

SPEZIFISCHE ENERGIEEFFIZIENZ-ANA-LYSE DES SCHIENENVERKEHRS

Bericht der SCHIG mbH

24.10.2022

Zertifiziert nach ISO 9001



INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einieltung: Fragestellung und Anlasse für diese Ontersuchung	4
2.	Methodik	6
2.1.	Recherche zu Strom- und Treibstoffverbräuchen von Fahrzeugen mit Elektro- oder Verbrennungsmotor und deren Vergleich	6
2.2.	Systemabgrenzung im Vergleich unterschiedlicher Energieträger und Antriebssysteme	11
2.3.	Energieverbräuche für Beispielzüge aus FBS/iPLAN, EcoTransIT und EcoPassenger	
2.4.	Sitzplatzkapazitäten und Fahrgastraumvolumina	16
2.5.	Auslastungsgrade und Leerfahrtenanteile sowie Dichte der beförderten Güter	18
2.5.1.	Auslastungsgrade im Personenverkehr	
2.6.	Dichte der beförderten Güter und Kapazitäten der Güterwagen bzw. LkwLkw	
2.7.	Leerfahrtenanteile und Auslastungsgrade im Güterverkehr	
2.8.	Emissionsfaktoren pro Verkehrsleistung oder Treibstoffverbrauch sowie Berücksichtigung v	
2.9.	Emissionen im Zusammenhang mit Traktionsbatterien	
2.9. 2.10.	Treibstoffverbräuche von Flug- und Schiffsverkehr	
2.10.		
3.	Ergebnisse	34
3.1.	Güterverkehr	34
3.1.1.	Auf Gesamtflotten aggregierte Vergleiche elektrisch betriebener Güterverkehrsmittel	
	untereinander	34
3.1.2.	Detailvergleiche unter Berücksichtigung unterschiedlicher Charakteristika von Zügen und	
	beförderten Gütern	36
3.1.2.1.	Vergleich der Energieeffizienz elektrischer Verkehrsmittel untereinander	36
3.2.	Personenverkehr	41
3.2.1.	Auf Gesamtflotten aggregierte Vergleiche elektrisch betriebener Personenverkehrsmittel	
	untereinander	41
3.2.2.	Detailvergleiche unter Berücksichtigung von Charakteristika der Fahrzeuge und der	
	Betriebsweise	43
3.2.2.1.	Vergleich der Energieeffizienz elektrischer Verkehrsmittel untereinander	43
3.2.2.2.	Vergleich der Treibhausgasintensität elektrischer und fossil betriebener Verkehrsmittel	52
3.3.	Vergleich des Treibhausgas-Einsparungspotenzials pro Zugkilometer	55
4.	Ergänzende Überlegungen zu weiteren Vor- und Nachteilen der unterschiedlich	nen
Verkehr	smittel und deren möglicher zukünftiger Entwicklung	60
4.1.	Plausibilität und Restriktionen der Umstellung verschiedener Verkehrsmittel auf	
	fossilenergiefreie Antriebe	
4.2.	Mögliche Veränderungen in der Struktur der transportierten Güter	
4.3. 4.4.	Netzwerk- und Lebensstileffekte	
т.т.	r iausidiilaa uitu kesti ikuotieti voit vei keiti svertagerungen	00



4.5.	Sonstige externe Effekte und soziale Rahmenbedingungen	68
5.	Anhang: Detaillierte Vergleichstabelle der möglichen Treibhaus	gaseinsparungen pro
Zugkilo	ometer	70
6.	Verzeichnisse	87
6.1.	Abbildungsverzeichnis	87
6.2.	Tabellenverzeichnis	88
6.3.	Abkürzungsverzeichnis	89
6.4.	Quellenverzeichnis	90
6.4.1.	Quellen zu Abbildung I	
642	Ührige Quellen als Endnoten	91



I. EINLEITUNG: FRAGESTELLUNG UND AN-LÄSSE FÜR DIESE UNTERSUCHUNG

Umweltvergleiche zwischen unterschiedlichen Verkehrsmitteln weisen regelmäßig einen großen Vorsprung der Eisenbahn gegenüber anderen Verkehrsträgern im Sinne besonders geringer Treibhausgasemissionen pro Beförderungsleistung aus. Die Treibhausgasintensität der einzelnen Verkehrsmittel hängt von folgenden Faktoren ab:

- 1. Fahrwiderstand bzw. Nutzenergieverbrauch pro Bruttomasse im Güterverkehr bzw. pro Fahrgastraumvolumen im Personenverkehr
- 2. Nutzlastanteil im Güterverkehr bzw. Platzdichte im Personenverkehr
- 3. Auslastungsgrade
- 4. Treibhausgasintensität des Antriebsenergieträgers

Eine weitere Einflussgröße wäre der Umwegfaktor im Sinne der vom Verkehrsmittel zurückgelegten Entfernung dividiert durch die Luftlinienentfernung, mangels brauchbarer Quellen wurde dieser Einflussfaktor aber nicht berücksichtigt.

Beim Vergleich der Eisenbahn mit anderen Verkehrsmitteln wirken häufig Unterschiede in allen vier Kategorien gleichzeitig. Besonders wirksam für das Vergleichsergebnis ist der vierte Punkt, erstens, weil bislang die Eisenbahn überwiegend elektrisch, die anderen Verkehrsmittel hingegen bislang überwiegend mit Verbrennungsmotoren und fossilen Energieträgern betrieben werden, und zweitens, weil die Treibhausgasemissionen der Stromerzeugung je nach unterstellter Herkunft des (zusätzlich benötigten!) Stroms um mehr als den Faktor 10 schwanken können¹⁸.

Infolge der großen technologischen und politischen Anstrengungen zum Ersatz von Verbrennungsmotoren durch elektrische Antriebe einschließlich auf Basis elektrischer Energie erzeugter Energieträger (Wasserstoff oder synthetische Flugtreibstoffe) sind die Verkehrsverlagerung von klimaschädlicheren zu klimafreundlicheren Verkehrsmitteln und die Verbesserung der Klimaverträglichkeit innerhalb des gleichen Verkehrsmittels zunehmend als alternative Lösungsansätze zur Erreichung desselben Ziels zu verstehen. Dies gilt insofern umso mehr, als es ohnehin nicht realistisch wäre, eine



Dekarbonisierungⁱ des Verkehrswesens bis zum Jahr 2040 oder 2050 im Wesentlichen durch eine Verlagerung auf die Eisenbahn zu bewerkstelligen, weil dies eine Vervielfachung des Eisenbahnverkehrs erfordern würde, das bestehende Bahnnetz jedoch über weite Strecken bereits ausgelastet ist und so umfangreiche Netzausbauten weder hinsichtlich des Investitionsaufwandes noch hinsichtlich der Planungs-, Genehmigungs- und Bauzeiträume umsetzbar erscheinen.

In welchen Bereichen eher eine verkehrsträgerübergreifende Verkehrsverlagerung oder eine Dekarbonisierung des jeweiligen Verkehrsträgers zweckmäßig ist, hängt einerseits von der technischen Machbarkeit bzw. dem antriebsspezifischen Technologieaufwand ab und andererseits von der Energieeffizienz bei gleicher Antriebsart. Mit dieser Untersuchung soll insbesondere die letztere Fragestellung beantwortet werden: Wo hat die Eisenbahn weiterhin den größten Klimavorteil, auch wenn eine breitere, unmittelbare oder mittelbare Elektrifizierung anderer Verkehrsträger in Betracht gezogen wird?

¹ Unter dem prägnanten und in der öffentlichen Diskussion zunehmend eingeführten Begriff "Dekarbonisierung" ist im Rahmen dieses Berichts der Ausstieg aus fossilen Energieträgern zu verstehen. Dies schließt einen fortdauernden Einsatz von klimaneutralen Biotreibstoffen oder synthetischen Treibstoffen nicht aus, auch wenn sie Kohlenstoff enthalten.

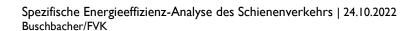
=M 0019 R



2. METHODIK

2.1. Recherche zu Strom- und Treibstoffverbräuchen von Fahrzeugen mit Elektro- oder Verbrennungsmotor und deren Vergleich

Zunächst wurde für unterschiedliche Straßenfahrzeuge (Pkw, Busse und Lkw) versucht, aus Internet-Quellen konkrete Verbrauchsangaben zu finden. Dabei wurde gezielt nach gleichartigen Fahrzeugen gesucht, welche sowohl in einer Version mit Verbrennungsmotor als auch in einer ansonsten weitgehend gleichartigen Version mit Elektromotor angeboten werden. Daraus wurde ein Verhältnis ermittelt, mit wieviel kWh elektrischer Energie unter realen Verkehrsverhältnissen (bzw. den Fahrzyklus-Testbedingungen, die diesen möglichst nahekommen sollen) die gleiche Bewegungsenergie aufgebracht werden kann wie mit einem Liter Dieselkraftstoff. Daraus ergeben sich die in Abbildung I gezeigten Verhältnisse:





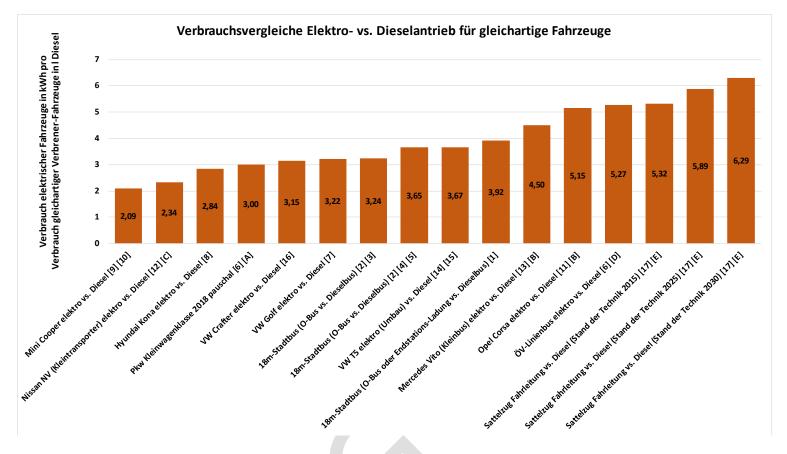


Abbildung I: Verhältnis von elektrischem Energiebedarf in kWh zu Kraftstoffverbrauch in I Diesel ansonsten gleichartiger Fahrzeuge ($^{[1]}$ bis $^{[17]}$ siehe Quellenverzeichnis)

- [A] Trotz gleicher Fahrzeugklasse könnte das elektrische Fahrzeug im Durchschnitt kleiner sein.
- [B] Stark vom Durchschnitt abweichender Wert könnte dadurch bedingt sein, dass das elektrische Fahrzeug nach WLTP und das Verbrennerfahrzeug nach NEFZ getestet wurden.
- [C] Der Verbrauch wurde aus Kapazität und Reichweite errechnet, es wurde eine Reservekapazität von 20 % am Ende der Reichweite angenommen.
- [D] Vermutlich stark abweichende Größen und Einsatzgebiete jeweils Durchschnitt der vorhandenen Elektro- und Dieselbusse
- [E] Anwendung eines speziellen Güter-Fernverkehrszyklus, Verbrauch ab der Einspeisung vom Stromnetz ins Unterwerk der Straßenfahrleitung

Es zeigt sich, dass mit Ausnahme eines Ausreißerwerts (Opel Corsa) zur Elektrifizierung des Verkehrs mit größeren Fahrzeugen (Busse & Lkw) in Relation zum bisherigen Dieselverbrauch mehr Strom benötigt würde als zur Elektrifizierung von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen. Besonders auffällig sind die hohen Werte für die Fahrleitungs-Lkw gemäß der StratOn-Studie¹⁹. Nach einer Rückfrage bei den Autor:innen, die auf konkrete Beispielmodelle²⁰ und Fernverkehrs-Fahrzyklen verwiesen haben²¹, gibt es dazu folgende Hintergründe:



- Für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor ist eine Lkw-Langstreckenfahrt auf der Autobahn ein überdurchschnittlich energieeffizienter Anwendungsfall, weil kaum Beschleunigungsvorgänge nötig sind und der Motor konstant an einem günstigen Betriebspunkt mit relativ hohem Wirkungsgrad laufen kann. Bei einem Elektrofahrzeug bewirkt hingegen in erster Linie der bei höheren Geschwindigkeiten überproportional steigende Luftwiderstand einen erhöhten Stromverbrauch, während bei geringeren Geschwindigkeiten auch keine schlechteren Wirkungsgrade auftreten und Stop-&-Go-Verluste, anders als bei Verbrennerfahrzeugen, rekuperiert werden können.
- Die für den Zeitraum 2015 bis 2030 dank technischer Weiterentwicklung des Verbrennungsmotor-Fahrzeugs zu erzielenden Verbrauchsreduktionen erscheinen sehr optimistisch: Unter Berücksichtigung des Heizwerts von Dieselkraftstoff (9,7 kWh/l²²) würde ein Äquivalenzverhältnis von 6,29 kWh Stromverbrauch pro Liter Dieselverbrauch bedeuten, dass der elektrische Antrieb in der Betrachtung ab Tank bzw. Stromnetz nur noch um das 1,54-fache effizienter wäre als der Dieselantrieb. Bei einem maximal erreichbaren, effektiven Wirkungsgrad von Lkw-Dieselmotoren um 45 %²³ würde dies einen ebenso optimalen elektrischen Wirkungsgrad (Fahrleitung + Pantograph + Motor) von nur 69 % ergeben.

Für den Bereich der Pkw und leichten Nutzfahrzeuge (einschließlich Kleinbusse) wurde daher im Weiteren davon ausgegangen, dass anstelle eines Liter Dieselkraftstoff 3,3 kWh elektrischer Energie benötigt werden, bei Fernbussen und schweren Nutzfahrzeugen sowie bisher mit Diesel betriebenen Schienenfahrzeugen hingegen 5,3 kWh. Für Busse im Regionalverkehr wurde der Mittelwert, also ein Verhältnis von 4,3 kWh Stromverbrauch anstelle eines Liters Dieselkraftstoff unterstellt.

Als weitere Quellen zu Energieverbräuchen bezogen auf Fahrzeug-Fahrleistung wurden ausgewertet:

Literaturwerte zu Verbrauch, Emissionsfaktor, Reichweite oder Batteriekapazität	Wert	Einheit	Quelle			
Flottenverbrauch der österreichischen Diesel-Pkw-Bestandsflotte 2018	6,6	1 / 100 km	VCO: Realer Spritverbrauch von Österreichs Diesel-Pkw-Flotte stagniert seit zehn Jahren: https://www.vcoe.at/presse/presseaussendungen/detail/realer-spritverbrauch-von-oesterreichsdiesel-pkw-flotte-stagniert-seit-zehn-jahren-5853			
Reisebus, keine brauchbare Größenangabe	28	I / 100 km	Alexander Süßmann, Markus Lienkamp: Technische Möglichkeiten für die Reduktion der CO2- Emissionen von Nutzfahrzeugen: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/in- dex/docId/1357/file/F103b_nurELBA.pdf; 14.1.2020			
Reisebus "ÖV-Reisebusse im Jahr 2020"	28,2	I / 100 km	Umweltbundesamt: Dokumentation Emissionskennzahlen Verkehrsmittel: https://www.umwelt-			
Linienbus "ÖV-Reisebusse im Jahr 2020"	33	I / 100 km	bundesamt.at/fileadmin/site/themen/mobilitaet/daten/ekz_doku_verkehrsmittel.pdf; 30.7.2020			
13-m-Reisebus "Futura", 1000-km-Test überwiegend Autobahn + Landstraße	21,2	I / 100 km	Wolfgang Tschakert: Alles neu im Heck: https://busfahrt.com/component/k2/alles-neu-im-heck; 14.1.2020			
14-m-Stockbus Setra 531, 1000-km-Test überwiegend Autobahn + Landstraße	24,63	I / 100 km	Wolfgang Tschakert: So gut ist das neue Flaggschiff: https://busfahrt.com/component/k2/so-gut-ist-das-neue-flaggschiff; 14.1.2020			
12-m-Niederflur-Regionalbus Setra S 415 LE Business; Testfahrt Überlandlinie mit ∅ 51 km/h	26,03	I / 100 km	Wolfgang Tschakert: Mit Talent für Stadt und Land: https://busfahrt.com/images/stories/testberichte/setra_business_0716.pdf ; 14.10.2022			
15-m-Niederflur-Regionalbus Setra S 418 LE Business; Landstraße, schwere Topo- grafie, 29 Halte, Ø 37,29 km/h	41,7	I / 100 km	Wolfgang Tschakert: Regionalverkehr mit klassischen Tugenden: https://busfahrt.com/images/stories/testberichte/setra_s418_le_business_0920.pdf; 14.10.2022			
Emissionsfaktor Treibhausgase Fernbus Standard	730	g/Fzg-km	Frank Bruns et.al.: Bestandsaufnahme zu den Auswirkungen von Fernbusreisen auf Verkehrsent- wicklung und Emissionen in Deutschland: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-04-26_texte_33-2018_vergleich_verkehrstraeger_fern- busse_teil3.pdf; 14.1.2014			
Emissionsfaktor Treibhausgase Fernbus 3-Achser	830	g/Fzg-km				



