Maßnahmen hohen Aufwands aufgrund seiner hohen Wirksamkeit ein geeignetes Mittel zur Mindestausstattung der Fahrzeuge. Zudem könnte die Einbeziehung von Flotenausrüstern schon die kritische Masse an Fahrzeugen generieren. Eine freiwillige Selbstverpflichtung hielten die Teilnehmer für ungeeignet, dieses Hemmnis zu reduzieren.

**Tabelle 11: Gesamtergebnisse der Maßnahmen zur Hemmnisüberwindung**

1. Förderung des Erreichens der Mindestausstattungsquote (kritischen Masse)						
Maßnahme	Gesetzliche Einbaupflicht	Intensivierung des Standardisierungsprozesses	Einbeziehung von Großausrüstern / Flottenbetreibern	Versicherungsprämienreduktion	Steuerermäßigungen oder Finanzhilfen	Freiwillige Selbstverpflichtung
Ergebnis der Bewertung der Hemmnisüberwindung	8,6	7,9	6,9	6,1	6,0	4,7
Ergebnis der NWA auf der Aufwandsseite	4,4	5,6	5,6	5,8	4,9	4,9
Gesamtergebnis	13,0	13,5	12,5	11,9	10,9	9,6
2. Finanzierung der hohen Kosten für die Infrastrukturausstattung						
Maßnahme	Öffentlich-Private Partnerschaft	Rein staatliche Bereitstellung der Infrastruktur	Ausschreibung der Infrastruktur	Rein private Bereitstellung der Infrastruktur		
Ergebnis der Bewertung der Hemmnisüberwindung	7,5	5,5	5,3	4,5		
Ergebnis der NWA auf der Aufwandsseite	4,6	4,7	4,9	4,6		
Gesamtergebnis	12,1	10,2	10,2	9,1		
3. Beseitigung der Informationsmängel der Verkehrsteilnehmer						
Maßnahme	Private Werbung und Aufklärungskampagnen	Staatliche Aufklärungskampagnen	Händlerschulungen	Fahrer Ausbildung	Gesetzliche Aufklärungs- und Informationspflicht	
Ergebnis der Bewertung der Hemmnisüberwindung	7,2	6,6	6,3	6,3	3,8	
Ergebnis der NWA auf der Aufwandsseite	6,3	6,1	6,2	5,8	5,6	
Gesamtergebnis	13,5	12,7	12,5	12,1	9,4	
4. Beseitigung der Informationsmängel der Hersteller/Industrie						
Maßnahme	Feldtests	Staatlich geförderte Grundlagenforschung	Gesetzesänderungen	Private Vertragsregelung		
Ergebnis der Bewertung der Hemmnisüberwindung	7,2	6,1	5,8	4,6		
Ergebnis der NWA auf der Aufwandsseite	5,1	4,8	5,3	5,2		
Gesamtergebnis	12,3	10,9	11,1	9,8		
5. Überwindung einer geringen Verbreitung (externe Effekte / Trittbrettfahrerverhalten)						
Maßnahme	Versicherungsprämienreduktion	Steuerermäßigungen oder Finanzhilfen	Gesetzliche Einbaupflicht	Subventionen	Freiwillige Selbstverpflichtung	
Ergebnis der Bewertung der Hemmnisüberwindung	7,7	7,5	7,4	5,8	5,2	
Ergebnis der NWA auf der Aufwandsseite	5,8	4,9	4,4	4,8	4,9	
Gesamtergebnis	13,5	12,4	11,8	10,6	10,1	

Quelle: Eigene Darstellung.

- Hohe Kosten der Infrastrukturausstattung

Die Ausstattung der Infrastruktur sehen die Teilnehmer am ehesten gewährleistet durch eine Öffentlich-Private Partnerschaft. Sie können sich eine Bereitstellung der Infrastruktur nur durch private Investoren weniger vorstellen. Zwischen einer reinen staatlichen Bereitstellung und der Ausschreibung der Ausstattung und des Betriebs waren die Teilnehmer in etwa indifferent.

- Informationsmängel der Verkehrsteilnehmer (Nutzen-, Preisunkenntnis)

Informationsmängel der Nutzer sollten nach Meinung der Teilnehmer durch private Werbung und Aufklärungskampagnen vorgenommen werden. Staatliche Kampagnen, Händlerschulungen und Fahrerausbildung wurden in etwa gleich vorteilhaft beurteilt. Lediglich eine gesetzliche Aufklärungs- und Informationspflicht lehnen die Teilnehmer aufgrund der geringen Wirksamkeit der Maßnahme ab.

- Informationsmängel der Hersteller/Industrie (Unsicherheit bzgl. rechtlicher Rahmenbedingungen)

Die Unsicherheiten bzw. das Risiko bzgl. Zulassungs-, Haftungs- sowie Datenschutzfragen auf Seiten der Hersteller/Industrie sollten durch Feldtests, in denen die Funktionsweise der Systeme erprobt werden kann, gemindert werden. Auch staatlich geförderte Grundlagenforschung kann aufgrund ihrer hohen Wirksamkeit Informationsmängel der Hersteller beseitigen. Gesetzesänderungen schließen die Teilnehmer auch nicht aus. Sie glauben allerdings nicht, dass private Vertragsregelungen zur Beseitigung der rechtlichen Unsicherheiten ausreichen.

