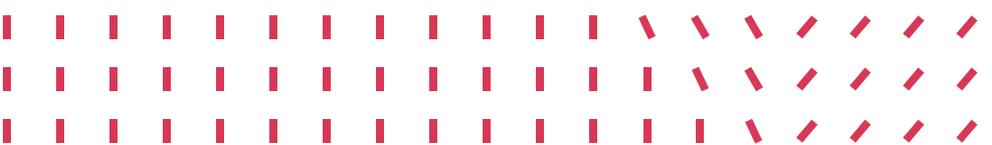


# **Umweltwirkungen vernetzter (multimodaler) Mobilität**

**Vertiefung der Studie «Potenzialanalyse multimodale Mobilität.  
Verlagerungswirkungen» vom Oktober 2020**

**Bericht zuhanden des Bundesamts für Verkehr BAV**

Luzern, den 10. August 2021



**| Autorinnen und Autoren**

Ueli Haefeli, Prof. Dr. (Interface, Projektleitung)

Tobias Arnold, Dr. (Interface)

**| INTERFACE Politikstudien**

Forschung Beratung GmbH

Seidenhofstrasse 12

CH-6003 Luzern

Tel +41 (0)41 226 04 26

Rue de Bourg 27

CH-1003 Lausanne

Tel +41 (0)21 310 17 90

[www.interface-pol.ch](http://www.interface-pol.ch)

**| Auftraggeber**

Bundesamt für Verkehr (BAV)

**| Zitiervorschlag**

Haefeli, Ueli; Arnold Tobias (2021) Umweltwirkungen multimodaler Mobilität. Vertiefung der Studie «Potenzialanalyse multimodale Mobilität. Verlagerungswirkungen» vom Oktober 2020, Luzern

**| Laufzeit**

Juli 2021 bis August 2021

**| Projektreferenz**

Projektnummer: 21-053

<b>1. Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2. Methodik im Stammbereich</b>	<b>5</b>
<b>3. Rekapitulation zentraler verkehrlicher Effekte</b>	<b>7</b>
<b>4. Induzierter Verkehr und Rebound-Effekte</b>	<b>8</b>
<b>5. Bandbreiten zu den verschiedenen Umwelteffekten</b>	<b>10</b>
5.1 Vorgehen	10
5.2 Ergebnisse	11
<b>6. Fazit</b>	<b>14</b>
<b>Anhang</b>	<b>15</b>

# 1. Einleitung

Die Förderung vernetzter (multimodaler) Mobilität aufgrund technologischer Entwicklungen und neuer Angebotsformen bietet vielfältige Chancen, aber auch Risiken für eine nachhaltigere Abwicklung der Mobilität. Bei der Weiterentwicklung der Multimodalität dürften Mobilitätsdienstleistungen eine zentrale Rolle spielen. Im Rahmen einer 2020 veröffentlichten Studie – im Folgenden als «Stammbereich» bezeichnet – wurden unter anderem die Verlagerungswirkungen sowie die Auswirkungen auf den Fahrzeugbesetzungsgrad von vernetzten (multimodalen) Mobilität mit Blick auf das Zieljahr 2030 in der Schweiz behandelt.<sup>1</sup>

Im Hinblick auf weitere Aktivitäten des Bundes vertieft der vorliegende Kurzbericht die im Stammbereich eruierten Umweltwirkungen. Der Bericht ist so aufgebaut, dass er auch ohne Lektüre des Stammbereichs verständlich ist, allerdings können die dort dargestellten, teilweise komplexen Fragen hier nicht im Detail repliziert werden.

Zunächst rekapitulieren wir kurz die Methodik des Stammbereichs (Kap. 2) sowie die zentralen verkehrlichen Ergebnisse (Kap. 3). Danach folgen einige Überlegungen zu induziertem Neuverkehr und weiteren Rebound-Effekten (Kap. 4). Danach zeigen wir die Ergebnisse der ergänzenden Berechnungen zu den Bandbreiten der Umweltwirkungen auf (Kap. 5) und schliessen mit einem kurzen Fazit (Kap. 6).

---

<sup>1</sup> Haefeli, Ueli; Bruns, Frank; Arnold, Tobias; Straumann, Ralph (2020): Potenzialanalyse multimodale Mobilität. Verlagerungswirkungen, Erhöhung des Fahrzeugbesetzungsgrades sowie Reduktion Organisationsaufwand für Reisende im ÖV bis 2030. Bericht zuhanden des Bundesamts für Verkehr (BAV), Luzern/Zürich.