Emissionsfaktor Treibhausgase Fernbus Flottenmix	770	g/Fzg-km				
Lkw LNF < 3,5 t	8,7	I / 100 km				
Lkw SNF 3,5 - 18 t		1 / 100 km				
Lkw SNF > 18 t		I / 100 km	Umweltbundesamt: Dokumentation Emissionskennzahlen Verkehrsmittel: https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/mobilitaet/daten/ekz_doku_verkehrsmittel.pdf; 30.7.2020			
Sattelzüge 40 t	34,4	I / 100 km				
Durchschnitt Lkw SNF 3,5 - 40 t	30,2	1 / 100 km				
Mittlere CO ₂ -Emissionen der in Österreich 2017 neu zugelassenen Diesel-Pkw	124,5	g/Fzg-km	Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus: Statusbericht zu den CO ₂ :Emissionen neu zugelassener Pkw in Österreich im Jahr 2017: https://www.bmlrt.gv.at/dam/jcr:75610063-f908-429a-a8e4-d7c951a9ee83/CO2-Monitoring_Pkw%202017.pdf; 29.4.2020			
generischer Sattelzug 2014	34	I / 100 km	Christoph Heidt et.al.: Entwicklung und Bewertung von Maßnahmen zur Verminderung von CO2- Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/fi-			
TREMOD-Ansatz für 40-t-Sattelzug 2014	30,5	I / 100 km	les/medien/1410/publikationen/2019-02-19_texte_12-2019_co2-minderung-schwere-nutzfahrzeuge.pdf; 14.1.2020			
"Üblicher Wert für Euro-6-Lkw", Stand 2016	34,75	I / 100 km	Dekra: Scania R730 Topline im Test: https://www.dekra.net/de/scania-r730-topline-im-test/; 14.1.2020			
"Klassenmittelwert" Sattelauflieger Teil- last (12,5 t Nutzlast) 2012	27,9	I / 100 km	Hans-Jürgen Wildhage: http://www.gueterverkehr-online.de/fileadmin/user_upload/Gueterver-			
"Klassenmittelwert" Sattelauflieger Voll- last (25 t Nutzlast) 2012	35,5	I / 100 km	kehr/Fahrberichte_Premieren/GV-09_2012_MB_Actros_1845_Euro5.pdf; 14,1,2020			
Sattelzugmaschine im Fernverkehrs-Zyklus, Stand der Technik 2015	33,1	I / 100 km				
Sattelzugmaschine im Fernverkehrs-Zyklus, Stand der Technik 2025	27	I / 100 km	Sven Kühnel et.al.: Oberleitungs-Lkw im Kontextweiterer Antriebs- und Energieversorgungsoptionen für den Straßengüterfernverkehr: https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/StratON-O-Lkw-			
Sattelzugmaschine im Fernverkehrs-Zyklus, Stand der Technik 2030	24	I / 100 km	Technologievergleich-2018.pdf; 20.10.2020, S-33-34			
Microlino - Reichweite klein	125	km				
Microlino - Reichweite groß	200	km	M: 1: AC L.: // : 1: 141 2020			
Microlino - Kapazität klein	8	kWh	Microlino AG: https://microlino-car.com/de/microlino; 14.1.2020			
Microlino - Kapazität groß	14,4	kWh				
Mercedes EQC	16,7	kWh/100 km	Wikipedia: Mercedes-Benz N 293: https://de.wikipedia.org/wiki/Mercedes-Benz_N_293			
Renault Twizy (NEFC/ECE 15 - Stadtzyklus)	6,3	kWh/100 km	Wikipedia: Renault Twizy: https://de.wikipedia.org/wiki/Renault_Twizy; 14.1.2020			
Iveco Daily 4100 L / H2 / 170 PS	8,5	I / 100 km	lveco: Konfigurator Daily Van: https://www.iveco.com/germany/Documents/Configurator/Bro-chure/Dailyvan_DE.pdf; 14.1.2020			
Treibhausgasemission Diesel inkl. Vorkette und Nicht-CO ₂ -Treibhausgase	3080	g/I	Umweltbundesamt: Berechnung von Treibhausgas (THG)-Emissionen verschiedener Energieträger: https://secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html; 14.1.2020			
Aus den genannten Daten errechnete Ver	brauchs	werte:				
ergibt Treibstoffverbrauch Fernbus Standard	23,7	1 / 100 km	entspricht vermutlich einstöckigen Bussen			
ergibt Treibstoffverbrauch Fernbus 3-Achser	26,9	1 / 100 km	entspricht vermutlich Stockbussen			
ergibt Treibstoffverbrauch Fernbus Flottenmix	25	1 / 100 km				
Flottenverbrauch der 2017 in Österreich neu zugelassenen Diesel-Pkw	4,7	I / 100 km				
ergibt Verbrauch Microlino klein	5,12	kWh/100 km	Annahme: 20 % Kapazitätsreserve			
ergibt Verbrauch Microlino groß	5,76	kWh/100 km	Annahme: 20 % Kapazitätsreserve			

Tabelle I: Erhobene Energieverbrauchswerte und dazu verwendete Quellen

Aus den in Abbildung I und Tabelle I dokumentierten Werten wurden für die weiteren Vergleiche folgende Beispiele von Straßen-Personenverkehrsmitteln ausgewählt:

2-Sitzer-Leichtelektromobil in Nebeneinander-Anordnung: Microlino (Umrechnung aus Reichweite und Batteriekapazität ergibt 5,4 kWh/100 km)



- 2-Sitzer-Leichtelektromobil in Hintereinander-Anordnung: Renault Twizy (Umrechnung aus Reichweite und Batteriekapazität ergibt 6,3 kWh/100 km)
- Elektro-Kleinwagen: Golf VII (12,7 kWh/100 km)
- Elektro-Mittelklassewagen: Hyundai Kona (13,9 kWh/100 km)
- Elektro-Oberklassewagen: Mercedes EQC (16,7 kWh/100 km)
- Flottendurchschnitt der österreichischen Neuwagen des Jahres 2017 (Umrechnung aus Treibstoffverbrauch ergibt 15 kWh/100 km)
- Flottendurchschnitt des österreichischen Pkw-Bestands des Jahres 2018 (Umrechnung aus Treibstoffverbrauch ergibt 22 kWh/100 km)
- 9-Sitzer-Kleinbus: VW T5 (Elektro-Umbau 22 kWh/100 km)
- 23-Sitzer-Kleinbus: Iveco Daily 4100 L / H2 / 170 PS (Umrechnung aus Treibstoffverbrauch ergibt 28 kWh/100 km)
- 41-Sitzer-12-m-Regionalbus: Setra S415 LE Business (Umrechnung aus Treibstoffverbrauch ergibt 138 kWh/100 km)
- Fernbus einstöckig ("Standard"): Umrechnung aus Emissionsfaktor und Treibstoffverbrauch ergibt 126 kWh/100 km
- Fernbus doppelstöckig ("3-Achser"): Umrechnung aus Emissionsfaktor und Treibstoffverbrauch ergibt 143 kWh/100 km

Im Personenverkehr wurde die Abhängigkeit des Energieverbrauchs vom Besetzungsgrad (Mehrverbrauch durch Mehrgewicht zusätzlich mitfahrender Personen) vernachlässigt, im Güterverkehr wurde die einzige vorliegende Quelle zu Treibstoffverbräuchen bei Voll- und Teillast herangezogen²⁴, um den Einfluss verschieden schwerer Güter und verschiedener Auslastungsgrade berücksichtigen zu können.

Zum Vergleich mit dem Schienengüterverkehr wurden folgende Varianten des Straßengüterverkehrs betrachtet:

- Reiner Akkubetrieb
- Reiner Fahrdrahtbetrieb (Elektrifizierung von Autobahnen und ggf. anderen hochrangigen Straßen mit Fahrleitungen)
- Akku-Fahrdraht-Hybrid-Betrieb



Schwerpunktmäßig wurde der Langstreckenverkehr mit Sattelkraftfahrzeugen auf Autobahnen und Landstraßen betrachtet, da ein kleinräumigerer, feiner verteilender Güterverkehr mit kleineren Sendungsgrößen auf der Vollbahn auch nicht bzw. nur als ebenso straßengebundener Vor- und Nachlauf stattfindet.

2.2. Systemabgrenzung im Vergleich unterschiedlicher Energieträger und Antriebssysteme

Um das Ziel eines korrekten, aussagekräftigen Vergleichs zwischen unterschiedlichen Verkehrsmitteln und Antriebstechnologien im Rahmen der verfügbaren Quellen möglichst gut zu erreichen, wurde folgende Abgrenzung getroffen:

- Bei batterieelektrischen Fahrzeugen wird angenommen, dass sich die Stromverbrauchsangaben auf den Energieverbrauch ab dem Ladestecker beziehen. Die verfügbare Antriebsenergie am Rad ist also um den Wirkungsgrad der Batterie geringer, der Verbrauch elektrischer Energie um den Kehrwert des Wirkungsgrades des Stromnetzes höher.
- Bei der elektrifizierten Eisenbahn (Vollbahn mit Hochspannungs-Wechselstrom-Fahrleitung)
 wurden folgende Annahmen getroffen:
 - Literaturangaben zum Energieverbrauch der Eisenbahn sind ab Stromabnehmer zu verstehen.
 - Die Leitungsverluste vom Kraftwerk bis zum Stromabnehmer sind gleich wie vom Kraftwerk bis zum Ladestecker eines batterieelektrischen Fahrzeugs.
 - Nachdem bei den detaillierten Energieverbrauchsrechnungen für bestimmte Zuggarnituren (siehe 2.3.) die Möglichkeiten der Rekuperation (Bremsstromrückspeisung) nicht explizit berücksichtigt werden konnten, wurde angenommen, dass diese die Wirkungsgradverluste des (Elektro-)Antriebs sowie die Nebenverbräuche kompensieren.
- Beim Akkubetrieb auf der Eisenbahn wurden die Verbräuche zusätzlich mit dem Kehrwert des Batteriewirkungsgrades multipliziert, um bei gleichem Antriebsenergiebedarf ab dem Treibrad korrekt den entsprechend höheren Verbrauchswert ab Fahrdraht abzubilden. Im Fahrdraht-Akku-Hybridbetrieb wurde angenommen, dass die Hälfte der benötigten Antriebsenergie im Akku zwischengespeichert wird und die andere Hälfte direkt auf fahrdrahtelektrifizierten Abschnitten verbraucht wird. Bei einem angenommenen Batteriewirkungsgrad von 90 %25 verbraucht somit im Vollbahn-Bereich ein reines Akku-Fahrzeug um 11 % und ein Akku-Fahrdraht-Hybrid-Fahrzeug um 6 % mehr elektrische Energie als ein fahrdrahtelektrisches Fahrzeug.



 Für den Energieverbrauch des fahrdrahtelektrifizierten Straßenverkehrs bzw. die Hochrechnung von Treibstoffverbräuchen verbrennungsmotorbetriebener Busse und Lkw auf fahrdrahtelektrifizierte Fahrzeuge wurden aus der "StratOn"-Studie²⁶ die Werte "ab Stromnetz" herangezogen, in die bereits ein 10-prozentiger Leitungsverlust in den mit Niederspannung betriebenen Fahrleitungen eingerechnet ist.

• Für den Stromverbrauch für wasserstoffbetriebene Fahrzeuge wurden folgende Teilwirkungsgrade der Energieumwandlungen zwischen Stromnetz und Elektromotor²⁷ miteinander multipliziert:

Elektrolyse: 70 %

Kompression und Transport des Wasserstoffs: 80 %

Brennstoffzelle: 60 %

Daraus ergibt sich ein Gesamtwirkungsgrad von Stromnetz bis Fahrzeugmotor von 34%. Eine Gegenüberstellung mit dem 90-prozentigen Batteriewirkungsgrad ergibt bei gleicher Antriebsleistung am Rad den 2,7-fachen Stromverbrauch ab Stromnetz.

 Für den Stromverbrauch für mit synthetischen Treibstoffen ("eFuels", "SynFuels", "PtL") betriebene Flugzeuge und Schiffe fand wiederum folgende Kette von Wirkungsgraden²⁸ Berücksichtigung:

Elektrolyse: 70 %

/0 /6

Power-To-Liquid-Prozess: 70 %

Ferntransport des fertigen Treibstoffs: 95 %

Daraus ergibt sich ein Wirkungsgrad vom 47 % ab dem Stromnetz bis zum Heizwert des auf diese Weise hergestellten Treibstoffs, der seinerseits nur mit den großen Verlusten einer Verbrennungskraftmaschine in mechanische Energie umgesetzt werden kann. Der elektrische Energieverbrauch mit synthetischen Treibstoffen betriebener Flugzeuge oder Schiffe errechnet sich somit aus deren Energieverbrauch in Treibstoffmenge pro Verkehrsleistung multipliziert mit dem spezifischen Heizwert und dividiert durch diesen Wirkungsgrad.

Der Einsatz von Wasserstoff oder synthetischen Treibstoffen wurde nur für den Vergleich der Energieeffizienz erwogen, nicht zur Berechnung von Treibhausgasemissionen, da ein Einsatz dieser Sekundärenergieträger ohne vollständige Dekarbonisierung der Stromerzeugung nicht zielführend wäre, weil aufgrund der geringen Wirkungsgrade der Energieumwandlung jedenfalls mehr Treibhausgase bei der Stromerzeugung emittiert als am Fahrzeug vermieden würden.



Beim Vergleich von Treibhausgasemissionen wurden, so gut das entsprechend der Quellenlage bzw. der Dokumentation der Quellen möglich war, stets alle Treibhausgase (CO₂ und übrige) berücksichtigt und es wurden sowohl die direkten Emissionen berücksichtigt als auch die indirekten Emissionen der Energiebereitstellung (z.B. Umwandlungsverluste in Raffinerien, Emissionen beim Bau von Kraftwerken). Nicht berücksichtigt wurde hingegen die in den Fahrzeugen und der Verkehrsinfrastruktur enthaltene "graue Energie" bzw. die Treibhausgasemissionen bei Errichtung, Instandhaltung und Entsorgung von Fahrzeugen und Verkehrsinfrastruktur. Die zusätzlichen Treibhausgasemissionen der Herstellung von batterieelektrischen Fahrzeugen (zusätzlich zu verbrennungsmotor- oder fahrleitungsbetriebenen) wurden allerdings als Teil der indirekten Emissionen der Energiebereitstellung betrachtet und hinzugerechnet (siehe auch 2.8.). Eine Berücksichtigung der Emissionen von Verkehrsinfrastruktur und Fahrzeugen wäre zwar wünschenswert, hätte den Umfang dieses Berichts jedoch gesprengt.

2.3. Energieverbräuche für Beispielzüge aus FBS/iPLAN, EcoTransIT und EcoPassenger

Der Energieverbrauch der Eisenbahn in den betrachteten und hinsichtlich ihrer Bedeutung für den Klimaschutz verglichenen Verkehrssegmenten wurde anhand von Beispielzügen in der Fahrplansoftware FBS/iPLAN ermittelt:

- Güterverkehr:
 - Als Beispielstrecke bzw. Laufweg wurde einheitlich Bregenz Wien herangezogen, in der Hoffnung, damit eine für Österreich halbwegs repräsentative Topographiemischung zu berücksichtigen. Dabei wurden folgende Zwischenhalte eingeplant:
 - Landeck-Zams
 - Innsbruck
 - Abzweigung Rosenheim Süd
 - Salzburg
 - Linz
 - Verglichene Beispielzüge:
 - Ganzzug mit Stückgutwagen und 700 m Zuglänge (für Volumengüter gemäß Abschnitt 2.5.), Fahrzeughöchstgeschwindigkeit 90 km/h
 - Ganzzug mit Stückgutwagen und 350 m Zuglänge (für Volumengüter gemäß Abschnitt 2.5.), Fahrzeughöchstgeschwindigkeit 90 km/h



- Zug des intermodalen Verkehrs (Taschenwagen mit Trailern) mit 700 m
 Zuglänge (für Volumengüter gemäß Abschnitt 2.5.), Fahrzeughöchstgeschwindigkeit 90 km/h
- Zug des intermodalen Verkehrs (Taschenwagen mit Trailern) mit 350 m
 Zuglänge (für Volumengüter gemäß Abschnitt 2.5.), Fahrzeughöchstgeschwindigkeit 90 km/h
- Verschubfahrt der Flächenbedienung mit drei Wagen (85 m Zuglänge) für Volumengüter gemäß Abschnitt 2.5. mit Lok-Leerfahrt vor bzw. nach der Anschlussbahn- oder Ladestellenbedienung, Fahrzeughöchstgeschwindigkeit 50 km/h
- Verschubfahrt der Flächenbedienung mit drei Wagen (85 m Zuglänge) für Volumengüter gemäß Abschnitt 2.5. ohne Lok-Leerfahrt vor bzw. nach der Anschlussbahn- oder Ladestellenbedienung, Fahrzeughöchstgeschwindigkeit 50 km/h
- Ganzzug mit Schüttgutwagen und 450 m Zuglänge (für Massengüter gemäß Abschnitt 2.5.), Fahrzeughöchstgeschwindigkeit 70 km/h
- Ganzzug mit Schüttgutwagen und 225 m Zuglänge (für Massengüter gemäß Abschnitt 2.5.), Fahrzeughöchstgeschwindigkeit 70 km/h
- Verschubfahrt der Flächenbedienung mit fünf Wagen (85 m Zuglänge) für Massengüter gemäß Abschnitt 2.5. mit Lok-Leerfahrt vor bzw. nach der Anschlussbahnbedienung, Fahrzeughöchstgeschwindigkeit 50 km/h
- Verschubfahrt der Flächenbedienung mit fünf Wagen (85 m Zuglänge) für Massengüter gemäß Abschnitt 2.5. ohne Lok-Leerfahrt vor bzw. nach der Anschlussbahnbedienung, Fahrzeughöchstgeschwindigkeit 50 km/h

Für die Verschubfahrten wurde als Triebfahrzeug eine 80 t schwere elektrische Verschublok eingeplant, für die übrigen Güterzüge eine Lok der Type Siemens ES64U2. Zusätzliche Vorspannlokomotiven wurden stets nur für jene Abschnitte eingeplant, auf denen sie aufgrund der Steigungsverhältnisse und des Zuggewichts tatsächlich benötigt wurden.

Die Fahrzeughöchstgeschwindigkeiten wurden bewusst niedriger angesetzt, als dies dem Stand der Technik entspricht, um zu berücksichtigen, dass im Sinne energiesparender Fahrweise und in Anbetracht der jeweiligen betrieblichen Situation die eigentliche Fahrzeug- und Streckenhöchstgeschwindigkeit häufig nicht ausgenutzt wird. Auch für die Güterzüge wurde bewusst die Fahrwiderstandsformel für Reisezugwagen verwendet (Begründung siehe 2.10.).