- Geringe Verbreitung kooperativer Systeme (u. a. aufgrund von externen Effekten und Trittbrettfahrerverhalten)

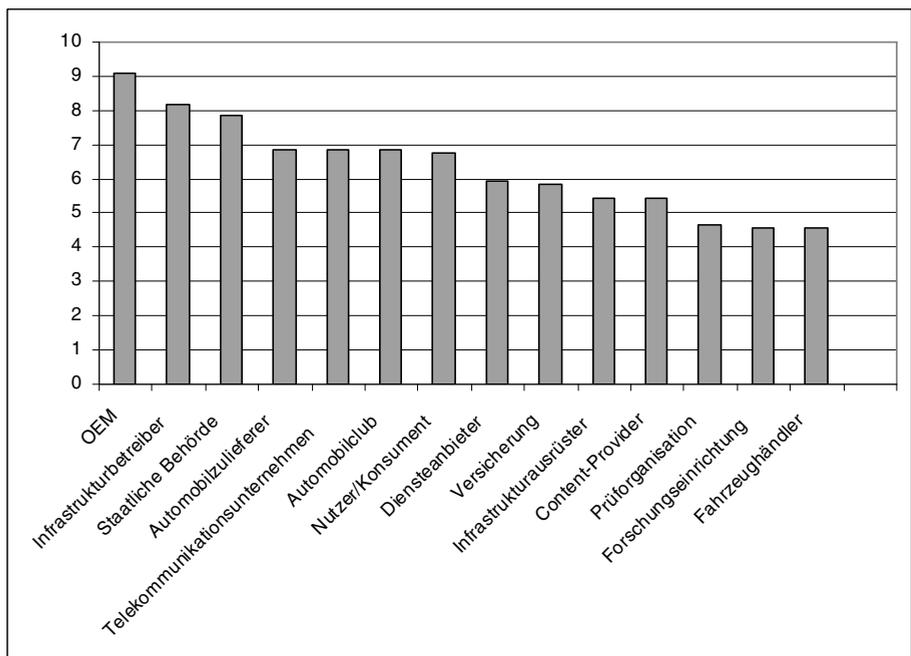
Um der geringen Verbreitung kooperativer Systeme insbesondere aufgrund positiver externer Effekte (Nutzen Dritter) zu begegnen, schlagen die Experten die Anwendung von Versicherungsprämienreduktionen vor. Darüber hinaus sind auch finanzielle Anreize des Staates in Form von Steuerermäßigungen oder Finanzhilfen für die Nutzer wegen ihrer hohen Wirksamkeit geeignet, positive externe Effekte zu internalisieren bzw. die Verbreitung der Systeme zu fördern. Maßnahmen wie gesetzliche Einbaupflicht, Subventionen und freiwillige Selbstverpflichtung sind aufgrund des relativ höheren Aufwands an Kosten und der Implementierungszeit oder ihrer geringeren Wirksamkeit schlechter eingestuft worden.

### 3.2.2. Bedeutung der Stakeholder bei der Marktimplementierung

Zur Ableitung einer wirksamen Strategie zur Marktimplementierung sollte ein gemeinsames Vorgehen der im Implementierungsprozess involvierten privaten und staatlichen Akteure angestrebt werden. Die Nutzer werden über den Erfolg kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme am Markt entscheiden. Andere Stakeholder können aber bereits vor der Markteinführung der Systeme entscheidend auf eine hohe Marktpenetration hinwirken. Bspw. die Hersteller können durch ansprechendes Design und attraktive Preisgestaltung sowie Automobilclubs durch Vermittlung von Informationen über die Wirkungs- und Funktionsweise der Systeme die Entscheidung der Nutzer maßgeblich beeinflussen.

Um eine wirkungsvolle Strategie zur Markteinführung kooperativer Systeme zu entwerfen, müssen zunächst die relevanten Stakeholder und ihr Einfluss auf die Einführung und Durchdringung der Systeme bestimmt werden. Die Workshop-Teilnehmer wurden daher gebeten, die Bedeutung der jeweiligen Stakeholder bei der Marktimplementierung kooperativer Systeme auf einer Skala von 0 bis 10 (0=keine Bedeutung; 10=große Bedeutung) einzuschätzen.

**Abbildung 5: Einschätzung der Bedeutung der im Marktimplementierungsprozess involvierten Stakeholder**



Quelle: Eigene Darstellung.

Im Durchschnitt maßen die Workshop-Teilnehmer den OEMs die größte Bedeutung bei der Marktimplementierung zu (Rating: 9,2). Infrastrukturbetreiber und staatliche Behörden besitzen nach Ansicht der Teilnehmer auch einen hohen Einfluss (8,2 bzw. 7,8). Zudem verfügen Automobilzulieferer, Telekommunikationsunternehmen, Automobilclubs, und die Konsumenten noch überdurchschnittlich viel Einfluss auf den Markterfolg kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme. Einen geringen Stellenwert genießen hingegen Prüforganisationen, Forschungseinrichtungen und Fahrzeughändler (alle <5).

Basierend auf der Einschätzung der Workshop-Teilnehmer sollte daher eine umfassende Einführungsstrategie neben den Nutzern die folgenden Akteure berücksichtigen:

- OEM
- Infrastrukturbetreiber
- Staatliche Behörden
- Automobilzulieferer
- Telekommunikationsunternehmen
- Automobilclubs
- Diensteanbieter
- Versicherungen
- Content-Provider

### 3.2.3. Ergebnisse der Diskussionsrunde

Nach Präsentation der Ergebnisse der Nutzerbefragung und der anschließenden Ermittlung der Datenbasis für die Nutzwertanalyse wurden in einer offenen Diskussionsrunde Erfahrungen, Anforderungen und Vorschläge bzgl. der Einführung kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme erörtert. Die wesentlichen Aspekte und Aussagen sind im Folgenden kurz zusammengefasst:

- Finanzierung der Infrastruktur

Der Staat sollte laut der anwesenden Experten aktiver werden. Über Forschungsförderung hinaus sollte er finanzielle Mittel für die Implementierung kooperativer Systeme bereitstellen. Insbesondere die Infrastrukturausstattung würde durch den Staat gebremst. Infrastrukturausstattung sei staatliche Aufgabe, darum forderten die anwesenden Vertreter der Industrie hier ein größeres Problembewusstsein. Durch die Ausrüstung des ÖPNV mit kooperativen Systemen könnte schnell eine kritische

Masse erreicht werden. Private Dienstleister könnten sich einkaufen, um eigene Dienste anbieten zu können. Außerdem wurde die Befürchtung geäußert, dass die Einführung an bestehendem Politiker- und Ressortdenken scheitern könnte. Der zeitliche Rahmen der Marktimplementierung umfasst mind. 10 Jahre. Die Dauer einer Legislaturperiode von 4 Jahren erfordere daher ein Vorgehen der kleinen Schritte, die kurzfristig zum Erfolg führen könnten. Vertreter der öffentl. Hand betonten, dass staatliches Engagement begrenzt wird durch Budget- und Finanzierungsfragen sowie bestimmte Rechtsgrundlagen. Die öffentl. Hand befände sich noch in der Positionsbestimmung bzgl. des weiteren Vorgehens. Letztlich sollten sich die Systeme volkswirtschaftlich rechnen.

