

Dokumentation

Für

Österreichischer Städtebund
UAG stadtreionaler Verkehr
Rathaus
1082 Wien

Österreich

Abschätzung der Mehrkosten des stadtreionalen ÖPNRV aufgrund der Erfordernisse der Dekarbonisierung

Abschätzung der investiven und konsumtiven Mehrkosten im städtischen Verkehr der Landeshauptstädte und ihren stadtreionalen Busverkehren

KCW GmbH
Bernburger Straße 27
10963 Berlin

02.04.2018

Endbericht

Autoren

Katrin Augustin; Elisa Claus; Christoph Schaaffkamp

Urheberrechtshinweis

Diese Dokumentation unterliegt den Bestimmungen des deutschen Urheberrechts. Soweit nicht anders schriftlich vereinbart, ist eine Veröffentlichung oder Weitergabe, auch in Auszügen, nicht zulässig.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	4
1 Anlass	5
2 Aufgabenstellung und Untersuchungsgegenstand	5
3 Herangehensweise und Annahmen	9
3.1 Eingangsdaten	9
3.2 Annahmen zu den Stufen der Umsetzung, der erforderlichen Angebotsausweitung und der Wahl der Zieltechnologie	10
4 Ergebnisse zu den investiven Mehrkosten	15
5 Exkurs: CO₂-Minderungspotenzial	21
6 Fazit	24

Kurzfassung

Seit der Klimakonferenz in Paris ist der Pfad in Richtung auf einen Ausstieg aus fossilen Energieträgern (Dekarbonisierung) völkerrechtlich verbindlich eingeschlagen. Diese Veränderung betrifft alle Sektoren, auch den Verkehr. Dessen CO₂-Emissionen waren in den vergangenen Jahren - anders als die übrigen Sektoren - jedoch von einem Anstieg geprägt.

Der öffentliche Verkehr (ÖV) in Österreich steht zur Erreichung der Dekarbonisierungsziele einer enormen Herausforderung gegenüber. Obwohl die Ziele erst sukzessive bis 2030 bzw. 2050 erreicht werden müssen, besteht hinsichtlich des stadtregionalen Öffentlichen Verkehrs bereits auf kurze Sicht Handlungsbedarf. Um Emission von Treibhausgasen zu reduzieren, besteht für den ÖV zum einen Handlungsdruck in der Umstellung seiner Technologien und der Erneuerung der Fahrzeugflotten einschließlich der Herstellung der erforderlichen Infrastrukturen und der Transformation der Betriebe. Darüber hinaus werden spürbar höhere Marktanteile des ÖV ein notwendiger Teil der Dekarbonisierung des Verkehrssektors sein - entsprechend besteht Bedarf zur Vergrößerung der Kapazitäten und zur Ausweitung des Angebotes, damit höhere Marktanteile des ÖV überhaupt realisiert werden können.

Diese Studie schätzt ab, mit welchen Mehrkosten für Investitionen in Infrastruktur, Fahrzeuge und zur Transformation der Antriebstechnologien in den Betrieben diese Dekarbonisierung verbunden sein dürfte. Die getroffenen Annahmen von KCW basieren jedoch nicht auf den tatsächlichen strategischen Überlegungen in den Städten, sie wurden unabhängig von internen Diskussions- und Planungsständen der Städte getroffen. Im Ergebnis gehen wir derzeit von einem Mehrbedarf an Investitionen bis 2050 in Höhe von ca. 16 Mrd. €, d.h. ca. 530 Mio. € p.a. aus. Wir nehmen an, dass eine jährliche Angebotsausweitung gemessen in Fahrplankilometern in einer Größenordnung von etwa 135 Mio. „elektrifizierten“ Buskilometern p.a. und ca. 25,5 Mio. km p.a. für Tram bzw. U-Bahn erforderlich ist, um in diesem Zuge Verkehrsverlagerungen auf den ÖV bewältigen zu können.

1 Anlass

Anlass der Befassung mit der Frage der Dekarbonisierung des öffentlichen Verkehrs in Österreich war die Arbeit der Unterarbeitsgruppe stadtreionaler Verkehr (UAG srV) zur Verbesserung der Organisation, Steuerung und Finanzierung des stadtreionalen öffentlichen Personennah- und Regionalverkehrs (ÖPNRV) in Österreich. Im Zusammenhang mit der Diskussion um die Notwendigkeit der Gestaltung zukünftiger Finanzierungsinstrumente stellte sich dort die Frage, wie groß der Finanzierungsbedarf eigentlich ist.

Dabei wurde identifiziert, dass ein noch unbekannter Mehraufwand für die Bewältigung der Dekarbonisierung des (öffentlichen Verkehrs) zu bewältigen ist. KCW wurde gebeten, diese Mehrkosten modellhaft für die österreichischen Landeshauptstadtregionen abzuschätzen.

2 Aufgabenstellung und Untersuchungsgegenstand

Die Weltgemeinschaft hat sich in dem im Rahmen der Weltklimakonferenz in Paris (2015) geschlossenen Abkommen („Pariser Abkommen“), das mit seiner Ratifizierung seit 2016 völkerrechtlich verbindlich ist, auf Maßnahmen zur Absenkung der Treibhausgase (THG) verpflichtet. Damit wurde der Pfad in Richtung Ausstieg aus fossilen Energieträgern („Dekarbonisierung“) völkerrechtlich verbindlich eingeschlagen.

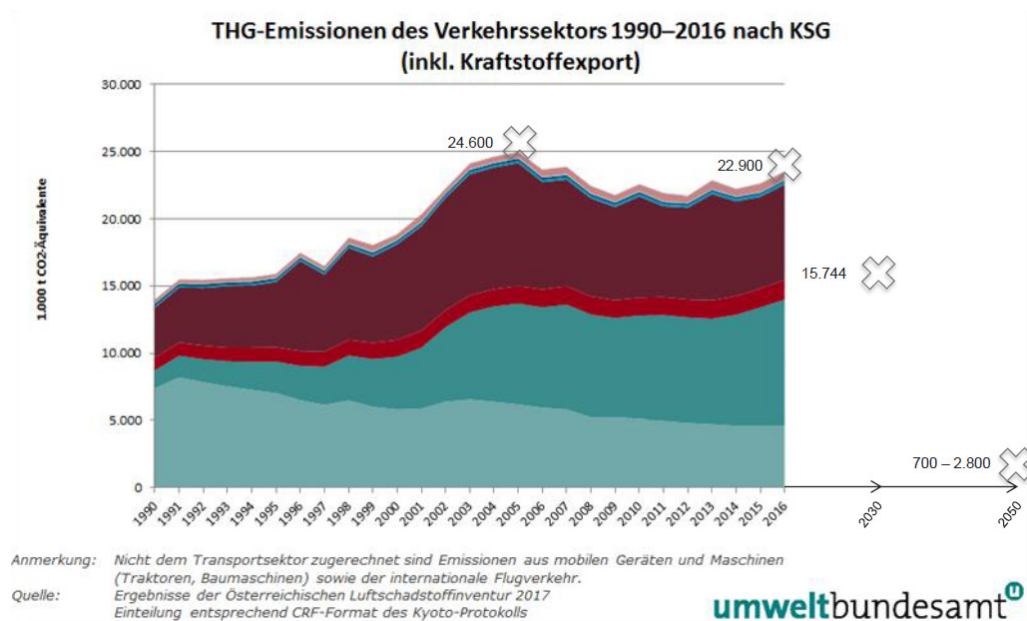
Die Europäische Union hat sich zur Umsetzung dieser Ziele verpflichtet, dabei sollen die THG-Emissionen bis 2030 um mindestens 40% und bis 2050 um 80-95% vermindert werden, jeweils gegenüber 2005. Diese Veränderung betrifft alle Sektoren, auch den Verkehr. Die Maßnahmen bedeuten eine nochmalige deutliche Verschärfung gegenüber den bisher geltenden Zielen. Zu beachten ist dabei, dass die damit angestrebte Begrenzung der Erderwärmung auf maximal 2°, möglichst jedoch 1,5°C, nicht nur vom Erreichen der Zielwerte, sondern auch von den bis dahin emittierten Mengen abhängig ist.