• Personenverkehr:

- O Beispielstrecken und -zugläufe bzw. -haltemuster:
 - Innerstädtische S-Bahn: Nahverkehrszug Handelskai Hütteldorf & retour (8 Zwischenhalte)
 - Schneller Nahverkehr: Regionalexpresszug Wien Franz-Josefs-Bahnhof Krems (9 Zwischenhalte)
 - Regionalbahn: Regionalzug Spielfeld-Straß Bad Radkersburg (7 Zwischenhalte)
 - Fernverkehr Mix: hochrangig-beschleunigter Fernverkehrszug Wien Hbf –
 Bregenz Wien Hbf (13 Zwischenhalte)
 - Fernverkehr mit hohen Geschwindigkeiten und langen Halteabständen: hochrangig-beschleunigter Fernverkehrszug Wien Hbf – Salzburg – Wien Hbf (3 Zwischenhalte)
 - Fernverkehr mit hohen Geschwindigkeiten und moderaten Halteabständen: Hochrangiger Fernverkehrszug Wien Hbf – Salzburg – Wien Hbf (10 Zwischenhalte)
 - Echter Hochgeschwindigkeitsverkehr: Hochrangig-beschleunigter Fernverkehrszug Wien Hbf – Linz – Wien Hbf mit auf 300 km/h hinaufgesetzter
 Fahrzeug- und Streckenhöchstgeschwindigkeit (2 Zwischenhalte)
 - Hochrangig-beschleunigter Fernverkehrszug Wien Linz Wien entsprechend Bestandsfahrplan (zum Vergleich mit bis auf die Geschwindigkeit gleichartigen Umständen)
 - Hochrangig-beschleunigter Fernverkehrszug Wien Linz Wien mit auf maximal 160 km/h herabgesetzter Geschwindigkeit (zum Vergleich mit bis auf die Geschwindigkeit gleichartigen Umständen)
 - Nachtverkehr: Nachtzug Wien Hbf ARZ Bregenz Wien Hbf ARZ (23 Zwischenhalte)

Fahrzeuge:

- Stadtregionalbahnfahrzeug ET 2010 der Karlsruher Stadtbahn (nur für innerstädtische S-Bahn und Regionalbahn)
- S-Bahn-Triebzug in Einfachtraktion: ETW Siemens Desiro Mainline, 3-teilig (für S-Bahn, Regionalbahn und schnellen Nahverkehr)
- S-Bahn-Triebzug in Doppeltraktion: 2x ETW Siemens Desiro Mainline, 3teilig (für S-Bahn, Regionalbahn und Regionalexpress)



- Lokbespannter Doppelstockzug: Lok der Type Siemens ES64U2 mit 5 Doppelstockwagen (für S-Bahn, Regionalbahn und Regionalexpress)
- Lokbespannte, schnelle Fernverkehrsgarnitur mit 200 m Länge: Lok der Type Siemens ES64U2 mit 7 Reisezugwagen – für alle Bestandsfahrplanbeispiele
- Lokbespannte, schnelle Fernverkehrsgarnitur mit 400 m Länge: Zwei Loks der Type Siemens ES64U2 mit 14 Reisezugwagen – für alle Fernverkehrsbeispiele ausgenommen echter Hochgeschwindigkeitsverkehr
- Echter Hochgeschwindigkeitszug mit 400 m Länge: Doppelgarnitur Doppelstock-TGV – nur für Fernverkehrsbeispiele Wien – Linz – Wien mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten
- Nachtzuggarnitur: Lok der Type Siemens ES64U2 mit 14 vierachsigen Reisezugwagen und 200 km/h Höchstgeschwindigkeit – nur für den Beispielnachtzug

Zu Plausibilisierungszwecken wurden für Reisen bzw. Transporte auf den (nahezu) gleichen Relationen auch über die Online-Emissionsbewertungstools EcoTransIT²⁹ und EcoPassenger³⁰ Energieverbräuche abgefragt (mehr zur Plausibilisierung siehe 2.10., zu den Ergebnissen siehe 3.1.2. und 3.2.2.1.3.).

2.4. Sitzplatzkapazitäten und Fahrgastraumvolumina

Um die Effekte höherer oder geringerer Energieeffizienz der Bewegung eines Fahrzeugs bestimmter Größe von den Effekten einer sparsameren oder großzügigeren Bestuhlung zu trennen, wurden die Abmessungen der Fahrgasträume (einschließlich für Gepäck vorgesehene Bereiche) der jeweiligen Fahrzeuge näherungsweise aus diversen Plänen abgelesen und so ein Fahrgastraumvolumen berechnet. Die Quellen und Abmessungen sind in Tabelle 2 dargestellt:



	Fahrgastraum	Fahrgastraum	Fahrgastraum	ggf. zusätzliches Ge- päckvolumen (m³)	ergibt Nutzvolumen (m³)	
Beispielfahrzeug	Länge Fr (m)	Breite F (m)	Höhe Fa (m)	ggf. zusä päckvoli	ergibt N (m³)	Quelle
Microlino	1,7	1,2	1,1		2,2	Microlino AG: https://microlino-car.com/de/microlino; 14.1.2020
Twizy	1,5	0,9	0,9		1,2	Renault: Abmessungen Twizy: https://www.renault.at/modellpalette/renault-modelluebersicht/twizy/abmessungen.html; 14.1.2020
Golf VII	2,7	1,4	1,1		4,2	Autoportal angurten.de: Golf VII - Abmessungen & Technische Daten: https://www.angurten.de/is/abmessungen/1360-Golf+VII; 14.1.2020
Hyundai Kona	2,6	1,4	1,3		4,7	Autoportal angurten.de: Hyundai Kona - Abmessungen & Technische Daten: https://www.angurten.de/is/abmessungen/1733-hyundai-kona/3.htm; 14.1.2020
Mercedes EQC	2,9	1,4	1,2		4,9	Mercedes Benz: Spezifikationen EQC: https://www.mercedes-benz.at/passengercars/mercedes-benz-cars/models/eqc/specifications/dimensions.module.html; 14.1.2020
VW T5	4	1,4	1,4		7,8	Custom Bus: Fahrzeugabmessungen VW T5 langer Radstand: https://i.pinimg.com/600x315/11/00/ae/1100aea90263c57cfdf45e5cffa987f0.jpg; 14.1.2020
Iveco Daily 4100 L / H2 / 170 PS	6,2	1,7	1,9		20	Iveco: Konfigurator Daily Van: https://www.iveco.com/germany/Documents/Configurator/Brochure/Dailyvan_DE.pdf; 14.1.2020
Setra S415 LE Business	10	2,4	2,2		53	Setra: Technische Daten. Die MultiClass 400: https://www.setra-bus.com/content/dam/sbo/markets/common/buy/services-online/download-technical-brochures/images/content/multi-class-400/Setra_TD_MC400_DE.pdf
Setra S 515 HD	10	2,4	2	9,9	58	Setra: ComfortClass S 515 HD: https://www.setra.de/fahrzeuge/com- fortclass/hd-modelle/s-515-hd.html; 14.1.2020
Setra S 531 DT	19,5	2,4	1,7	8,4	88	Setra: TopClass S 531 DT: https://www.setra.de/fahrzeuge/topclass/dt-mod- elle/s-531-dt.html; 14.1.2020
Mercedes Citaro G OM 936	16	2,4	2,2		84	Mercedes-Benz: Techniche Daten Citaro: https://www.mercedes-benz-bus.com/de_DE/models/citaro/facts/technical-data.html; 14.1.2020
						Albtal Verkehrs-Gesellschaft: Flexity Swift: Das Zweisystem-Fahrzeug für Stadt und Region: https://web.ar-chive.org/web/20150923180718/http://www.avg.info/fileadmin/user_up-
ET2010 Karlsruhe	30	2,5	2,3		173	load/avg/Stadtbahn_Heilbronn/Bilder/Broschuere_ET_2010.pdf; 14.1.2020
ETW Siemens Desiro ML	66,4	2,7	2,3		412	Modellbahnen Walter Licht: https://www.modellbahnen-licht.de/out/pic-
5-teiliger Doppelstockzug	183	2,7	1,8		887	tures/generated/product/1/665_665_75/jc60430.jpg; 14.1.2020 (zur Abschätzung der Längenverhältnisse von zwei- und eingeschossigem Bereich)
7-teiliger, einstöckiger Wagenzug	202	2,7	2,3	¥	1254	
		<i>)</i>				Länge: F. Brisou: TGV Duplex: http://fbrisou.free.fr/RAIL21/FicheTGV-D.pdf; Breite: Wikipedia: TGV Duplex: https://fr.wikipedia.org/wiki/TGV_Duplex; Innenhöhe: Association des Conducteurs de Trains à Grande Vitesse:
Doppelstock-TGV	380	2,8	1,9		2022	http://actgv.fr/wp-content/uploads/2012/05/LE-TGV-DUPLEX-28-02-2012.pdf (abzüglich 5 cm für seitliche Höheneinschränkung), jeweils vom 14.1.2020

Tabelle 2: Näherungsweise Berechnung der Fahrgastraumvolumina für unterschiedliche Personenverkehrsfahrzeuge

Für die Flottenmittelwerte von Pkw wurde der Mittelwert der Fahrgastraumvolumina der Beispielfahrzeuge für Klein-, Mittel- und Oberklasse-Pkw herangezogen und eine mittlere Platzkapazität von sechs Sitzplätzen angenommen. Die Sitzplatzanzahlen für Pkw und Busse wurden denselben Quellen entnommen wie die Abmessungen und/oder Energieverbräuche, jene für Züge dem FBS-Triebfahrzeug- bzw. Wagenverzeichnis.



Für Nachtzugwagen wurden folgende Sitzplatzanzahlen angenommen:

6er- Liegewagen: 54 Plätze4er-Liegewagen: 36 Plätze2er-Schlafwagen: 24 Plätze

1er-Schlafwagen: 12 Plätze

2.5. Auslastungsgrade und Leerfahrtenanteile sowie Dichte der beförderten Güter

2.5.1. Auslastungsgrade im Personenverkehr

Im Personenverkehr ist der Auslastungs- bzw. Besetzungsgrad von großer Bedeutung für den Energieverbrauch pro Personenkilometer (Pkm), es sind jedoch bei weitem nicht für alle verglichenen Verkehrsmittel aussagekräftige Auslastungsdaten verfügbar. Folgende Auslastungsdaten wurden verwertet:

- Gemäß der Ergebnisse der Mobilitätserhebung "Österreich unterwegs"³¹ werden an einem durchschnittlichen Wochentag insgesamt 150 Mio. Pkm als MIV-Lenker:in zurückgelegt und 59,4 Mio. Pkm als MIV-Mitfahrer:in, daraus ergibt sich ein mittlerer Besetzungsgrad von 1,4 Personen".
 Bezogen auf fünf Plätze pro Fahrzeug wäre das ein Auslastungsgrad von 28 %, bei sechs Plätzen sind es 23 %.
- An weiteren Auslastungsdaten wurden Angaben aus Deutschland gefunden:
 - Gesamter ÖPNV 2017: 22 % Auslastung³²
 - o Fernbusse 2015: 59 % Auslastung³³
 - DB Fernverkehr 2018: 56 % Auslastung³⁴
- Zusätzlich wurden punktuell in der SCHIG vorhandene Auslastungsdaten des Schienenpersonenverkehrs ausgewertet

[&]quot;Häufig werden niedrigere Werte (1,2 oder 1,25) zitiert. Gemäß der Mobilitätserhebung "Österreich unterwegs" beträgt der entfernungsgewichtete, und somit für Treibhausgasemissionen und Energieverbrauch relevante Besetzungsgrad (also die Verkehrsleistung von MIV-Lenker:in plus MIV-Mitfahrer:in dividiert durch jene von MIV-Lenker:in) 1,396 Personen pro Pkw. Nicht nach Entfernung gewichtet, also aus den Wege-Anteilen errechnet, beträgt der mittlere Besetzungsgrad 1,252 Personen pro Pkw.



Aufgrund der großen Unsicherheiten hinsichtlich der Auslastung wurde für die weiteren Berechnungen stets eine Bandbreite an Auslastungen angenommen und dementsprechend auch eine Bandbreite an Energieverbrauch bzw. Emissionen errechnet:

• Innerstädtische S-Bahn mit 150m Zuglänge: 20-35%

Regionalexpressverkehr mit 150m Zuglänge: 20-40%

Regionalbahn mit 75m Zuglänge: 15-45%

• Fernverkehrs-Tagzüge: 40-65%

Nachtzug - 6er-Liegewagen: 40-65%

• Nachtzug - 4er-Liegewagen: 45-70%

Nachtzug - 2er-Schlafwagen: 50-75%

Nachtzug - Ler-Schlafwagen: 55-80%

• Fernbus: 50-70%

Regionalbusse: 15-45%

Durchschnitts-Pkw (2-9-Sitzer): 20-30%

5-Sitzer-Pkw: 25-35%

Zweisitzige Leichtelektromobile: 55-70%

In den Ergebnisdiagrammen in Kapitel 3.2.2.1.3. und 3.2.2.2. sind daher auch stets die angenommenen Auslastungsgrade beim jeweiligen Verkehrsmittel in Klammern angeführt.

Bei der Schätzung dieser Bandbreiten wurden folgende Zusammenhänge unterstellt:

- Für Leichtelektromobile mit nur zwei Sitzplätzen ist naturgemäß ein höherer relativer Auslastungsgrad anzunehmen.
- Bei den Pkw konventioneller Größe weicht die angenommene Bandbreite mit 20-30 % für die auf Flottendurchschnittswerten basierenden Beispiele (angenommene durchschnittliche Kapazität von sechs Sitzplätzen) bzw. 25-35 % für die konkreten Beispielfahrzeuge (alles 5-Sitzer) nach oben etwas stärker vom Österreich-unterwegs-Ergebnis ab als nach unten. Damit soll einem möglichen Szenario eines gewissen Erfolgs von Ridesharing-Plattformen Rechnung getragen werden.
- Im Vergleich zwischen innerstädtischem und regionalem Nahverkehr ist im innerstädtischen Verkehr einerseits die Nachfrage zeitlich und richtungsbezogen homogener (Überlagerung unterschiedlicher Verkehrszwecke versus Dominanz des Erwerbs- und Ausbildungspendelns). Andererseits wird aber in der Regel auch ein durchgehend dichtes Verkehrsangebot



bereitgestellt während sich Fahrplan und Zugbildung im Regionalverkehr stärker an der Tagesganglinie orientieren.

- Auf Regionalbahnen ergibt sich eine besonders große Spanne möglicher Auslastungen. Einerseits werden in der Regel kleinere Fahrzeuge eingesetzt und die Nachfrageverteilung entlang der Strecke ist homogener als bei Regionalexpress-Linien, die sowohl höchst frequentierte innerstädtische Abschnitte als auch nur noch schwach nachgefragte periphere Linienenden befahren. Andererseits ist aber zu den Nebenverkehrszeiten die Nachfrage auf manchen Regionalbahnen weit unter der Kapazität der kleinsten geeigneten Fahrzeuge.
- Bei Fernverkehrs-Tagzügen wird für die erste und zweite Klasse die gleiche Auslastung angenommen weil im Geschäftsreiseverkehr, von dem eine höhere erste-Klasse-Affinität vermutet wird, zwar eine wesentlich geringere Saisonalität zu vermuten ist als im Freizeitverkehr, hinsichtlich Tages- und Wochenspitzen aber von mindestens gleich großen Schwankungen ausgegangen wird und insgesamt aufgrund des gegenüber der zweiten Klasse kleineren Marktsegments das Sitzplatzangebot weniger gut an den Bedarf angepasst werden kann.
- In den Nachtzügen wird in den höheren Komfortklassen eine bessere Auslastung angenommen, weil diese in größerem Maße durch Geschäftsreisende in Anspruch genommen werden dürften, die auch außerhalb der Hauptreisezeiten unterwegs sind.
- Die gegenüber den Fernzügen höhere Auslastung der Fernbusse beruht einerseits auf den Literaturangaben, andererseits aber auch darauf, dass Fernbusse eher kommerziell-nachfrageorientiert als gemeinwirtschaftlich-daseinsvorsorgeorientiert betrieben werden, also eher Taktlücken in Kauf genommen werden. Die geringere minimale wirtschaftliche Fahrzeuggröße und die geringeren Fahrzeugfixkosten sowie das Fehlen trassentechnischer Restriktionen machen es im Fernbusverkehre zudem leichter, mit der Führung zusätzlicher Busse auf Nachfragespitzen zu reagieren.
- Für Regionalbusse wurde die gleiche Bandbreite angesetzt wie für Regionalbahnen (einerseits geringere Attraktivität und Einsatz in noch nachfrageschwächeren Gebieten, andererseits geringeres Fassungsvermögen und noch stärkere Fokussierung des Fahrplans auf Hauptverkehrszeiten).

Die angenommenen Platzkapazitäten und auch die Auslastungsgrade beziehen sich stets ausschließlich auf die Sitzplätze der Fahrzeuge.

In Bezug auf die Auslastung der öffentlichen Verkehrsmittel ist grundsätzlich zwischen der Perspektive des einzelnen Fahrgasts und der Perspektive der Verkehrsplanung bzw. der Bereitstellung des Verkehrsmittels zu unterscheiden:



- Diese Analyse konzentriert sich auf die Durchschnittsbetrachtung in der der Energieaufwand bzw. die Treibhausgasemissionen entsprechend der durchschnittlichen Auslastungen auf die einzelnen Fahrgäste, genaugenommen auf die Verkehrsleistung in Personenkilometern aufgeteilt werden. Damit kann zunächst beurteilt werden, wie zweckmäßig die Bereitstellung dieses Verkehrsmittels im Vergleich zu anderen Verkehrsmitteln grundsätzlich ist, also ob es rein vom Energie- und Klimagesichtspunkt her angebracht wäre, das jeweilige Verkehrsmittel entweder völlig einzustellen oder umgekehrt einzuführen, wenn es noch nicht vorhanden wäre. Für die aus politischer Sicht realistischeren Fragen, ob es anzustreben ist, dass vom jeweiligen Verkehrsmittel mehr oder weniger angeboten wird oder politische Rahmenbedingungen zugunsten einer Verkehrsverlagerung gesetzt werden sollen, sind diese Ergebnisse dann aussagekräftig, wenn nach den Maßnahmen eine ähnliche Auslastungscharakteristik vorliegt wie davor. Die Realität kann davon nach beiden Richtungen abweichen:
 - Zusätzlich eingeführte Züge sind für sich betrachtet meistens unterdurchschnittlich ausgelastet, weil sie häufiger in Nebenverkehrszeiten eingeführt werden, zu denen Fahrzeuge und Streckenkapazitäten verfügbar sind.
 - Ziel eines umfassenden Fahrplanangebots auch in der Fläche und auch zu Nebenverkehrszeiten ist es jedoch, dass der öffentliche Verkehr als zuverlässiges Hauptverkehrsmittel für viele Verkehrszwecke angenommen wird. Dies ermöglicht geringere Motorisierungsgrade und eine Nutzung des öffentlichen Verkehrs auch für andere Zwecke als Arbeits- und Erwerbspendeln wodurch die mittlere Auslastung des öffentlichen Verkehrs insgesamt wieder gesteigert werden kann.
 - Die Verbesserung anderer politischer Rahmenbedingungen zugunsten des öffentlichen Landverkehrs kann sich auf die Auslastung günstig oder ungünstig auswirken, je nachdem ob sie eher zu Hauptverkehrszeiten und in bereits stark belasteten Bereichen wirkt (z.B. billigere Tickets speziell für Pendler:innen), unabhängig von Zeit und Ort (z.B. CO₂-Bepreisung) oder eher in Nebenverkehrszeiten und peripheren Regionen (z.B. Spartickets am Wochenende im Nahverkehr).
- Aus Sicht der reisewilligen Person, die sich für ein möglichst energieeffizientes bzw. klimaschonendes Verkehrsmittel entscheiden möchte stellt sich hingegen eine ganz andere Frage: "Wie wahrscheinlich ist es, dass wegen mir ein Fahrzeug/Flugzeug überhaupt fährt bzw. fliegt, oder ein größeres Fahrzeug/Flugzeug eingesetzt wird?". Diese Fragestellung spricht paradoxerweise dafür, eher die schlechter ausgelasteten Verkehrsmittel zu verwenden, selbst wenn die schlechtere Auslastung ceteris paribus zu einem höheren Energieverbrauch pro Personenkilometer führt. Jedenfalls ist es aus dieser Perspektive günstig, nach Möglichkeit Hauptverkehrszeiten zu meiden



und beispielsweise als Pensionist:in nicht von Freitag bis Sonntag, sondern von Dienstag bis Donnerstag auf Kurzurlaub zu fahren. Zusätzlich stellt sich die Frage, wie wahrscheinlich es ist, dass das in Betracht gezogene Verkehrsmittel bei weiter sinkender Nachfrage gar nicht mehr verkehren würde. Dies erscheint bei kommerziellen Fernbussen oder Fluglinien wahrscheinlicher, als bei solchen Taktverkehren von Bus und Bahn, die zur Sicherstellung der Erreichbarkeiten und des regionalen Disparitätenausgleichs gemeinwirtschaftlich finanziert werden.