- **Finanzielle Anreize zur Verbreitung der Systeme**

Der Staat ist nach Ansicht der Stakeholder auch bei der V2V-Kommunikation in der Verantwortung. Finanzielle Anreize des Staates sollten die Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen fördern. In der Vergangenheit haben sich solche Anreize zur Durchsetzung umweltschonender Technologien bewährt. Steuervergünstigungen bei der Einführung der Euro-Norm-Fahrzeuge haben die Einführung solcher Fahrzeuge beschleunigt. Bei der Abwrackprämie ist die Industrie vergeblich auf die Behörden zugegangen, um Anreize für Sicherheitselemente im Auto als Förderungsvoraussetzung zu formulieren. Ein analoges Vorgehen zur Förderung umweltfreundlicher Fahrzeuge wird für den Faktor Sicherheit gewünscht.

- **Nutzerbezogene Aspekte**

Es wurde die Notwendigkeit zu weiterer Aufklärungsarbeit über die Systeme in der Öffentlichkeit gesehen, um das Sicherheitspotenzial deutlich zu machen. Erfahrungen der Nutzer mit den Systemen könnten die Zahlungsbereitschaft für solche Systeme erhöhen. Zur Information könnten auch Performance-Tests von Fahrzeugsicherheitssystemen beitragen, die es z. B. in den USA für ESC gibt und deren Ergebnisse auf Stickern von Neuwagen dokumentiert werden. Darüber hinaus wurde kritisiert, dass die Kosten für intelligente Fahrzeugsicherheitssysteme oftmals zu hoch seien und nur Premiumfahrzeuge ausgerüstet würden. Vertreter der Industrie hielten dem entgegen, dass es nur einen engen Spielraum gäbe, um Kostendeckung zu erzielen.

- **Portable Systeme**

Es wurde auch die Rolle von portablen Geräten wie bspw. preiswerten Navigationsgeräten bei der Implementierung kooperativer Systeme erwähnt. Auf der einen Seite wurde argumentiert, dass Sensoren für Anwendungen wie eCall nachträglich eingebaut werden könnten. Außerdem könnten die Bedienungsfreundlichkeit mobiler Geräte und die Möglichkeit der Nachrüstung von Altfahrzeugen zu einer raschen

Durchdringung führen. Von Seiten der Hersteller/OEMs wurde allerdings darauf verwiesen, dass aus Sicherheits- und Haftungsgründen portable Anwendungen nur für Informationssysteme geeignet seien. Letztlich waren sich die Anwesenden einig, dass eine Kombination von fest integrierten und mobilen Lösungen erfolgen sollte.

- Internationale Erfahrungen

Die Workshop-Teilnehmer diskutierten auch Erfahrungen aus dem Ausland. Es wurde auf Schweden und die Niederlande verwiesen, wo von staatlicher Seite eine offensivere Technologieförderung erfolgt. Als Beispiel diente hier die Implementierung einer flächendeckenden Maut, wie sie in den Niederlanden bereits diskutiert wurde, welche die Basis für weitere kooperative Anwendungen sein kann. Darüber hinaus wurde angemerkt, dass sich die Diskussion in Deutschland zu sehr auf Sicherheit konzentriert. Auf europäischer Ebene ist die Diskussion breiter angelegt und es wird ein umfassenderes Konzept verfolgt. Umwelt- und Mobilitätsaspekte werden hier in Verbindung mit der Einführung von Mehrwertdiensten betrachtet. Als Beispiel wurde der in den USA erhältliche Telematikdienst OnStar von General Motors genannt. Im Rahmen des ITS-Action-Plans der EU Kommission muss zusammen mit der Industrie ein gemeinsames Konzept entwickelt werden.

### 3.3. Strategien zur Förderung der Marktimplementierung kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme

Basierend auf den bewerteten Maßnahmenkatalogen aus der NWA und den Ergebnissen anderer europäischer Studien zur Wirksamkeit von Maßnahmen werden im Folgenden Strategien entworfen, die ergriffen werden könnten, um die Markteinführung und -penetration kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme zu erleichtern. Zunächst wird dafür der Strategiefindungsprozess allgemein grafisch veranschaulicht, bevor konkrete Strategien für das kooperative System Lokale Gefahrenwarnung vorgestellt werden.

Exemplarisch für die Einführung eines Lokale Gefahrenwarnung Systems basierend auf V2V- und V2I-Kommunikation werden drei Szenarien zur Förderung der Marktimplementierung aufgezeigt. Dabei werden die eingesetzten Maßnahmen, die beteiligten Stakeholder und der Zeithorizont für die Implementierungsstrategie dargelegt.

