

Ehrlich, Lars; Wolf, André

**Research Report**

## Determinanten und Risiken der Energiepreisentwicklung und ihre Implikationen für den städtischen Verkehr: Studie für die Hamburger Hochbahn AG

HWWI Policy Paper, No. 93

**Provided in Cooperation with:**

Hamburg Institute of International Economics (HWWI)

*Suggested Citation:* Ehrlich, Lars; Wolf, André (2015) : Determinanten und Risiken der Energiepreisentwicklung und ihre Implikationen für den städtischen Verkehr: Studie für die Hamburger Hochbahn AG, HWWI Policy Paper, No. 93, Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI), Hamburg

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/121471>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



Hamburgisches  
WeltWirtschafts  
Institut

# Determinanten und Risiken der Energiepreisentwicklung und ihre Implikationen für den städtischen Verkehr

Lars Ehrlich, André Wolf

HWWI Policy  
Paper 93

**Ansprechpartner:**

Lars Ehrlich

Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI)

Heimhuder Straße 71 | 20148 Hamburg

Tel +49 (0)40 34 05 76 - 356 | Fax +49 (0)40 34 05 76 - 776

ehrich@hwwi.org

André Wolf

Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI)

Heimhuder Straße 71 | 20148 Hamburg

Tel +49 (0)40 34 05 76 - 665 | Fax +49 (0)40 34 05 76 - 776

wolf@hwwi.org

HWWI Policy Paper

Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI)

Heimhuder Straße 71 | 20148 Hamburg

Tel +49 (0)40 34 05 76 - 0 | Fax +49 (0)40 34 05 76 - 776

info@hwwi.org | www.hwwi.org

ISSN 1862-4960

**Redaktionsleitung:**

Prof. Dr. Henning Vöpel

Dr. Christina Boll

© Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI) | Oktober 2015

Alle Rechte vorbehalten. Jede Verwertung des Werkes oder seiner Teile ist ohne Zustimmung des HWWI nicht gestattet. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Mikroverfilmung, Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.



Hamburgisches  
WeltWirtschafts  
Institut

Studie für die Hamburger Hochbahn AG

# Determinanten und Risiken der Energiepreisentwicklung und ihre Implikationen für den städtischen Verkehr

Lars Ehrlich, André Wolf

Hamburg Institute of International Economics (HWWI)  
Heimhuder Straße 71 | 20148 Hamburg

19.10.2015

## **Inhalt**

<b>1   Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2   Die Bedeutung des ÖPNV in Deutschland</b>	<b>4</b>
<b>3   Determinanten und Risiken der Energiepreisentwicklung</b>	<b>7</b>
3.1   Rohstoffpreise	7
3.1.1   Jüngste Entwicklung des Rohölpreises	7
3.1.2   Faktoren der Ölpreisentwicklung	9
3.1.3   Preisszenarien und Preisrisiken	11
3.2   Preise Endenergie	13
<b>4   Implikationen für den städtischen Verkehr</b>	<b>14</b>
4.1   Treibstoffpreise und PKW-Nutzung	14
4.2   Treibstoffpreise und ÖPNV	16
4.3   Längerfristige Effekte auf den Modal Split	19
<b>5   Fazit und zukünftige Herausforderungen</b>	<b>21</b>
<b>6   Literatur</b>	<b>23</b>

# 1 | Einleitung

Mobilität gilt nicht umsonst als das Zauberwort der Stunde. In dem Maße, wie sich sämtliche unserer Lebensbereiche immer stärker vernetzen, steigt auch der individuelle Bedarf an Verkehrsdienstleistungen. Zeitgleiche Trends wie Urbanisierung und der fortschreitende demografische Wandel in den Industrieländern stellen zusätzliche Triebkräfte dar. Das nahezu kontinuierliche Wachstum des öffentlichen Nahverkehrs in Deutschland bestätigt diese Einschätzung. Zentrale Herausforderung für den städtischen Verkehr wird zukünftig sein, immer mehr Menschen auf immer engeren Raum effizient zu befördern. Effizienz bemisst sich dabei nicht allein am Kostenaspekt, sondern selbstverständlich auch an der Umweltwirkung des Ressourcenverbrauchs. Der öffentliche Nahverkehr kann hier traditionell im Vergleich zum Individualverkehr punkten, bei einer konsequenten Ausrichtung auf innovative Antriebstechnologien (Elektromobilität, Erdgasfahrzeuge) zukünftig vielleicht sogar noch mehr als heute.

Den Energiemärkten wird bei dieser Entwicklung eine vielschichtige Rolle zukommen. Zwar beobachten wir zurzeit eine durch Sonderfaktoren bedingte Delle in den Preisen von Öl und verwandter Energieträger, an der Endlichkeit fossiler Ressourcen und den im Abbau vorherrschenden Länderrisiken ändert das aber nichts. Mittelfristig dürfte so der Preisdruck wieder zunehmen. Für den Mix der Verkehrsträger (Modal Split) in Deutschland können hieraus wichtige Lenkungswirkungen entstehen. So können steigende Benzinpreise unmittelbar mehr Autofahrer zum Umstieg auf Bus und Bahn bewegen. Die Verteuerung traditioneller Antriebssysteme kann potentiell auch als Katalysator für die Durchsetzung neuer Technologien wirken. Zugleich können sich aber auch die öffentlichen Verkehrsunternehmen in ihrer Preisstruktur nicht von der Energiepreisentwicklung loskoppeln. Das gilt in besonderem Maße für die Strompreise. Institutionell bedingte Preissteigerungen haben hier in den letzten Jahren den Kostendruck beträchtlich erhöht. Die Frage, welche Art von Einfluss die Energiemärkte zukünftig auf den städtischen Verkehr in Deutschland nehmen werden, ist deshalb alles andere als trivial. Ihre Beantwortung bedarf der Analyse eines komplexen Geflechts an technologisch, institutionell und ökonomisch motivierten Verhaltensanreizen.

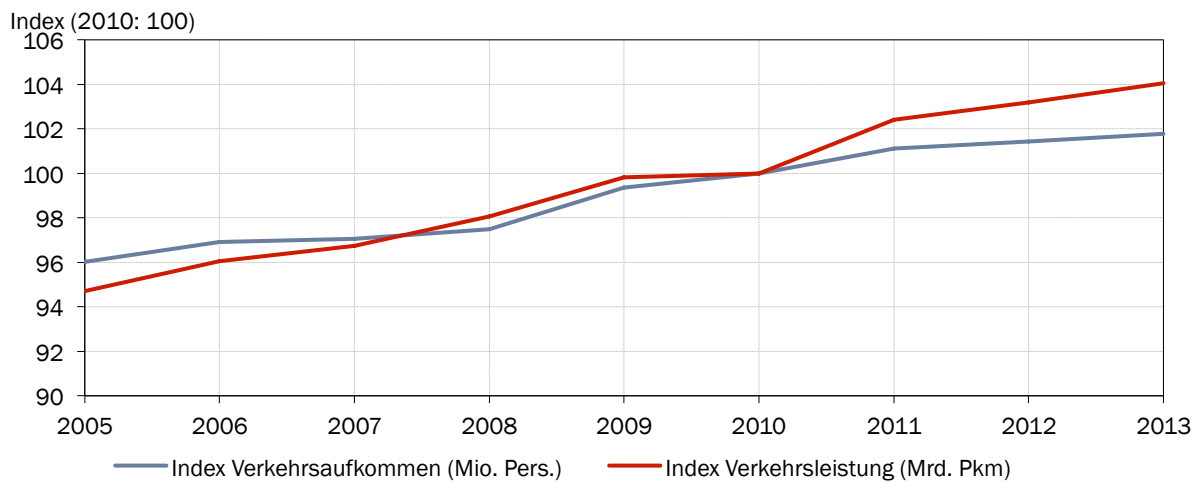
Mit dieser Kurzstudie wollen wir einen Beitrag zum Verständnis dieses Geflechts leisten. Wir zeigen auf, welche Kenntnisse die empirische Forschung über den Zusammenhang zwischen Energiepreisen und städtischem Verkehr gewonnen hat und stellen diese in den Kontext der Entwicklungen an den Energiemärkten. Was diese Arbeit nicht leisten kann, sind konkrete Prognosen zur Entwicklung von Preisen und Verkehrsaufkommen, hierfür sind detaillierte verkehrsplanerische Modelle unverzichtbar. Abschnitt 2 verschafft zunächst einen Überblick über die Bedeutung des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) in Deutschland. Abschnitt 3 analysiert Entwicklungen und Determinanten der Energiepreise und Abschnitt 4 untersucht die Implikationen für Angebot und Nachfrage im städtischen Verkehr. Abschnitt 5 fasst die gewonnenen Erkenntnisse im Hinblick auf zukünftige Herausforderungen im Verkehrssektor zusammen.

## 2 | Die Bedeutung des ÖPNV in Deutschland

Nach Zahlen des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) hat der ÖPNV im Jahr 2013 in Deutschland eine Verkehrsleistung von etwa 108,1 Mrd. Personenkilometern (Pkm) erbracht (BMVI, 2015). Bei einer Gesamtleistung aller Verkehrsträger im Personenverkehr in Höhe von 1.141,1 Mrd. Pkm betrug der ÖPNV-Anteil damit etwa 9,5 %. Sowohl Verkehrsleistung als auch Verkehrsaufkommen (gemessen an der Anzahl an Fahrgästen) im Liniennahverkehr sind in den letzten Jahren nahezu kontinuierlich gestiegen. Auch der Wirtschaftseinbruch 2009 markiert in dieser Hinsicht keinen spürbaren Einschnitt (siehe Abbildung 1), lediglich in 2010 kam es zu einer kurzzeitigen Abflachung. Ansonsten stieg die Leistung im Trend etwas stärker als das Verkehrsaufkommen, was impliziert, dass die mittlere Zahl an Beförderungskilometer pro Fahrgast ebenfalls gestiegen ist. Im Ergebnis hat auch anteilmäßig der Beitrag des ÖPNV zu Aufkommen und Leistung im Verkehr insgesamt im Zeitverlauf zugenommen (siehe Tabelle 1). Beim Aufkommen ist der Anteil zuletzt etwas dynamischer gewachsen als bei der Leistung, was damit zusammenhängt, dass auch im Individualverkehr eine im Schnitt immer größere Zahl an Fahrkilometern pro Person gemessen wurde (siehe Abbildung 2). Zudem ist auffällig, dass der Anteil des öffentlichen Straßenpersonenverkehrs (im wesentlichen Busse) als Untergruppe im selben Zeitraum zurückgegangen ist. Der ÖPNV-Ausbau erfolgte also hauptsächlich über die S- und U-Bahnnetze.