## 2. Methodik im Stammbereich

Die Wirkungen von vernetzter (multimodaler) Mobilität bezogen auf die *Verlagerung von motorisiertem Individualverkehr (MIV) auf den öffentlichen Verkehr (ÖV)* standen im Stammbereich im Zentrum. Sie wurden einerseits in einem diskursiven Expertenprozess mit 10 ExpertInnen erarbeitet. Dabei bewerteten diese 16 Anwendungsfälle, differenziert nach Verkehrszweck und Start-/Zielpunkt der Wege auf der Basis von Daten des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015. Andererseits kam im Sinne einer Validierung das im Rahmen des Forschungsprogramm «Verkehr der Zukunft 2060» entwickelte «Wirkungsnetz Raum und Verkehr – Teilnetz Personenverkehr» zum Einsatz.<sup>2</sup> Für die Anwendung des Modells wurde hier zunächst die Annahme getroffen, dass für alle ÖV-Fahrten (ohne Differenzierung vom Fahrtzweck und dem damit verbundenen Organisationsaufwand sowie ohne Differenzierung der Verfügbarkeit der Transportmittel in Stadt, Agglomeration und Land) der Organisationsaufwand gesenkt wird. Dabei wurde für jede ÖV-Fahrt eine Reduktion von fünf Minuten bei unveränderten Ticketpreisen unterstellt.

Die ergänzenden Erhebungen zum *Fahrzeugbesetzungsgrad* erfolgten ausschliesslich durch das Studienteam unter Einbezug von Anregungen aus der Begleitgruppe. Die dabei geschätzten Effekte verstehen sich zusätzlich zu den Verlagerungswirkungen, es gibt also keine Doppelzählungen.

Die Wirkungen der verkehrlichen Effekte und damit auch die *Umweltwirkungen* wurden über das standardisierte Bewertungsverfahren des Bundes «*Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte*» (NISTRA) ermittelt.

Wichtig für die Einordnung der Ergebnisse ist selbstverständlich der unterlegte «*Politikpfad*». Ausgangspunkt für die Einordnung der erzeugten Wirkung durch multimodale Mobilität war die Entwicklung gemäss dem *Referenzszenario der ARE-Verkehrsperspektiven 2040* (für das Zieljahr 2030).<sup>3</sup> Alle Ergebnisse des Stammbereichs beziehen sich in diesem Sinne auf den Vergleich mit dem Stand des ARE-Referenzszenarios im Jahr 2030.

Bei der Einschätzung des Potenzials von vernetzter (multimodaler) Mobilität durch die ExpertInnen wurde unterstellt, dass sich der Aufwand für die Organisation einer Fahrt weiter reduziert, indem für eine Reise/Fahrt

- verschiedene Optionen/Varianten mit der Kombination verschiedener Verkehrsmittel ermittelt werden,
- diese mit Zeitaufwand und Preis dargestellt werden,
- alle Buchungen und Reservationen zentral vorgenommen werden und
- automatisch die Zahlung für alle gebuchten Dienstleistungen vorgenommen wird.
- Ausserdem erhöht sich die Zuverlässigkeit durch die Verbesserung von Echtzeitinformationen (z.B. Verspätungen) und evtl. Anpassung bei Buchungen (On-Trip Re-Routing/Planning).

<sup>2</sup> EBP Schweiz AG (2020): Verkehr der Zukunft 2060: Langfristige Wechselwirkungen Verkehr – Raum.

<sup>3</sup> <https://www.are.admin.ch/are/de/home/verkehr-und-infrastruktur/grundlagen-und-daten/verkehrsperspektiven.html>, Zugriff am 15.05.2020.

Ebenfalls wurde unterstellt, dass die Verkehrspolitik durch geeignete flankierende Massnahmen (Bspw. im Bereich Information und Kommunikation) sicherzustellen versucht, dass der durch das neue Angebot induzierte Neuverkehr möglichst gering bleibt. Weitergehende, nicht in den Verkehrsperspektiven enthaltene Infrastrukturmassnahmen wurden jedoch nicht einbezogen.

### 3. Rekapitulation zentraler verkehrlicher Effekte

*Verlagerungswirkung:* Die ermittelte Verlagerungswirkung von vernetzter (multimodaler) Mobilität beläuft sich auf 0,8 Prozent der Personenkilometer. Auf dieser Basis werden im Zieljahr 2030 aufgrund von vernetzter (multimodaler) Mobilität etwa 1,13 Mrd. Pkm oder etwa 0,68 Mrd. Fahrzeugkilometer (Fzkm) vom MIV auf den ÖV verlagert.<sup>4</sup>

*Fahrgemeinschaften:* Durch den Einsatz von App-basierten Technologien sowie Plattformen mit MaaS-Angeboten (MaaS = Mobility as a Service) eröffnen sich der Bildung von Fahrgemeinschaften (Carpooling, Rideselling) vielversprechende neue Optionen. Für das Zieljahr 2030 resultierte eine Reduktion von 360 Mio. Fzkm, was 0,66 Prozent der gesamten Fahrleistung entspricht.