#### 3.3.1. Strategiefindungsprozess

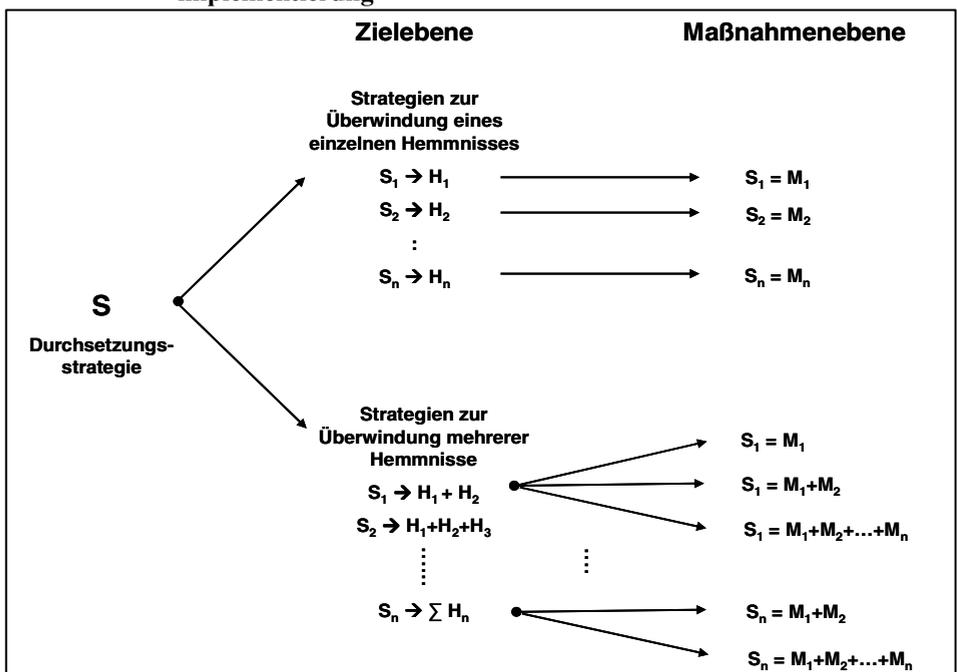
Die Entscheidung für eine bestimmte Durchsetzungsstrategie wird grundsätzlich durch zwei Parameter bestimmt. Zunächst ist entscheidend, ob ein oder mehrere Hemmnisse gleichzeitig durch eine Strategie adressiert werden sollen. In Abbildung 6 ist zum einen der einfache Fall, dass eine Strategie nur ein bestimmtes Hemmnis reduzieren oder überwinden soll im oberen Ast des Entscheidungsbaums dargestellt. Auf der Maßnahmenebene führt

dieser einfache Fall dazu, dass einem Hemmnis durch eine Strategie bestehend aus der Anwendung einer einzelnen Maßnahme begegnet wird.

Der wahrscheinlichere Fall ist die Ableitung einer Strategie, mit der versucht wird, mehrere Hemmnisse gleichzeitig zu verringern. Im unteren Ast wird deutlich, dass eine solche Strategie unterschiedliche Hemmniskombinationen adressieren kann. Dies geht sogar so weit, dass eine globale, d.h. alle Hemmnisse betreffende Strategie gewählt werden kann.

Die jeweilige Strategie zur Überwindung verschiedener Hemmnisse kann dabei aus einer oder mehreren Maßnahmen bestehen. Dies ist möglich, da der Einsatz einer Maßnahme gleichzeitig unterschiedliche Hemmnisse verringern kann. Bspw. kann der Einsatz von Steuervergünstigungen einerseits zum Erreichen der kritischen Masse beitragen und andererseits können externe Effekte internalisiert sowie Trittbrettfahrerverhalten unterbunden werden. Allerdings ist es nicht möglich, wie bei der untersten Strategie gezeigt, dass eine einzige Maßnahme alle Hemmnisse beseitigen kann. Bei mehr als drei Hemmnissen muss zwingend ein Maßnahmenbündel zur Überwindung in der Strategie verwendet werden.

**Abbildung 6: Analysepfad zur Entwicklung von Strategien zur Marktimplementierung**



Quelle: Eigene Darstellung.

### 3.3.2. Einführungsstrategien für eine Lokale Gefahrenwarnung

Ersten gesamtwirtschaftlichen Analysen zu den Wirkungen kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme auf die Sicherheit und den Verkehrsfluss im Straßenverkehr ließen sich Hinweise dafür entnehmen, dass insbesondere die Systeme Automatischer Notruf und Lokale Gefahrenwarnung aus gesamtgesellschaftlicher Sicht vorteilhaftig sein könnten. Da die gesamtwirtschaftlichen Bewertungen des Kreuzungsassistenten bisher vor dem Hintergrund der derzeitigen Kostenstruktur der Komponenten und den prognostizierten geringen Durchdringungsquoten deutlich ungünstiger ausgefallen sind, wird der Kreuzungsassistent im Weiteren nicht betrachtet.

Da bei eCall der Entscheidungsprozess hin zu einer verpflichtenden Einführung durch die EU Kommission schon sehr weit fortgeschritten ist, wird auch auf die Darstellung einer Einführungsstrategie für eCall verzichtet. Die Darstellung konzentriert sich daher auf die Lokale Gefahrenwarnung, für die drei Varianten von Einführungsstrategien aufgezeigt werden:

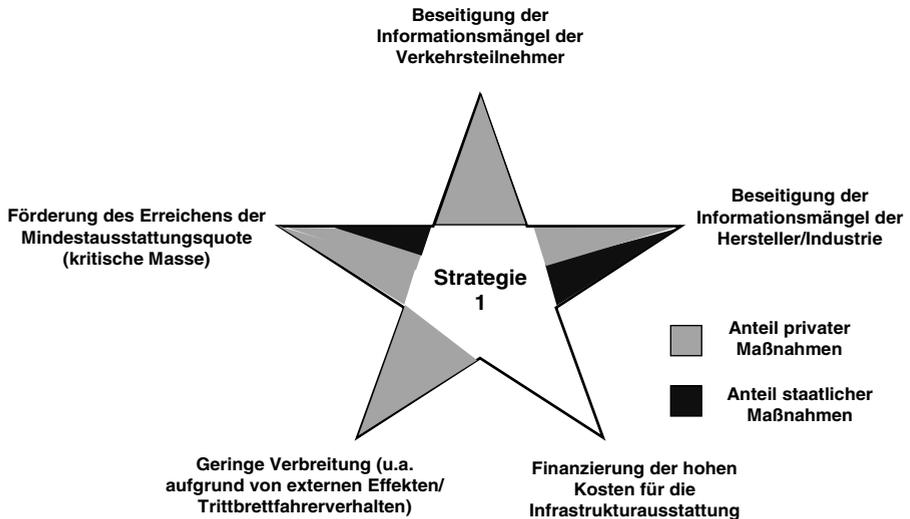
- Marktorientierte Strategie zur Einführung eines V2V-basierten Systems,
- Strategie mit höherem staatlichen Anteil zur Einführung eines V2V-basierten Systems,
- Strategie mit höherem staatlichen Anteil zur Einführung eines V2I-basierten Systems.