Die auf dem Vorläufer-Abkommen von Kyoto beruhenden Ziele bis zum Jahr 2020 wurden 2012 bzw. werden voraussichtlich 2020 durch die Republik Österreich verfehlt.

Hinzu kommt, dass die THG-Emissionen im Verkehrssektor in den vergangenen Jahren - anders als in den meisten übrigen Sektoren - jedoch von einem Anstieg geprägt waren (vgl. Abbildung 1). Dieses bedeutet, dass insbesondere eine zügige Trendwende bei den Emissionen erreicht werden sollte, auch um später drastischere Maßnahmen zu vermeiden.

Abschätzung der Mehrkosten des stadtreionalen ÖPNRV aufgrund der Erfordernisse der Dekarbonisierung

Abbildung 1: THG-Emissionen des Verkehrssektors 1990-2016 nach Kraftstoffgruppen (KSG)



Der Handlungsdruck im Verkehrssektor ergibt sich aus dem Kontrast zwischen dem aktuellen Trend der Emissionen und den zu erreichenden Zielen (als Kreuze 2030/2050 markiert)

Quelle: Darstellung des BMVIT beim 106. Verkehrsausschuss 2018 in Wien auf Basis des Umweltbundesamts

Die Europäische Kommission versucht mit neuer Gesetzgebung, insbesondere dem Vorschlag der Europäischen Kommission für die Änderung der Clean-Vehicles-Richtlinie (RL 2009/33/EG) vom 08.11.2017, im Bereich ihrer Zuständigkeit Verpflichtungen zu schaffen, um die vollständige Dekarbonisierung der Antriebstechnologien im ÖV zügig voranzutreiben. Sofern diese Richtlinie beschlossen wird, würden die darin verschärfte Anforderungen und verbindliche Quoten für den Anteil CO₂-neutraler Busse bei der jeglicher Neubeschaffung von Fahrzeugen in zwei Stufe ab 2025 und 2030 greifen. Diese müssen auch bei der Vergabe öffentlicher Dienstleistungsaufträge für Verkehrsdienste umgesetzt werden.

Die Nichteinhaltung der Vorgaben des Pariser Abkommens ist nicht unmittelbar sanktioniert. Allerdings ist der Mechanismus darauf gerichtet, dass die Restemissionen begrenzt und einem effektiven Handelssystem unterworfen werden sollen, sodass die Überschreitung erhebliche Kosten für die Republik Österreich verursachen kann. Die Nichtumsetzung von EU-Recht kann durch die Europäische Union im Wege von Vertragsverletzungsverfahren verfolgt und finanziell empfindlich sanktioniert werden. Wichtigster Anreiz dürften allerdings ohnehin die zu befürchtenden mittelbaren und unmittelbaren Folgen eines un- oder zu wenig gebremsten Klimawandels sein.

Abschätzung der Mehrkosten des stadregionalen ÖPNRV aufgrund der Erfordernisse der Dekarbonisierung

Vor dem beschriebenen Hintergrund unterliegt der öffentliche Verkehr (ÖV) in Österreich zur Erreichung der Dekarbonisierungsziele enormen Herausforderungen.

- Obwohl die Ziele für den Verkehrssektor teilweise erst 2030 bzw. 2050 erreicht sein müssen, ergibt sich daraus hinsichtlich des stadtregionalen ÖPNRV bereits kurzfristig Handlungsbedarf. Um die Emissionen von Treibhausgasen zu reduzieren, besteht zum einen für die Betriebe der Handlungsdruck in der Umstellung seiner Technologien und der Erneuerung der Fahrzeugflotte, und, damit verbunden, seiner betrieblichen Organisation und Infrastruktur. Dieser Handlungsdruck kann durch die aktuellen Aktivitäten des europäischen Gesetzgebers ggf. sehr schnell zu einer Herausforderung werden, da die Änderungen mit nicht unerheblichem Vorlauf bei der betrieblichen Organisation, Umstellung der Technologie, Beschaffung und Finanzierung sowie der vorbereitenden Konzeption und Beschlussfassung umgesetzt werden müssen.
- Zum anderen wird nach aktuellem Kenntnisstand die Umstellung der Antriebstechnologie (des ÖV) bei weitem nicht ausreichen, um die Dekarbonisierungsziele im Sektor Personenverkehr zu erreichen. Zusätzlich erforderlich ist eine Verlagerung wesentlicher Anteile des Verkehrsaufkommens auf effizientere Verkehrsmittel (insbesondere Verlagerung zum Umweltverbund und Erhöhung der Auslastung). Die Potenziale zur Verlagerung auf den öffentlichen Verkehr sind in den Stadtregionen am größten. Diese Verlagerung ist aber nur umsetzbar, wenn die entsprechende Kapazität für die Beförderung von deutlich mehr Personen im ÖV vorhanden ist - dies ist gegenwärtig noch nicht der Fall. Somit besteht Bedarf zur Ausweitung des ÖV-Angebotes in den Stadtregionen, wenn höhere Marktanteile für den ÖV realisiert werden sollen, um die Ziele im Bereich des Personenverkehrs überhaupt erreichen zu können.

Diese Maßnahmen zur Bewältigung der Herausforderungen sind mit Kosten verbunden. Dabei handelt es sich einerseits um Umstellungskosten sowie andererseits um dauerhaft höheren Aufwand für Infrastruktur und Betrieb des ÖV. Die dafür nötigen Finanzmittel müssen daher rechtzeitig und von allen Beteiligten (Bund, Länder, Aufgabenträger, Verkehrsunternehmen) eingeplant und in den Haushalten bereitgestellt werden.

Für die erforderlichen Maßnahmen und deren Kosten liegen bislang keine Planungen vor. Um die voraussichtliche Größenordnung dieser Mehrkosten einschätzen zu können, wurde KCW von der Unterarbeitsgruppe stadtregionaler Verkehr gebeten, die Höhe der anstehenden zusätzlichen Investitionen und konsumtiven Mehraufwendungen für die Stadt- und stadtregionalen Verkehre Österreichs überschlägig zu ermitteln.

Abschätzung der Mehrkosten des stadtregionalen ÖPNRV aufgrund der Erfordernisse der Dekarbonisierung

Der Fokus der Bearbeitung liegt in der Kostenermittlung für das Angebot des stadtreionalen ÖV, die zur Erreichung der Klimaziele mittels Angebotsausweitung und Dekarbonisierung der Technologien notwendig sein werden.