2.6. Dichte der beförderten Güter und Kapazitäten der Güterwagen bzw. Lkw

Im Güterverkehr haben die Dichte (Raumgewicht) der beförderten Güter und das Verhältnis von Nutzlast zu Laderaumvolumen der eingesetzten Fahrzeuge Einfluss darauf, in welchem Verhältnis die Energieverbräuche unterschiedlicher Verkehrsmittel zueinander stehen. Eine wesentliche Größe ist dabei jene "optimale Dichte", unterhalb derer die Nutzlast des Fahrzeugs und oberhalb derer das Laderaumvolumen des Fahrzeugs nicht vollständig ausgenutzt werden kann:

	Lade-		optimale	
	volumen	Nutzlast	Dichte	
Beispielfahrzeug	(m^3)	(kg)	(kg/m^3)	Quellen
Standard-Sattelauflieger ge- mäß deutschen Zulassungsre- geln	91	25.000	274	Wikipedia: Sattelauflieger: https://de.wikipedia.org/wiki/Sattelauflieger; 14.1.2020; Hans-Jürgen Wildhage: http://www.gueterverkehr-online.de/fileadmin/user_upload/Gueterverkehr/Fahrberichte_Premieren/GV-09_2012_MB_Actros_1845_Euro5.pdf; 14,1,2020
Stückgutwagen "Habbillns" von ČD / Interfracht	161	60.000	372	Interfracht: Habbillns: https://www.interfracht.cz/links/Wagons/Habbillns%20%C4%8CD.PDF; 14.1.2020
Schüttgutwaggon für Lebensmittel "Wascosa TAGNPPS"	102	69.200	678	Wascosa: Schüttgutwagen, 102 m³ Tagnpps: https://www.wascosa.ch/data/uplo-ads/pdf/de/sgw_102m3.pdf; 14.1.2020
Schüttgutwaggon für Mineral- produkte "GATX Falns"	86	65.300	759	GATX: Schüttgutwagen: https://www.gatx.eu/de/flotte/gueterwagen/schuettgutwagen/; 14.1.2020
Kesselwagen "Wascosa 4- Achser für helle Produkte"	95	66.000	695	Wascosa: 4-Achser, für helle Produkte, WASCOSA euro tank car: https://www.wascosa.ch/data/uploads/pdf/de/mokw_4_achser_helle_pro- dukte_wascosa_euro_tank_car.pdf; 14.1.2020

Tabelle 3: Nutzlasten und Ladevolumina von Sattelaufliegern und unterschiedlichen Güterwagen

Das Emissionsberechnungstool "EcoTransIT" teilt Güter in Volumengüter, Durchschnittsgüter und Massengüter ein, wobei pro 20-Fuß-Container (TEU) eine mögliche Nettoladung von 6 t, 10 t oder 14,5 t angenommen wurde³⁵. Bei einem Container-Innenvolumen von 33,1 m³ ³6 ergibt sich daraus eine Dichte von 181 kg/m³ für Volumengüter und 438 kg/m³ für Massengüter. Im Hinblick darauf, dass bahnaffine Massengüter in der Regel nicht in Containern befördert werden und manche bedeutende Güter deutlich höhere Dichten aufweisen (z.B. Dieselöl mit 820-845 kg/m³ ³7, Bauxit mit 1.200 kg/m³, Eisenerz mit 1.600-3.200 kg/m³, Kalk mit 960 kg/m³, Steinkohle mit 830 kg/m³ oder Zement mit 1.300 – 1.450 kg/m³ ³8), scheint der Dichtewert für Massengüter noch relativ weit vom oberen



Ende des Dichtespektrums entfernt zu sein. Um eine realistische Bandbreite unterschiedlicher Dichten abzubilden, wurde für die weiteren Berechnungen von einer Dichte von 800 kg/m³ für Massengut und von 150 kg/m² für Volumengut ausgegangen.

2.7. Leerfahrtenanteile und Auslastungsgrade im Güterverkehr

Hinsichtlich der Leerfahrtenanteile und der Auslastungsgrade ist eine starke Abhängigkeit von der Art der beförderten Güter anzunehmen: Massengüter werden in der Regel in großen Mengen (pro bedienter Relation) befördert, sodass der einzelne Güterwagen oder Lkw voll ausgelastet von der Quelle zum Ziel des Transports verkehrt, und nicht unterwegs stückweise be- oder entladen wird. Bei Volumengütern hingegen ist es wesentlich wahrscheinlicher, dass mit den auf der jeweiligen Relation zum gewünschten Zeitpunkt zu transportierenden Gütern die Kapazität eines Lkw oder Güterwagens nicht vollständig beladen wird oder dass mit Be- und Entladungen zwischendurch ein schlechterer mittlerer Auslastungsgrad zustande kommt. Genau umgekehrt verhält es sich mit den Leerfahrtenanteilen: Volumengüter, die in Paketen oder auf Paletten befördert werden, stellen keine spezifischen Anforderungen an die Fahrzeuge, sodass gänzlich unterschiedliche Güter in den gleichen Fahrzeugen befördert werden können. Dadurch ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass auf eine Fahrt von A nach B mit einer Ladung die Rückfahrt nach A oder weitere Fahrten nach C, D etc. mit anderen Ladungen folgen. Massengüter erfordern hingegen zumeist spezifische Wagen, beispielsweise Kesselwagen für Mineralölprodukte, Rungenwagen für Rundholz oder Wagen für miteinander gegenseitig nicht zu verunreinigende Schüttgüter. Zusätzlich werden diese Massengüter in der Regel vollkommen unpaarig befördert, etwa von Bergbauregionen zu Stahlwerken. Hier ist die leere Rückführung der Wagen also der wahrscheinlichste Fall.

Im Methodenbericht des Emissionsberechnungstools "EcoTranslT"³⁹ wird für Massengut sowohl im Straßen- als auch im Schienenverkehr eine hundertprozentige Auslastung der zulässigen Nutzlast unterstellt, für den vorliegenden Bericht wurde diese auf 95 % herabgesetzt, da eine ständige präzise Ausschöpfung der maximalen Kapazität unrealistisch erscheint. Für Volumengüter wird in dieser Quelle von 30 % Auslastungsgrad ausgegangen, dieser ist aber auf die zulässige Nutzlast bezogen, d.h. bei geringer Dichte der beförderten Güter erreicht selbst ein Lkw oder Waggon, dessen Laderaum vollständig ausgenutzt ist, keinen Auslastungsgrad von 100 %. Nachdem im Rahmen der Berechnungen für diesen Bericht die beispielhaften Volumengüter mit einer Dichte von 150 kg/m³ angenommen wurden, wäre gemäß der in Tabelle 3 dargestellten Verhältnisse von Nutzlast und Nutz-



volumen ein Sattelauflieger bei volumenbezogener Vollauslastung massenbezogen zu 55 % ausgelastet, der beispielhafte Stückgutwaggon zu 40 %. Ein massenbezogener Auslastungsgrad von 30 % entspräche somit einem volumenbezogenen Auslastungsgrad von 55 % beim Sattelauflieger bzw. 74 % beim Güterwagen. Für die weiteren Berechnungen wurde für Volumengüter einheitlich ein mittlerer Auslastungsgrad von 70 % angenommen, bezogen auf die limitierende Größe (also in der Regel das Volumen, sofern nicht doch die Nutzlast erreicht wird, bevor das Nutzvolumen erreicht ist).

Fahrleistungsbezogene Leerfahrtenanteile werden für den österreichischen Güterverkehr nicht explizit publiziert, aus der Güterverkehrsstatistik der Statistik Austria⁴⁰ ergibt sich bezogen auf das Fahrtenaufkommen, also nicht entfernungsgewichtet, ein Leerfahrtenanteil von 45 %. Zusätzlich wird ein Auslastungsgrad von 69,5 % für beladene und 44,7 % für alle Fahrten angegeben, das entspricht einem Leerfahrtenanteil von 36 %. Für Deutschland wurde ein Wert von 21,8 % im Jahr 2017 erhoben⁴¹. Im die österreichischen Alpen querenden Straßengüterverkehr wurden im Jahr 2009 Leerfahrtenanteile von 30 % für den Binnenverkehr, 14 % für den Quell- und Zielverkehr sowie 6 % für den Transitverkehr publiziert⁴². Im Methodenbericht des Emissionsberechnungstools "EcoTransIT"43 werden Anteile zusätzlicher Leerfahrten (bezogen auf die beladenen Fahrten, nicht auf die Fahrten insgesamt) für Massengüter von 80 % im Schienen- und 60 % im Straßenverkehr sowie für Volumengüter von 20 % für den Schienenverkehr und 10 % für den Straßenverkehr angegeben. Es ist insofern schwierig, aussagekräftige Annahmen zu Leerfahrtenanteilen und Auslastungsgraden zu treffen, als für mögliche Verlagerungen zwischen Straßen- und Schienengüterverkehr insbesondere längere Transporte relevant sind, bei denen vermutlich eine bessere mittlere Auslastungssituation vorliegt als beispielsweise bei einem lokalen Zustellverkehr. Für den Vergleich des Transports derselben Güter zwischen Straße und Schiene erscheint es zudem nicht zweckmäßig, unterschiedliche Leerfahrtenanteile anzusetzen, die ihrerseits wieder darauf zurückzuführen sind, dass unterschiedliche Güter vorwiegend im Straßen- oder im Schienenverkehr befördert werden. Für die weiteren Berechnungen wurden daher die Mittelwerte des Methodenberichts von EcoTransIT für Straßenund Schienenverkehr herangezogen, also 70 % (zusätzliche) Leerfahrten für Massengüter und 15 % (zusätzliche) Leerfahrten für Volumengüter. Bezogen auf die Summe aller Fahrten (100 % = Leerfahrten + beladene Fahrten) ergibt das 41 % bzw. 13 %.

Im intermodalen Güterverkehr wurde die Verwendung sechsachsiger Taschenwagen mit jeweils zwei Sattelaufliegern angenommen, als konkretes Beispielfahrzeug ein Wagen der Type "Sdggmrs(s)



– TWIN II" von VTG⁴⁴. Es wurde eine 80-prozentige Auslastung der Taschenwagen mit Sattelaufliegern unterstellt und innerhalb der transportierten Sattelauflieger die gleichen Leerfahrtenanteile und Auslastungsgrade wie im sonstigen Stückgutverkehr.

2.8. Emissionsfaktoren pro Verkehrsleistung oder Treibstoffverbrauch sowie Berücksichtigung von Emissionen im Zusammenhang mit Traktionsbatterien

Neben dem detaillierten Vergleich unterschiedlicher elektrisch betriebener Verkehrsmittel ist auch die Gegenüberstellung mit konventionellen, fossil angetriebenen Kraftfahrzeugen von Interesse. Dazu, aber auch zur Plausibilisierung der übrigen Rechenergebnisse, wurden Emissionsfaktoren des Umweltbundesamts für unterschiedliche Verkehrsmittel im Status Quo (2018)⁴⁵ herangezogen, wobei neben den direkten Emissionen (unmittelbar vom Fahrzeug ausgestoßene Treibhausgase) auch indirekte Emissionen ausgewiesen werden, die allerdings sowohl Emissionen in der Vorkette der Energiebereitstellung darstellen als auch solche zur Herstellung der Fahrzeuge und möglicherweise auch der Verkehrsinfrastruktur. Zusätzlich zu den Emissionsfaktoren (Treibhausgasemissionen pro Personen- oder Tonnenkilometer in unterschiedlichen Abgrenzungen) enthält diese Quelle auch den "spezifischen Verbrauch" in kWh/Pkm bzw. kWh/tkm, also die bezogene elektrische Energie bzw. den Heizwert des getankten Treibstoffs.



	CO ₂ -eq direkt in g/Tkm bzw. g/Pkm	spezifischer Verbrauch in kWh/Pkm bzw. kWh/Tkm
Pkw Benzin	146,4	0,57
Pkw Diesel	148,6	0,59
Pkw (Durchschnitt B+D)	147,3	0,58
Batterieelektrische Pkw	0	0,18
Lkw LNF < 3,5 t	641,7	2,54
Lkw SNF 3,5 - 18 t	290,7	1,2
Lkw SNF > 18 t	112,1	0,47
Sattelzüge 40 t	51,7	0,22
Durchschnitt Lkw SNF 3,5 - 40 t	67,8	0,28
Reisebus	36,5	0,15
Linienbus	41,3	0,17
Bahn - Personenverkehr	5	0,11
Bahn - Güterverkehr	2,4	0,04
Flugzeug Durchschnitt (national)	820,1	1,15
Flugzeug Durchschnitt (international)	386,0	0,54
Flugzeug Durchschnitt (national + international)	387,0	0,54

Tabelle 4: Direkt-Emissionsfaktoren und spezifischer Verbrauch von Güter- und Personenverkehrsmitteln in Österreich 2018. Quelle: Umweltbundesamt

Eine weitere Publikation des Umweltbundesamts enthält für Benzin und Diesel die indirekten Emissionen ihrer Herstellung⁴⁶:

- Diesel: 0,066 kg CO₂-Äquivalent pro kWh Heizwert
- Benzin: 0,072 kg CO₂-Äquivalent pro kWh Heizwert
- Für die gemischt mit Diesel und Benzin betriebene Pkw-Flotte wurde der Mittelwert der indirekten Emissionen der zwei Treibstoffe herangezogen: 0,069 kg CO₂-Äquivalent pro kWh Heizwert. Der gleiche Wert wurde auch für Flugtreibstoffe (Kerosin) unterstellt.

Daraus konnten die Emissionsfaktoren in der gemäß 2.2. für diesen Bericht gewählten Abgrenzung als die Summe der direkten Emissionen sowie der indirekten Emissionen des jeweiligen Energieverbrauchs je nach Energieträger errechnet werden, um schließlich zu den Ergebnissen in 3.1.2.2. und 3.2.2.2. zu gelangen.

Bei den angegebenen direkten Emissionen des Flugverkehrs in CO₂-Äquivalenten wurde seitens des Umweltbundesamts gemäß IPCC-Empfehlung ein RFI-Wert von 2,7 berücksichtigt. Dieser "Radiative Forcing Index" bringt zum Ausdruck, dass die Emissionen von CO₂ und anderen Treibhausgasen in großer Höhe eine wesentlich größere Treibhauswirkung entfalten als in Bodennähe (zum dadurch begrenzten Klimaschutzpotenzial synthetischer Treibstoffe siehe auch 4.1.).

Für den Luftfrachtverkehr wurde keine österreichische Quelle gefunden, das deutsche Umweltbundesamt beziffert die Emissionen aus dem Flugbetrieb mit indirekten Emissionen der Energieträger-



Vorkette, aber ohne Berücksichtigung des RFI und der Emissionen in der Herstellung von Flugzeugen und Flughafeninfrastruktur für innerdeutsche Flüge, mit 2129,8 und für aus deutscher Sicht grenzüberschreitende Flüge mit 907,2 g CO₂-Äquivalent pro tkm. Zusätzlich wird eine Steigerung durch Höheneffekte (anstelle des in der österreichischen Publikation erwähnten "Radiative Forcing Index" von 2,7 mit einem "Emission Weighing Factor" von 2,4 ab 9000 m Reiseflughöhe) von 1 % bei innerdeutschen und 107 % bei internationalen Flügen erwähnt, daraus ergibt sich insgesamt eine Klimawirksamkeit von 2150 bzw. 1878 g CO₂-Äquivalent pro tkm im innerdeutschen bzw. im internationalen Flugverkehr⁴⁷. Dieselbe Studie enthält auch Emissionsfaktoren für die Passagierluftfahrt. Dabei zeigen sich ähnlich wie bei den Treibstoffverbräuchen gemäß 2.9. wesentlich pessimistischere Annahmen des österreichischen Umweltbundesamts gegenüber den Werten aus Deutschland: Die Emissionen des Flugbetriebs inkl. Vorkette betragen innerdeutsch 233,7 und grenzüberschreitend (aus deutscher Sicht) 121,1 g CO₂-Äquivalent pro Pkm, multipliziert mit einer durch Höheneffekte bedingten Steigerung von 4 % im innerdeutschen und 93 % im grenzüberschreitenden Verkehr ergeben sich innerdeutsch 243 und grenzüberschreitend 233,7 g CO₂-Äquivalent pro Pkm, also in beiden Fällen deutlich weniger als für die internationalen Flüge aus österreichischer Sicht gemäß der Angaben des (österreichischen) Umweltbundesamts (zu möglichen Ursachen für diesen Unterschied und die Berücksichtigung in diesem Bericht siehe auch 2.9. zum Treibstoffverbrauch des Flugverkehrs).