Total werden also gemäss Potenzialanalyse im Zieljahr 2030 etwa 1,04 Mrd. Fzkm eingespart. Der Nutzen von vernetzter (multimodaler) Mobilität aus Verlagerung, Erhöhung des PW-Besetzungsgrades und sinkendem Organisationsaufwand der ÖV-Reisenden beträgt gemäss NISTRA in der Summe 1'338 Mio. Franken je Jahr.

---

<sup>4</sup> Die mit dem Modell EBP Schweiz AG (2019) ermittelten Werte lagen leicht höher, bei ca. 1%.

## 4. Induzierter Verkehr und Rebound-Effekte

Wie bei jedem neuen Angebot ist auch bei vernetzter (multimodaler) Mobilität mit *induzierten Effekten* zu rechnen, das heisst, es wird zusätzlicher Verkehr generiert, was aus Umweltsicht oft nicht erwünscht ist.

Die breite Forschung zu induzierten Effekten<sup>5</sup> fokussiert weltweit bisher auf die Wirkung neuer Infrastruktur (neue Strassen oder Schienen) oder veränderter Preise (bspw. bezüglich kommerzieller Ride-Selling-Angebote wie beispielsweise uber, bei welchen angesichts des dynamischen Pricings mit hohen induzierten Effekten zu rechnen ist)<sup>6</sup> sowie auf veränderte Angebotsstrukturen (bspw. neuer Fahrplan bei Bahn 2000 1. Etappe.<sup>7</sup>)m Bereich Mobility as a Service MaaS liegt aus dem Jahr 2019 eine deutsche Studie vor, welche aber über vernetzte (multimodale) Mobilität im Sinne der Stammstudie hinausgeht. Die darin identifizierten Umwelteffekte von MaaS beruhen vor allem auf neuen physischen Angeboten im Bereich Sharing und Ride Selling. Die Wirkung von vernetzter (multimodaler) Mobilität im Sinne der Stammstudie lässt sich daraus nicht eruieren.<sup>8</sup>

Unseres Erachtens gibt es damit keine internationalen oder nationalen Referenzstudien, auf die sich die Potenzialanalyse der Stammstudie abstützen könnte. Dasselbe gilt für die vorliegende Ergänzungsstudie zu den Umweltwirkungen.

Wichtig ist aber in diesem Zusammenhang, dass das oben erwähnte Wirkungsnetz Raum und Verkehr induzierte Effekte einbezogen hat.<sup>9</sup> Weil die Schätzungen der ExpertInnen leicht tiefer lagen als die Modellschätzung, gehen wir davon aus, dass die induzierten Effekte in den Ergebnissen der Stammstudie ausreichend berücksichtigt sind. Aus Sicht des Projektteams dürften sie bei etwa 10 Prozent liegen.

*Rebound-Effekte* können in einem gewissen Sinne als Überbegriff zu induzierten Neuverkehr verstanden werden. Die Überlegung dahinter ist, dass durch Einsparungen (monetär oder zeitlich) Spielräume für andere Verhaltensweisen geschaffen werden, die unter Umständen auch mit unerwünschten Nebenwirkungen für die Umwelt einhergehen können. Es wird in der Literatur oft unterschieden zwischen direkten und indirekten Rebounds.

---

<sup>5</sup> Ausführlich dazu: Litman, Todd (2021): Generated Traffic and Induced Travel. Implications for Transport Planning, 22 April 2021 Victoria Transport Policy Institute, <https://www.vtpi.org/gen-traffic.pdf>.

<sup>6</sup> Vgl. Dazu: Mi Diao; Hui Kong; and Jinhua Zhao: Impacts of transportation network companies on urban mobility, in Nature Sustainability 2020, <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00678-z>. Kosterz, Nadine; Fraedrich, Eva; Kagerbauer, Martin: Ridepooling als Mobilitätsoption für alle, in: Internationales Verkehrswesen (73), 2021, S. 67-71. Can Shared Mobility Survive in the Pandemics: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-03-18/post-covid-ride-hail-users-may-spurn-shared-trips?srnd=citylab-transportation>.