Kapitel 3 beschreibt die Herangehensweise und Annahmen, die wir den Berechnungen zu Grunde gelegt haben. Kapitel 4 erläutert mit welchen Kosten bis 2050 je Landeshauptstadt und stadtreionalen Busverkehr unter den von KCW getroffenen Modellannahmen zu rechnen sein könnte. Dabei werden zum einen die (investiven bzw. konsumtiven) Mehrkosten für die Verkehrsleistungen, die heute mit Bus, O-Bus, Tram/Bim und U-Bahnen¹ durchgeführt werden, kalkuliert. Zum anderen werden die notwendigen Kosten, die erforderlich sind, um die angenommene Verlagerung von Verkehrsleistungen zum ÖPNV und die technischen Änderungen bewältigen zu können, gesamthaft und stadtweise dargestellt.² In Kapitel 5 werden als Exkurs die erzielbaren CO₂-Minderungspotenziale dargestellt, die durch Änderung der Antriebstechnologie oder der Verlagerung erreicht werden können.

Die getroffenen Modellannahmen von KCW basieren nicht auf den tatsächlichen strategischen Überlegungen in den Städten, da die erforderlichen Strategien und deren kostenmäßige Bewertung bundesweit noch in den Anfängen stecken. Stattdessen wurden gutachterseitig modellhafte Annahmen getroffen, die *mögliche Entwicklungen* in den jeweiligen Stadtregionen abbilden können. Diese sind nicht mit den Städten bzw. Stadtregionen abgestimmt und insoweit auch vollständig unabhängig von internen Diskussions- und Planungsständen der Verwaltungen sowie etwaiger Befassung in den Gremien der Städte. Gleichwohl kann anhand der Modellannahmen die Größenordnung der Kosten der Dekarbonisierung im Bereich ÖV eingeschätzt werden; das hierfür erstellte Modell erlaubt eine einfache Anpassung an spätere Erkenntnisstände und Beschlüsse in den Städten und Stadtregionen.

¹ Eisenbahnverkehre, ÖBB-Regionalverkehr und S-Bahnen wurden nicht berücksichtigt.

² Eine Verkehrsmodellierung ist nicht Gegenstand der Betrachtung.

3 Herangehensweise und Annahmen

3.1 Eingangsdaten

Für das Betrachtungsgebiet werden - als die wichtigste Teilmenge - die städtischen Verkehre der Landeshauptstädte sowie die Buslinienverkehre in der jeweiligen Stadtregion herangezogen.

Da aktuell keine stadtregionalen Verkehrsprognosen bis 2050 vorliegen, wurde auf Basis der aktuellen Bevölkerungszahlen, Bevölkerungsprognosen, dem derzeitigen ÖV-Anteil am Modal-Split sowie auf Basis der heutigen Streckennetzlänge und dem aktuellen ÖV-Angebot zunächst eine Experteneinschätzung hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung des Angebotsumfangs, auf Basis der Sitzplatzkilometer, vorgenommen.³

Wesentliche Grundlage für das Berechnungsmodell stellt die aktuelle Flottenzusammensetzung im ÖV jeder Landeshauptstadt dar. Hierbei haben wir konkrete Daten der Verkehrsunternehmen verwendet, unterschieden nach Bustypen, Tram/Bim, O-Bus, U-Bahn. Wo uns diese Daten nicht zur Verfügung standen, haben wir diese durch qualifizierte Annahmen ersetzt. Analog wurde mit den Leistungskilometern je Fahrzeugtyp, der Zahl an Werkstätten und Betriebshöfen sowie der Zahl an Fahr- und Werkstattpersonalen vorgegangen. Für die stadtregionalen Verkehre lagen uns keine exakten Angaben zu den Leistungen vor. Entsprechend wurden für die Berechnungen qualifizierte Annahmen getroffen. Die Genauigkeit der Annahmen ist hinreichend im Verhältnis zu den Dimensionen der betrachteten Kostenänderungen.

Alle Eingangsdaten, sofern verfügbar, sind auf dem Stand 2017.

³ Pendlerströme oder Prognosen zur Entwicklung von Verlagerungswirkungen auf den stadtregionalen ÖV sind dabei nicht Bestandteil dieser Kostenabschätzung. Einzelmaßnahmen für Verlagerungswirkungen der jeweiligen Stadtregionen bis 2050 sind weitestgehend (noch) nicht veröffentlicht bzw. stehen noch nicht fest.

3.2 Annahmen zu den Stufen der Umsetzung, der erforderlichen Angebotsausweitung und der Wahl der Zieltechnologie

Umsetzungsstufen

Einige Bundesländer haben bereits eigene Klimaschutzpläne zur Erreichung der Dekarbonisierungsziele verabschiedet. Sofern in einem Bundesland nichts Abweichendes festgelegt wurde, erfolgt die Abschätzung stufenweise für die Ausweitung des Angebotes als auch für den Einsatz neuer Technologien jeweils in den Jahren 2030 (Stufe 1) und 2050 (Stufe 2).

Die zu Grunde gelegten Stufen je Landeshauptstadt sind in Tabelle 1 dargestellt.

	Wien	Sankt Pölten	Eisenstadt	Graz	Klagenfurt	Linz	Salzburg	Innsbruck	Bregenz
Stufen	2030	2035	2035	2030	2035	2030	2030	2035	2035
	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050

Tabelle 1: Stufen je Landeshauptstadt

Getroffene Annahmen zu der zu bewältigenden Entwicklung der Nachfrage und der erforderlichen Kapazitätsausweitung

Konkrete Modellrechnungen dazu, welche Verkehrsverlagerung zum öffentlichen Verkehr insgesamt und in concreto in den Stadtregionen erforderlich ist, um die Dekarbonisierungsziele im Personenverkehr erreichen zu können, liegen bislang für die Republik Österreich nicht vor. Vor diesem Hintergrund wurde mit der nachfolgend weiter beschriebenen Modellannahme gearbeitet, um die Größenordnung der resultierenden Mehrkosten einschätzen zu können. Dieser Vorgehensweise liegen folgende Abwägungen zugrunde:

- In den Stadtregionen können relativ große Anteile der Fahrten mit privaten Pkw durch öffentlichen Verkehr substituiert werden.
- Aufgrund der Größenordnung der angestrebten Veränderungen kann jedoch nicht von linearen Maßnahme-Wirkungs-Zusammenhängen ausgegangen werden.

Abschätzung der Mehrkosten des stadtreionalen ÖPNRV aufgrund der Erfordernisse der Dekarbonisierung

- Technologische und angebotsseitige Entwicklungen und Innovationen können zu wesentlichen Abweichungen von Status quo-basierten Prognosen führen (z.B. autonomes Fahren, Digitalisierung im ÖV, Sharing).
- Die Entwicklung der Marktanteile (Modal Shares) des Aktivverkehrs und des öffentlichen Verkehrs beeinflussen sich gegenseitig in vielfältiger Weise (Verstärkung wie Konkurrenz).
- Erheblich gehemmt werden derartige Veränderungen insbesondere durch habitualisierte Verhaltensweisen, (begrenzte) Akzeptanz für Veränderungen, und drohende Komforteinbußen, insbesondere im Zusammenhang mit weniger ÖV-affinen Siedlungsstrukturen.