Aus den direkten Emissionen des Eisenbahnverkehrs von 5 bzw. 2,4 g CO₂-Äquivalent pro Personenbzw. Tonnenkilometer, die nur aus dem Dieselbetrieb stammen können, wurde über den Direkt-Emissionsfaktor von 252 g CO₂-Äquivalent pro kWh Diesel-Heizwert errechnet, dass von den ausgewiesenen spezifischen Verbräuchen von 0,11 bzw. 0,04 kWh pro durchschnittlichem Pkm bzw. tkm 0,0198 bzw. 0,0095 kWh in Form von Diesel verbraucht wird, der Rest hingegen als elektrische Energie, die direkt aus der Fahrleitung bezogen wird. Daraus und mit den unter 2.1. beschriebenen Äquivalenzverhältnissen zwischen Diesel- und Stromverbrauch konnte unabhängig von Energieverbrauchsrechnungen für konkrete Beispielzüge auch für die Gesamtheit des bisherigen, teils mit Diesel und teils elektrisch betriebenen Bahnverkehrs ein mittlerer Stromverbrauch pro Verkehrsleistung errechnet werden, wie er im Falle einer Vollelektrifizierung des Bahnverkehrs zutreffen würde (Ergebnisse siehe 3.1.1. und 3.2.1.)

Die erwähnte Tabelle der Emissionsfaktoren für unterschiedliche Verkehrsmittel im Status Quo (2018) enthält auch Angaben zu ausschließlich als indirekt eingestuften Emissionen batterieelektrischer Fahrzeuge (BEV), gegliedert nach drei Kategorien möglicher Stromherkunft:



- BEV mit österreichischer Stromaufbringung inkl. Importen: 96,9 g CO₂-eq/Pkm
- BEV mit österreichischem Stromproduktionspark: 83,4 g CO₂-eq/Pkm
- BEV mit Ökostrom gemäß Umweltzeichen: 50,4 g CO₂-eq/Pkm

Zu diesen drei Kategorien von Stromerzeugung veröffentlicht das Umweltbundesamt auch direkte und indirekte Emissionsfaktoren der Stromerzeugung alleine⁴⁸:

- Stromaufbringung Österreich: 258 g CO₂-eq/kWh
- Kraftwerkspark Österreich: 196 g CO₂-eq/kWh
- Umweltzeichen "Grüner Strom": 16 g CO₂-eq/kWh

Es zeigt sich, dass der relative Unterschied je nach Stromquelle zwischen den verschiedenen Kategorien der Stromherkunft bei der reinen Betrachtung der elektrischen Energie ungleich größer ist als bei der Betrachtung der gesamten Emissionen BEV. Daraus wurde geschlossen, dass bei den BEV zusätzlich zu den Emissionen der Stromerzeugung ein von der Stromherkunft unabhängiger "Sockelbetrag" von etwa 49 g CO₂-eq/Pkm anfällt, der vermutlich mit der Herstellung des Fahrzeugs im Allgemeinen und der Batterie im Besonderen zu tun hat. Nachdem die Quelle zu den Emissionsfaktoren der Stromerzeugung ebenso indirekte Emissionen der Herstellung von Treibstoffen beinhaltet, können zunächst für diesel- und benzinbetriebene Fahrzeuge von den gesamten indirekten Emissionen pro Pkm die indirekten Emissionen der Treibstoffherstellung abgezogen werden, woraus sich ein verbleibender Emissionsfaktor von 30 g CO₂-eq/Pkm für die indirekten Emissionen der Herstellung, Instandhaltung und Entsorgung eines konventionellen Verbrenner-Pkw ergibt. Es verbleiben somit etwa 18 g CO₂-eq/Pkm oder 102 g CO₂-eq/kWh (bezogen auf den direkten Stromverbrauch) an zusätzlichen indirekten Emissionen der BEV. Während sonstige "graue Energie" und Treibhausgasemissionen der Herstellung von Fahrzeugen und Infrastruktur in diesem Bericht nicht berücksichtigt wurden, wurden diese spezifischen Emissionen der Traktionsbatterien sehr wohl eingerechnet, um eine entsprechende Verzerrung des Ergebnisses zugunsten BEV zu vermeiden.

Gegenüber einem üblichen motorisierten Individualverkehr mit den hier berücksichtigten BEV bestehen bei anderen batterieelektrischen Verkehrsmitteln bzw. Mobilitätsangeboten zwei Ansätze, den Bedarf an Batterieressourcen und somit auch die damit in Zusammenhang stehenden indirekten Emissionen zu verringern:

 Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs oder des gewerblichen Güterverkehrs sowie im Rahmen eines Leihsystems bereitgestellte Sharing-Fahrzeuge können ungleich größere Tages- und Jahreslaufleistungen erzielen und nützen im täglichen Betrieb die Batteriereichweite in weit größerem Ausmaß aus als Fahrzeuge im Individualbesitz, die den größten Teil des Tages abgestellt sind und



deren Reichweite für seltene Langstreckenfahrten bemessen wird. Pro verbrauchter Antriebsenergie fallen somit geringere indirekte Treibhausgasemissionen in Zusammenhang mit der Batterie an. Auch im Endbericht des umfassenden Forschungsprojekts "StratON" zum Potenzial oberleitungsgebundener Lkw in Deutschland wird festgehalten: "Die Emissionen aus der Fahrzeugherstellung und -entsorgung fallen [bei Fern-Lkw] angesichts der hohen Jahresfahrleistung im Vergleich zu Pkw deutlich weniger stark ins Gewicht."⁴⁹

 Fahrdraht-Akku-Hybridfahrzeuge (Schienenfahrzeuge oder auch für den Betrieb auf Straßen mit Oberleitungen ausgerüstete Lkw und Busse) benötigen weniger Batteriekapazität, weil sie abschnittsweise keine Energie aus der Batterie entnehmen müssen, sondern umgekehrt elektrifizierte Abschnitte zum Nachladen nützen können.

Für die weiteren Berechnungen wurde angenommen, dass BEV des öffentlichen Verkehrs, des Güterverkehrs oder in Fahrzeugleihsystemen eingesetzte Carsharing-Fahrzeuge pro direktem Energieverbrauch bzw. direkten Emissionen nur halb so viel indirekte Emissionen in Zusammenhang mit der Traktionsbatterie verursachen wie batterieelektrische Pkw im Individualbesitz. Bei Schienenfahrzeugen oder Bussen bzw. Lkw im teilweisen Fahrleitungsbetrieb wird dieser Aufschlag an indirekten Emissionen der Batterie nochmals halbiert. Indirekte Emissionen im Zusammenhang mit der Herstellung des restlichen Fahrzeugs (ausgenommen der Batterie) oder der Verkehrsinfrastruktur wurden dabei gemäß der Festlegungen in 2.2. nicht berücksichtigt.

Bei genauer Betrachtung ist für eine Beurteilung der indirekten Treibhausgasemissionen elektrischer Verkehrsmittel selbst die ungünstigste Kategorie gemäß der Emissionsfaktoren des Umweltbundesamts ("österreichische Stromaufbringung") als optimistisch einzuschätzen: Der Anteil erneuerbarer Energieträger an der österreichischen Stromaufbringung beruht zum Teil auf seit langem genutzten, besonders günstigen Potenzialen wie etwa den Großwasserkraftwerken an der Donau und im Hochgebirge und zu einem weiteren Teil auf geförderten Ökostromanlagen. Wind- und Sonnenergie sowie Strom aus Laufkraftwerken fallen grundsätzlich in kurzfristig nicht beeinflussbarer Menge an, Strom aus Biomasse und Speicherkraftwerken kann zwar zeitlich gezielt eingesetzt werden, ist aber in seiner Summe auch durch das Potenzial an brennbaren biogenen Abfällen bzw. die vorhandenen Speicherseen begrenzt. Die zur Deckung des Verbrauchs fehlende Menge an elektrischer Energie wird durch je nach Verbrauch schwankenden Einsatz fossiler Energieträger gedeckt. Ein Mehrverbrauch an Strom führt also zunächst zu zusätzlicher Stromerzeugung aus fossilen Quellen, während eine Verbrauchsreduktion umgekehrt dazu führt, dass bei unveränderter Nutzung der erneuerbaren Energiequellen weniger Gas, Öl oder Kohle in Kraftwerken verfeuert werden. Auf den ersten Blick



kann freilich die Treibhausgasbilanz des im Verkehr eingesetzten Stroms durch gezielten Ankauf von Ökostrom oder mit der Elektrifizierung des Verkehrs junktimierte Ausbauten erneuerbarer Energieanlagen verbessert werden. Ganzheitlich betrachtet reduzieren sich aber auch diese Potenziale aufgrund der Konkurrenz unterschiedlicher Ökostromkonsument:innen um die günstigsten Standorte und Rohstoffquellen der erneuerbaren Stromerzeugung, die auch dazu benötigt werden, den bestehenden Stromverbrauch zu dekarbonisieren.

Für die weiteren Berechnungen wurde daher als weitere Kategorie der Stromherkunft aus Erdgas^{III} erzeugter Strom hinzugefügt, unter den fossilen Energieträgern also immer noch jener mit der geringsten CO₂-Intensität. Eine Schweizer Quelle⁵⁰ nennt für Strom aus Erdgas einen Emissionsfaktor von 585,4 g CO₂-eq/kWh, eine sehr ähnliche Größenordnung wurde vom Deutschen Speditionsund Logistikverband mit 574 g/kWh für deutschen Bahnstrom bzw. 583 g/kWh für Strom in Deutschland generell publiziert⁵¹.

Für die Binnenschifffahrt wurde angenommen, dass gleichartiger Dieseltreibstoff mit gleichartigen Emissionsfaktoren wie im Landverkehr zum Einsatz kommt, für das im Seeschiffsverkehr eingesetzte Schweröl wurde ein Emissionsfaktor von 3,572 g CO₂-Äquivalent pro g Treibstoff (insgesamt – direkte und indirekte Emissionen) angesetzt⁵².

2.9. Treibstoffverbräuche von Flug- und Schiffsverkehr

Die spezifischen Treibstoffverbräuche für See- und Binnenschifffahrt wurden dem Leitfaden des DSLV zur Berechnung von Treibhausgasen entnommen⁵³. Dabei wurde für die Seeschifffahrt der Wert für durchschnittlich schwere Güter und den Durchschnitt der Handelslinien im Containerschiffsverkehr herangezogen: 0,005 l kg schweres Heizöl pro Tonnenkilometer. Für die Binnenschifffahrt wurde ebenfalls Durchschnittsgut unterstellt und der Mittelwert der drei aufgezählten Binnen-Containerschiffstypen "Elbeschubverband (140 TEU)", "Koppelverband (240 TEU)" und "Jowi-Klasse (430 TEU)" angesetzt: 0,009 Liter Diesel pro Tonnenkilometer.

Der spezifische Energieverbrauch für die (aus österreichischer Sicht) internationale Passagierluftfahrt von 0,54 kWh/Pkm⁵⁴ entspricht umgerechnet mit einem Heizwert von 9,57 kWh/I⁵⁵ einem mittleren

_

Dieser Bericht wurde vor dem Angriff Russlands auf die Ukraine erstellt. Dementsprechend wurde Erdgas noch als der nahe liegendste fossile Energieträger zur Stromerzeugung betrachtet, heute könnte dies durchaus anders gesehen werden.



Treibstoffverbrauch von 5,64 I Kerosin pro 100 Pkm. Der Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft publizierte hingegen einen Durchschnittsverbrauch von 3,58 l pro 100 Pkm "der Flugzeugflotten der BDL-Mitgliedsunternehmen, der nicht auf Basis theoretischer Herstellerangaben, sondern auf Grundlage des real gemessenen Verbrauchs errechnet wurde"56. Nachdem sich bei den Emissionsfaktoren je Pkm zwischen den Angaben des österreichischen Umweltbundesamts und jenen des deutschen Umweltbundesamts ein ähnlicher Unterschied gezeigt hat (siehe 2.8.), wurde beim österreichischen Umweltbundesamt rückgefragt. In der Antwort⁵⁷ wurde bekräftigt, dass die vom österreichischen Umweltbundesamt errechneten spezifischen Verbräuche ebenso auf realen Daten zu Auslastungen bzw. Verkehrsleistungen sowie Kerosineinsatz beruhen, die von der Austro Control bereitgestellt werden. Als mögliche Ursache kann vermutet werden, dass sich der von österreichischen Flughäfen ausgehende bzw. hier endende Flugverkehr hinsichtlich mittlerer Entfernungen, Auslastungsgrade und Flugzeuggrößen erheblich vom Flugverkehr von und zu deutschen Flughäfen bzw. durch deutsche Fluglinien unterscheidet. Um die Schwankungsbreite zwischen Verbrauchsangaben mit Bezug auf unterschiedliche Staaten ersichtlich zu machen, wurden im Weiteren sowohl auf Österreich bezogene bzw. auf österreichbezogenen Quellen beruhende Ergebnisse als auch solche mit Deutschlandbezug dargestellt.

Für die Luftfracht wurden keine Verbrauchswerte gefunden, stattdessen wurde aus den Treibstoffverbräuchen pro Pkm und dem Verhältnis der Treibhausgasemissionen pro Tonnenkilometer und pro Pkm gemäß deutschem Umweltbundesamt⁵⁸ hochgerechnet.

2.10. Mögliche Fehlerquellen und deren Relevanz

An wichtigsten möglichen Fehlerquellen bei den durchgeführten Berechnungen sind zu erwähnen:

• Die in FBS/iPLAN getroffenen Einstellungen zur Fahrzeiten- bzw. Energieverbrauchsberechnung erscheinen tendenziell optimistisch, insbesondere bei den Güterzügen die geringe Anzahl an Zwischenhalten und die Anwendung der Fahrwiderstandformeln für Reisezüge sowie generell die Annahme, dass die Rekuperation von Bremsenergie sowohl Nebenverbraucher als auch Wirkungsgradverluste kompensiert. Bei den ersten Energieverbrauchsberechnungen, die zum Zwecke des vorliegenden Berichts in FBS/iPLAN durchgeführt wurden, waren beim Güterverkehr mehr Halte und höhere Fahrzeughöchstgeschwindigkeiten vorgesehen und wurde die Fahrwiderstandsformel für Güterwagen angewandt. Die Berechnungsergebnisse bei diesen ersten Berechnungen waren bei den Güterzügen jedoch hochgradig unplausibel und lagen pro befördertem Tonnenkilometer etwa beim Doppelten der Ergebnisse aus EcoTranslT (siehe 3.1.2.). und auch wesentlich höher, als aus den Emissionskennzahlen des Umweltbundesamts hochgerechnet



(siehe 3.1.1.). Nach Rücksprache mit iRFP (Herstellerfirma der Fahrplansoftware FBS/iPLAN) wurden folgende Änderungen in den Eingangsdaten vorgenommen:

- Die Zuglängen wurden korrigiert bei den ursprünglichen Eingaben wurde mit der direkten
 Eingabe des Zuggewichts irrtümlich die Zuglänge auf die Länge der Lok reduziert.
- Es wurde die Fahrwiderstandsformel für Reisezugwagen verwendet, da die Güterwagenformel nur für veraltete Güterwagen (z.B. Zweiachser mit Gleitlagern) anzuwenden ist.
- Die Vorspannloks wurden auf jene Bereiche begrenzt, in denen sie tatsächlich notwendig sind.
- Die Geschwindigkeit wurde herabgesetzt und zwischen Massengut- und Volumengutzügen bzw. Zügen des intermodalen Verkehrs differenziert.

Mit diesen Änderungen wurden auf der praktischen gleichen Relation (Wolfurt – Wien Matzleinsdorf vs. Bregenz – Wien Hbf) mit Ausnahme der Flächenbedienfahrten Energieverbrauchswerte errechnet, die im Vergleich zu jenen gemäß EcoTransIT durchwegs plausibel sind (siehe auch 3.1.2.). Eine völlige Übereinstimmung wäre schon allein daher nicht möglich, als die für die Berechnung mittels FBS/iPLAN herangezogenen Wagengewichte und Dichten der beförderten Güter in EcoTransIT nicht exakt nachgestellt werden konnten.

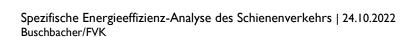
Umgekehrt ergaben sich mit den verbesserten Einstellungen für die Züge mit geringer Zuglänge, die durchschnittliche Flächenverschubfahrten abbilden sollten, in FBS wesentlich geringere Energieverbräuche als in EcoTransIT. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass in EcoTransIT zwar die geringere Transportmenge pro Zug eingegeben werden konnte, nicht aber die geringere Geschwindigkeit, was naturgemäß zu einer starken Verzerrung des Ergebnisses führt.

Bei den personenbefördernden Zügen lagen die Ergebnisse aus FBS mit Ausnahme von I. Klasse und Schlafwagen im Mittel sehr nahe an jenen gemäß EcoPassenger, die Streuung zwischen den einzelnen Zugbildungen und Linien ist aber geringer (siehe 3.2.2.1.3.). Dies liegt vermutlich an einer weniger differenzierten Berechnungsweise, es können in EcoPassenger beispielsweise auch keine unterschiedlichen Komfortklassen eingegeben werden.

- Mangels geeigneter Quellen wurden keine unterschiedlichen Umwegfaktoren berücksichtigt. Allem Anschein nach bewirkt dies eine Verzerrung zugunsten der Eisenbahn gegenüber der Straße, da das gegenüber dem Eisenbahnnetz dichtere Straßennetz naturgemäß kürzere Verbindungen zwischen zwei Orten zulässt. Flugzeuge könnten zwar auf den ersten Blick immer den kürzesten Weg zwischen zwei Flughäfen wählen ("Luftlinie"), dem stehen aber folgende Aspekte entgegen:
 - Der Weg zwischen Flughafen und eigentlichem Fahrtziel bzw. -ausgangsort wurde in den vorliegenden Vergleichsrechnungen nicht berücksichtigt.