<sup>7</sup> Bundesamt für Verkehr (Hg.): Evaluation Bahn 2000 1. Etappe, Bern 2006.

<sup>8</sup> PTV Transport Consult GmbH (2019) Verlagerungswirkungen und Umwelteffekte veränderter Mobilitätskonzepte im Personenverkehr, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Karlsruhe.

<sup>9</sup> EBP Schweiz AG (2020): Verkehr der Zukunft 2060: Langfristige Wechselwirkungen Verkehr – Raum, S. 66.

Direkte Rebound-Effekte sind unmittelbare Veränderungen bei der Nutzung des betreffenden Produkts oder der betreffenden Dienstleistung, in unserem Falls also zusätzliche Personenkilometer aufgrund der gesparten Zeit. Dies entspricht den oben behandelten induzierten Effekten. Als indirekte Rebounds gelten darüberhinausgehende Änderungen des Nachfrageverhaltens, in unserem Fall könnte es beispielsweise theoretisch sein, dass die eingesparte Zeit für ein zusätzliches Bier vor dem Heimweg verwendet wird, dessen Bereitstellung mit einem zusätzlichen Energiebedarf verbunden ist

Die in der Literatur angegebene Höhe von Rebound-Effekten schwankt sehr stark.<sup>10</sup> Untersuchungen des deutschen Umweltbundesamtes haben ergeben, dass die direkten Rebound-Effekte für Raumwärmenutzung 10 bis 30 Prozent erreichen können. Beim Verkehr deuten die Studien darauf hin, dass Rebound-Effekte durch Energieeffizienz<sup>11</sup> etwas geringer sind (bis ca. 20 Prozent). Weiter hat sich gezeigt, dass Tätigkeiten, bei denen die Zeit ein limitierender Faktor ist (z.B. tägliches Pendeln und die meisten der in den 16 Anwendungsfällen des Stammbereichs enthaltenen Wege) einem geringeren Rebound unterliegen Kosten als Tätigkeiten, bei denen Zeit eine eher untergeordnete Rolle spielt (z.B. Urlaubsflüge).<sup>12</sup>

Indirekte Rebound-Effekte über den induzierten Neuverkehr hinaus (unseres Erachtens handelt es sich dabei um den klar wichtigsten Teil der Rebounds) wurden weder in der Stammstudie noch in der vorliegenden Zusatzstudie berücksichtigt.

---

<sup>10</sup> Vgl. etwa: Kenneth Gillingham, Matthew J. Kotchen, David S. Rapson & Gernot Wagner The rebound effect is overplayed, *Nature* volume 493 (2013), S. 475–476. Vgl. auch die Replik als Gegenposition dazu, <https://www.nature.com/articles/494430c.pdf?origin=ppub>.

<sup>11</sup> Die Forschung über Rebound-Effekte konzentriert sich sehr stark auf verbesserte Energieeffizienz von PW.

<sup>12</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/oekonomische-rechtliche-aspekte-der/rebound-effekte>.

## 5. Bandbreiten zu den verschiedenen Umwelteffekten

### 5.1 Vorgehen

Die Umwelteffekte lassen sich aus den verkehrlichen Effekten, namentlich aus der Verlagerung von Kilometern des motorisierten Individualverkehrs (MIV) auf den öffentlichen Verkehr (ÖV) ableiten. Analog zur Stammstudie wurden die verkehrlichen Effekte anhand der in Kapitel 2 erwähnten 16 Anwendungsfälle in zwei Schritten berechnet:

#### I Schritt 1: Berechnung der Verlagerungswirkung ohne Berücksichtigung eines höheren Besetzungsgrads

Für die Berechnung der Verlagerungswirkung vom MIV auf den ÖV wurde wie schon in der Stammstudie auf die Einschätzungen der Expertinnen und Experten zurückgegriffen. Anstatt den Mittelwert zu verwenden wurde jedoch pro Anwendungsfall eine Bandbreite definiert:<sup>13</sup>

- Der untere Wert der Bandbreite ergibt sich durch den tiefsten Skalenwert<sup>14</sup>, der von mindestens zwei Expertinnen und Experten angegeben wurde.
- Der obere Wert der Bandbreite ergibt sich durch den höchsten Skalenwert, der von mindestens zwei Expertinnen und Experten angegeben wurde.

Skalenwerte, die von nur einer Expertin oder nur einem Experten gewählt wurden, wurden im Sinne eines Ausreissers nicht berücksichtigt.