Die jeweiligen Strategien basieren auf Maßnahmenbündel, durch die mehrere Hemmnisse gleichzeitig adressiert werden. Die Strategien werden durch ein Stern-Diagramm visualisiert, dessen Zacken die fünf untersuchten Hemmnisgruppen darstellen. Wenn durch die gewählte Strategie bzw. durch die in ihr enthaltenen Maßnahmen ein Hemmnis beseitigt werden soll, ist der jeweilige Hemmnis-Zacken farbig hinterlegt. Ob überwiegend private oder staatliche Maßnahmen zur Markteinführung ergriffen werden, ist an der farblichen Gestaltung der Zacken erkennbar. Die Anwendung privater Maßnahmen ist orange hinterlegt, während staatliche Maßnahmen durch blaue Einfärbung gekennzeichnet sind. Dadurch ergeben sich für die ausgesuchten Strategien folgende Überlegungen.

#### **Marktorientierte Strategie zur Einführung einer V2V-basierten Lokalen Gefahrenwarnung**

Eine marktorientierte Einführung einer Lokalen Gefahrenwarnung stützt sich in erster Linie auf die Anwendung privater Maßnahmen. Der Staat begleitet den Einführungsprozess nur in nachgeordneter Position. Markteingriffe von staatlicher Seite werden auf ein Minimum beschränkt. Bei der entworfenen Strategie sollen alle Hemmnisse bis auf die Infrastruktur-ausstattung durch entsprechende Maßnahmen reduziert werden (s. Abbildung 7).

**Abbildung 7: Marktorientierte Strategie zur Einführung einer V2V-basierten Lokalen Gefahrenwarnung**



Quelle: Eigene Darstellung.

In der Darstellung wird deutlich, dass sowohl die Informationsmängel der Verkehrsteilnehmer und die geringe Verbreitung der Systeme aufgrund von Trittbrettfahrerverhalten nur durch die Anwendung privater Maßnahmen reduziert werden sollen. Bei der Beseitigung der Unsicherheit der Hersteller ist der Staat in der Weise beteiligt, dass er Fördermittel für die Durchführung von Feldtests bereitstellt. Die kritische Masse an Systemen soll auch in erster Linie durch finanzielle Anreize der Privatwirtschaft (Versicherungsprämienreduktion), Einbeziehung von privaten Flottenbetreibern und eine Intensivierung der Standardisierung erzielt werden.

Die der Strategie zugrundeliegende Auswahl an Maßnahmen ist noch einmal in der nachstehenden Tabelle zusammengefasst. Die Auswahl erfolgte basierend auf den Gesamtergebnissen der NWA und den Empfehlungen aus den genannten europäischen Studien. Neben den Maßnahmen sind auch die Akteure aufgelistet, die mit Hilfe der jeweiligen Maßnahme die Implementierung beschleunigen sollen.

**Tabelle 12: Übersicht der verwendeten Maßnahmen und der relevanten Stakeholder – Strategie 1**

Potenzielle Hemmnisse	Maßnahmen	Stakeholder
Erreichen der Mindestausstattungsquote (kritische Masse)	Intensivierung des Standardisierungsprozesses	Automobilhersteller Automobilzulieferer Telekommunikationsunternehmen Öffentl. Behörden Service- und Content-Provider Forschungseinrichtungen
	Einbeziehung von Großausrüstern / Flottenbetreibern	Autovermietungen Speditionsgewerbe Transportunternehmen Öffentl. Behörden
	Versicherungsprämienreduktion	Versicherungsunternehmen
Informationsmängel der Verkehrsteilnehmer	Private Werbung und Aufklärungskampagnen	Automobilhersteller Automobilzulieferer Versicherungsunternehmen Telekommunikationsunternehmen Serviceprovider Fahrzeughändler Automobilclubs
	Händlerschulungen	Fahrzeughändler
Informationsmängel der Hersteller/Industrie	Feldtests	Automobilhersteller Automobilzulieferer Telekommunikationsunternehmen Öffentl. Behörden Service- und Content-Provider Forschungseinrichtungen
Hohe Kosten der Infrastrukturausstattung	---	---
Geringe Verbreitung (u.a. aufgrund von externen Effekten und Trittbrettfahrerverhalten)	Versicherungsprämienreduktion	Versicherungsunternehmen
	Freiwillige Selbstverpflichtung	Automobilhersteller

Quelle: Eigene Darstellung.

Der staatliche Einfluss äußert sich in der Möglichkeit, den Standardisierungsprozess zu beeinflussen und eigene Flottenfahrzeuge mit kooperativen Systemen auszustatten. Die Maßnahmen Standardisierung, Werbung und Feldtests werden in der Regel von einer Vielzahl an privaten Stakeholdern gestaltet und angewendet. Bei der Erhöhung der Verbreitung der Systeme ist entweder auf Versicherungsanreize oder eine freiwillige Selbstverpflichtung der Hersteller zurückzugreifen. Falls letztere Maßnahme ergriffen würde, dann wären Prämienanreize obsolet.