Dies abwägend, wurde die Modellannahme abgeleitet, dass die **Nutzungsdensität des ÖV grundsätzlich** in beiden Stufen jeweils **um 50%** (Ausnahme: Wien, s.u.) **gegenüber dem Modal Share im Status quo** zunimmt. Diese Annahme könnte zwar noch immer als zu zurückhaltend im Hinblick auf die für die Dekarbonisierung erforderliche Verkehrsverlagerung sein, ist allerdings im Hinblick auf die tatsächliche Erreichbarkeit bereits sehr ambitioniert.

Als Modellannahme für die Kostenermittlung wurde somit zugrundegelegt, dass eine Angebotsausweitung dergestalt erfolgt, dass die Fahrgäste bei einem um je 50% (bzw. Ausnahme Wien, s.u.) höheren Modal Share des ÖV befördert werden können. Hieraus wurde eine die erforderliche Entwicklung der Sitzplatzkilometer modellhaft errechnet, um das Erreichen der Dekarbonisierungsziele in den jeweiligen Stufen zu ermöglichen. Dieses bildet die notwendige Angebotsausweitung in Sitzplatzkilometern unter Berücksichtigung spezifischer Kapazitäts- und Fahrzeuggrößenfaktoren ab. Letztere spiegeln die Erwartungen bezüglich der Möglichkeiten zum Einsatz größerer Fahrzeuge sowie des flacheren Verlaufs der Nachfragespitzen bei dichteren Angeboten wider.

Abweichend davon wurde für Wien, eine Stadtregion mit bereits heute sehr hoher ÖV-Nachfrage, ein deutlich geringeres Wachstum in Höhe von 20% je Stufe, angenommen.

Getroffene Annahmen zu den Zieltechnologien für die Verkehrsmittel im Öffentlichen Verkehr

Schließlich mussten Annahmen getroffen werden, in welcher Weise die bisherigen fossil angetriebenen öffentlichen Verkehrsmittel durch nichtfossile Antriebe ersetzt werden. Abgestimmte und beschlossene Konzepte in den Stadtregionen liegen hierfür noch nicht vor. Der erforderliche Abstimmungsprozess in den Städten und Stadtregionen war nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Entsprechend mussten durch die Gutachter modellhafte Annahmen getroffen

Abschätzung der Mehrkosten des stadtrationalen ÖPNRV aufgrund der Erfordernisse der Dekarbonisierung

werden. Wir weisen darauf hin, dass diese nicht mit den zuständigen Gremien der Städte, Stadtregionen und Verkehrsunternehmen abgestimmt sind und deren Entscheidungen auch nicht vorwegnehmen können.

Zum aktuellen Zeitpunkt können aus der parallelen Erarbeitung des Sachstandsberichts durch das Umweltbundesamt im Auftrag des BMVIT als Basis für den Aktionsplan „Wettbewerbsfähiger und sauberer Verkehr 2030“ ebenfalls noch keine Mengengerüste oder Prognosewerte übertragen werden.

Das den Berechnungen zugrundeliegende Modell erlaubt jedoch, die Annahmen durch neuere Erkenntnisstände und Entscheidungen zu ersetzen.

Für diese Annahmen waren insbesondere die nachfolgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- Die Wahl und Einführung neuer Zieltechnologien hängt von der jeweiligen Ausgangssituation im Hinblick auf den ÖV-Netzumfang, Linienlängen und Umlaufplanung, aber auch von der bestehenden Fahrzeugflotte sowie der vorhandenen Infrastruktur ab.
- Die Entscheidung für ein bestimmtes System bedarf im Vorfeld der tatsächlichen Einführung einer detaillierten Prüfung der besten Eignung und Machbarkeit. Da diese Entscheidungen noch nicht getroffen sind und die erforderlichen spezifischen Prüfungen in dem hier vorliegendem Bearbeitungsrahmen nicht möglich sind, treffen wir die vereinfachte Annahme, dass je Stadt nur eine neue Technologie mit der entsprechenden Infrastruktur angeschafft werden wird (Batterie- oder Wasserstoffbusse). In Straßenbahn- und O-Busstädten gehen wir davon aus, dass die bestehende Infrastruktur zusätzlich ausgeweitet werden würde. Abweichend davon beziehen wir bei der Landeshauptstadt Klagenfurt zusätzlich zu E-Bussen die Einführung eines O-Bussystems in die Berechnungen mit ein. Zudem gehen wir in der Bundeshauptstadt Wien von der zusätzlichen Einführung eines O-Bussystems aus.

Folgende Annahmen haben wir je Landeshauptstadt modellhaft zu Grunde gelegt (Tabelle 2):

	Wien	Sankt Pölten	Eisenstadt	Graz	Klagenfurt	Linz	Salzburg	Innsbruck	Bregenz
heute	U- Bahn Straßen- bahn Dieselbus Flüssig- gasbus	Dieselbus	Diesel- bus	Straßen- bahn Dieselbus	Diesel- bus Batte- riebus	Straßen- bahn O-Bus Diesel- bus Erdgas- bus	O-Bus Diesel- bus Biogas- bus	Straßen- bahn Dieselbus	Dieselbus
2050	U- Bahn Straßen- bahn O-Bus Batterie- bus	Wasser- stoffbus	Batte- riebus	Straßen- bahn Wasser- stoffbus	O-Bus Batte- riebus	Straßen- bahn O-Bus Batterie- bus	O-Bus Batte- riebus	Straßen- bahn Wasser- stoffbus	Wasser- stoffbus

Tabelle 2: Annahmen zur Antriebstechnologie der Landeshauptstädte

Hinweis: es handelt sich um modellhafte Annahmen der Gutachter. Da keine entsprechenden Beschlüsse der Städte bekannt sind, dienen die Annahmen zur Abschätzung der Größenordnungen des Finanzierungsbedarfs im österreichweiten Maßstab. Die getroffenen Annahmen sind nicht mit den Städten abgestimmt und bilden somit nicht den Meinungsbildungsprozess oder eventuelle Beschlussfassungen ab.

Für die stadtreionalen Busverkehre wurde die Annahme zugrunde gelegt, dass flächendeckend Wasserstoffbusse zum Einsatz kommen.

Der Zeitpunkt der Einführung neuer Technologien orientiert sich an den oben definierten Stufen als auch an der bestehenden Fahrzeugflotte. Wir gehen davon aus, dass Dieselbusse der Euro VI-Norm neu beschafft werden, wo vor der technologischen Umstellung nochmals konventionelle Fahrzeuge beschafft werden. Dies ist aufgrund der beschränkten Nutzungsdauern erforderlich.

Die öffentlich bekannt gegebenen Ziele des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT-Position vom 25.09.2017) sind in den Annahmen berücksichtigt.

Annahmen zur Kostenentwicklung, Inflation, Kostensenkung

Naturgemäß werden sich die Kosten für den öffentlichen Verkehr und dessen Betriebsmittel bis 2050 deutlich verändern. Insbesondere für Energie, aber auch für neuere Technologien (z.B. Batterie- und Wasserstoffbusse) kann dabei schwer abgeschätzt werden, wie sich deren Kosten entwickeln werden. Einerseits werden z.B. bei elektrisch angetriebenen Fahrzeugen Kostensenkungen aufgrund von Mengeneffekten in Produktion und technologischer Weiterentwicklung erwartet, andererseits höhere Rohstoffkosten z.B. für Batterien befürchtet. Wir gehen davon aus, dass die Prognosen für diesen Zeitraum mit einer sehr hohen Unschärfe behaftet sind und daher eine Berücksichtigung in der Ermittlung der Kosten nicht zu besser nachvollziehbaren

Abschätzung der Mehrkosten des stadtreionalen ÖPNRV aufgrund der Erfordernisse der Dekarbonisierung

Ergebnissen führt. Vielmehr würden die Prognosen der Gutachter das Ergebnis entsprechend vorfestlegen.