Abbildung 1

### Index Verkehrsaufkommen und -leistung im ÖPNV

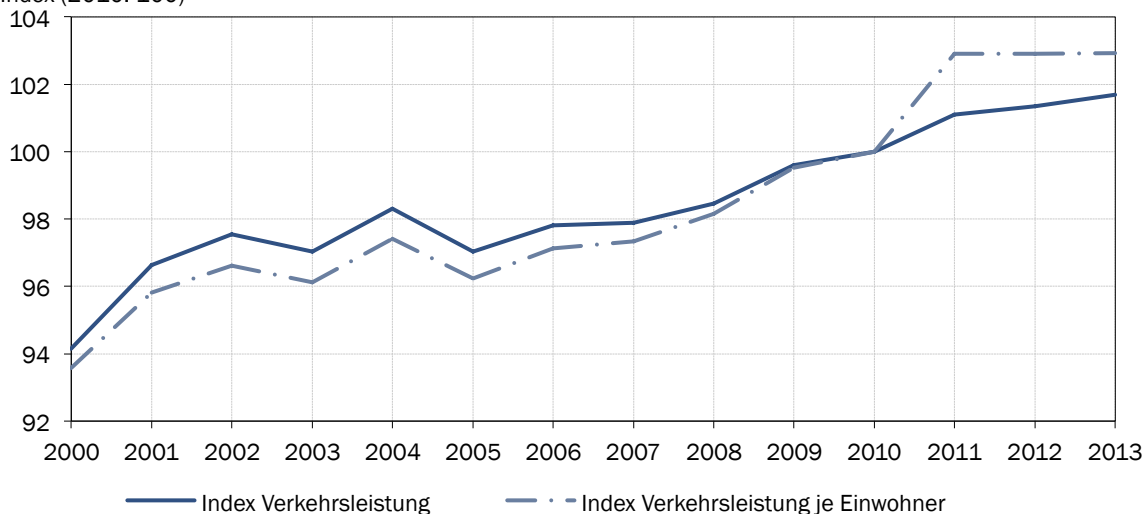


Quellen: BMVI (2015); HWWI

Abbildung 2

## Index Verkehrsleistung im Individualverkehr

Index (2010: 100)



Quellen: BMVI (2015); HWWI

Tabelle 1: Anteil Verkehrsträger an Verkehrsaufkommen und -leistung (in %)

	1998	2003	2008	2013
<b>Verkehrsaufkommen (Zahl beförderte Personen)</b>				
Eisenbahnen	2,9	3,0	3,5	3,7
Öffentl. Straßenpersonenverkehr	11,9	12,2	13,4	13,5
Luftverkehr	0,2	0,2	0,2	0,3
Öffentlicher Verkehr	15,0	15,4	17,1	17,5
dar. Öffentl. Personennahverkehr	14,5	15,2	16,6	16,9
Motorisierter Individualverkehr	85,0	84,6	82,9	82,5
<b>Verkehrsleistung (Gefahrene Personenkilometer)</b>				
Eisenbahnen	7,0	6,7	7,4	7,8
Öffentl. Straßenpersonenverkehr	7,3	7,1	7,2	6,8
Luftverkehr	3,6	4,1	5,5	4,9
Öffentlicher Verkehr	18,0	17,9	20,1	19,6
dar. Öffentl. Personennahverkehr	8,7	8,7	9,2	9,5
Motorisierter Individualverkehr	82,0	82,1	79,9	80,4

Quelle: BMVI (2015)

Der Verkehrssektor machte nach Zahlen des BMVI mit einem Energieverbrauch von 2.612 Petajoule (PJ) in 2013 etwas mehr als ein Viertel des gesamten Energieverbrauchs in Deutschland (9.242 PJ) aus. Dieser Anteil ist im Lauf der letzten Jahrzehnte im Schnitt leicht angestiegen. Der bei weitem größte Teil der Energie im Verkehrsbereich wird im Straßenverkehr verbraucht, davon fallen wiederum etwa zwei Drittel auf den Personenverkehr (2013: 1.485 PJ). Im Verkehr mit Bussen wurden in 2013 lediglich 33 PJ verbraucht, was einen Anteil von 2,2 % am gesamten Straßenpersonenverkehr ausmacht. Dieser Wert ist in den letzten 20 Jah-

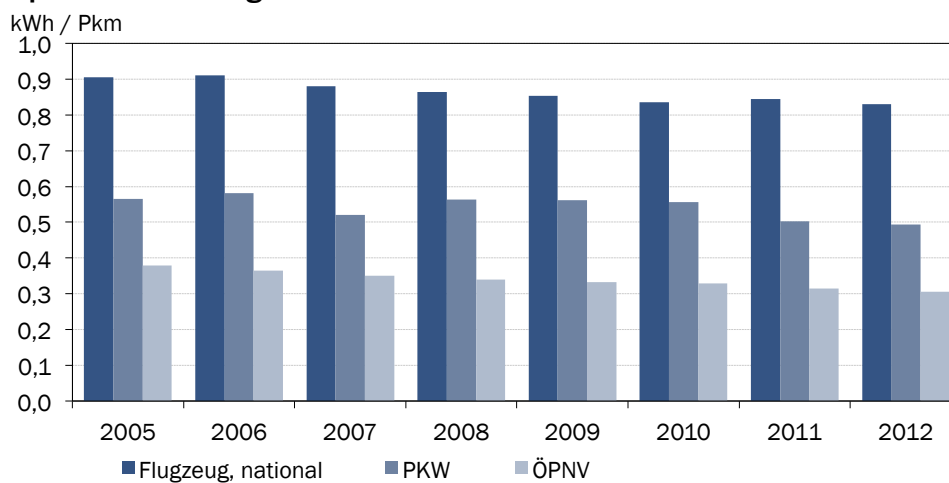


ren leicht gesunken (1993: 2,8 %), was durch den geringeren Anteil an der Verkehrsleistung erklärbar ist (siehe oben). Der Energieverbrauch der U- und S-Bahnen wird nur zusammen mit dem Verbrauch der Eisenbahnen zum Posten Schienenverkehr aggregiert ausgewiesen. Für diesen Posten wurde in 2013 ein Verbrauch von 57 PJ gemessen. Auch dieser Anteil ist im Zeitverlauf klar rückläufig, obwohl der Beitrag zur Verkehrsleistung zugleich gestiegen ist (BMVI, 2015).

Der ÖPNV scheint damit insgesamt in den letzten Jahren merklich höhere Effizienzgewinne im Energieeinsatz erzielt zu haben als der Individualverkehr. Das bestätigen auch Zahlen des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). Der spezifische Energiebedarf pro Pkm lag im ÖPNV schon immer deutlich niedriger als bei den Verkehrsträgern Flugzeug und PKW. Dieser Effizienzvorsprung ist gemäß VDV zuletzt in der Tat noch leicht gestiegen. Im Schnitt betrug der Bedarf der öffentlichen Nahverkehrsmittel in 2012 nur noch 0,31 kWh/Pkm (siehe Abbildung 3). Es stellt sich die Frage, welche Auswirkungen diese Trends im Kontext volatiler Energiepreise zukünftig auf Zusammensetzung und Aufkommen des städtischen Verkehrs haben werden. Dazu muss zunächst Einblick in die für die Energiepreisentwicklung wichtigen Determinanten und ihre Konsequenzen für Angebot und Nachfrage im Verkehrssektor gewonnen werden.

Abbildung 3

### Spezifischer Energiebedarf nach Verkehrsbereichen



Quelle: VDV (2014)

## 3 | Determinanten und Risiken der Energiepreisentwicklung

### 3.1 | Rohstoffpreise

Auch im 21. Jahrhundert ist und bleibt Öl der vorerst bedeutendste Energieträger der Welt. Mit etwa 94 Mio. Barrel pro Tag wird global derzeit so viel Rohöl konsumiert wie noch nie zuvor. Und auch wenn sich der Anteil von Öl am Welt-Endenergieverbrauch in den letzten vier Jahrzehnten von etwa 48 % auf nunmehr ca. 40 % verringert hat, so dominiert der Ölpreis weiterhin entscheidend die allgemeine Energiepreisentwicklung (IEA, 2014).

Neben dem Einsatz als Energieträger für Strom- und Wärmeerzeugung und als Grundstoff für die chemische Industrie wird Öl in erster Linie für den Straßen-, Luft- und Schiffsverkehr eingesetzt. Als Kraftstoff ist Öl, bzw. die daraus gewonnenen Produkte, gegenwärtig unverzichtbar für den Mobilitätssektor. So wundert es auch nicht, dass der Transportsektor mit einem Anteil von 63,7 % am globalen Ölkonsums eine herausragende Rolle bei der weltweiten Ölnachfrage innehat (IEA, 2014). Die Bedeutung des Verkehrssektors ist - bei gleichzeitig steigender gesamter Ölnachfrage - in der Vergangenheit stets gestiegen. Zum Vergleich: im Jahr 1972 betrug der Anteil des Verkehrs an der globalen Ölnachfrage noch 45,4 %. Deshalb kommt der Betrachtung des Ölpreises bei der Analyse der Wirkung von Energiepreisen auf den Mobilitätssektor (und damit auch den städtischen Verkehr) eine zentrale Bedeutung zu. Wegen dieser dominierenden Stellung liegt im Folgenden der Analysefokus der Energiepreisentwicklung auf den Determinanten der Preisentwicklung für Rohöl.