- Flugzeuge müssen stets gegen den Wind landen und starten und bisweilen Warteschleifen fliegen, bevor eine Landung möglich ist.
- Aus Gründen der national zersplitterten Flugsicherung und militärisch bedingten Luftraumsperren kommt es auch auf der hauptsächlichen Flugstrecke zu wesentlichen Umwegen.
- Bei den Straßenfahrzeugen wurde zwar danach getrachtet, einheitlich Werte gemäß dem neueren und realitätsnäheren WLTP-Testzyklus heranzuziehen, es war aber in einigen Fällen nicht festzustellen, ob nicht doch noch der optimistischere NEFZ-Zyklus angewandt wurde.
- Die Herleitungen der Emissionen im Zusammenhang mit Batterieressourcen und ihres Zusammenhangs mit Hybridlösungen und individuellen versus kommerziellen Fahrzeugen ist zugegebenermaßen etwas spekulativ, verglichen mit den übrigen Emissionen geht es aber um überschaubare Größenordnungen.
- Die größten Unwägbarkeiten betreffen die Herkunft zusätzlich benötigter elektrischer Energie und die Auslastungsgrade im Personenverkehr, diesen wurde durch szenarienweise getrennte Berechnungen bzw. angenommene und explizit ausgewiesene Bandbreiten Rechnung getragen.





3. ERGEBNISSE

3.1. Güterverkehr

3.1.1.Auf Gesamtflotten aggregierte Vergleiche elektrisch betriebener Güterverkehrsmittel untereinander

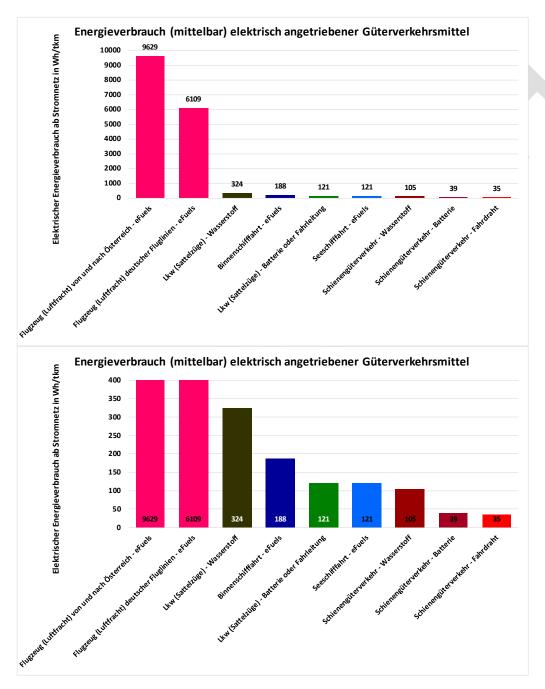


Abbildung 2: Energieverbrauch (mittelbar) elektrisch angetriebener Güterverkehrsmittel. Die zwei Diagramme unterscheiden sich lediglich in der Skalierung der Y-Achse.



Der Energieverbrauch eines mit strombasierten Treibstoffen zu betreibenden Luftfrachtverkehrs wäre bedingt durch einen hohen Kerosinverbrauch pro Transportleistung und die hohen Umwandlungsverluste bei der Erzeugung synthetischer Kraftstoffe so hoch, dass die Energieverbräuche der Verkehrsmittel auf der Erdoberfläche bzw. die Unterschiede zwischen diesen beinahe unsichtbar werden (Abbildung 2 oben). Bei näherer Betrachtung von See- und Landverkehr (Abbildung 2 unten) zeigt sich bei dieser hoch aggregierten Betrachtung, insbesondere ohne Berücksichtigung unterschiedlicher Dichten der beförderten Güter, weiterhin ein großer Vorsprung des Schienenverkehrs: Mit fahrleitungs- oder batterieelektrischem Antrieb wird nur etwa ein Viertel bis ein Drittel so viel Energie verbraucht wie für die Beförderung mit ebenso batterie- oder fahrleitungselektrischen Lkw, selbst mit dem hinsichtlich der Energieumwandlungen sehr ineffizienten Wasserstoffantrieb wird pro Tonnenkilometer noch weniger Strom benötigt als vom direkt elektrisch angetriebenen Lkw. Mit Verbrennungsmotoren und strombasiert hergestellten Treibstoffen betriebener Schiffsverkehr schneidet hinsichtlich des Stromverbrauchs schlechter als bis gleich schlecht ab wie direkt elektrifizierter Landverkehr. Mit Wasserstoff betriebene Lkw weisen den acht- bis neunfachen Stromverbrauch gegenüber mit Batterie oder Fahrdraht elektrifizierten Güterzügen auf.

3.1.2. Detailvergleiche unter Berücksichtigung unterschiedlicher Charakteristika von Zügen und beförderten Gütern

3.1.2.1. Vergleich der Energieeffizienz elektrischer Verkehrsmittel untereinander

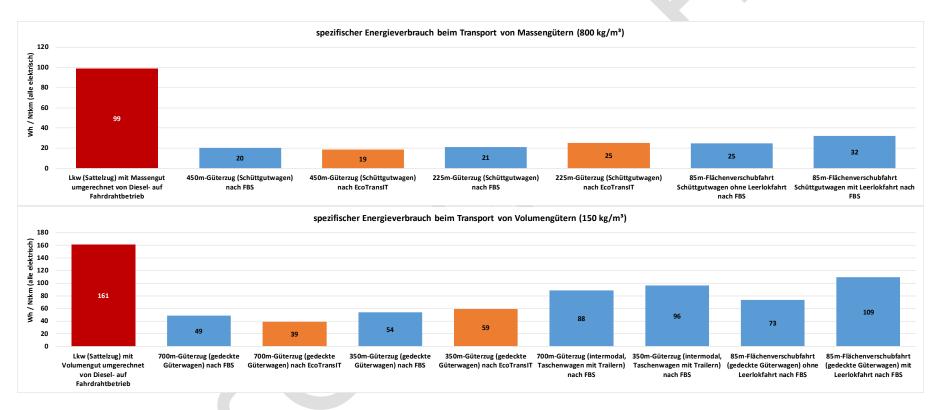


Abbildung 3: Vergleich des Energieverbrauchs von elektrischem Straßen- und Schienengüterverkehr bei unterschiedlicher Dichte der beförderten Güter nach Berechnungen in FBS/iPLAN (blaue Säulen) sowie gemäß EcoTransIT (orange Säulen)



Der Vergleich der in Abbildung 3 dargestellten zugspezifischen Ergebnisse mit den Durchschnittsergebnissen gemäß 3.1.1. ist insgesamt plausibel und stimmt mit der Vermutung überein, dass im Schienenverkehr überdurchschnittlich viel Massengüter transportiert werden, im Straßenverkehr hingegen überdurchschnittlich viel Volumengüter: Der Durchschnittswert für den Straßengüterverkehr liegt zwischen jenem für Massengüter und jenem für Volumengüter, aber näher an jenem für Volumengüter, während beim Schienengüterverkehr alle Werte für Massengüter unter, alle Werte für Volumengüter hingegen über dem Durchschnittswert liegen. Während der durchschnittliche Straßentransport pro Tonnenkilometer etwa 3,5 mal so viel Energie braucht wie der durchschnittliche Schienentransport (jeweils mit Fahrleitung betrieben), ist der Vorteil bei der alleinigen Betrachtung von Massengütern noch etwas stärker ausgeprägt (überwiegend Faktor 4-5), bei Volumengütern hingegen weniger stark (bei Ganzzügen ca. Faktor 3, in der Flächenbedienung um Faktor 2 oder darunter). Bei intermodalen Transporten mit Lkw-Trailern (Sattelaufliegern) in Taschenwagen, die generell nur für Volumengüter als relevant erachtet wurden, steigt zwar der spezifische Energieverbrauch aufgrund der mitbeförderten Totmasse erheblich an, beträgt aber immer noch nur etwas mehr als die Hälfte gegenüber der Fahrt des Lkw auf der Straße.

Im Vergleich mit Abfrageergebnissen des Online-Emissions- und Energieverbrauchsberechnungstools "EcoTransIT" sind die Werte bei Ganzzügen sehr ähnlich, verbleibende Unterschiede können auch darauf zurückzuführen sein, dass es nicht möglich war, die den Berechnungen nach FBS zugrunde gelegten Dichten der beförderten Güter sowie Wagengewichte in EcoTransIT genau nachzustellen. Bei der Flächenbedienung durch kurze Verschubfahrten war mit EcoTransIT keine brauchbare Vergleichsrechnung möglich (siehe auch 2.10.). Alle weiteren Berechnungen beruhen auf den Ergebnissen aus der FBS-Energieverbrauchsberechnung.

3.1.2.2. Vergleich der Treibhausgasintensität elektrischer und fossil betriebener Güterverkehrsmittel

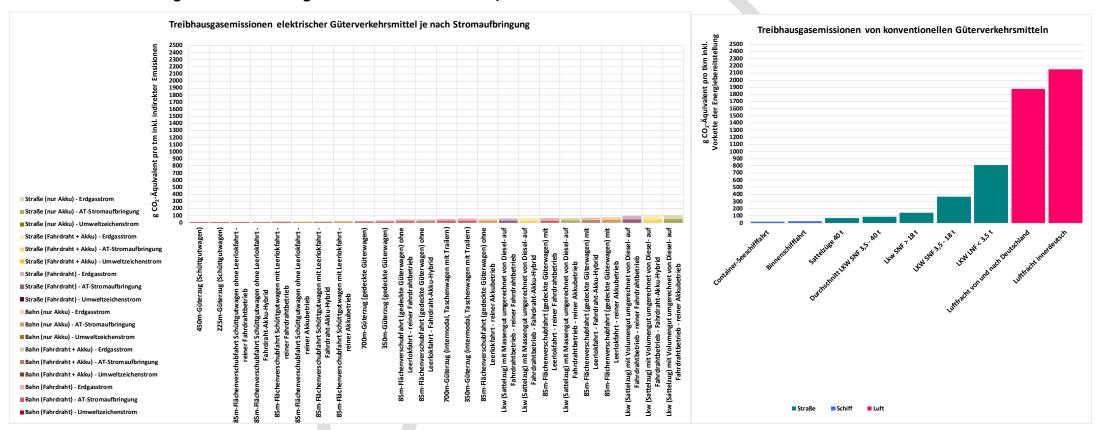


Abbildung 4: Vergleich der Treibhausgasemissionen verschiedener elektrischer Güterverkehrsmittel mit Strom unterschiedlicher Herkunft und aktueller Emissionsfaktoren des mit Fossilenergie betriebenen Luft-, See- und Straßengüterverkehrs sowie des teils elektrisch (mit Bahnstrommix) und teils fossil betriebenen Schienengüterverkehrs. Zur besseren Unterscheidbarkeit innerhalb der Landverkehrsmittel siehe Abbildung 5.

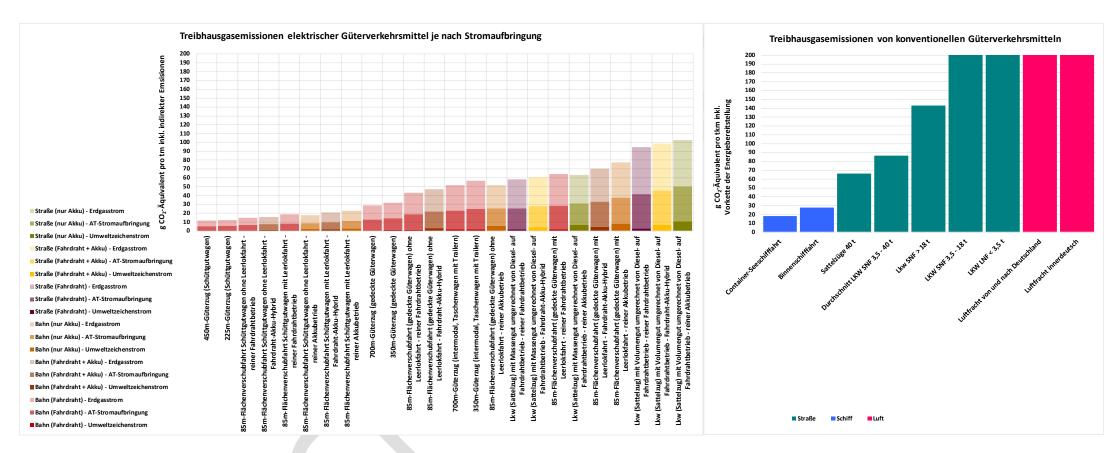


Abbildung 5: Vergleich der Treibhausgasemissionen verschiedener elektrischer Güterverkehrsmittel mit Strom unterschiedlicher Herkunft und aktueller Emissionsfaktoren des mit Fossilenergie betriebenen Luft-, See- und Straßengüterverkehrs sowie des teils elektrisch (mit Bahnstrommix) und teils fossil betriebenen Schienengüterverkehrs. Zur Sichtbarkeit der oberen Balkenenden der Luftfracht siehe Abbildung 4.



Die bei weitem größten Unterschiede in den Treibhausgasemissionen des Güterverkehrs beruhen auf den Merkmalen Flugverkehr versus Oberflächenverkehr (Land- oder Seeverkehr) sowie den eingesetzten Energieträgern (unmittelbare Fossilenergie, Strom mit hohem oder geringem Fossil-Anteil). Bei aus fossilen Energieträgern (konkret aus Erdgas) erzeugtem Strom bewirkt die Umstellung von Lkw-Verkehren auf Fahrleitungsbetrieb keine Reduktion von Treibhausgasemissionen. Bei einem Strommix, der der durchschnittlichen österreichischen Stromaufbringung entspricht, ist der elektrifizierte Straßengüterverkehr sowohl im reinem Batteriebetrieb als auch in einem Hybrid- oder reinem Fahrdrahtbetrieb dem direkt mit fossilen Brennstoffen betriebenen Straßengüterverkehr überlegen, und Schifffahrt und Eisenbahn weisen etwa gleiche Emissionen pro Transportleistung auf. Bei Anwendung von Ökostrom nach der Definition des österreichischen Umweltzeichens sind alle betrachteten Formen des elektrischen Landverkehrs klimafreundlicher als die mit Verbrennungsmotoren und fossilen Treibstoffen betriebene Binnen- oder Seeschifffahrt.



3.2. Personenverkehr

3.2.1. Auf Gesamtflotten aggregierte Vergleiche elektrisch betriebener Personenverkehrsmittel untereinander

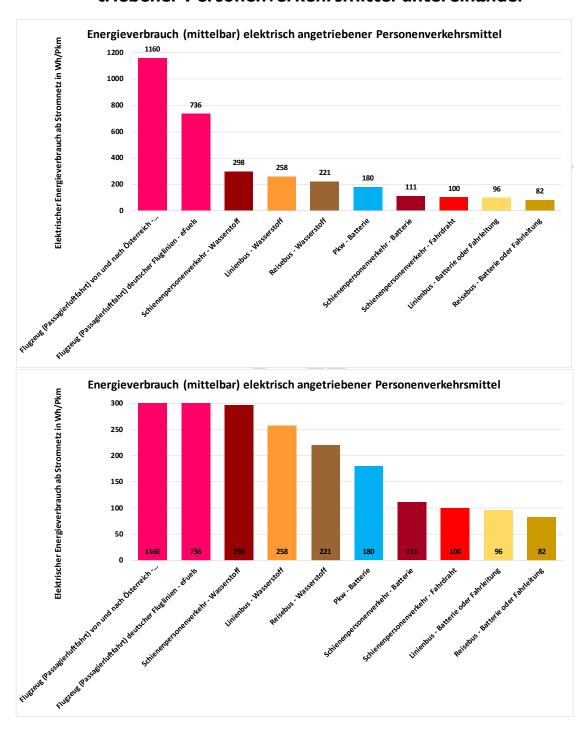


Abbildung 6: Energieverbrauch (mittelbar) elektrisch angetriebener Personenverkehrsmittel. Die zwei Diagramme unterscheiden sich lediglich in der Skalierung der Y-Achse.



Im Personenverkehr sind die Unterschiede zwischen den Verkehrsträgern insgesamt geringer als im Güterverkehr und der Bus hat pro Pkm einen etwas geringeren Energieverbrauch als der Schienenpersonenverkehr (zu den Ursachen dafür siehe Detailvergleiche in 3.2.2.1.). Der Effizienzvorsprung der Bahn gegenüber dem Pkw beruht nicht auf dem Unterschied zwischen dem spurgebundenen Rad-Schiene-System und der nicht spurgeführten Fahrt mit Luftreifen auf Asphalt, sondern auf dem Unterschied zwischen öffentlichem Verkehr und Individualverkehr: Sowohl der elektrische Bus als auch die elektrische Bahn verbrauchen pro Pkm etwa halb so viel Strom wie batterieelektrische Pkw. Dieser Effizienzvorteil ist jedoch geringer als der Effizienznachteil eines etwaigen Wasserstoffbetriebs: Für brennstoffzellenbetriebene Züge oder Busse ist in Summe mehr Strom erforderlich als für batterieelektrische Pkw.

Mit synthetischen Flugtreibstoffen betriebene Passagierluftfahrt ist mit dem mit Abstand größten Stromverbrauch verbunden, je nach Berechnungsgrundlagen (auf Deutschland oder Österreich bezogene Quellen) mit dem 4- bis 6-fachen des batteriebetriebenen Pkw-Verkehrs oder dem 7- bis 12-fachen des fahrdrahtelektrifizierten Schienenverkehrs.

Ein Betrieb von Pkw mit Brennstoffzelle wurde für die vorliegenden Berechnungen nicht in Erwägung gezogen.