Die Abschätzung der Kosten erfolgte stattdessen ausschließlich auf Basis des Kostenstandes 2017, ohne die Berücksichtigung von Inflationseffekten.

Dabei untergliedern wir die Mehrkosten der Dekarbonisierung in zwei Blöcke:

- **Investitionen für Infrastrukturkosten** jeweils unterteilt nach Angebotsausweitung und nach Elektrifizierungspfad des Angebots
 - Diese umfassen u.a. die Ladeinfrastrukturkosten wie Ladestationen, Betriebshöfe, Oberleitungen und Unterwerke, Stromversorgung, Wasserstofftankstellen, Gleise sowie die Mehrkosten für Ersatzinvestitionen gegenüber dem Status quo.
- **Investitionen für Fahrzeuganschaffung** jeweils unterteilt nach Angebotsausweitung und nach Elektrifizierungspfad des Angebots, inkl. dem Investitionsmehrbedarf für Ersatzbeschaffungen gegenüber dem Status quo

und

- **Transformationskosten** (Einmalkosten der Umstellung), z.B. Schulungen für Fahr- und Werkstattpersonal, Anpassungen von Werkstätten, Planungskosten

Damit zusammenhängende planerische und verkehrsregulierende Maßnahmen wie beispielsweise der Ausbau weiterer Busspuren oder etwaige, notwendige Push-&Pull-Maßnahmen wie beispielsweise Parkraumbewirtschaftung sind nicht Gegenstand der Kostenschätzung.

Um die ambitionierten Klimaziele tatsächlich zu erreichen, ist jedoch wichtig hervorzuheben, dass die Effekte der Verlagerung von Verkehrsleistungen auf den ÖPNV deutlich höhere Wirkung erzielen als die alleinige Umstellung der Antriebstechnologien.

Wichtig ist auch, dass der Effekt der Umstellung der Antriebstechnologien in erheblichem Maß davon abhängig ist, aus welchen Quellen die erforderliche elektrische Energie bezogen wird. Je nach Energiemix kann die Bilanz der Treibhausgase ggf. sogar negativ ausfallen (vergleiche hierzu auch den Exkurs: CO₂-Minderungspotenzial in Kapitel 5).

4 Ergebnisse zu den investiven Mehrkosten

Im Ergebnis erwarten wir einen gesamthaften Investitionsmehrbedarf für Angebotsausweitung (1) und Umstellung der Antriebstechnologie (2) in Höhe von ca. 16 Mrd. € bis 2050. Dies entspricht einem jährlichen Investitionsbedarf in Höhe von etwa 530 Mio. € (Verläufe geglättet). Die Anteile, die jeweils auf (1) und (2) entfallen sind in der nachfolgenden Darstellung veranschaulicht.

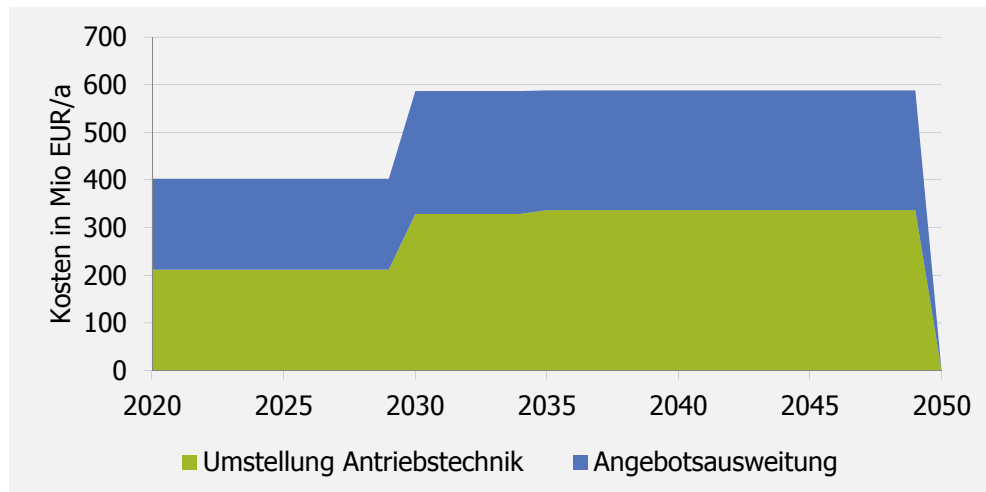


Abbildung 2: Investitionsmehrbedarf

Quelle: Eigene Berechnungen, Verläufe geglättet.

Abbildung 3 verdeutlicht, dass davon anteilig etwa 4 Mrd. € auf Investitionskosten der Infrastruktur entfallen (ohne Fahrzeug-, Betriebs- und Transformationskosten). Dies entspricht in etwa einem jährlichen Investitionsvolumen in Höhe von ca. 140 Mio. €.

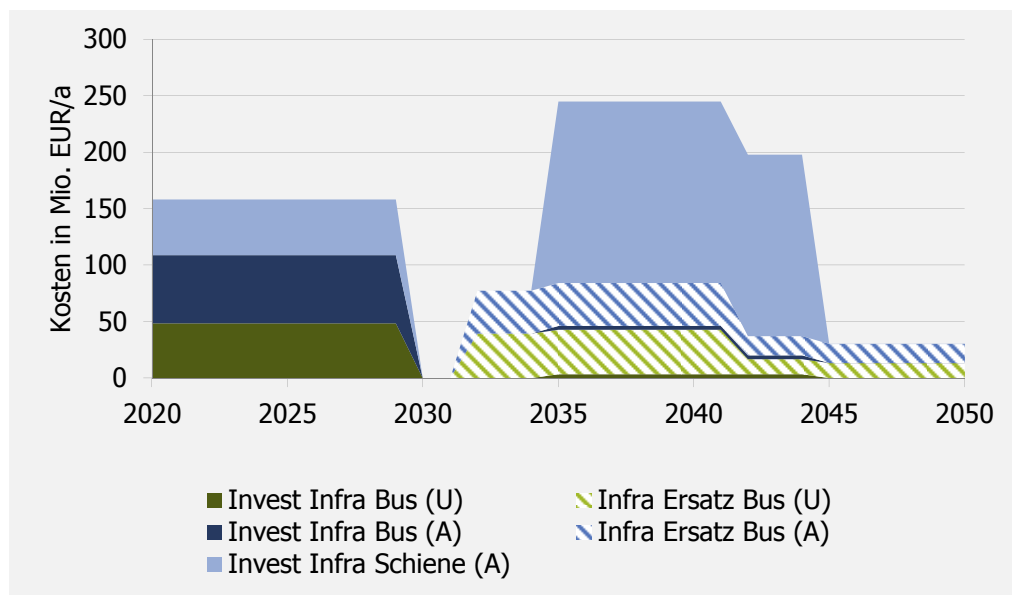


Abbildung 3: Kostenverteilung - Mehrkosten für Investitionen in Infrastruktur bis 2050

Quelle: Eigene Berechnungen

Betrachtet man die Verteilung allein für die Infrastruktur und Fahrzeuge, ohne Betrachtung der Betriebsmehrkosten über alle Landeshauptstädte, ergibt sich ein Investitionsmehrbedarf in Höhe von knapp 5 Mrd. € und in Höhe von ca. 4,67 Mrd. € für die Dekarbonisierung der zugehörigen stadtreionalen Busverkehre (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4).