#### 3.1.1 | Jüngste Entwicklung des Rohölpreises

Der Weltmarktpreis für Rohöl ist im vergangenen Jahr unerwartet stark eingebrochen: Vom Hochstand bei 115 US-Dollar pro Barrel im Juni 2014 hat sich der Ölpreis bis auf nunmehr unter 50 US-Dollar binnen kurzer Zeit mehr als halbiert. Diese Entwicklung traf die Marktteilnehmer nach mehreren Jahren mit relativ stabilen Preisen über der Marke von 100 US-Dollar pro Barrel vergleichsweise überraschend. Der drastische Preisverfall markiert nach Auffassung vieler Experten das Ende eines sog. Rohstoff-Superzyklus, welcher etwa im Jahr 2000 begann und längerfristig steigende Preise nach sich zog (Erten/Ocampo, 2013; Canuto, 2014). Zwar war der Ölpreis zwischenzeitlich im Zuge der weltweiten Finanzkrise im Jahr 2008 dramatisch gefallen, hatte sich aber schnell wieder erholt. Ein Preisniveau von über 100 US-Dollar pro Barrel scheint aber nun vorerst passé. Die jüngsten Entwicklungen an den Ölmärkten sowie die moderaten Wachstumsaussichten der Schwellenländer könnten mittelfristig ein vergleichsweise niedriges Preisniveau zur Folge haben. Die Gründe für den neuerlichen Preisabfall, die weitere Preisperspektive, die ökonomischen und politischen Folgen sowie darüber hinaus führende Konsequenzen vom Klimawandel bis hin zu Innovationsanreizen stehen erneut im Fokus des Fachpublikums und auch der breiteren Öffentlichkeit. Ein

gesunkenes Preisniveau schließt jedoch kurzfristige Preissprünge und -einbrüche nicht aus. Im Gegenteil, die Preisvolatilität könnte voraussichtlich eher zunehmen.

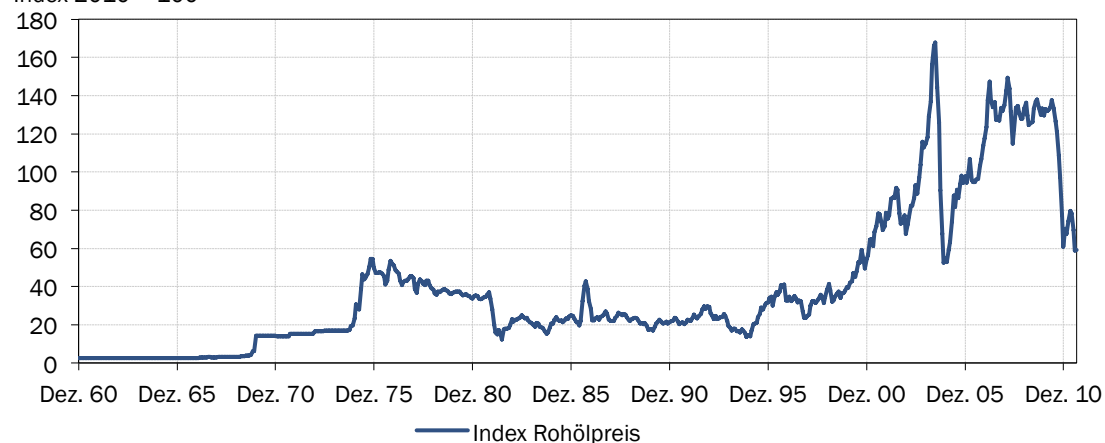
Dabei sind starke Preisschwankungen auch schon in der Vergangenheit kennzeichnend für den Ölpreis gewesen; ebenso wie regelmäßige Fehleinschätzungen über den langfristig zu erwartenden Ölpreis. Ölpreisprognosen sind aber sowohl für Produzenten als auch für Verbraucher gleichermaßen wichtig, denn am Ölpreis hängen sowohl private Konsumentenscheidungen, langfristige Investitionen als auch die Einnahmesituation ganzer Staatshaushalte.

Allein innerhalb der letzten drei Jahrzehnte gab es fünf vergleichbare Preiseinbrüche bei denen der Ölpreis innerhalb von wenigen Monaten um 30 % oder mehr fiel (Baffes et al., 2015). Dabei sind die jeweiligen Gründe für die Entwicklungen keinesfalls dieselben gewesen. Allein der jüngste Abwärtstrend war von einer Kombination aus verschiedenen Einflussfaktoren determiniert, und zwar einer jahrelang überraschend hohen Steigerung der Ölförderung aus unkonventionellen Vorkommen, einem Wechsel in der Strategie der OPEC, verringertem Wachstum der Weltwirtschaft, geopolitischer Entspannung sowie einer Aufwertung des US-Dollars. Auch wenn sich das relative Gewicht der einzelnen Faktoren nicht exakt benennen lässt, so zeigt sich dennoch die Komplexität und Divergenz beeinflussender Faktoren auf die Ölpreisentwicklung.

Abbildung 4

#### HWWI-Preisindex für Rohöl

Index 2010 = 100



Quellen: HWWI

Im Folgenden werden daher potentielle Determinanten des Ölpreises beschrieben, mögliche Entwicklungspfade anhand von Szenarien skizziert und im darauffolgenden Schritt die Implikationen für den Transportsektor und im speziellen den städtischen Verkehr untersucht.

### 3.1.2 | Faktoren der Ölpreisentwicklung

Obwohl Öl grundsätzlich ein relativ homogenes Gut ist, was nach ökonomischer Theorie die Preisfindung tendenziell vereinfacht, bleiben die Bestimmungsfaktoren des Ölpreises vielfältig und komplex. Wirtschaftswissenschaftliche Modelle scheiterten wiederholt daran, die Entwicklung des Ölpreises auf eine feste und breite theoretische Grundlage zu bringen, welche die Preiseentwicklungen der Vergangenheit erklärt und zukünftige adäquat prognostizieren kann (Bukold, 2009). Die unterschiedlichen Wirkungskanäle, zeitlichen Dynamiken, verschiedenen Intensitäten und Interdependenzen der preisbeeinflussenden Determinanten erschweren eine modellhafte Bestimmung des Ölpreises.

Dennoch lassen sich gewisse Cluster an Einflussfaktoren finden: Es muss unterschieden werden zwischen nachfrage- und angebotsseitigen Faktoren sowie deren kurzfristigen und langfristigen Einflüssen. Dabei genügt es nicht, nur ökonomische Informationen in Betracht zu ziehen; es müssen vielmehr auch politische, gesellschaftliche, technologische und auch geologische Perspektiven berücksichtigt werden (Bukold, 2009). Daraus ergibt sich ein vielschichtiges Bild der potentiell beeinflussenden Faktoren.

Für das auf dem Markt verfügbare *Angebot* ist die wichtigste Determinante, neben Lagerbeständen; die effektiv geförderte Menge an Erdöl. Wieviel jedoch tatsächlich produziert wird, hängt wiederum an einer Vielzahl weiterer Faktoren. Erdöl wird in den verschiedenen Regionen der Welt, mit unterschiedlichen Techniken und unter verschiedenen Bedingungen gefördert. In einem reinen Wettbewerbsmarkt würde der Anbieter mit den niedrigsten Kosten zuerst die Nachfrage im Markt bedienen und daraufhin der nächstteurere Anbieter usw. Schließlich würde die marginale Menge zur Nachfragebefriedigung, zum Grenzkostenpreis des teuersten im Markt verbleibenden Anbieters verkauft werden. Der Ölmarkt war jedoch noch nie ein funktionierender Wettbewerbsmarkt (Claes, 2001). Unter anderem wird der Wettbewerb durch Marktmacht und politische Eingriffe verzerrt. So kommt es, dass die OPEC (im speziellen Saudi-Arabien) trotz geringer Förderkosten in der Vergangenheit als sog. *Swingproducers* (Ausgleichsproduzenten) agiert und für die nachfragedeckende Angebotsmenge gesorgt haben. Die Abkehr von dieser Politik der Preisstabilisierung, beschlossen auf dem OPEC-Treffen im November 2014, ist unter anderem ein entscheidender Faktor hinter dem jüngsten Preisabfall.

Daneben können handelspolitische Eingriffe einen gravierenden Effekt haben. So führte das Embargo mehrerer OPEC-Staaten beispielsweise zur ersten Ölkrise 1973. In der derzeitigen Situation führt hingegen die Aussicht auf das Aufheben von Exportbeschränkungen gegen den Iran zur Erwartung zusätzlichen Angebots und damit zu geringeren Preisen. So haben neben der aktuellen Förderung auch die Aussichten auf die zukünftige Produktion erheblichen Einfluss auf die heutigen Preise. Das bezieht sich wie im vorangegangenen Beispiel einerseits auf mittelfristige Entwicklungen, zum anderen aber auch auf längerfristige Perspektiven. Die Ölreserven, also die im Erdboden vorhandene und (wirtschaftlich) förderbare Menge an Erdöl, sind wiederkehrender Angelpunkt vieler ölpolitischer Fragestellungen und Prognosen. Die Reserven sind jedoch, trotz steigender Förderung, im Zeitverlauf angestiegen. Zurzeit beträgt die Reichweite des Erdöls, der Quotient aus gesicherten Reserven

und derzeitiger Förderung, etwa weitere 52 Jahre. Im Jahr 1980 betrug die Erdöl-Reichweite hingegen 31 Jahre (BP, 2015). Aufgrund verbesserter technischer Möglichkeiten der Förderung wie auch neu erschlossene Vorkommen erklärt sich, dass die Reserven an Erdöl - trotz vielfacher Prophezeiungen - noch nicht erschöpft sind. Gerade in Hochpreisphasen steigen Innovationsanreize, die zu neuer Erschließung von Ölfeldern führen können oder die wirtschaftliche Förderung bereits bekannter Lagerstätten ermöglichen. So wurde unter anderem durch den technologischen Fortschritt die Förderung von Schieferöl profitabel, wodurch die USA innerhalb der letzten sechs Jahre ihre Rohölförderung fast verdoppeln konnten, was nachhaltig zur aktuellen Überversorgung des Ölmarktes beigetragen hat.