Anschliessend erfolgte sowohl für den unteren als auch den oberen Wert der Bandbreite die Berechnung der Verlagerungswirkung, analog dem Vorgehen in der Stammstudie (d.h. zuerst pro Anwendungsfall und anschliessend summiert über alle Anwendungsfälle). Resultat dieses Arbeitsschritts ist eine Aussage zur Verlagerung vom MIV zum ÖV, ausgedrückt in Personenkilometer (Pkm) sowie umgerechnet in Fahrzeugkilometer (Fzkm).<sup>15</sup>

---

<sup>13</sup> Vgl. Darstellung DA 1 im Anhang.

<sup>14</sup> Folgende Skalenwerte standen zur Auswahl: 0 = geringes oder gar kein Potenzial für eine Verlagerung, d.h. 0%-0,5%; 1 = Mittलगrosse Verlagerung weg vom MIV, d.h. 0,5%- 1%; 2 = Hohe Verlagerung weg vom MIV, d.h. 1%-1,5%; 3 = Sehr hohe Verlagerung weg vom MIV, d.h. 1,5%-2%.

<sup>15</sup> Die Umrechnung in Fzkm erfolgt unter Annahme eines durchschnittlichen Besetzungsgrads anhand Daten des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015.

I Schritt 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparungen von Fahrzeugkilometern aufgrund eines höheren Besetzungsgrads

Auch für die Berechnung der Fzkm-Einsparungen aufgrund eines höheren Besetzungsgrads wurden anhand der Einschätzungen in der Stammstudie Bandbreiten definiert. Demzufolge wurden die Bandbreiten wie folgt bestimmt: <sup>16</sup>

- Die untere Bandbreite ergibt sich durch den tiefsten angegebenen Skalenwert<sup>17</sup>.
- Die obere Bandbreite ergibt sich durch den höchsten angegebenen Skalenwert.

Da es sich in diesem Fall um Einschätzungen von insgesamt vier Personen handelte, wurde darauf verzichtet, Skalenwerte, die von nur einer Person genannt wurden, auszuschliessen.

Analog zur Stammstudie wurde für jeden der 16 Anwendungsfälle die Einsparung in Fzkm berechnet, dieses Mal in Bandbreiten. Ausgehend von den eingesparten Fzkm konnten anschliessend die Umweltwirkungen berechnet werden.

### 5.2 Ergebnisse

In der nachfolgenden Tabelle sind die verkehrlichen und die Umweltwirkungen von vernetzter (multimodale) Mobilität unter Angabe der Bandbreite sowie der in der Stammstudie errechneten Werte aufgeführt.

**D 5.1: Bandbreiten zu den verkehrlichen und den Umweltwirkungen (Basis NISTRA) pro Jahr**

	<i>Unterer Wert der Bandbreite</i>	<i>Stammbereich</i>	<i>Oberer Wert der Bandbreite</i>
<b>Verkehrliche Wirkungen</b>			
Reduktion MIV (= Erhöhung ÖV) in Prozent der gesamten Pkm	0,5%	0,8%	1,1%
Reduktion MIV (= Erhöhung ÖV) in Mrd. Pkm im Zieljahr 2030	0,75	1,13	1,47
Reduktion MIV in Mrd. Fzkm im Zieljahr 2030	0,69	1,04	1,40
<b>Umweltwirkungen</b>			
CO <sub>2</sub> : Reduktion in Tonnen CO <sub>2</sub> im Zieljahr 2030	90'163	135'776 <sup>18</sup>	183'082
Luftqualität: Reduktion Feinstaub in Tonnen PM10 im Zieljahr 2030	27,0	40,7	54,9
Lärm: Reduktion PW-Fahrleistungen in Mrd. Fzkm (vgl. oben) im Zieljahr 2030 <sup>19</sup>	0,69	1,04	1,40

<sup>16</sup> Vgl. Darstellung DA 2 im Anhang.

<sup>17</sup> Folgende Skalenwerte standen zur Auswahl: 0 = geringes oder gar kein Potenzial, d.h. Zunahme Besetzungsgrad um max. 0,008; 1 = mittelhohes Potenzial von 0,5-1%, d.h. Zunahme Besetzungsgrad zwischen 0,008 und 0,016; 2 = hohe Potenzial von 1-1,5%, d.h. Zunahme Besetzungsgrad zwischen 0,016 und 0,024; Sehr hohes Potenzial von 1,5%, d.h. Zunahme Besetzungsgrad um min. 0,024.

<sup>18</sup> Als Vergleichswert: Aufgrund einer Studie wurden dank Carsharing (Mobility) im Jahr 2020 31'000 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart [https://www.mobility.ch/fileadmin/files/about/media/media\\_releases/20200617-Mobility-Studie-Nachhaltigkeit-Interface.pdf](https://www.mobility.ch/fileadmin/files/about/media/media_releases/20200617-Mobility-Studie-Nachhaltigkeit-Interface.pdf).