3.2.2. Detailvergleiche unter Berücksichtigung von Charakteristika der Fahrzeuge und der Betriebsweise

- 3.2.2.1. Vergleich der Energieeffizienz elektrischer Verkehrsmittel untereinander
 - 3.2.2.1.1. Energieverbrauch pro Fahrgastraumvolumen und Entfernung

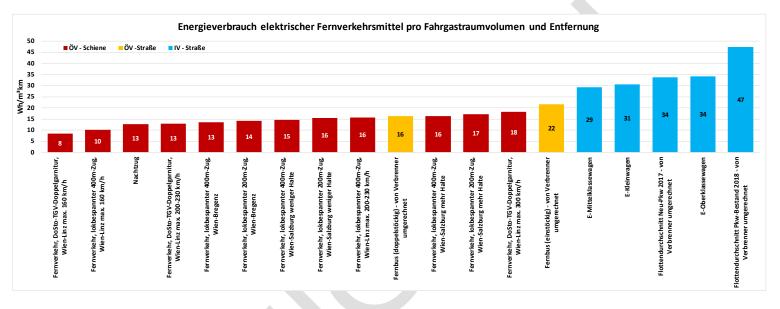


Abbildung 7: Energieverbrauch elektrischer Personenfernverkehrsmittel pro Fahrgastraumvolumen und Entfernung

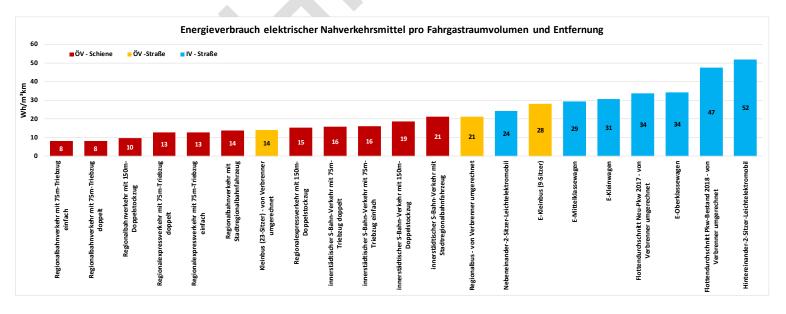


Abbildung 8: Energieverbrauch elektrischer Personennahverkehrsmittel pro Fahrgastraumvolumen und Entfernung



Vergleicht man die Energieeffizienz unterschiedlicher elektrischer Verkehrsmittel unter Neutralisierung der Effekte unterschiedlicher Auslastungsgrade und Bestuhlungsdichten, also den Energieverbrauch pro bewegtem Fahrgastraumvolumen, so zeigt sich nicht nur ein deutlicher Vorsprung des öffentlichen Verkehrs gegenüber dem Individualverkehr, sondern tendenziell auch ein Vorteil des öffentlichen Schienenverkehrs gegenüber dem öffentlichen Straßenverkehr (Bus).

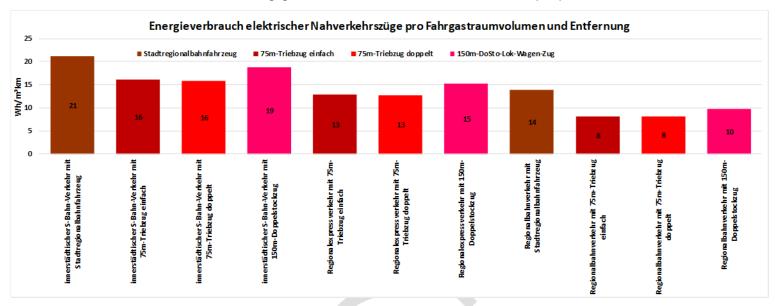


Abbildung 9: Energieverbrauch elektrischer Nahverkehrszüge pro Fahrgastraumvolumen und Entfernung

Im Vergleich unterschiedlicher Beispiele elektrischen Schienennahverkehrs zeigt sich zunächst, dass gemäß der Energieverbrauchsrechnung in FBS/iPLAN Triebzüge merklich energieeffizienter sind als lokbespannte Züge und dass das geringere Fahrgastraumvolumen von Stadtregionalbahnfahrzeugen zu einem höheren spezifischen Energieverbrauch verglichen mit reinen Vollbahnfahrzeugen führt. Hinsichtlich der unterschiedlichen Einsatzgebiete ist zu erkennen, dass der innerstädtische S-Bahn-Verkehr mit häufigen Halten den höchsten Energieverbrauch verursacht. Dabei ist zu bedenken, dass die gewählte Beispielstrecke (Wien Handelskai – Wien Hütteldorf) relativ hügelig ist, bei 16 km Streckenlänge liegt ein Endpunkt 43 Höhenmeter über dem anderen und der Scheitelpunkt der Strecke liegt noch einmal 17 Höhenmeter über dem höher gelegenen Endpunkt. Der Energieverbrauch in einer Richtung liegt etwa 30 % über jenem der anderen, es wurde der Mittelwert beider Richtungen ausgewertet.

Die Regionalexpress- und Regionalbahnlinien verlaufen beide in ebenem Gelände, der kürzere mittlere Halteabstand der Regionalbahn wird durch die geringere Fahrgeschwindigkeit überkompensiert.



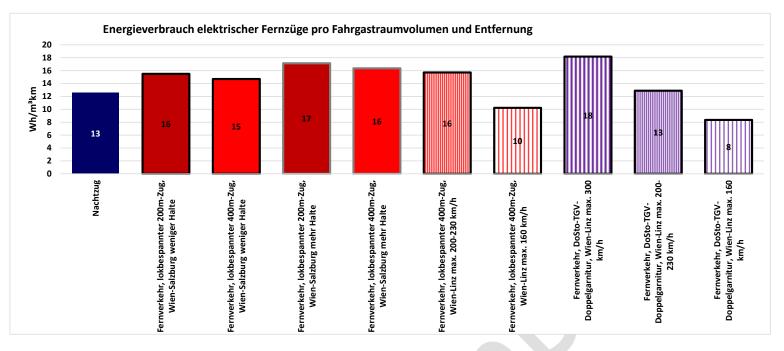


Abbildung 10: Energieverbrauch elektrischer Fernzüge pro Fahrgastraumvolumen und Entfernung

Im Vergleich unterschiedlicher Fernzüge zueinander zeigt sich, dass längere Züge (400 statt 200 m) nur minimal energieeffizienter sind, auch der Einfluss von zehn versus vier Anfahrvorgängen zwischen Wien und Salzburg (mehr oder weniger Halte) ist gering. Triebzüge schneiden auch hier wesentlich besser ab als lokbespannte Züge. Von großem Einfluss ist darüber hinaus die Geschwindigkeit, echter Hochgeschwindigkeitsverkehr mit 300 km/h bedeutet bei ansonsten gleichen Umständen mehr als den doppelten Energieverbrauch als konservativer Fernverkehr mit maximal 160 km/h. Der Energieverbrauch des Nachtzuges ist aufgrund der geringeren Geschwindigkeit etwas niedriger.



3.2.2.1.2. Energieverbrauch pro Sitzplatz und Entfernung

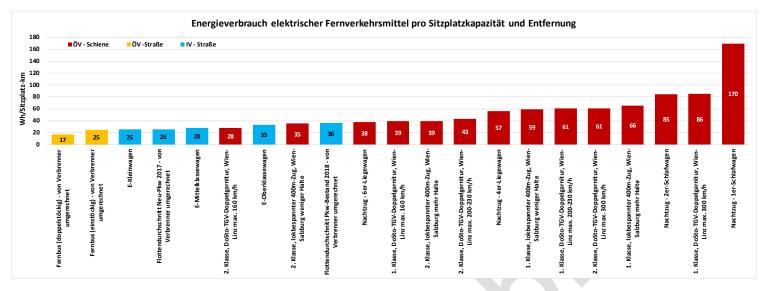


Abbildung II: Energieverbrauch elektrischer Personenfernverkehrsmittel pro Sitzplatzkapazität und Entfernung

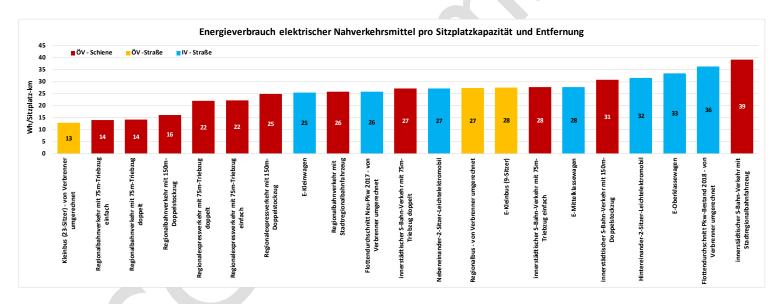


Abbildung 12: Energieverbrauch elektrischer Personennahverkehrsmittel pro Sitzplatzkapazität und Entfernung

Bezieht man den Energieverbrauch auf die beförderte Anzahl an Sitzplätzen (Abbildung II und Abbildung I2), zeigt sich der Einfluss der großzügigeren Bestuhlung im Schienenverkehr allgemein und speziell in der ersten Klasse und im Schlafwagen, im Vergleich zur Darstellung pro Fahrgastraumvolumen (Abbildung 7) wandern die Fernbusse aus dem Bereich mittlerer bis unterdurchschnittlicher Energieeffizienz ins Spitzenfeld im Sinne möglichst geringen Energieverbrauchs. Verglichen mit Fernzügen liegt das aber nicht nur an der dichten Bestuhlung, sondern auch an der geringen Geschwindigkeit: Der Energieverbrauch der (elektrischen) Fernbusse ist pro Sitzplatzkilometer etwa gleich hoch wie im Regionalbahn- oder Regionalexpressverkehr.



Den größten Energieverbrauch pro Platzkilometer haben schnelle Züge in gehobenen Komfortklassen, während die Individualfahrzeuge vergleichsweise gut abschneiden, weil ihre Sitzplätze auf sehr geringem Raum angeordnet sind.

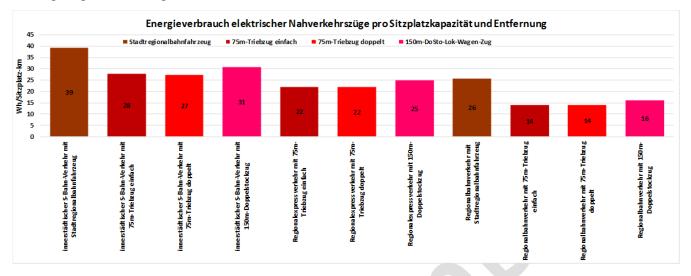


Abbildung 13: Energieverbrauch elektrischer Nahverkehrszüge pro Sitzplatzkapazität und Entfernung

Der Vergleich unterschiedlicher Nahverkehrszüge ergibt in Energieverbrauch pro Sitzplatzkilometer weitgehend dieselbe Reihung wie in Energieverbrauch pro Fahrgastraumvolumen, die Bestuhlungsdichte ist ähnlich und es gibt im österreichischen Nahverkehr keine unterschiedlichen Komfortklassen.

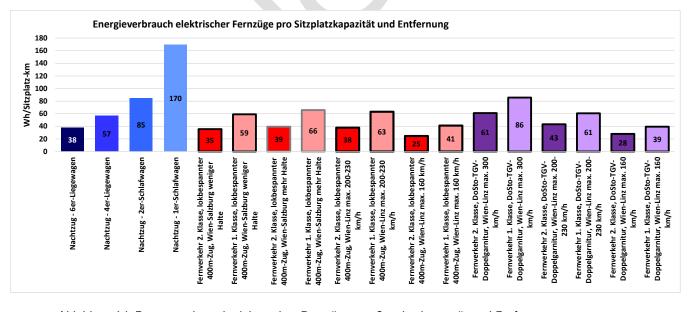


Abbildung 14: Energieverbrauch elektrischer Fernzüge pro Sitzplatzkapazität und Entfernung

Im Vergleich zwischen den lokbespannten Garnituren und dem TGV als Hochgeschwindigkeitstriebzug zeigt sich, dass unter sonst gleichen Bedingungen (Wien – Linz mit max. 200-230 km/h) die geringere Energieeffizienz der zugrunde gelegten lokbespannten Garnitur pro Fahrgastraumvolumen



durch eine weniger dichte Bestuhlung des Doppelstock-TGV kompensiert wird, beide Züge erreichen in der jeweils gleichen Komfortklasse sehr ähnliche Werte. Der Unterschied zwischen 2. und I. Klasse ist in etwa gleich groß wie ein Geschwindigkeitssprung von 160 auf 200/230 oder von 200/230 auf 300 km/h. Vergleicht man den Nachtzug mit einem Tagzug der mittleren Geschwindigkeitskategorie, so ist der 6er-Liegewagen etwa so energieeffizient wie die 2. Klasse des Sitzwagens und der 4er-Liegewagen entspricht etwa der I. Klasse im Tagzug. Der 2er-Schlafwagen hat bereits denselben spezifischen Energieverbrauch wie die I. Klasse im Hochgeschwindigkeitszug.





3.2.2.1.3. Energieverbrauch pro Personenverkehrsleistung

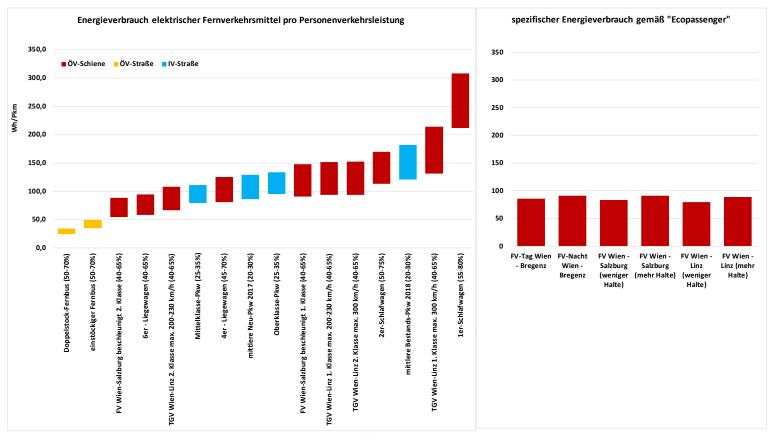


Abbildung 15: Links: Energieverbrauch elektrischer Personenfernverkehrsmittel pro Personenverkehrsleistung als Bandbreiten zwischen optimistisch und pessimistisch angenommener Auslastung. Die Reihung folgt dem Mittelwert der Bandbreite. Rechts: Vergleichswerte aus Abfragen auf www.ecopassenger.org

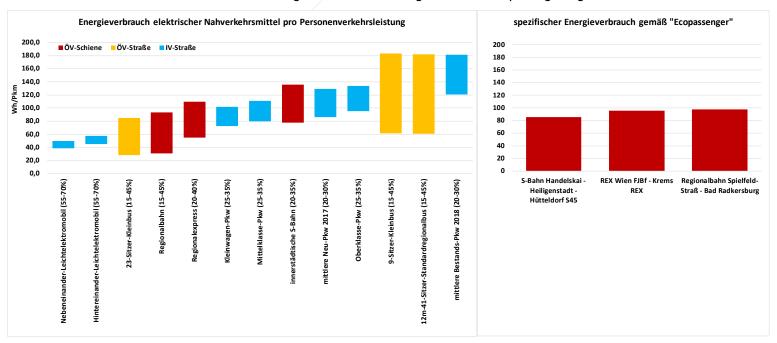


Abbildung 16: Links: Energieverbrauch elektrischer Personennahverkehrsmittel pro Personenverkehrsleistung als Bandbreiten zwischen optimistisch und pessimistisch angenommener Auslastung. Die Reihung folgt dem Mittelwert der Bandbreite. Rechts: Vergleichswerte aus Abfragen auf www.ecopassenger.org



Unter Berücksichtigung der Auslastungsgrade sind elektrische Fernbusse die energieeffizientesten Personenverkehrsmittel, gefolgt von Leichtelektromobilen, die mit nur zwei Sitzplätzen je Fahrzeug naturgemäß eine wesentlich bessere durchschnittliche Auslastung erreichen, als konventionelle Pkw. Verglichen mit batterieelektrischen Pkw mit fünf Sitzplätzen, üblichen Besetzungsgraden und üblichen Höchstgeschwindigkeiten ist der Schienenpersonennahverkehr fast durchgängig energieeffizienter, I. Klasse und Hochgeschwindigkeitsverkehre sind von ihrer Energieeffizienz her mit Oberklasse-Pkw vergleichbar. Folgt man dem aus Emissionsfaktoren des Umweltbundesamts rückgerechneten Stromverbrauch je Pkm von 100 Wh/Pkm (siehe 3.2.1.), scheinen die aus iPLAN/FBS ermittelten Verbrauchswerte für den Schienenpersonenverkehr realistisch, ebenso im Vergleich mit Abfrageergebnissen aus www.ecopassenger.org (rechts in Abbildung 15 und Abbildung 16).

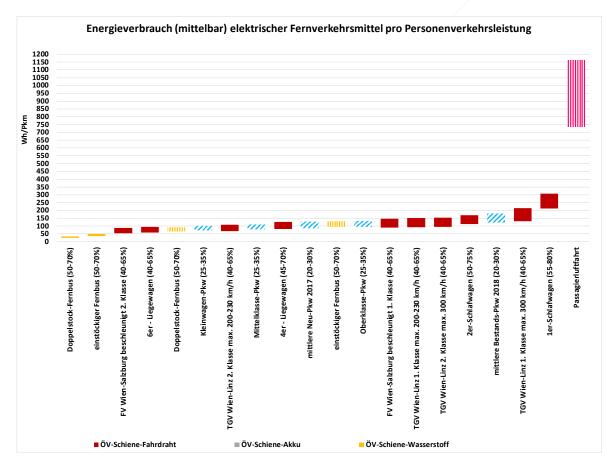


Abbildung 17: Energieverbrauch (mittelbar) elektrisch angetriebener Personenfernverkehrsmittel pro Personenverkehrsleistung als Bandbreiten zwischen optimistisch und pessimistisch angenommener Auslastung, bei der Passagierluftfahrt Bandbreiten zwischen unterschiedlichen Quellen zum Treibstoffverbrauch pro Beförderungsleistung (höhere Werte für Flüge von und zu österreichischen Flughäfen, geringere Werte für den Flugverkehr deutscher Fluglinien)



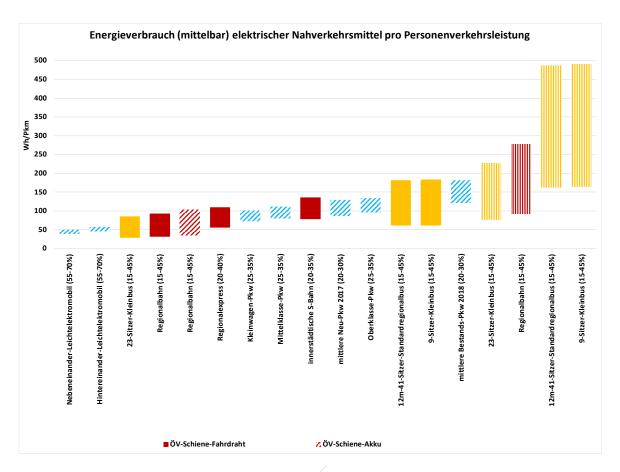


Abbildung 18: Energieverbrauch (mittelbar) elektrisch angetriebener Personennahverkehrsmittel pro Personenverkehrsleistung als Bandbreiten zwischen optimistisch und pessimistisch angenommener Auslastung.)