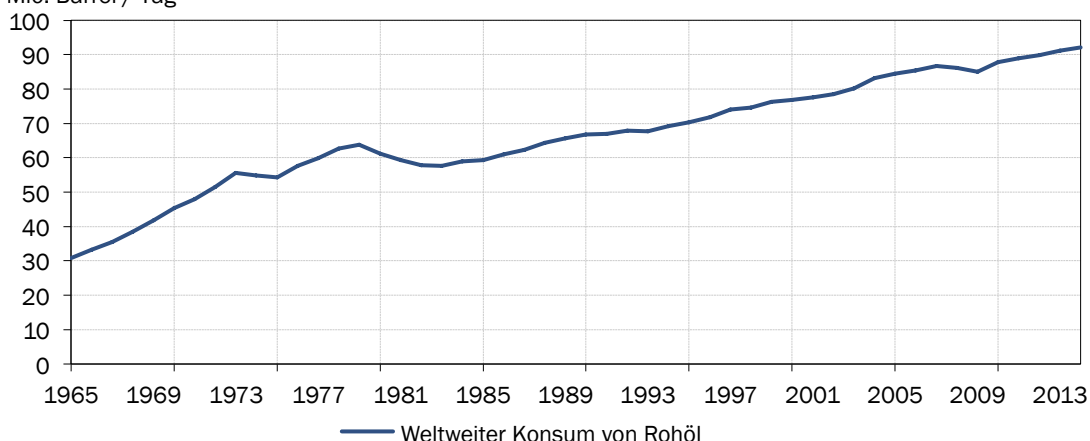
Konträr zur derzeitigen Überangebotslage, deren Etablierung eher langfristige Entwicklungen zu Grunde liegt, bestehen im Ölmarkt jedoch angebotsseitig *kurzfristige Preisrisiken*. Der Grund dafür ist die eher geringe Angebotselastizität am Ölmarkt (Bukold, 2009). Bei fehlenden Reservekapazitäten der Ölförderung kann die Produktion selten innerhalb kurzer Zeit stark erhöht werden. Neue Förderprojekte benötigen in der Regel viele Jahre (Exploration, technischer Aufbau) bis das erste Öl den Markt erreicht. Somit kann es bei überraschenden Produktionsausfällen (etwa durch Naturkatastrophen, Streiks, geopolitische Krisen) oder bei unerwartet rapidem Nachfragewachstum schnell zu Angebotsmangel und daraufhin steigenden Preisen kommen. Das hat auch zur Folge, dass der Ölpreis anfällig für starke Schwankungen ist.

Diese Preisvolatilität wird gleichzeitig von der *Nachfrageseite* unterstützt. Denn die tendenziell geringe Preiselastizität der Nachfrage ermöglicht es erst, dass kurzfristige Angebotsänderungen starke Preisanpassungen nach sich ziehen. Die Nachfrage nach Öl wird im Allgemeinen kaum durch höhere Preise gebremst. So ist der weltweite Ölkonsum auch in den hochpreisigen 2000er Jahren weiter angestiegen (vgl. Abbildung 5).

Abbildung 5

### Weltweiter Rohölkonsum

Mio. Barrel / Tag



Quellen: BP (2015)

Dass die weltweite Nachfrage nach Öl, wenn dann nur relativ träge auf steigende Preise reagiert, hat verschiedene Gründe. Während Öl beispielsweise aus der Stromerzeugung

mehr und mehr durch andere Energieträger verdrängt wurde, fehlt es vor allem im Mobilitätssektor an gleichwertigen Substituten. Gleichzeitig ist Mobilität eine moderne Selbstverständlichkeit geworden und tief verankert im Lebens- und Konsumstil von Industrienationen und immer mehr Schwellenländern. Steigende Ölpreise führen daher nur eingeschränkt und eher langfristig zu einer Änderung des Mobilitätsverhaltens. Insbesondere aufstrebende Schwellenländer mit wachsender Mittelschicht (wie etwa China) verzeichnen aufgrund anwachsender Verkehrsleistung auch steigenden Ölkonsum. Wirtschaftswachstum ist in dieser Hinsicht der dominante Treiber der globalen Nachfrage nach Öl.

Dass diese Regel - Wirtschaftswachstum gleich steigender Ölkonsum - nicht uneingeschränkt gilt, zeigen hingegen Länder wie Deutschland. Seit den 1980er Jahren ist hierzulande der Verbrauch von Erdöl zurückgegangen. Diesen langfristigen Trend zeigen auch andere hochentwickelte Industrienationen, wie beispielsweise Frankreich oder Großbritannien. Der Grund hierfür ist zum einen die langsame Verdrängung von Öl aus bestimmten Wirtschaftsbereichen (etwa der Substitution durch Erdgas im Wärmemarkt), aber auch die effizientere Nutzung von Öl und Ölprodukten durch technische Innovationen wie zum Beispiel verbrauchsärmere Motoren in einem automobilgesättigten Markt.

### 3.1.3 | Preisszenarien und Preisrisiken

Wie hoch wird der Ölpreis in Zukunft sein? Diese Frage lässt sich nicht zuverlässig beantworten. Aufgrund der oben genannten Risiken und Einflussfaktoren sind Prognosen (beispielsweise „über 100 US-Dollar in 2017“) schlicht unseriös. Dennoch lassen sich für mittel- bis längerfristige Zeithorizonte mit Hilfe von Szenarien annahmebasierte, in sich schlüssige Entwicklungspfade beschreiben, um die zukünftige Entwicklung zu untersuchen und abzuschätzen.

Unter Vorbehalt spontaner Preissprünge und Ausschluss außergewöhnlicher politischer Entwicklungen ist aus heutiger Perspektive *mittelfristig* von weiterhin vergleichsweise niedrigen Preisen auszugehen. Ohne ölpolitische Eingriffe wird es voraussichtlich einige Zeit dauern, ehe sich der derzeit persistente Angebotsüberhang am Markt abgebaut hat. Seit Anfang 2014 übersteigt die globale Ölproduktion den Verbrauch. Das Angebotsplus erhöhte sich seitdem sogar stetig; im zweiten Quartal 2015 war der Überschuss bis auf 2,6 Mio. Barrel pro Tag angestiegen (IEA, 2015). Die internationale Energieagentur schätzt, dass das Überangebot bis Mitte 2016 bestehen bleibt und erst dann mit einer Balance von Nachfrage und Angebot zu rechnen ist. Die Vorräte der OECD-Länder betragen momentan schon 2,9 Mrd. Barrel (IEA, 2015). Zum Vergleich: Der gegenwärtige weltweite Verbrauch liegt bei ungefähr 94 Mio. Barrel pro Tag. Bis Mitte 2016 dürften sich die globalen Lagerbestände an Rohöl damit noch weiter erhöhen. Durch diese Marktsituation scheint eine baldige und starke Preissteigerung vorerst nicht wahrscheinlich. Ein Blick auf die Terminmärkte unterstützt diesen Eindruck: Die Lieferung für Dezember 2016 wird mit 56,12 US-Dollar pro Barrel Brent-Öl derzeit nur unwesentlich höher gepreist als auf dem Spotmarkt. Und auch für das Preisniveau in drei Jahren erwartet der Markt - bemessen an den Future-Preisen - mit 61,02

US-Dollar pro Barrel für Lieferung im Dezember 2018 keinen enormen Preisanstieg.<sup>1</sup> Mittelfristig scheint also ein Preispfad entlang des derzeitigen Niveaus mit allenfalls moderaten Steigerungen wahrscheinlich.

Potenzielle *Risikofaktoren* für dieses mittelfristige Preisszenario mit höchstens mäßiger Preissteigerung ist zum einen eine Strategieänderung der OPEC. Die Rückkehr zur Politik der Preisstabilisierung würde Kürzungen der OPEC-Förderung bedeuten und könnte eine vorzeitige Balance zwischen Angebot und Nachfrage und damit steigende Preise bewirken. Andererseits könnte die Rückkehr des Iran, seinerseits OPEC-Mitglied, an die Ölmärkte auch Preissignale nach unten aussenden. Weiterhin können spontan eskalierende geopolitische Krisen (Irak, Iran, Syrien, Libyen) die Risikoprämien für Öl unerwartet in die Höhe treiben. Auf der Nachfrageseite stimulieren die niedrigen Preise zwar einerseits den Ölkonsum, andererseits haben sich die Konjunkturaussichten für China, den weltweit zweitgrößten Ölimporteur, eingetrübt. Dies könnte die Preisentwicklung weiter belasten, denn insbesondere China war für die Nachfragesteigerungen der letzten Dekade und für die Erwartung weiteren Wachstums verantwortlich.

Der *langfristige Preispfad* ist durch noch größere Unsicherheiten gekennzeichnet. Dennoch lassen sich manche Einflüsse auf die langfristige Perspektive gegenwärtig bereits beobachten. Die Akteure auf dem Ölmarkt beginnen sich mit den gesunkenen Preisen zu arrangieren und verschieben langfristige Investitionsprojekte oder stellen diese sogar gänzlich ein.<sup>2</sup> Beispielsweise ist die Anzahl der Schieferölbohrungen in den USA in 2015 bereits drastisch gefallen. Insbesondere kostenintensive Fördertechniken stehen unter steigendem Refinanzierungsdruck. Investoren sind gegenwärtig verunsichert und branchenweit wird Kapital für neue Förderprojekte gestrichen.<sup>3</sup> Diese Investitionsflaute könnte langfristig steigende Preise nach sich ziehen, wenn zukünftig unzureichende Produktionskapazitäten auf steigende Nachfrage treffen. Auch auf Seite der Nachfrage bestehen in der langen Frist Unsicherheiten. Zwar wird für die Zukunft gemeinhin eine weiter steigende weltweite Nachfrage erwartet, dennoch können gewisse Faktoren den Preispfad entscheidend verändern. Ein Durchbruch in der Batterietechnologie könnte beispielsweise die Elektrifizierung des Straßenverkehrs stark beschleunigen, die Nachfrage nach fossilen Kraftstoffen merklich dämpfen und einen Preisdruck nach unten erzeugen.

Unter Berücksichtigung der enormen Unsicherheiten im langen Zeithorizont scheint derzeit dennoch der Einfluss zurückgehender Investitionen der dominanteste Treiber der langfristigen Preisentwicklung zu sein, infolgedessen der Ölpreis wieder steigen würde.

---

<sup>1</sup> Future-Kontrakt Brent-Öl für Dezember 2016 und Dezember 2018, Intercontinental Exchange (ICE), am 06. Oktober 2015

<sup>2</sup> Die Royal Dutch Shell hat beispielsweise im September 2015 ihr Arktis-Förderprojekt aufgegeben.

<sup>3</sup> Unter anderem hat Total angekündigt seine Ausgaben für neue Gas- und Ölprojekte für 2016 um 20-21 Mrd. US-Dollar zu kürzen.

## 3.2 | Preise Endenergie

Für den Endkunden ist der Ölpreis nur indirekt relevant, denn den Verbraucher interessiert letztlich allein der Kraftstoffpreis den er zahlen muss. Für das Verkehrswesen ist deshalb neben dem Rohölmarkt besonders das Angebot und die Nachfrage nach einzelnen Rohölprodukten entscheidend. Die Preise für Ölprodukte und die Preise für Rohöl beeinflussen sich gegenseitig.