<sup>19</sup> Der Bezug auf ein Lärmmass wie etwa Schalldruckpegel (dBA) ist im Rahmen der NISTRA nicht möglich.

Nutzen (+) / Kosten (-) in Mio. CHF pro Jahr			
CO <sub>2</sub>	21	32	43
Luftqualität	29	43	58
Lärm	9	14	19

Legende: Pkm = Personenkilometer; Fzkm = Fahrzeugkilometer

Die *Energieeinsparung* lässt sich anhand der Datenbank von mobitool.ch (die im Jahr 2020 aktualisiert wurde) errechnen.<sup>20</sup> Die Energieeinsparung für das Jahr 2030 aufgrund von vernetzter (multimodaler) Mobilität (inkl. Berücksichtigung des höheren Besetzungsgrads) variiert demzufolge zwischen 3'049 TJ (untere Bandbreite) und 6'229 TJ (obere Bandbreite). Anhand der im Stammbereich berechneten Verlagerungseffekten errechnet sich eine Einsparung von 4'588 TJ.

Die Auswirkungen von vernetzter (multimodaler) Mobilität auf den Raumverbrauch wurden im Rahmen dieser Studie nicht abgeschätzt. Grundsätzlich gehen wir davon aus, dass kaum mit kurz- und /oder langfristigen räumlichen Effekten zu rechnen ist, weil sich die Erreichbarkeiten ja nur relativ zu den verschiedenen Verkehrsmitteln verändert, absolut aber gleich bleiben.

Wird dieselbe Betrachtungsweise auch auf den *volkswirtschaftlichen* Nutzen der vernetzten (multimodalen) Mobilität aus Verlagerung, Erhöhung des PW-Besetzungsgrades und sinkendem Organisationsaufwand der ÖV-Reisenden angewendet – dieser wurde im Stammbereich für das Zieljahr 2030 auf 1'338 Mio. Franken veranschlagt – so liegt der untere Wert der Bandbreite bei 889 Mio. Franken der obere bei 1804 Mio. Franken.

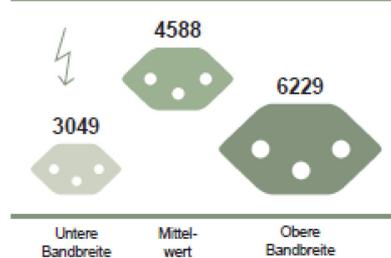
<sup>20</sup> Gemäss den aktuellsten mobitool-Faktoren (v2.1) beträgt der durchschnittliche Energieverbrauch eines Personenwagens 5,27 MJ pro Fahrzeugkilometer und der durchschnittliche Energieverbrauch des öffentlichen Verkehrs 0,79 MJ pro Personenkilometer. IN diesen Werten ist der Energieverbrauch für den direkten Betrieb, sowie der indirekte Energieverbrauch für Betrieb durch Energiebereitstellung, Fahrzeugunterhalt, Fahrzeugherstellung/-entsorgung, Fahrweg erhalten.

D 5.2: Bandbreiten der Umweltwirkungen von vernetzter (multimodaler) Mobilität<sup>21</sup>

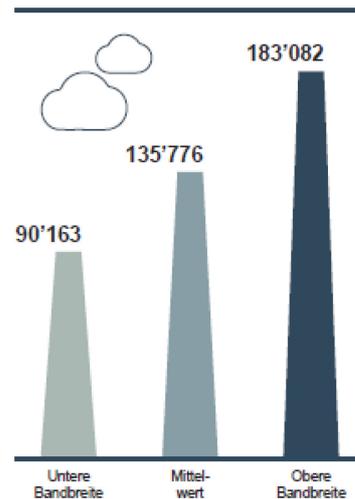
## Bandbreiten zu den Umweltwirkungen pro Jahr (Zieljahr 2030)

Basis: NISTRA / mobitool.ch

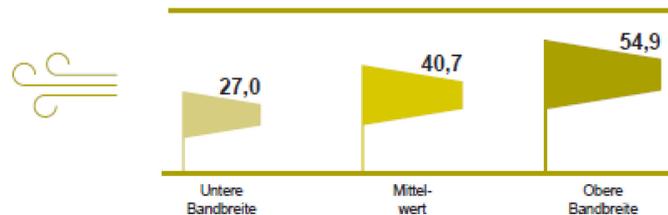
### Energie (Reduktion in Tonnen pro Jahr)