	Wien	Sankt Pölten	Eisenstadt	Graz	Klagenfurt	Linz	Salzburg	Innsbruck	Bregenz
Infrastruktur und Betriebs-höfe (neu)	2.160	60	10	330	70	165	60	250	15
Fahrzeugmehr-kosten Erset-zung (Dekarbo-nisierung)	515	35	0	115	40	65	25	105	5
Fahrzeugmehr-kosten Ange-botsausweitung	90	20	0	75	25	60	60	75	5
Transformations-kosten	300	20	1	90	15	40	15	75	5
Gesamt	2.760-3.065	120-135	10-11	550-610	135-150	295-330	145-160	455-505	25-30

Tabelle 3: Kostenverteilung je Landeshauptstadt [in Mio. EUR].

Die angegebenen Kosten beruhen auf den getroffenen Modellannahmen, vgl. Hinweis zu Tabelle 2.

	Wien	Sankt Pölten	Eisenstadt	Graz	Klagenfurt	Linz	Salzburg	Innsbruck	Bregenz
Infrastruktur und Betriebshöfe (neu)	525	45	30	170	80	225	290	235	115
Fahrzeugmehr-kosten Ersetzung (Dekarbonisierung)	530	50	30	180	85	240	465	235	115
Fahrzeugmehr-kosten Angebotsausweitung	100	5	5	20	10	30	40	45	20
Transformations-kosten	230	15	10	80	30	105	140	95	45
Gesamt	1.245-1.385	105-115	70-75	405-450	185-205	540-600	840-935	550-610	265-295

Tabelle 4: Kostenverteilung der Stadtregionen, ohne Stadtverkehr [in Mio. EUR]

Im Ergebnis gehen wir davon aus, dass im Zuge der vollständigen Dekarbonisierung gleichzeitig jährlich ca. 135 Mio. „elektrifizierte“ Buskilometer mehr bis 2050 angeboten werden müssen, wobei davon etwa 25 bis 29 Mio. Buskilometer p.a. (je nach Stufe) ausschließlich auf die Angebotsausweitung zur Erzielung von Verlagerungseffekten entfallen. Dabei betrifft der

Abschätzung der Mehrkosten des stadtrationalen ÖPNRV aufgrund der Erfordernisse der Dekarbonisierung

Großteil der Angebotsausweitung stadtreionale Busverkehre, die mit Brennstoffzellen-Fahrzeugen durchgeführt werden.

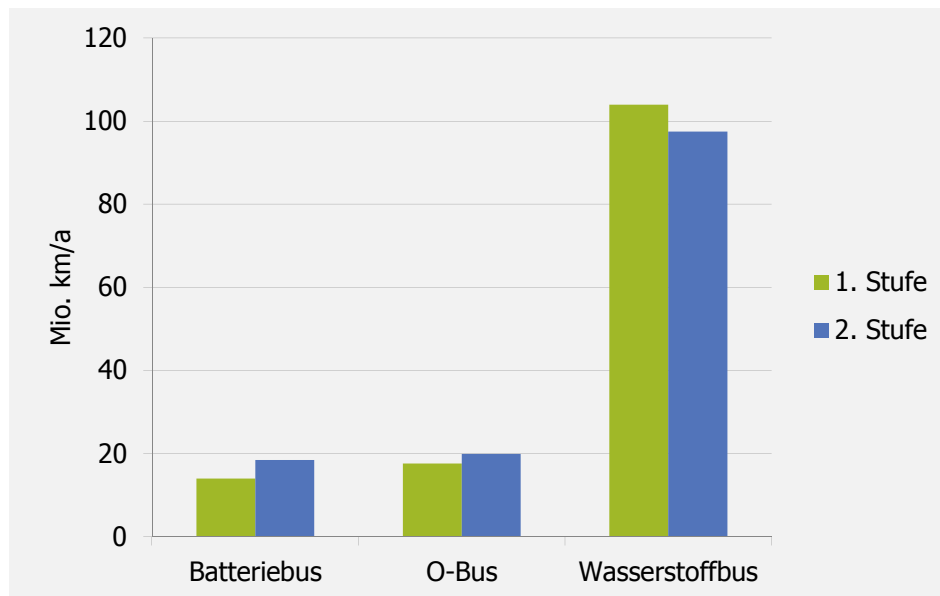


Abbildung 4: Mehrkilometer differenziert nach Antriebstechnologie und Stufe bei Busverkehren

Quelle: Eigene Berechnungen

Welcher Mehrbedarf an Busleistungen (in Fahrplankilometern, dargestellt differenziert nach Antriebstechnologie) auf der Grundlage der Modellannahmen erforderlich wird, stellt Tabelle 5 für die Landeshauptstädte und Stadtregionen aggregiert je Stufe dar.

Stufe	Antrieb	Landeshauptstädte [Mio. km/a]	Stadtregionen [Mio. km/a]	Summe [Mio. km/a]
1. Stufe (2020 bis 2030/2035)	Batteriebus	14	0	14
	O-Bus	18	0	18
	Wasserstoffbus	11	93	104
2. Stufe (2030/2035 bis 2050)	Batteriebus	18	0	18
	O-Bus	20	0	20
	Wasserstoffbus	12	86	98

Tabelle 5: Jährliche Angebotsausweitung in Mio. Fahrplankm für Busverkehre

Für den Ausbau des Straßenbahn- und U-Bahnangebotes gehen wir von einem Mehrbedarf in Höhe von ca. 25,5 Mio. km p.a. bis 2050 aus, die Aufteilung je Stufe und Verkehrsmittel veranschaulicht nachfolgende Abbildung 5:

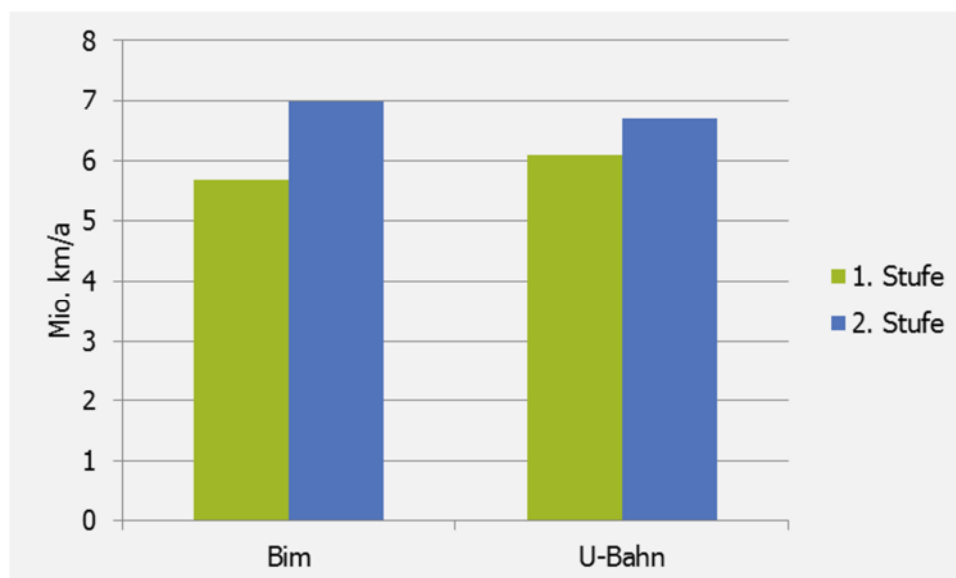


Abbildung 5: Mehrkilometer je Antrieb und Stufe bei Bim- und U-Bahnverkehren

Quelle: Eigene Berechnungen

Dauerhafte **Auswirkungen auf die Betriebskosten** des ÖPNV sind in Abbildung 6 je Antriebstechnologie jeweils im Vergleich zum konventionellen Dieselsolobus dargestellt.