Für den Verkehrssektor relevant sind insbesondere Benzin und Dieselprodukte (Straßenverkehr), Schweröle (Schiffsverkehr) und Kerosin (Luftfahrt). Je nach ihrer Wertigkeit, Verwendung und Verbrauchsmuster im jeweiligen Land sowie ihrer im Raffinationsprozess anfallenden Menge sind die Produkte unterschiedlich nachgefragt und gepreist. Den weitaus größten Teil der aus Rohöl raffinierten Produkte stellen Diesel und Benzin dar, die zusammen den Kraftstoffmarkt für den Straßenverkehr dominieren. Daher sind für die Beurteilung der Auswirkungen von Energiepreisentwicklungen auf den Verkehr neben dem Ölpreis auch produktspezifische Preischarakteristiken mit einzubeziehen.

Generell reflektieren die Kraftstoffpreise nur eingeschränkt die Energiepreisentwicklungen. Das liegt in erster Linie an staatlichen Preisbestandteilen wie Steuern oder Abgaben. Diese Preisbelastungen unterscheiden sich zudem von Land zu Land. Während in vielen Ländern die staatlichen Bestandteile des Preises für Kraftstoff weit über 50 % betragen (z.B. Deutschland mit gegenwärtig über 60 %), wird der Kraftstoffpreis in anderen Ländern staatlich festgelegt oder sogar subventioniert (z.B. Saudi-Arabien, Venezuela). So sind die Endverbraucherpreise im internationalen Vergleich verzerrt und erschweren eine generalisierte Aussage zu globalen Effekten von Energiepreisveränderungen auf das Kraftstoffkonsumverhalten (Bukold, 2009).

Für Deutschland hingegen bedeutet der hohe Anteil an Steuern, dass einschneidende Preisveränderungen sich nicht im selben Maß in den Endkundenpreisen widerspiegeln, sondern nur in gedämpfter Form die Preise beeinflussen. Eine Halbierung des Ölpreises bedeutet folglich nicht, dass sich auch der Endkundenpreis um die Hälfte reduziert, sondern weniger stark fällt. Gleichermäßen findet sich der Effekt eines drastischen Ölpreisanstiegs nicht in ebenso starker Kraftstoffpreisbewegung wieder, jedoch mit dem Unterschied, dass die Geschwindigkeit, mit der Ölpreisveränderungen in den Produkten eingepreist werden, bei Preisanstiegen höher ist als bei Preisverringerungen (Borenstein et. al, 1992).

Nicht zuletzt sind die Verbraucherpreise der Ölprodukte von unterschiedlichen Nachfragemustern gekennzeichnet. Während Benzin fast ausschließlich von PKW verbraucht wird, sind Dieselprodukte neben dem PKW- auch für den LKW-Verkehr wie auch für den Heizölmarkt nachgefragt. Dadurch können sich saisonale Unterschiede zwischen den Produktklassen herausbilden. Benzin erfährt häufig im Frühjahr und Sommer Nachfragespitzen, während der Dieselpreis häufiger im Herbst und Winter steigt.

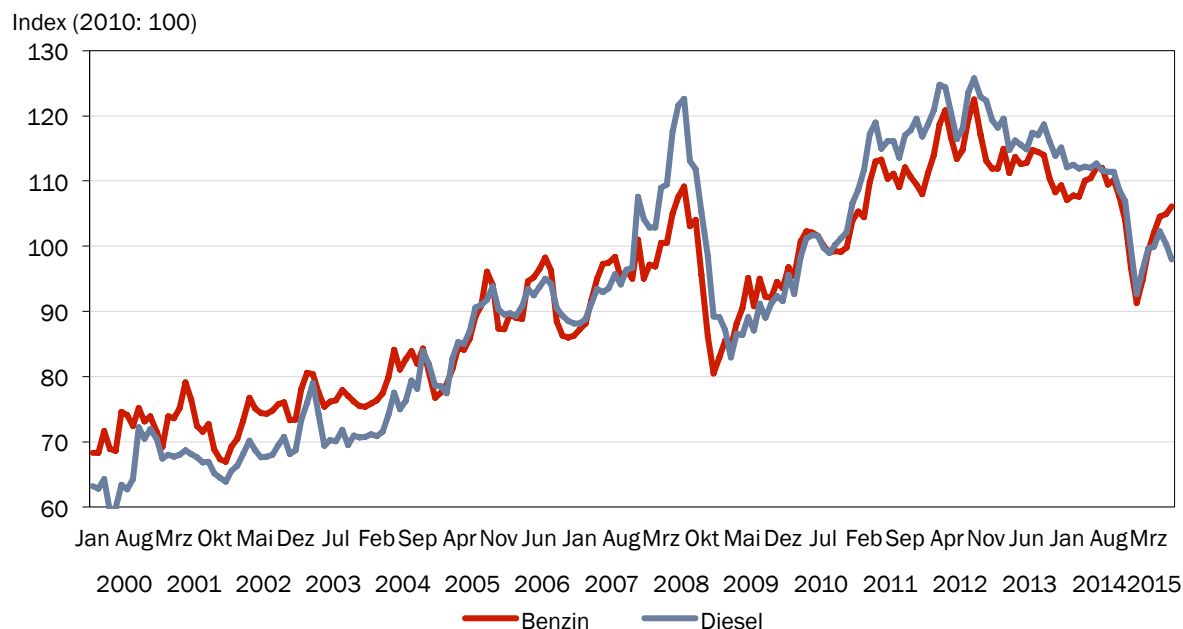
Angebotsseitig ergeben sich zudem aus den verschiedenen Erzeugungsmustern der jeweiligen Ölprodukte weitere potentielle Einflussfaktoren auf den Preis. Aus Rohöl kann nicht beliebig viel des einen oder anderen Produkts gewonnen werden; es besteht eine sog. Kup-



pelproduktion. Damit beeinflussen sich auch die einzelnen Produktpreise, da Raffinerien die Produktanteile meist sehr inflexibel steuern können. So erklären sich auch im Zeitverlauf teilweise unterschiedliche Preisentwicklungen für Benzin und Diesel (vgl. Abbildung 6).

Abbildung 6

### Verbraucherpreisindizes Benzin und Diesel



Quelle: Statistisches Bundesamt (2015)

## 4 | Implikationen für den städtischen Verkehr

### 4.1 | Treibstoffpreise und PKW-Nutzung

Veränderungen in den Treibstoffpreisen wirken zunächst unmittelbar auf dem städtischen Verkehr, indem sie die relativen Kosten des Verkehrsträgers PKW beeinflussen. Preissteigerungen können dabei aus volkswirtschaftlicher Perspektive durchaus positive Entwicklungen darstellen. Denn eine klassische Problematik in der Transportökonomik ist der zu niedrige Preis des Individualverkehrs im urbanen Raum (Vickrey, 1963). Kern des Problems ist, dass die Autofahrerin neben dem unmittelbaren Treibstoffverbrauch zusätzliche Kosten für die Allgemeinheit erzeugt. Das betrifft zum einen die Luftverschmutzung durch Schadstoffausstoß, zum anderen die Nutzung knapper städtischer Verkehrsfläche und etwaige damit zusammenhängende Staukosten. Steigende Benzinpreise können Autofahrer dazu bringen, ihr Nutzungsverhalten an die reale Ressourcenknappheit anzupassen. Voraussetzung ist, dass die Nachfrageseite am Benzinmarkt auch ausreichend auf Preisveränderungen reagiert. Zentrale Maßgröße für diese Reagibilität ist die Preiselastizität der Nachfrage. Sie misst die

prozentuale Veränderung im Benzinverbrauch infolge eines Anstiegs der Benzinpreise um ein Prozent.

Die Höhe dieser Elastizitäten hat in den Industriegesellschaften durch den Einfluss struktureller Trends über die Jahre spürbare Veränderungen durchgemacht. Dies lässt sich gut am Beispiel der USA zeigen, wo bereits frühzeitig entsprechende Messungen durchgeführt wurden. Seit der 2.Hälfte des 20.Jh. sind dort die Benzinpreiselastizitäten gesunken, bedingt durch demografische und ökonomische Trends: Die Zunahme der Erwerbsbeteiligung (wachsendes regelmäßiges Mobilitätsbedürfnis insbesondere der weiblichen Bevölkerung), steigende Einkommen, Ausbau der Autobahnen und Schnellstraßen (Steigung der Servicequalität des Automobils), zunehmende Zersiedlung (Urban Sprawl). Als Resultat hat zum einen die Abhängigkeit der Konsumenten vom Automobil tendenziell zugenommen, zum anderen ist ihre einkommensbedingte Sensitivität gegenüber Preissteigerungen gesunken. Das kann sich freilich dort anders darstellen, wo durch den Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs auch Transportalternativen attraktiver geworden sind. In der Konsequenz müssen die geschätzten Preiselastizitäten immer im Kontext von Zeitraum und lokaler Situation (Beschäftigungsrate, Bevölkerungsdichte, Dichte der Landflächennutzung) bewertet werden. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Ergebnisse von Schätzungen zur Preiselastizität des Benzinverbrauchs im jüngeren Zeitraum.

Tabelle 2: Gemessene Preiselastizitäten des Benzinverbrauchs in der Literatur (kurze Frist)

<b>Autoren</b>	<b>Spannbreite Schätzer (%)</b>	<b>Zeitraum</b>	<b>Ort</b>
Arzagí und Squalli (2015)	-0,05 bis -0,25	1998-2010	32 Länder
Baranzini und Weber (2013)	-0,09 bis -0,34	1970-2008	Schweiz
Burke und Nishitatenó (2013)	-0,2 bis -0,4	1995-2008	132 Länder
Coglianesé et al. (2015)	-0,31 bis -0,36	1989-2008	USA
Frondele und Vance (2010)	-0,45 bis -0,5	1996-2005	Deutschland
Hughes et al. (2008)	-0,034 bis -0,077	2001-2006	USA
Santos (2013)	- 0,399	2001-2010	Brasilien
Small und Van Dender (2007)	-0,022 bis -0,067	1997-2001	USA

Quelle: HWWI (2015)

Grundsätzlich besteht Einigkeit in der Literatur, dass unmittelbare Anpassungen im Verbrauch klar unterproportional zur Preisveränderung (Elastizität < 1 %) erfolgen. Dabei beschränkt sich der betrachtete Zeithorizont der Anpassung in der Regel auf etwa ein Jahr. Ergänzend hierzu kommen Untersuchungen der Verbrauchsanpassung in der längeren Frist allerdings typischerweise auf um einen Faktor 2 bis 3 höhere Elastizitäten (Goodwin et al., 2004). Oft werden hier Horizonte von fünf bis zehn Jahren betrachtet. Damit erweitert sich entsprechend die Menge an Reaktionsmöglichkeiten. Erfolgt in der kurzen Frist eine Anpassung primär über die Vermeidung verzichtbarer Fahrten oder über energiesparsameres Fahrverhalten, können gestiegene Treibstoffpreise längerfristig auch die Kaufentscheidung hin zu energieeffizienteren Autos lenken. Als Evidenz für einen solchen Effekt kann das mit wachsendem Zeithorizont zunehmende Auseinanderklaffen der Elastizitäten von Benzin-

verbrauch und Verkehrsaufkommen gesehen werden (Dix und Goodwin, 1982). In der kurzen Frist sind die Elastizitäten des Verkehrsaufkommens und des Benzinverbrauchs gegenüber Benzinpreisveränderungen oft sehr ähnlich, in der längeren Frist nimmt die Elastizität des Benzinverbrauchs aber tendenziell stärker zu als die des Verkehrsaufkommens (Graham und Glaister, 2002). In diesem Sinne tragen Preissteigerungen stärker zur Ressourcenschonung bei als zur Senkung des Verkehrsaufkommens.