Darüber hinaus lassen sich die ausgewählten Maßnahmen auch in zeitlicher Hinsicht einordnen (s. Tabelle 13). In der Tabelle sind potenzielle Anwendungsphasen für die einzelnen Maßnahmen skizziert. Zunächst müssen die Standardisierung und die Erprobung im Rahmen von Feldtest weiter forciert werden. Dies geschieht in Zusammenarbeit mit staatlichen Einrichtungen. Nach Marktreife der Systeme sollte frühzeitig die Ausrüstung von Flottenfahrzeugen vorgenommen werden, damit die kritische Masse an ausgestatteten Fahrzeugen innerhalb kurzer Zeit erreicht wird. Dadurch würden auch die sog. „early Adopter“ schon innerhalb weniger Jahre den Nutzen des Systems spüren.

**Tabelle 13: Zeitlicher Rahmen – Strategie 1**

Strategie 1											
Maßnahmen \ Jahr	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Intensivierung des Standardisierungsprozesses	■	■	■								
Feldtests	■	■	■	■							
Einbeziehung von Großausrüstern / Flotten					■	■	■	■	■	■	■
Private Werbung und Aufklärungskampagnen						■	■	■	■	■	■
Händlerschulungen							■				
Versicherungsprämien-reduktion									■	■	■
Freiwillige Selbstverpflichtung										■	■

Quelle: Eigene Darstellung.

Gleichzeitig sollten früh, also bei der Markteinführung, intensiv Maßnahmen aus dem Bereich Werbung und private Aufklärungskampagnen genutzt werden, um die Aufmerksamkeit der Konsumenten zu wecken und das Sicherheitspotenzial des Systems zu präsentieren. Zu Beginn der Auslieferung der ausgestatteten Fahrzeuge sollten ebenfalls breit angelegte Händlerschulungen das Verkaufspersonal auf das System vorbereiten.

Finanzielle Anreize seitens der Versicherungen sollten greifen, nachdem erste Erkenntnisse über die Wirksamkeit im echten Testbetrieb gesammelt wurden und falls der Verkauf nur zögerlich anläuft. Langfristig sollte allerdings für die Sicherheitsausstattung ein Versicherungsanreiz gegeben werden, um die positiven Effekte der Nutzung solcher Systeme zu internalisieren. Eine freiwillige Selbstverpflichtung in Form der Standardausstattung bestimmter Fahrzeugsegmente ist nur dann notwendig, falls die bereits ergriffenen Maßnahmen nicht ausreichen, um die kritische Masse zu erreichen. Nach Erreichen der kritischen Masse sollte sich ein selbstverstärkender Prozess in Gang setzen, der innerhalb der folgenden 10 Jahre zu einer Serienausstattung aller Neufahrzeuge führt.

### Strategie mit höherem staatlichen Anteil zur Einführung einer V2V-basierten Lokalen Gefahrenwarnung

Im Gegensatz zu der oben dargestellten Strategie ist bei der folgenden Strategie ein höheres Engagement von staatlicher Seite gefordert (s. Abbildung 8). Vor dem Hintergrund der festgestellten potenziellen Hemmnisse erscheint eine marktorientierte Strategie optimistisch. Insbesondere die finanziellen Anreize von Versicherungen sind in der Vergangenheit erst in einem weit fortgeschrittenen Marktstadium von Fahrzeugsicherheitssystemen gewährt worden.

Daher ist vielmehr davon auszugehen, dass monetäre Anreize zur Verbreitung der Systeme und zum Erreichen der kritischen Masse von staatlicher Seite erfolgen sollten. Die jüngsten Anreize der Umwelt-(Abwrack-)prämie und für den Einbau des Rußpartikelfilters haben gezeigt, dass die Verbraucher mit erhöhter Nachfrage auf solche Finanzhilfen reagieren.

### Abbildung 8: Strategie mit höherem staatlichen Anteil zur Einführung einer V2V-basierten Lokalen Gefahrenwarnung



Quelle: Eigene Darstellung.

In der Abbildung ist deutlich zu erkennen, dass staatliche Behörden die dominante Rolle im Implementierungsprozess einnehmen. Es werden überwiegend staatliche Maßnahmen angewendet, um die Markteinführung zu beschleunigen. Die Informationsmängel der Ver-

kehrsteilnehmer werden zu gleichen Teilen durch private und öffentl. Aufklärungskampagnen verringert. Die in diesem Szenario verwendeten Maßnahmen und aktiven Akteure sind in Tabelle 14 aufgelistet.

**Tabelle 14: Übersicht der verwendeten Maßnahmen und der relevanten Stakeholder – Strategie 2**

Potenzielle Hemmnisse	Maßnahmen	Stakeholder
Erreichen der Mindestausstattungsquote (kritische Masse)	Intensivierung des Standardisierungsprozesses	Automobilhersteller Automobilzulieferer Telekommunikationsunternehmen Öffentl. Behörden Service- und Content-Provider Forschungseinrichtungen
	Steuerermäßigungen oder Finanzhilfen	Öffentl. Behörden
Informationsmängel der Verkehrsteilnehmer	Private Werbung und Aufklärungskampagnen	Automobilhersteller Automobilzulieferer Versicherungsunternehmen Telekommunikationsunternehmen Serviceprovider Fahrzeughändler Automobilclubs
	Staatliche Aufklärungskampagnen	Öffentl. Behörden
Informationsmängel der Hersteller/Industrie	Staatl. geförderte Grundlagenforschung	Automobilhersteller Automobilzulieferer Telekommunikationsunternehmen Öffentl. Behörden Service- und Content-Provider Forschungseinrichtungen
	Feldtests	Automobilhersteller Automobilzulieferer Telekommunikationsunternehmen Öffentl. Behörden Service- und Content-Provider Forschungseinrichtungen
Hohe Kosten der Infrastrukturausstattung	---	---
Geringe Verbreitung (u.a. aufgrund von externen Effekten und Trittbrettfahrerverhalten)	Steuerermäßigungen	Öffentl. Behörden

Quelle: Eigene Darstellung.