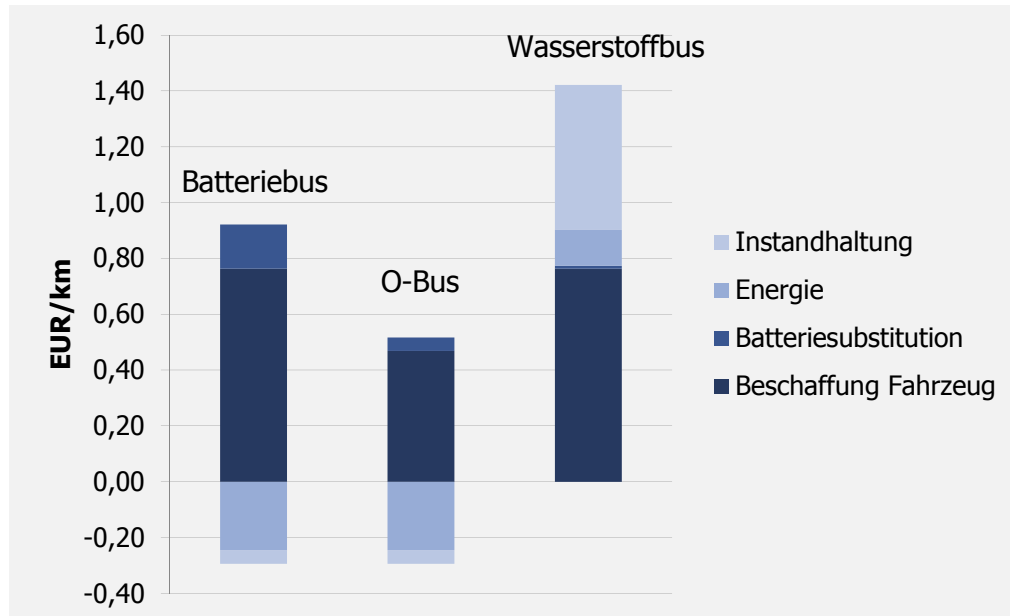


Abbildung 6: Betriebskosten im Vergleich zum konventionellen Diesel-Solobus

Quelle: Eigene Berechnungen

Gemäß Kostenstand 2017 sind O-Busse in der Anschaffung (reine Investitionskosten) derzeit zwar am teuersten, die Kosten für den laufenden Betrieb sind im Vergleich zum Batterie- und Wasserstoffbus jedoch am geringsten.⁴ Sowohl die Anschaffungskosten als auch die Betriebskosten des Batteriebusen bewegen sich hingegen derzeit im Vergleich im Mittelfeld. Gegenüber Batterie- und O-Bussen hat der Wasserstoffbus derzeit die höchsten Betriebskosten zu verzeichnen, ist dafür - sofern Wasserstofftankstellen verfügbar sind - aufgrund seiner aktuellen Reichweite am flexibelsten einsetzbar.

⁴ Nicht berücksichtigt wurden etwaige entstehende Zusatzkosten für den Bezug „sauberer Energie“ zum Betrieb aus 100%-nichtfossilen Energieträgern.

5 Exkurs: CO₂-Minderungspotenzial

Im nachfolgenden Exkurs werden überschlägig die - durch Änderung der Antriebstechnologie bzw. der Verkehrsmittelwahl zugunsten des ÖPNV (Verkehrsverlagerung) - erzielbaren CO₂-Minderungspotenziale dargestellt. Dabei wird in Abbildung 7 zunächst die CO₂-Emission je Verkehrsmittel und Antrieb in g/Personenkilometer abgeschätzt, unter der Annahme eines theoretischen Besetzungsgrades in Höhe von 25%.

Bei der Abschätzung des CO₂-Minderungspotenzials⁵ wird erneut deutlich, dass die Umstellung der Antriebstechnologie im ÖPNV zwar zielführend, aber nicht ausreichend ist. Die Verlagerung der Verkehrsleistungen vom MIV auf den ÖV bewirkt demgegenüber die größten Effekte. Die Umstellung auf CO₂-neutrale Antriebe unterstützt diesen Effekt, wie aus Abbildung 7 und Abbildung 8 deutlich wird.

⁵ Hierbei wurde der österreichische Strom-Mix zu Grunde gelegt.

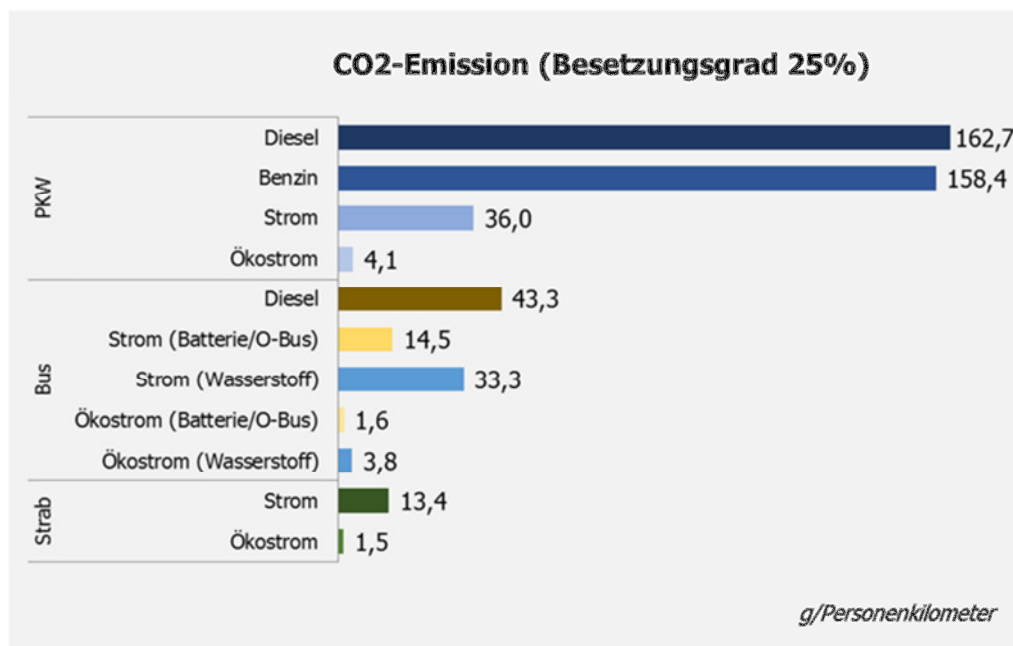


Abbildung 7: CO₂-Emissionen nach Verkehrsmittel und Antriebstechnologien

Quelle: Eigene Berechnungen

Wie in Abbildung 8 gegenübergestellt könnten beispielsweise 98% der CO₂-Emissionen eingespart werden, würde eine vollständige Verlagerung der Verkehrsleistungen vom MIV auf einen mit Ökostrom betriebenen Batteriebus gelingen. Der gemeinsame Effekt aus der Umstellung der Antriebstechnologie und der Verlagerung führen zu den höchsten Einsparmöglichkeiten an Emissionen, wobei die Verlagerung den weit überwiegenden Teil des Effekts trägt.