Eine weitere Unterscheidung betrifft die Richtung der Preisänderung. Verschiedene Studien kommen zu dem Schluss, dass die Anpassungsreaktion auf steigende Preise im Mittel stärker ausfällt als auf sinkende, d.h. der Verbrauchsrückgang bei steigenden Preisen größer ist als der Verbrauchsanstieg bei sinkenden Preisen (Gately, 1992; Sentenac-Chemin, 2012). Einen Erklärungsansatz liefert die Theorie des mental accounting im Rahmen von Konsumentscheidungen (Thaler, 1985). Danach bewerten die Konsumenten Marktpreise stets relativ zu einem als fair wahrgenommenen Referenzpreis für das jeweilige Gut. Deutliche Preisanstiege können besonders stark wiegen. Neben Mehrausgaben richten sie auch noch psychologischen Schaden an, indem sie das Gefühl unfairer Behandlung erzeugen. Der Anreiz zur Substitution wirkt so bei Preisanstiegen stärker. Asymmetrische Preisreaktionen werden deshalb auch vor allem in solchen Phasen auftreten, wo die Preise zuvor relativ lange stabil geblieben sind.

Insgesamt erscheint die Preissensitivität des Treibstoffverbrauchs im Vergleich zu anderen Produktkategorien als zumindest kurzfristig sehr gering. Das hängt natürlich auch damit zusammen, dass die Treibstoffausgaben neben Finanzierung, Versicherung und Parkkosten nur einen Teil des Aufwands der Fahrzeughaltung ausmachen. Auf die Gesamtkosten gerechnet fällt die Elastizität entsprechend höher aus (Litman, 2013).

## 4.2 | Treibstoffpreise und ÖPNV

Aus ökonomischer Perspektive stellen die Dienstleistungen des öffentlichen Nahverkehrs kein klassisches Handelsgut wie Industrieprodukte und wirtschaftsnahe Dienstleistungen dar. Denn deren entscheidende Wesensmerkmale sind die Ausschließbarkeit im Hinblick auf den Zugang sowie die Rivalität im Konsum. Ersteres ist im Hinblick auf den ÖPNV zwar gegeben, letzteres jedoch in vielen Situationen nicht. Rivalität meint hier, dass der Nutzen für die bestehenden Konsumenten mit jedem weiter hinzukommenden Nutzer sinkt. Dies kann zu stark frequentierten Stoßzeiten der Fall sein (Komfortverlust durch Gedränge, längere Ein- und Ausstiegszeiten), im Normalbetrieb allerdings nicht. Ist genügend Platz im Verkehrsmittel vorhanden, wirkt ein Anstieg der Nutzerzahl nicht nur neutral hinsichtlich des Nutzens der übrigen Passagiere, sondern weitgehend auch hinsichtlich der Betriebskosten des Betreibers. Damit hat der ÖPNV im Normalbetrieb den Charakter eines sogenannten Mautgutes. Güter dieser Kategorie sind durch eine spezifische Kostenstruktur gekennzeichnet.

In Bezug auf den ÖPNV lassen sich grob drei Arten von Kosten unterscheiden (Jara-Diaz und Gschwender, 2005). Auf Seiten des Anbieters entstehen Kapitalkosten (Ausbau- und

Ersatzinvestitionen) sowie Betriebskosten (Personal, Energie, Wartung und Verwaltung). Zusätzlich entstehen auf Seiten des Nutzers weitere Kosten in Form des mit Warten und Fahrt verbundenen Zeitverlusts. Dieser lässt sich beispielsweise über den entgangenen Alternativlohn im jeweiligen Zeitraum in Geld bewerten. Damit übersteigen die wahren ökonomischen Kosten des Transports in jedem Fall die betrieblichen Ausgaben. Ein Anstieg der Nutzerzahl führt dazu, dass die Kosten pro Nutzer im Hinblick auf alle drei Kostenkategorien kurz- oder längerfristig sinken. Im Falle der Kapital- und Betriebskosten gilt dies vor allem für die kurze Frist: Solange ein Anstieg der Fahrgastzahlen noch keine zusätzlichen Investitionen in neue Transportmittel oder mehr Personal nötig macht, können mehr oder minder dieselben Kosten auf eine größere Zahl an zahlenden Nutzern umgelegt werden. Im Falle der Nutzerkosten gilt es eher in der längeren Frist, nämlich dann, wenn infolge steigenden Fahrgastaufkommens die Taktfrequenz erhöht und/oder das Streckennetz verdichtet wird, wodurch die Zeitkosten des Einzelnen sinken. Ökonomisch ist der ÖPNV damit ein typisches Beispiel für die Existenz von Größenvorteilen.

Eine Folge ist, dass angebots- oder nachfrageseitige Impulse auf das Nutzungsverhalten eine spiralartige Wirkung entfalten können, die nach ihrem Begründer in der Literatur als *Mohring-Effekt* (Mohring, 1972) bezeichnet wird. Steigende Nachfrage im ÖPNV erhöht den Investitionsbedarf, dessen Kostenwirkung zumindest teilweise über die sinkenden Stückkosten im Betrieb ausgeglichen wird. Die durchgeführten Investitionen verbessern den Service und schaffen damit wiederum Anreize für mehr Menschen, von Individualverkehr auf den ÖPNV umzusteigen. So kann ein Kreislauf in Gang kommen, in dessen Konsequenz auch anfänglich geringfügige Impulse zu einer bedeutenden Veränderung im Modal Split beitragen können.

Abbildung 7: Wirkungsschema des Mohring-Effekts am Beispiel einer Benzinpreiserhöhung



Quelle: HWWI (2015)

Zu diesen Impulsen können auch Energiepreisentwicklungen gezählt werden. Ein in dieser Hinsicht positiver Impuls wäre etwa eine Steigerung der Benzinpreise, die Autofahrer aus Kostenmotiven auf Bus und Bahn umsteigen lässt. Interessant sind die Implikationen im Hinblick auf die Fristigkeit solcher Preisänderungen. Bei Wirksamkeit des *Mohring-Effekts* wäre keine langfristige Niveauverlagerung in den Benzinpreisen notwendig, auch kurzfri-

stige Steigerungen könnten über die selbstverstärkenden Effekte eine permanente Wirkung entfalten. Gleiches kann aber auch für die gegensätzliche Reaktion in solchen Fällen gelten, in denen etwa ein Anstieg der Preise für Diesel die Verkehrsunternehmen zwingt, Ticketpreise zu erhöhen. Die Wirkung wäre demnach doppelt schädlich: Höhere Preise verringern unmittelbar die Nutzung, wodurch der Kostendruck in Form höherer Kosten pro Nutzer noch weiter steigt. Anders als im Individualverkehr würde ein solcher Mechanismus aber in der Regel nicht unmittelbar entstehen, da die Verkehrsunternehmen ihre Preise nur in gewissen Zeitabständen an die Kostentwicklung anpassen. Vor diesem Hintergrund erscheint es dringend geboten, in der Analyse von Energiepreisveränderungen zwischen kurz- und längerfristigen Wirkungen auf den Modal Split zu unterscheiden.

Die bestehenden empirischen Studien beschränken sich in der Regel auf die Analyse einzelner Wirkungskanäle. So untersucht eine Literatur die Sensitivität der Fahrgastzahlen im öffentlichen Nahverkehr gegenüber Benzinpreiserhöhungen, wobei mittelbare Effekte durch veränderte Betriebskosten im ÖPNV ausgeklammert werden (d.h. Preise für Strom und Diesel werden als konstant betrachtet). Als unmittelbarer Effekt verbleibt damit eine Verteuerung des Verkehrsmittels PKW. Im Durchschnitt kommen Studien zu dem Schluss, dass die so gemessene Kreuzpreiselastizität signifikant und schwach positiv ist (Chen et al., 2011). Das heißt, eine Anpassung der Nutzerzahlen gegenüber Benzinpreisveränderungen erfolgt mit großer Sicherheit unterproportional. Anstelle eines massenhaften Umstiegs auf alternative Verkehrsmittel sind unter Autofahrern Reaktionen in Form von Kettenfahrten und der Verzicht auf Nicht-Routinetrips vorrangig.

Eine wichtige Differenzierung besteht aber wie schon bei der direkten Preiselastizität hinsichtlich der Fristigkeit. So zeigen manche Studien eine verzögerte Reaktion (lagged response), was impliziert, dass die Elastizitäten mit längerem Beobachtungshorizont ansteigen. Das ist konsistent zu den Ergebnissen für die PKW-Nutzung. Hinsichtlich des zeitlichen Nutzungsprofils zeigen sich ebenfalls klare Unterschiede. Zu den Stoßzeiten im Berufsverkehr wurden höhere Elastizitätswerte gemessen (Storchmann, 2001). Das erscheint insofern intuitiv, als dass es sich hierbei in der Regel um invariable Transportvorgänge handelt, eine Reaktion auf steigende Benzinpreise also nicht in der Fahrtvermeidung, sondern nur im Wechsel der Verkehrsmittel bestehen kann. Im räumlichen Vergleich werden für größere Städte höhere Elastizitäten ermittelt. Das dürfte zum einen über die dort besser ausgenutzten Größenvorteile des ÖPNV, zum anderen über die größere Häufigkeit von Staus und Parkplatzknappheit zu erklären sein. Der Anreiz zum Umstieg ist in Großstädten damit aus mehreren Gründen höher. Auch im Allgemeinen haben Benzinpreissteigerungen offenbar dort größeren Einfluss auf die ÖPNV-Nutzung, wo dem öffentlichen Nahverkehr eine höhere Servicequalität (Geschwindigkeit, Komfort, Zuverlässigkeit, Abdeckungsgrad) beigemessen wird (Haire und Machemehl, 2007).