Durch Feldtests und staatlich geförderte Grundlagenforschung können die Risiken der Produkteinführung gemindert und die Wettbewerbsfähigkeit der hiesigen Industrie gestärkt werden. Die kritische Masse und die externen Effekte des Systems werden durch Steuer-

ermäßigungen oder Finanzhilfen adressiert. Zudem wird der Standardisierungsprozess intensiv von staatlicher und privater Seite vorangetrieben.

Die Anwendungsphasen für die Intensivierung des Standardisierungsprozesses und die Feldtests sind analog zur ersten Strategie. Hinzu kommt in den ersten drei Jahren noch staatliche geförderte Grundlagenforschung, um die Risiken zu minimieren und weitere Erkenntnisse über das System zu gewinnen. Die Einführung des Systems wird im Jahre 2015 durch private und staatliche Kampagnen begleitet, welche die Aufmerksamkeit der Nutzer wecken sollen. Falls in den ersten Jahren keine signifikante Marktpenetration erzielt wird, wird von staatlicher Seite ein finanzieller Anreiz in Form von Steuererleichterungen oder Finanzhilfen gewährt.

**Tabelle 15: Zeitlicher Rahmen - Strategie 2**

Strategie 2											
Maßnahmen \ Jahr	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Intensivierung des Standardisierungsprozesses	■	■	■								
Staatlich geförderte Grundlagenforschung	■	■	■								
Feldtests	■	■	■	■							
Private Werbung und Aufklärungskampagnen						■	■	■	■	■	■
Staatliche Aufklärungskampagnen						■	■	■			
Steuerermäßigungen und Finanzhilfen									■	■	■

Quelle: Eigene Darstellung.

### Strategie mit höherem staatlichen Anteil zur Einführung einer V2I-basierten Lokalen Gefahrenwarnung

Die dritte hier vorgestellte Strategie stellt das Vorgehen für die Einführung eines infrastrukturbasierten Systems dar. Neben den Maßnahmen zur beschleunigten Marktpenetration von Systemeinheiten in den Fahrzeugen muss zusätzlich die Infrastruktur ausgebaut werden. Kommunikationseinheiten (RSUs) und Sensoren zur Datengewinnung müssen straßenseitig angebracht werden. Die wirkungsvollste Maßnahme zur Infrastrukturausstattung in der NWA ist die ÖPP-Lösung gewesen. Zusammen mit privaten Unternehmen erfolgt eine Finanzierung und Bereitstellung der Infrastruktur. Der staatliche Einfluss ist durch das Engagement im Infrastrukturbereich noch ausgeprägter als bei der V2V-Strategie (s. Abbildung 9).

Zur Erreichung der kritischen Masse kommen neben der Standardisierung die Ausrüstung staatlicher Flottenfahrzeuge und Steuerermäßigungen hinzu, damit die volkswirtschaftlichen Nutzenpotenziale der Infrastruktureinrichtungen frühzeitig ausgeschöpft werden. Begleitet wird dies durch staatliche Aufklärungskampagnen und eine Anpassung der Fahrerausbildung im Hinblick auf Inhalte zu Fahrzeugsicherheitssystemen und ihrer Funktionsweise. Die relevanten Maßnahmen und Akteure sind in Tabelle 16 zusammengefasst.

**Abbildung 9: Strategie mit höherem staatlichen Anteil zur Einführung einer V2I-basierten Lokalen Gefahrenwarnung**



Quelle: Eigene Darstellung.

**Tabelle 16: Übersicht der verwendeten Maßnahmen und der relevanten Stakeholder – Strategie 3**

Potenzielle Hemmnisse	Maßnahmen	Stakeholder
Erreichen der Mindestausstattungsquote (kritische Masse)	Intensivierung des Standardisierungsprozesses	Automobilhersteller Automobilzulieferer Telekommunikationsunternehmen Öffentl. Behörden Service- und Content-Provider Forschungseinrichtungen
	Einbeziehung staatl. Flottenausrüster	Polizei Rettungsdienste Entsorgungsbetriebe ÖPNV
	Steuerermäßigungen oder Finanzhilfen	Öffentl. Behörden
Informationsmängel der Verkehrsteilnehmer	Staatliche Aufklärungskampagnen	Öffentl. Behörden
	Fahrer Ausbildung	Öffentl. Behörden Fahrschulen
Informationsmängel der Hersteller/Industrie	Staatl. geförderte Grundlagenforschung	Automobilhersteller Automobilzulieferer Telekommunikationsunternehmen Öffentl. Behörden Service- und Content-Provider Forschungseinrichtungen
	Feldtests	Automobilhersteller Automobilzulieferer Telekommunikationsunternehmen Öffentl. Behörden Service- und Content-Provider Forschungseinrichtungen
Hohe Kosten der Infrastrukturausstattung	ÖPP	Automobilhersteller Telekommunikationsunternehmen Infrastrukturausrüster Öffentl. Behörden
Geringe Verbreitung (u.a. aufgrund von externen Effekten und Trittbrettfahrerverhalten)	Steuerermäßigungen	Öffentl. Behörden

Quelle: Eigene Darstellung.

Tabelle 17: Zeitlicher Rahmen - Strategie 3

		Strategie 3										
Maßnahmen	Jahr	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Intensivierung des Standardisierungsprozesses		■	■	■								
Staatlich geförderte Grundlagenforschung		■	■	■								
Feldtests		■	■	■	■							
Infrastrukturausstattung mit ÖPP						■	■	■				
Staatl. Flottenausrüstung							■	■	■	■	■	■
Fahrer Ausbildung							■	■	■	■	■	■
Staatliche Aufklärungskampagnen							■	■	■			
Steuerermäßigungen und Finanzhilfen										■	■	■

Quelle: Eigene Darstellung.

Nach der Forschungs- und Erprobungsphase wird zunächst mit dem Aufbau der Infrastruktur begonnen. Die Einführung des Systems in die Fahrzeuge wird durch Aufklärung und Fahrer Ausbildung bei den Nutzern gefördert. Flottenfahrzeuge des Staates werden sukzessive mit der neuen Technologie bestückt, um das Vertrauen der Konsumenten in die neue Technologie zu stärken. Bei geringer Marktdurchdringung wird durch Finanzhilfen die Ausstattung privater Fahrzeuge unterstützt.