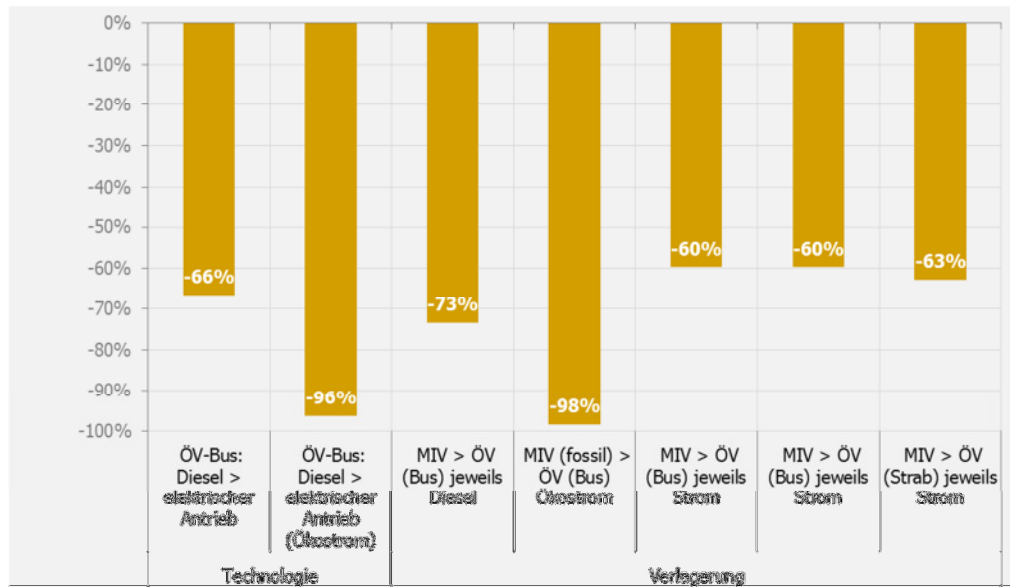


Abbildung 8: CO₂ - Minderungspotenziale

Quelle: Eigene Berechnungen

6 Fazit

Der Handlungsdruck zum Erreichen der Klimaziele ist bereits heute enorm. Diese Studie schätzt ab, mit welchen Mehrkosten für Investitionen in Infrastruktur, Fahrzeuge und zur Transformation der Antriebstechnologien in den Betrieben des ÖPNV diese Dekarbonisierung verbunden sein dürfte.

Methodisch wurden diese Mehrkosten mithilfe von Annahmen der Gutachter abgeschätzt, da Konzepte zur Dekarbonisierung des Personenverkehrs bislang bundesweit nicht in einer Form vorliegen, die eine Bewertung der Kosten bis 2050 zuließen. Es konnte somit nicht auf Planungen und Entscheidungen der Landeshauptstädte und der sie umgebenden Stadtregionen zurückgegriffen werden. Um die Größenordnung der Kosten realistisch abzubilden, hat KCW mit einem Set von Annahmen basierend auf Experteneinschätzungen ein Szenario entwickelt und dieses finanziell bewertet. Die Abstimmung dieser Annahmen mit den Städten und Stadtregionen war nicht Gegenstand des Auftrags der Gutachter; mit der Modellrechnung ist somit keine Aussage zu den tatsächlichen Überlegungen und Planungen der Städte und Stadtregionen verbunden. Die Modellannahmen umfassen zum einen die vollständige Dekarbonisierung der Antriebstechniken des ÖPNV, zum anderen eine erhebliche Ausweitung der Kapazität der Verkehrsmittel des ÖPNV in den Stadtregionen, um die darüber hinaus erforderliche Verkehrsverlagerung vom motorisierten Individual- zum öffentlichen Verkehr tatsächlich auch bewältigen zu können.

Die Gutachter kommen zum Ergebnis, dass auf der Grundlage der getroffenen Annahmen zum Kostenstand 2017 von einem Mehrbedarf an Investitionen bis 2050 in Höhe von ca. 16 Mrd. €, d.h. ca. 530 Mio. € p.a. für die Bewältigung der Dekarbonisierung in den österreichischen Landeshauptstadtregionen auszugehen ist. Die Gutachter nehmen dabei an, dass eine Angebotsausweitung gemessen in Fahrplankilometern in einer Größenordnung von jährlich etwa 135 Mio. Buskilometern und ca. 25,5 Mio. km für Tram bzw. U-Bahn erforderlich ist, um die erforderliche Verkehrsverlagerung auf den ÖV bewältigen zu können. Die Verkehrsverlagerung dürfte den weitaus größeren Effekt zur Dekarbonisierung des Personenverkehrs beitragen.

Zum Abschluss weisen die Gutachter noch darauf hin, dass die erforderliche Verkehrsverlagerung auch jenseits ihrer Finanzierung im ÖPNV fordernd sein wird. Um die ambitionierten Klimaziele bis 2050 erreichen zu können, werden letztlich - unabhängig von der Wahl der Antriebstechnologien - begleitende (Push-&Pull-) Maßnahmen zur Verlagerung der Verkehrsströme auf den ÖPNV erforderlich sein.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	THG-Emissionen des Verkehrssektors 1990-2016 nach Kraftstoffgruppen (KSG)	6
Abbildung 2:	Investitionsmehrbedarf.....	15
Abbildung 3:	Kostenverteilung - Mehrkosten für Investitionen in Infrastruktur und Fahrzeuge bis 2050	16
Abbildung 4:	Mehrkilometer differenziert nach Antriebstechnologie und Stufe bei Busverkehren	18
Abbildung 5:	Mehrkilometer je Antrieb und Stufe bei Bim- und U-Bahnverkehren	19
Abbildung 6:	Betriebskosten im Vergleich zum konventionellen Diesel-Solobus	20
Abbildung 7:	CO ₂ -Emissionen nach Verkehrsmittel und Antriebstechnologien	22
Abbildung 8:	CO ₂ - Minderungspotenziale.....	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Stufen je Landeshauptstadt.....	10
Tabelle 2:	Annahmen zur Antriebstechnologie der Landeshauptstädte	13
Tabelle 3:	Kostenverteilung je Landeshauptstadt [in Mio. EUR]	17
Tabelle 4:	Kostenverteilung der Stadtregionen, ohne Stadtverkehr [in Mio. EUR]	17
Tabelle 5:	Jährliche Angebotsausweitung in Mio. Fahrplankm für Busverkehre.....	19