Jüngere empirische Studien zeigen zudem, dass nicht allein das Niveau der Treibstoffpreise ausschlaggebend ist. Smart (2014) kommt etwa zu dem Ergebnis, dass das Ausmaß an öffentlicher Unterstützung für die staatliche Förderung des ÖPNV in den USA auch von der Volatilität der Benzinpreise abhängt. In Zeiten stark schwankender Preise ist die (durch Umfragen gemessene) Bereitschaft der Bürger, den ÖPNV über Steuergelder zu fördern offenbar

stärker ausgeprägt. Erklärt werden kann dieses Verhalten von der Prospect theory (Kahneman und Tversky, 1979). Danach ist es eine spezifische Angst vor Verlusten, die Menschen sichere Entscheidungen gegenüber unsicheren Alternativen mit im Mittel ähnlichem Nutzen bevorzugen lässt. Die (relative) Preisstabilität ist demnach ein weiteres Plus des öffentlichen Nahverkehrs.

Mittelfristig können kostentreibende Steigerungen der Energiepreise aber auch im ÖPNV nicht allein durch staatliche Förderung ausgeglichen werden. Für ein Verständnis der Wirkungen von Energiepreisen auf den Modal Split ist deshalb auch zu ermitteln, wie das Fahrgastaufkommen üblicherweise auf steigende Ticketpreise reagiert. Neben der durchschnittlichen Höhe der Aufschläge hängt das naturgemäß auch davon ab, welche Arten von Tarifen innerhalb eines Tarifsystems zu welchem Grad angepasst werden. Die optimale Anpassungsstrategie lässt sich aus der ökonomischen Theorie ableiten. Danach ergibt sich das gesellschaftlich optimale Preisniveau im ÖPNV aus einer Abwägung zwischen Größenvorteilen in der Nutzung und der Vermeidung von Überlastung (Vickrey, 1963). Sollte dieses optimale Niveau nicht umsetzbar sein, etwa weil es mit betriebswirtschaftlichen Verlusten verbunden wäre, kann eine auf Ramsey (1927) zurückgehende second-best Strategie angewendet werden. Dabei werden die Preise für solche Verkehrsmittel/Nutzungszeiten am stärksten angepasst, die die geringsten Preiselastizitäten in der Nutzung aufweisen. Auf diese Weise wird am wenigsten vom optimalen Nutzungsmix abgewichen.

Das gilt auch für die optimale Reaktion auf eine Erhöhung der betrieblichen Energiekosten. Es sind solche Tarife am ehesten nach oben anzupassen, bei denen die geringste Veränderung in den Fahrgastzahlen zu erwarten ist. Zur differenzierten Schätzung dieser Elastizitäten existiert eine beachtliche Literatur. Ein Differenzierungsfaktor ist die Art der Nutzer: Personengruppen mit ausreichend Alternativoptionen (Autos) sind allgemein preissensitiver. Besonders gering ist die Preissensitivität deshalb bei Leuten mit niedrigen Einkommen, sowie Schülern, Alten und körperlich Eingeschränkten (Litman, 2004). Hinsichtlich des Anlasses der Fahrten werden Routinetrips (wie im Berufsverkehr) in der Regel als deutlich weniger preissensitiv gemessen als Sonderfahrten. Aber auch die Art der Preisveränderung beeinflusst die gemessene Elastizität. Sie tendiert dazu, mit wachsenden Preisen zu steigen. Das bedeutet, die Sensitivität der Konsumenten gegenüber Preissteigerungen ist in der Regel umso größer, je geringer das anfängliche Niveau der Ticketpreise (de Grange et al., 2011). Daneben ist wie schon im Fall der Benzinpreise die Richtung der Preisänderung von Bedeutung. So erhöhen etwa Kostensteigerungen in der PKW-Nutzung die Umstiegsbereitschaft stärker als gleichgroße Kostensenkungen im Busverkehr (Cats et al., 2014).

### **4.3 | Längerfristige Effekte auf den Modal Split**

Auch für die Preissensitivität im ÖPNV gilt, dass sie mit wachsendem Beobachtungszeitraum ansteigt (Litman, 2004). Das ergibt sich aus solchen Verhaltensanpassungen, die erst längerfristig auftreten, weil sie mit beträchtlichem Investitionsaufwand verbunden sind. Die langfristigen Effekte von Energiepreisveränderungen sind im Hinblick auf ihr Vorzeichen

nicht immer eindeutig, so dass viel von den spezifischen Rahmenbedingungen abhängt. Dabei kann grundsätzlich zwischen angebots- und nachfrageseitigen Effekten unterschieden werden.

Auf der Angebotsseite könnten Energiepreistrends längerfristig die Innovationsfähigkeit und –bereitschaft beeinflussen. Gemäß der auf Hicks (1932) zurückgehenden *induced innovation hypothesis* erhöhen angebotsseitige Kostensteigerungen die Anreize zur Durchführung effizienzsteigernder Innovationen. Empirische Untersuchungen zeigen, dass steigende Energiepreise in der Tat zu Innovationsschüben führen können, wie etwa Popp (2002) in Bezug auf die Zahl an Patentanmeldungen demonstriert. Neben dem betriebswirtschaftlichen Kostendruck kann ein indirekter Anstoß auch über durch Preissteigerungen motivierte Gesetzesänderungen erfolgen, etwa im Hinblick auf die Effizienz des Energieverbrauchs (Newell et al., 1998). Als Folge einer kostensenkenden und/oder qualitätssteigernden Innovationstätigkeit könnte die Attraktivität des Verkehrsträgers wieder steigen. Auf der anderen Seite verringert ein zunehmender Kostendruck allerdings auch den finanziellen Handlungsspielraum für Investitionen, was der Realisation von Innovationspotentialen im Wege stehen kann. Im Verkehrssektor bestehen diese aktuell vor allem im Hinblick auf Fahrzeugtypen und Antriebsmittel (siehe Abschnitt 5).

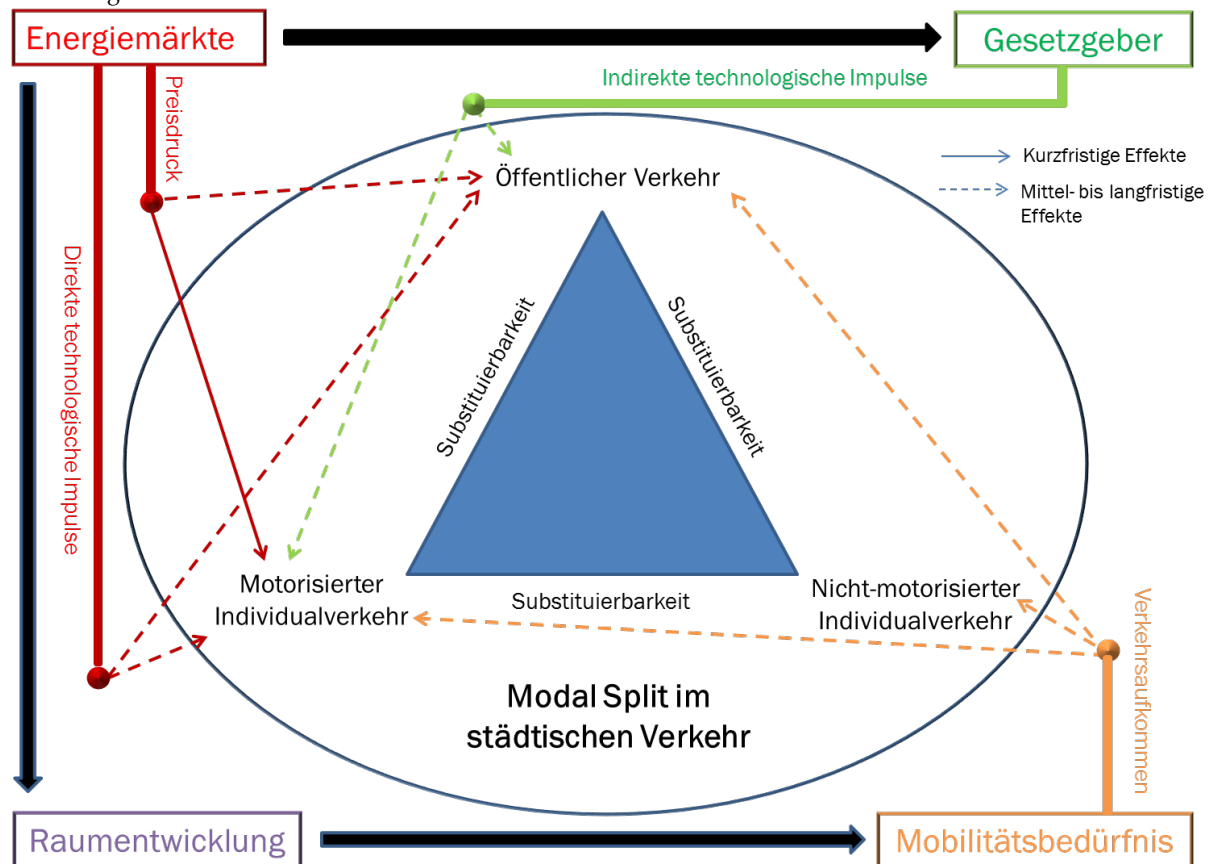
Auf der Nachfrageseite beeinflussen Energiepreiserhöhungen längerfristig das allgemeine Mobilitätsverhalten und damit das Verkehrsaufkommen. Das ist vor allem bei Haushalten mit geringen und mittleren Einkommen zu erwarten, da sie ansonsten gezwungen sind, anderweitig Ausgaben zu kürzen. Auswirkungen ergeben sich zum einen im Zusammenspiel mit der Arbeitsentscheidung. So kann es insbesondere bei den Beziehern von Zweiteinkommen innerhalb eines Haushalts passieren, dass sich die Erwerbstätigkeit infolge steigender Mobilitätskosten nicht mehr lohnt. Derlei Effekte wirken senkend auf das allgemeine Mobilitätsbedürfnis. Zum anderen bestehen Wechselwirkungen mit den Ansiedlungsentscheidungen von Haushalten und Unternehmen. Im Ergebnis können so längerfristige Verschiebungen in den Energiepreisen auch neue Muster der Raumentwicklung zur Folge haben.