#### 4. Schlussfolgerungen

Der vorliegende Beitrag hat aus ökonomischer Sicht potenzielle Hemmnisse bei der Einführung kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme beleuchtet und am Beispiel Lokale Gefahrenwarnung Strategien aufgezeigt, die eine Markteinführung positiv beeinflussen können. Die vorgestellten Maßnahmen und Strategien geben erste Ansatzpunkte zur Entwicklung einer gesamthaften Strategie zur Durchsetzungsförderung kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme. Dabei wird sowohl auf staatliche als auch private Maßnahmen gesetzt. Je nach Szenario variiert der Anteil der staatlichen bzw. privaten Seite.

Bevor letztlich allerdings eine Entscheidung über die Alternativen erfolgen kann und staatliche Finanzmittel eingesetzt werden, bedarf es jedoch noch weiteren Untersuchungen über die Wirksamkeit auf die Verkehrssicherheit der jeweiligen kooperativen Fahrzeugsicherheitssysteme. Auch unter ökonomischen Gesichtspunkten müssen vor einer Förderentscheidung die Wirkungen auf die Wohlfahrt und Beschäftigung sowie die Verteilungs-

wirkungen solcher Systeme analysiert werden. Die Erprobung solcher Systeme in groß-angelegten Feldtests kann dabei neue Erkenntnisse in zukünftige Untersuchungen mit einfließen lassen.

Letzten Endes sollten in einem weiteren Schritt auch die Wirkungen einer konkret geplanten Steuermäßigung oder Infrastrukturausstattung auf die oben genannten ökonomischen Parameter von wissenschaftlicher Seite abgeschätzt werden, um Verzerrungen des Marktgeschehens und Verschwendung von staatlichen Ressourcen vorzubeugen.

### Abstract

The objective of this paper is the identification of appropriate measures and strategies to overcome potential obstacles during the introduction and market penetration of cooperative vehicle safety systems. In this regard, it is analysed how certain characteristics of a cooperative local danger warning system can be the cause for a potential market failure. In addition, applicable governmental and private intervention measures are presented, which can be used to overcome these potential obstacles during the implementation process and to maximise the safety potential of such new systems. The presented potential public and private measures are evaluated with the help of a multi-criteria analysis (MCA). As input values for the MCA the estimates of participants of a stakeholder workshop including representatives of the industry, consumer associations, research institutions and public administration are used. Finally, exemplary introduction strategies for a local danger warning system are formulated.

## Literaturverzeichnis

- Adam, D. (1996): *Planung und Entscheidung, Modelle-Ziele-Methoden*, 4. Aufl., Wiesbaden.
- Alkim, T. et al. (2008): *eIMPACT Deliverable D7, Policy recommendationsto promote selected intelligent vehicle safety systems*, Delft.
- Bechmann, A. (1978): *Nutzwertanalyse, Bewertungstheorie und Planung*, 1. Auflage, Bern, Stuttgart.
- BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) (2009): *Deutsche Position zum geplanten 4. Europäischen Aktionsprogramm für die Verkehrssicherheit, Bericht zur Verkehrsministerkonferenz am 22./23. April in Erfurt, Bonn*.
- Bühne, J.-A. (2011): *Ökonomische Hemmnisse bei der Markteinführung kooperativer Fahrzeugsicherheitssysteme, Potenzielle Marktversagenstatbestände und Strategien zu deren Überwindung*, Köln.
- Dietz, U. et al. (2009): *CoCar Feasibility Study: Technology, Business and Dissemination, CoCar Consortium, Public Report*, o.O.
- Ewers, H.-J., Fritsch, M. (1987): *Zu den Gründen staatlicher Forschungs- und Technologiepolitik*, in: Herder, Dornreich, Schenk (Hrsg.): *Jahrbuch für neue Politische Ökonomie*, Bd. 6, Tübingen, S. 108-135.
- Francano, M. et al. (2009): *D6.6.1 Service and Business Model Definition, SP6 – BLADE - Business models, Legal Aspects, and DEployment, SAFESPOT*, o.O.
- Fritsch, M., Wein, T., Ewers, H.-J. (2007): *Marktversagen und Wirtschaftspolitik: Mikroökonomische Grundlagen staatlichen Handelns*, 7. Aufl., München.
- Hecker, F. (1997): *Die Akzeptanz und Durchsetzung von Systemtechnologien: Marktbe-arbeitung und Diffusion am Beispiel der Verkehrstelematik, Saarbrücken*.
- Rogers, E.M. (1995): *Diffusion of Innovations: Modifications of a Model for Telecommunications*, in: Stotzer, M.-W., Mahler, A. (Hrsg.): *Die Diffussion von Innovationen in der Telekommunikation*, Berlin et al., S. 25-38.
- Schindhelm, R. et al. (2010): *Report on socio-economic, market and financial assessment, SAFESPOT - BLADE - Business models, Legal Aspects, and Deployment, Bergisch Gladbach*.
- Schneeweiß, C. (1990): *Kostenwirksamkeitsanalyse, Nutzwertanalyse und Multi-Attributive Nutzentheorie*, in: *WiSt*, 19. Jg. 1990, H. 1, S. 13-18.
- Schulze, M. et al. (2008): *PREVENT Preventive and Active Safety Applications Integrated Project, IP Deliverable IP\_D15: Final Report*, Sindelfingen.
- Straube, M. (2011): *Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle 2009, BAST Forschung kompakt, Bergisch Gladbach*.
- Walta, L, Marchau, V.A.W.J., Brookhuis, K.A. (2007): *Stakeholder Opinions Regarding ADAS Implementation: Exploring ADAS Policy Options and Criteria, Workshop report*, Delft.
- Zangemeister, C. (1976): *Nutzwertanalyse in der Systemtechnik*, 4. Aufl., München.