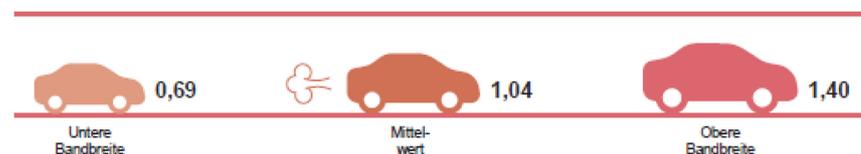
### CO<sub>2</sub> (Reduktion in Tonnen CO<sub>2</sub>)



### Luftqualität (Reduktion Feinstaub in Tonnen PM10)



### Lärm (Reduktion PW-Fahrleistungen in Mrd. Fahrzeugkilometer)



Quelle: NISTRA/mobitool.ch, eigene Berechnungen gemäss Stammbericht

<sup>21</sup> Die CO<sub>2</sub>-Einsparung entspricht zwischen etwa 45'000 (unterer Wert der Bandbreite) und etwa 91'500 (oberer Wert der Bandbreite) Flügen Zürich-New York und zurück. Quelle: [https://co2.myclimate.org/de/portfolios?calculation\\_id=4113715](https://co2.myclimate.org/de/portfolios?calculation_id=4113715) (Emissionen pro Flug: 2.0 t).

## 6. Fazit

Die Umweltwirkungen von vernetzter (multimodaler) Mobilität sind gemäss diesen Ergebnissen immer positiv, vernetzte (multimodale) Mobilität ist also nicht nur aus einer übergreifenden volkswirtschaftlichen Perspektive, sondern auch spezifisch bezogen auf die Umweltbilanz im Interesse der Allgemeinheit. Die Bandbreiten reflektieren, dass zehnjährige Prognosen immer mit beträchtlichen Unsicherheiten verbunden sind. Die in Prozent ausgedrückten Verlagerungen vom MIV auf den ÖV respektive die Erhöhung des Besetzungsgrads mögen klein wirken. Die in absoluten Zahlen ausgedrückten Umweltwirkungen sowie der damit einhergehende volkswirtschaftliche Nutzen zeigen jedoch, dass vernetzte (multimodale) Mobilität für die zukünftige Entwicklung eines nachhaltigen Verkehrssystems keineswegs zu vernachlässigen ist. Wichtiger als exakte Zahlen scheinen aber die Grössenordnungen und die Einschätzungen der Wirkungen auf die Marktakteure sowie die Überlegungen zur Steuerung durch die öffentliche Hand, wie sie im Stammbereich ausführlich dokumentiert sind.

# Anhang

**DA 1: Bestimmung der unteren und oberen Bandbreiten für die verkehrliche Verlagerung gemäss Einschätzungen der ExpertInnen aus Stammbereich**

Einschätzung Stammbereich			Einschätzung untere Bandbreite			Einschätzung obere Bandbreite			Verteilung der Antworten nach Skalenwert			
	Ø Skala (0-3)	Verlagerung in %		Ø Skala (0-3)	Verlagerung in %		Ø Skala (0-3)	Verlagerung in %	0	1	2	3
Arbeiten	0.86	0.68	Arbeiten	0	0.25	Arbeiten	2	1.25				
Agglo-Stadt	1.2	0.85	Agglo-Stadt	0	0.25	Agglo-Stadt	2	1.25	2	4	4	0
Land-Stadt	1	0.75	Land-Stadt	0	0.25	Land-Stadt	2	1.25	3	4	3	0
Stadt-Agglo	0.9	0.7	Stadt-Agglo	0	0.25	Stadt-Agglo	2	1.25	3	5	2	0
Stadt-Land	0.5	0.5	Stadt-Land	0	0.25	Stadt-Land	1	0.75	5	5	0	0
Stadt-Stadt	0.7	0.6	Stadt-Stadt	0	0.25	Stadt-Stadt	1	0.75	4	5	1	0
Begleitwege	0.7	0.6	Begleitwege	0	0.25	Begleitwege	1	0.75				
Stadt-Stadt	0.7	0.6	Stadt-Stadt	0	0.25	Stadt-Stadt	1	0.75	3	7	0	0
Einkaufen	0.7	0.6	Einkaufen	0	0.25	Einkaufen	1	0.75				
Stadt-Stadt	0.7	0.6	Stadt-Stadt	0	0.25	Stadt-Stadt	1	0.75	3	7	0	0
Freizeit	1.285714286	0.892857143	Freizeit	0	0.25	Freizeit	2	1.25				
Agglo-Agglo	1.6	1.05	Agglo-Agglo	1	0.75	Agglo-Agglo	2	1.25	0	4	6	0
Agglo-Stadt	1.8	1.15	Agglo-Stadt	1	0.75	Agglo-Stadt	2	1.25	0	2	8	0
Land-Land	0.1	0.3	Land-Land	0	0.25	Land-Land	0	0.25	9	1	0	0
Land-Stadt	1.2	0.85	Land-Stadt	1	0.75	Land-Stadt	2	1.25	1	6	3	0
Stadt-Agglo	1.7	1.1	Stadt-Agglo	1.7	1.1	Stadt-Agglo	2	1.25	1	1	8	0
Stadt-Land	1.2	0.85	Stadt-Land	1	0.75	Stadt-Land	2	1.25	0	8	2	0
Stadt-Stadt	1.4	0.95	Stadt-Stadt	1	0.75	Stadt-Stadt	2	1.25	1	4	5	0
Geschäftliche Tätigkeit	1.1	0.8	Geschäftliche Tätigkeit	0	0.25	Geschäftliche Tätigkeit	2	1.25				
Stadt-Stadt	1.1	0.8	Stadt-Stadt	0	0.25	Stadt-Stadt	2	1.25	2	5	3	0