Erdogan et al. (2013) analysieren den Einfluss von Treibstoffpreisen auf Verkehrsaufkommen und Landnutzung in einem integrierten Modell. Nach ihren Simulationen führen steigende Preise sowohl zu einer Verdichtung in der urbanen Besiedlung als auch zu einer Verringerung des PKW-Anteils am städtischen Verkehr. Denn zur Vermeidung hoher Energiekosten erhalten Haushalte einen Anreiz, ihre Wohn- und Arbeitsorte wieder stärker Richtung Zentrum zu verlegen. So könnte der in Ländern wie Deutschland zu beobachtende gewerbliche Suburbanisierungsprozess (Brake et al., 2001) umgekehrt, der unerwünschte Trend zur Zersiedelung mithin gestoppt werden. Zugleich besteht auch nachfrageseitig ein zunehmender Druck zur technologischen Anpassung. Die Anreize zum Erwerb energieeffizienterer Autos steigen.

Vor diesem Hintergrund sind die langfristigen Wirkungen steigender Treibstoffpreise auf das Fahrgastaufkommen im ÖPNV durchaus ambivalent: Die relativen Kosten können sich in der langen Frist anders zwischen den Verkehrsträgern verteilen als in der kurzen, zudem passt sich das allgemeine Mobilitätsbedürfnis in dynamischer Form den veränderten Gege-

benheiten an. Abbildung 8 fasst die diskutierten Wirkungskanäle für den Einfluss der Energiemärkte schematisch zusammen.

Abbildung 8



Quelle: HWWI (2015)

## 5 | Fazit und zukünftige Herausforderungen

Die viel diskutierten Megatrends der nächsten Jahrzehnte bringen spezifische Herausforderungen, aber auch Chancen, für den öffentlichen Nahverkehr mit sich. Die Alterung der Bevölkerung schafft neue Mobilitätsanforderungen hinsichtlich Nähe und Barrierefreiheit. Veränderungen im Freizeitverhalten führen zu einer Verlagerung zeitlicher und räumlicher Nachfrageschwerpunkte. Zugleich wächst kundenseitig der Wunsch nach Nachhaltigkeit im öffentlichen Transport. Viele Verkehrsunternehmen begegnen bereits heute diesen Entwicklungen, indem sie etwa ihre Busflotte auf Hybridfahrzeuge oder reine Elektro- oder Erdgasbusse umstellen. Damit sinkt mittelfristig weiter die Abhängigkeit der Kostenentwicklung im ÖPNV vom Benzinmarkt. Zugleich sind Elektro- und Hybrid-Modelle im Individualverkehr noch weit von der politisch anvisierten Marktdurchdringung entfernt. Die Zielmarke der Bundesregierung von einer Millionen Elektroautos in Deutschland bis 2020 wird aktuellen Prognosen nach klar verfehlt werden (Roland Berger, 2015). Auch zukünftig könnten



unberechenbar volatile und im Trend ansteigende Benzinpreise die Nachfrage nach den Dienstleistungen des ÖPNV erhöhen.

Auf der anderen Seite sind mit dem Übergang auf alternative Energieträger als Antriebsmittel aber neue Abhängigkeiten verbunden. Beim Strom in Deutschland ist zurzeit keine Umkehr des Trends stetig steigender Preise abzusehen. Staatlich induzierte Strompreisbestandteile im Zusammenhang mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), allen voran die EEG-Umlage, können hierfür als Haupttreiber identifiziert werden. Damit bahnt sich ein Konflikt in der Erreichung von Klimazielen in Energieumwandlung und Verkehr an, der ohne Anpassungen im Regulierungsrahmen nicht gelöst werden kann. Gerade öffentliche Verkehrsunternehmen könnten künftig durch die ab 2020 auf Länderebene greifende Schuldenbremse noch zusätzlich in ihren Handlungsspielräumen beschränkt werden. Zwar sind die Kommunen hiervon unmittelbar ausgenommen, mittelbar könnte der Druck auf die kommunalen Haushalte und damit auch auf Investitionen in den ÖPNV über die Aufsichtsbehörden der Länder aber zunehmen.

Zusammenfassend befindet sich der städtische Verkehr an der Schnittstelle einer Vielzahl an gesellschaftlichen Transformationsprozessen. Diese Studie hat deutlich gemacht, dass den Entwicklungen an den Energiemärkten hierbei eine Schlüsselrolle zukommen kann. Die kurz- und längerfristigen Effekte von Preisschwankungen können jedoch sehr unterschiedlich ausfallen, da sich mit zunehmendem Zeithorizont die Wahrscheinlichkeit von Wechselwirkungen mit Aspekten der Raumentwicklung und der gesetzlichen Rahmenbedingungen erhöht. Aus dem Wunsch nach einem Verständnis dieser Wechselwirkungen ergibt sich zukünftig großer interdisziplinärer Forschungsbedarf im ökonomischen, technischen und sozialpsychologischen Bereich.

## 6 | Literatur

- Arzaghi, M., Squalli, J. (2015): How price inelastic is demand for gasoline in fuel-subsidizing economies?. *Energy Economics*, 50(1), 117-124.
- Baffes, J., Kose, M.A., Ohnsorge, F., Stocker, M. (2015): The Great Plunge in Oil Prices: Causes, Consequences and Policy Response. Policy Research Note. World Bank Group, June.
- Borenstein, S., Cameron, A. C. (1997): Do gasoline prices respond asymmetrically to crude oil price changes?. *Quarterly Journal of Economics*, 112(1), 305-339.
- Bukold, S. (2009): *Öl im 21. Jahrhundert*. München. Oldenburg.
- BP (2015): *BP Statistical Review of the World Energy*. British Petroleum. London.
- Brake, K., Dangschat, J. S., Herfert, G. (2001): Suburbanisierung in Deutschland. In: *Suburbanisierung in Deutschland* (pp. 273-279). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Cats, O., Reimal, T., Susilo, Y. (2014): Public transport pricing policy: Empirical evidence from a fare-free scheme in Tallinn, Estonia. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2415), 89-96.
- Canuto, O. (2014): The commodity supercycle: Is this time different?. *Economic Premise*, no. 150. World Bank, June.
- Chen, C., Varley, D., Chen, J. (2011): What affects transit ridership? A dynamic analysis involving multiple factors, lags and asymmetric behavior. *Urban Studies*, 48(9), 1893-1908.
- Claes, D. (2001): *The Politics of Oil-Producer Cooperation*, Colorado and Oxford.
- de Grange, L., González, F., Muñoz, J. C., Troncoso, R. (2013): Aggregate estimation of the price elasticity of demand for public transport in integrated fare systems: The case of Transantiago. *Transport Policy*, 29, 178-185.
- Dix, M. C., Goodwin, P. B. (1982): Petrol prices and car use: a synthesis of conflicting evidence. *Transport Policy and Decision Making*, 2(2).
- Erdogan, S., Welch, T. F., Knaap, G. J., Ducca, F. W. (2013): What to Expect in 2030: Effects of Fuel Price and Fuel Economy on Land Use and Transportation. *Transportation research record*, (2397), 89-98.
- Erten, B., Ocampo, J. (2013): Super Cycles of Commodity Prices Since the Mid-nineteenth Century. *World Development*, 44 (C), 14-30.
- Frondel, M., Vance, C. (2010): Driving for fun? Comparing the effect of fuel prices on weekday and weekend fuel consumption. *Energy Economics*, 32 (1), 102-109.
- Gately, D. (1992): Imperfect price-reversibility of US gasoline demand: asymmetric responses to price increases and declines. *The Energy Journal*, 179-207.
- Goodwin, P., Dargay, J., Hanly, M. (2004): Elasticities of road traffic and fuel consumption with respect to price and income: a review. *Transport reviews*, 24(3), 275-292.

- Graham, D. J., Glaister, S. (2002): The demand for automobile fuel: a survey of elasticities. *Journal of Transport Economics and Policy*, 1-25.
- Haire, A.R., Machemehl, R.B. (2007): Impact of rising fuel prices on US transit ridership. *Transportation Research Record No. 1992*, 11–19.
- Hicks, J. R. (1932): Marginal productivity and the principle of variation. *Economica*, (35), 79-88.
- Hughes, J. E., Knittel, C. R., Sperling, D. (2008): Evidence of a shift in the short-run price elasticity of gasoline demand. *The Energy Journal*, 113-134.
- IEA (2014): *Key World Energy Statistics*. Paris.
- IEA (2015): *Oil Market Report*. September.
- Jara-Díaz, S. R., Gschwender, A. (2005): Making pricing work in public transport provision. In: *Handbook of transport strategy, policy and institutions*, 447-459.
- Kahneman, D., Tversky, A. (1979): Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 263-291.
- Litman, T. (2004): Transit price elasticities and cross-elasticities. *Journal of Public Transportation*, 7(2), 37-58.
- Litman, T. (2013): *Understanding transport demands and elasticities. How prices and other factors affect travel behavior*. Victoria Transport Policy Institute.
- Newman, P. (2007): Beyond peak oil: will our cities collapse?. *Journal of Urban Technology*, 14(2), 15-30.
- Popp, D. (2002): Induced Innovation and Energy Prices. *American Economic Review*, 92(1), 160-180.
- Ramsey, F. P. (1927): A contribution to the theory of taxation. *The Economic Journal*, 47-61.
- Roland Berger (2015): *Index Elektromobilität 1. Quartal 2015*. Roland Berger Strategy Consultants – Automotive Competence Center & Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH, Aachen.
- Sentenac-Chemin, E. (2012): Is the price effect on fuel consumption symmetric? Some evidence from an empirical study. *Energy Policy*, 41, 59-65.
- Small, K. A., Van Dender, K. (2007): Fuel efficiency and motor vehicle travel: The declining rebound effect. *The Energy Journal* 28(1), 25-51.
- Storchmann, K.-H. (2001): The impact of gasoline taxes on public transport – an empirical assessment for Germany. *Transport Policy* 8, 19–28.
- Thaler, R. (1985): Mental accounting and consumer choice. *Marketing Science*, 4(3), 199-214.
- Vickrey, W. S. (1963): Pricing in urban and suburban transport. *The American Economic Review*, 452-465.

Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI)

Heimhuder Straße 71 | 20148 Hamburg

Tel +49 (0)40 34 05 76 - 0 | Fax +49 (0)40 34 05 76 - 776

infowww.hwwi.org