Orange = Ausreisser; wird aus Betrachtung ausgeschlossen und Wert bei unterer/oberer Bandbreite wird entsprechend angepasst.

Quelle: Eigene Darstellung Interface

**DA 2: Bestimmung der unteren und oberen Bandbreiten für die Erhöhung des Besetzungsgrads gemäss Einschätzungen des Projektteams aus Stammbereich**

Anwendungsfall Nr.	Gemäss MZMV, Wege und Etappen Weg von	Weg bis	Skalenwert				Erhöhung des Besetzungsgrads				Ø (verwendet in Stammbereich)	Min. (untere Bandbreite)	Max. (obere Bandbreite)
			Person 1	Person 2	Person 3	Person 4	Person 1	Person 2	Person 3	Person 4			
<b>Pendelverkehr</b>													
1	Agglozentrum	Agglozentrum	+	0	+	+	0.0075	0.0025	0.0075	0.0075	0.625%	0.250%	0.750%
2	Agglozentrum	Agglogürtel	+	+	++	+	0.0075	0.0075	0.0125	0.0075	0.875%	0.750%	1.250%
3	Agglozentrum	Periurban	0	+	0	0	0.0025	0.0075	0.0025	0.0025	0.375%	0.250%	0.750%
4	Agglogürtel	Agglozentrum	+	0	+	++	0.0075	0.0025	0.0075	0.0125	0.750%	0.250%	1.250%
5	Periurban	Agglozentrum	0	+	0	+	0.0025	0.0075	0.0025	0.0075	0.500%	0.250%	0.750%
<b>Freizeitaktivität</b>													
6	Agglozentrum	Agglozentrum	++	+	+	+	0.0125	0.0075	0.0075	0.0075	0.875%	0.750%	1.250%
7	Agglogürtel	Agglozentrum	++	++	+	+	0.0125	0.0125	0.0075	0.0075	1.000%	0.750%	1.250%
8	Agglozentrum	Periurban	+	++	0	0	0.0075	0.0125	0.0025	0.0025	0.625%	0.250%	1.250%
9	Agglogürtel	Agglogürtel	+	+	0	+	0.0075	0.0075	0.0025	0.0075	0.625%	0.250%	0.750%
10	Periurban	Agglozentrum	+	+	0	0	0.0075	0.0075	0.0025	0.0025	0.500%	0.250%	0.750%
11	Agglozentrum	Agglogürtel	++	+	+	+	0.0125	0.0075	0.0075	0.0075	0.875%	0.750%	1.250%
12	Periurban	Periurban	+	+	0	0	0.0075	0.0075	0.0025	0.0025	0.500%	0.250%	0.750%
<b>Einkaufen</b>													
13	Agglozentrum	Agglozentrum	0	0	0	0	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.250%	0.250%	0.250%
<b>Begleitwege, Besorgungen und Inanspruchnahme von Dienstleistungen</b>													
14	Agglozentrum	Agglozentrum	0	0	+	+	0.0025	0.0025	0.0075	0.0075	0.500%	0.250%	0.750%
<b>Geschäftliche Tätigkeit</b>													
15	Agglozentrum	Agglozentrum	0	0	0	+	0.0025	0.0025	0.0025	0.0075	0.375%	0.250%	0.750%

Quelle: Eigene Darstellung Interface