Unterscheidet man bei Regionalbahnen zwischen Batterie- und Fahrdrahtbetrieb und bezieht als strombasierte Treibstoffe Wasserstoff für Busse und Züge sowie synthetische Treibstoffe ("e-Fuels") für die Passagierluftfahrt mit ein, ergeben sich die in Abbildung 17 und Abbildung 18 dargestellten Verhältnisse: Fernbusse wären im Wasserstoff-Brennstoffzellen-Betrieb hinsichtlich ihres Energieverbrauchs etwa gleich schlecht wie batterieelektrische Pkw, Regionalbahnen noch etwas schlechter (für höherrangigen Schienenverkehr wurde kein Wasserstoffantrieb erwogen). Der Energieverbrauch für die Herstellung synthetischer Treibstoffe für den Flugverkehr übertrifft pro Pkm den der Eisenbahn selbst dann noch um ein Vielfaches, wenn in platzintensiven Schlafwagen-Einzelabteilen oder in der I. Klasse eines Hochgeschwindigkeitszuges gereist wird. Die verglichen mit langsameren und weniger komfortablen Zügen relativ hohen Energieverbräuche gehobener Komfortklassen und hoher Geschwindigkeiten auf der Eisenbahn sind also jedenfalls so lange gerechtfertigt, als damit wesentliche Nachfrageanteile vom Flugzeug und nicht vom Elektro-Pkw oder vom Fernbus gewonnen werden.

3.2.2.2. Vergleich der Treibhausgasintensität elektrischer und fossil betriebener Verkehrsmittel

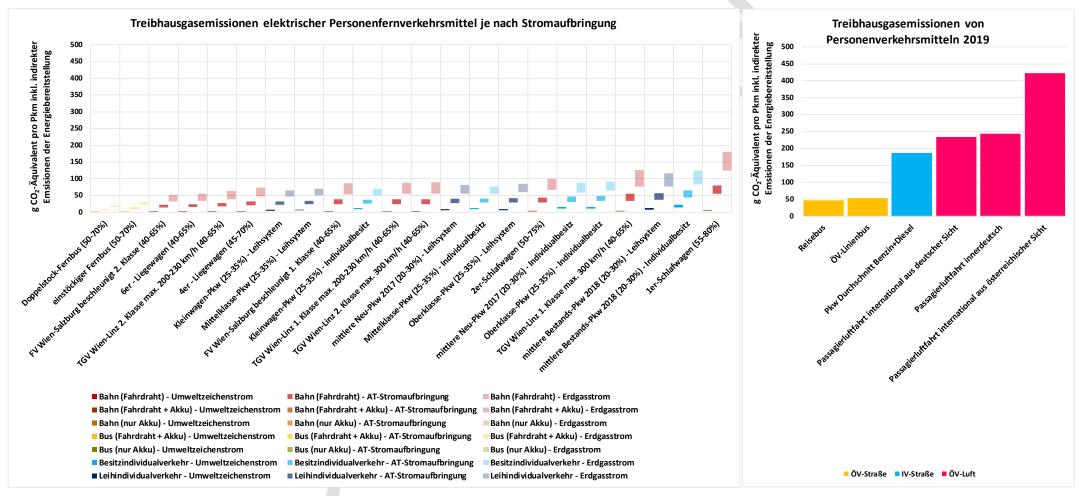


Abbildung 19: Vergleich der Treibhausgasemissionen verschiedener elektrischer Personenfernverkehrsmittel mit Strom unterschiedlicher Herkunft sowie unterschiedlichen Annahmen zur Auslastung und aktueller Emissionsfaktoren des mit Fossilenergie betriebenen Luft- und Straßenpersonenverkehrs sowie des teils elektrisch (mit Bahnstrommix) und teils fossil betriebenen Schienenpersonenfernverkehrs.

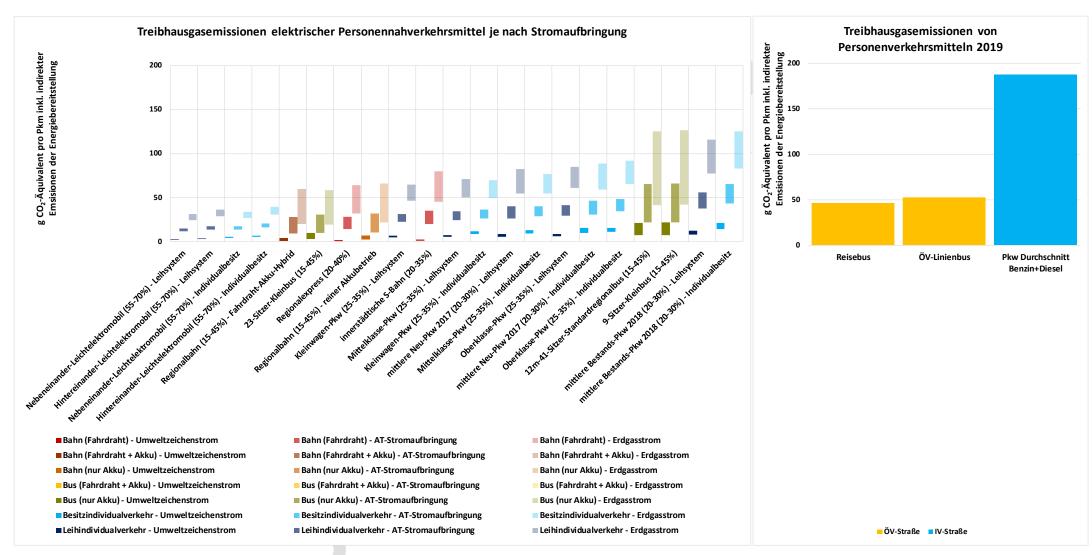


Abbildung 20: Vergleich der Treibhausgasemissionen verschiedener elektrischer Personennahverkehrsmittel mit Strom unterschiedlicher Herkunft sowie unterschiedlichen Annahmen zur Auslastung und aktueller Emissionsfaktoren des mit Fossilenergie betriebenen Straßenpersonenverkehrs sowie des teils elektrisch (mit Bahnstrommix) und teils fossil betriebenen Schienenpersonennahverkehrs.

Die spezifischen Treibhausgasemissionen für jedes einzelne der Landverkehrsmittel unterliegen enormen Schwankungen je nach Auslastungsgrad und je nachdem, ob ein so rascher Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung bzw. so große Energieeinsparungen an anderer Stelle unterstellt werden, dass der für die Elektrifizierung des Verkehrs zusätzlich erforderliche Strom zu hohen Anteilen erneuerbar erzeugt wird, oder ob von einem längeren Zeithorizont zur Dekarbonisierung der Stromerzeugung ausgegangen wird. Im Gegensatz zu den unterschiedlichen Auslastungsgraden je Verkehrsmittel wirken unterschiedliche Annahmen zur Treibhausgasintensität der Stromerzeugung auf alle elektrischen Verkehrsmittel gleich und beeinflussen deren Reihung nicht.

Trotz der großen Schwankungsbreite innerhalb der elektrischen Landverkehrsmittel ermöglichen Abbildung 19 und Abbildung 20 zwei klare Aussagen:

- 1. Verbrenner-Pkw haben höhere Treibhausgas-Emissionen als alle verglichenen elektrischen Landverkehrsmittel. Anders als im Güterverkehr wäre der Betrieb von batterieelektrischen Pkw selbst bei Verwendung von Strom aus Erdgas klimaschonender als die Nutzung fossiler Brennstoffe im fahrzeugeigenen Verbrennungsmotor. Ursache für diesen Unterschied zwischen Güter- und Personenverkehr dürfte sein, dass Lkw-Motoren, insbesondere im für den Vergleich mit dem Schienenverkehr aussagekräftigen Fernverkehrszyklus, durchschnittlich mit günstigeren Wirkungsgraden betrieben werden als Pkw-Motoren.
- 2. Der Flugverkehr hat noch einmal wesentlich höhere Emissionen als der Verbrenner-Pkw.

Auffällig ist, dass auch für die Reise- und Linienbusse mit Verbrennungsmotor höhere Treibhausgasemissionen ausgewiesen werden, als für elektrifizierte Fernbusse bei Einsatz von Strom aus Erdgas errechnet wurde, während im Güterverkehr der Lkw (Sattelzug) mit Verbrennungsmotor dem fahrleitungselektrifizierten Lkw mit Strom aus Erdgas überlegen war. Hier könnte der Unterschied jedoch darauf beruhen, dass Fernbusse hinsichtlich ihrer Auslastung nicht mit "Reisebussen" verglichen werden können, die im Gelegenheitsverkehr andere Auslastungsgrade und vermutlich auch hohe Leerfahrtenanteile aufweisen. Umgekehrt umfassen "ÖV-Linienbusse" freilich auch Busse des Nahund Regionalverkehrs mit gegenüber Fernlinienbussen wesentlich geringerer Auslastung.

Der Vergleich der Emissionen je nach Verkehrsmittel und Antriebsform zeigt für den Personenverkehr, dass aus klimapolitischer Sicht jegliche Verkehrsverlagerung weg vom Flugverkehr die höchste Priorität hat, gefolgt von der Reduktion des motorisierten Individualverkehrs mit Verbrennungsmotor. Verglichen damit sind die Unterschiede zwischen den einzelnen elektrischen Landverkehrsträgern nicht nur mit größeren Unsicherheiten behaftet, sondern auch insgesamt eher unbedeutend.

3.3. Vergleich des Treibhausgas-Einsparungspotenzials pro Zugkilometer

Auf Bahnstrecken, die für mehrere Verkehrssegmente wie Personenfernverkehr-, Personennahverkehr und Güterverkehr gleichermaßen relevant sind und eine hohe Auslastung aufweisen, stellt sich die Frage, mit welcher Nutzung der begrenzten Anzahl an Zugtrassen Treibhausgaseinsparungen in welchem Ausmaß erzielt werden können. Es wurden daher die Berechnungen in 3.1. und 3.2. dahingehend ergänzt, dass jeweils Differenzen zwischen den Emissionen pro Personen- bzw. Tonnenkilometer auf der Schiene und auf anderen Verkehrsträgern gebildet und diese mit der Anzahl Personen bzw. Tonnen pro Zug multipliziert wurden. Dabei wurden für alle elektrisch betriebenen Verkehrsmittel weiterhin die drei Szenarien der Stromherkunft berücksichtigt und zusätzlich wurde bei den Personenverkehrsmitteln wahlweise mit optimistischen und pessimistischen Auslastungsgraden gerechnet. In diesen Berechnungen wurden ähnlich wie in Abschnitt 3.2.2.2 lediglich die reiferen und energieeffizienteren Technologien Verbrennungsmotor (bzw. Verbrennungstriebwerk) mit fossil erzeugtem Treibstoff, Fahrdraht-Elektrifizierung und Akku-Elektrifizierung berücksichtigt, nicht jedoch E-Fuels oder Wasserstoff. Um das Ergebnis halbwegs übersichtlich zu halten, wurde stets sowohl beim Schienen- als auch beim Straßenverkehr gleichermaßen mit optimistischen oder pessimistischen Auslastungsannahmen gerechnet, ebenso wurde stets bei allen verglichenen elektrischen Verkehrsmitteln die jeweils gleiche Herkunft der elektrischen Energie unterstellt. Darüber hinaus wurde die Anzahl an Vergleichspaaren reduziert, indem unrealistische Substitute wie z.B. Nahverkehrszug statt Flugzeug eliminiert wurden. Trotzdem verbleiben in dieser Rechnung 299 zu vergleichende Verkehrsmittelpaare in bis zu sechs verschiedenen Berechnungsszenarien (unterschiedliche Auslastungsgrade im Personenverkehr, unterschiedliche Herkunft der elektrischen Antriebsenergie). Die dementsprechend sehr ausführliche Ergebnistabelle (Tabelle 5) ist daher als Anhang (Kapitel 5) dargestellt.

Zwecks übersichtlicherer Darstellung wurden daher aus Tabelle 5 besonders relevante Vergleichspaare ausgewählt, teils mehrere davon nochmals zusammengefasstiv und sowohl über die unterschiedlichen Vergleichspaare, als auch über die unterschiedlichen Annahmen zur Auslastung jeweils der Mittelwert zwischen niedrigstem und höchstem Treibhausgas-Einsparungspotenzial gebildet. Diese Rechnung wurde getrennt für den günstigsten Fall der Stromerzeugung (Strom mit Umweltzeichen 46) und den ungünstigsten Fall der Stromerzeugung (Strom aus Erdgas) durchgeführt. Aufgrund der enormen Unterschiede im Treibhausgas-Einsparungspotenzial pro Zugkilometer sind die Ergebnisse in den Diagrammen in Abbildung 21 und Abbildung 22 entlang einer logarithmischen Y-Achse dargestellt. Vergleichsbeispiele in denen die Verlagerung auf die Eisenbahn zu einer Zunahme von Treibhausgasemissionen führen würde (negative Einsparung) sind daher nicht dargestellt.

iv Zusammenfassungen:

^{- &}quot;Güterzug statt Luftfracht": "700m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Luftfracht (internationale Flüge, von Deutschland aus gesehen)" und "700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Luftfracht (internationale Flüge, von Deutschland aus gesehen)"

^{- &}quot;Tages-Fernzug (400m Länge) statt Passagierluftfahrt": Alle Kombinationen von I. & 2. Klasse, Bestandsfahrplan Wien-Salzburg mit weniger Halten und 300km/h-Fahrplan eines Doppelstock-TGV Wien-Linz, optimistische und pessimistische Emissionsfaktoren der Passagierluftfahrt

^{- &}quot;Nachtzug (400m Länge) statt Passagierluftfahrt": Alle Komfortklassen von 6er-Liegewagen bis 1er-Schlafwagen, optimistische und pessimistische Emissionsfaktoren der Passagierluftfahrt

^{- &}quot;Tages-Fernzug (400m Länge) statt Verbrenner-Pkw" bzw. "... statt Elektro-Pkw": Kombinationen von I. & 2. Klasse, Bestandsfahrplan Wien-Salzburg mit weniger Halten und 300km/h-Fahrplan eines Doppelstock-TGV Wien-Linz

^{- &}quot;SPNV (unterschiedliche Zuglängen) statt Verbrenner-Pkw" bzw. "... statt Elektro-Pkw": Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt, innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug, Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahrdraht-Akku-Hybrid) & Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner Akkubetrieb)

⁻ Bei Vergleichen mit Elektro-Lkw: Fahrdraht-Akku-Hybrid-Betrieb und reiner Akkubetrieb zusammengefasst

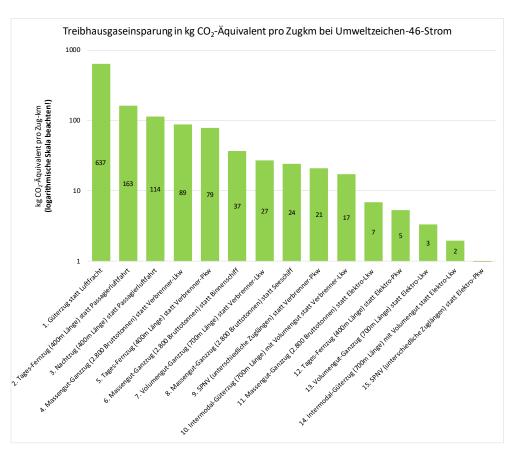


Abbildung 21: Mittlere Treibhausgaseinsparung für ausgewählte Verkehrsverlagerungsfälle in kg CO₂-Äquivalent pro Zugkilometer bei Nutzung zertifizierten Stroms mit Umweltzeichen 46 als Antriebsenergie.

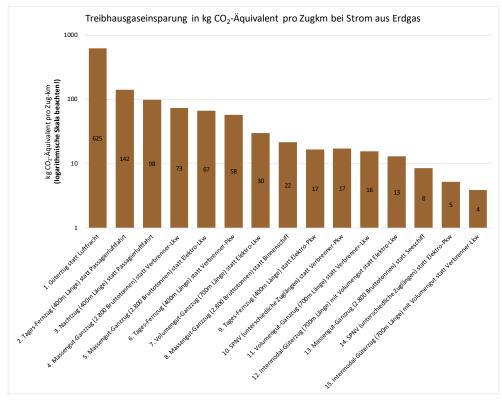


Abbildung 22: Mittlere Treibhausgaseinsparung für ausgewählte Verkehrsverlagerungsfälle in kg CO₂-Äquivalent pro Zugkilometer bei Nutzung von Strom aus Erdgas als Antriebsenergie.

Der hier angestellte Vergleich der Einsparungspotenziale pro Zugkilometer je nach Marktsegment des Eisenbahnverkehrs bzw. je nach ersetztem Verkehrsmittel ist besonders bei knappen Kapazitäten am Eisenbahnnetz relevant, wenn also beispielsweise auf Hauptstrecken, die noch nicht viergleisig ausgebaut wurden, entschieden werden muss, ob die letzte verfügbare Zugtrasse für einen Personenfernverkehrszug, einen Personennahverkehrszug oder einen Güterzug genutzt wird. Aus dieser Darstellung können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Unabhängig von der Herkunft der elektrischen Antriebsenergie weisen die Verlagerungsfälle von der Luftfahrt zur Eisenbahn (Tag wie Nacht, Personen- wie Güterverkehr) sowie im Falle von Massengütern vom Verbrenner-Lkw zum Güterzug die größten Treibhausgas-Einsparungspotenziale auf. Letzteres gilt bei aus Erdgas gewonnenem Strom auch für die Verlagerung vom Elektro-Lkw zum Güterzug. Allerdings ist bei Massengütern auf ganzzugfähigen Quell-Ziel-Relationen bereits mit einem hohen Marktanteil der Schiene und im Zuge der Dekarbonisierung möglicherweise rückläufigem Gesamtaufkommen zu rechnen (siehe auch 4.2). Das Luftfrachtaufkommen ist wiederum verschwindend gering im Vergleich zum Schienengüterverkehrsaufkommen, während das Passagierluftfahrtaufkommen sehr wohl eine sehr relevante Größe darstellt (siehe auch 4.4). Es stellt sich daher die Verlagerung vom Flugzeug zum Fernzug eindeutig als aus Klimaperspektive nützlichste Verwendung noch freier Eisenbahninfrastrukturkapazitäten dar.
- Danach folgt, ebenso mit relativ geringer Abhängigkeit von der Herkunft des Stroms, die Verlagerung vom Verbrenner-Pkw zum (400m langen) Fernzug.
- Sowohl die Verlagerung von Massenguttransporten vom Binnen- oder Seeschiff zum Güterzug, als auch die Verlagerung von Volumenguttransporten vom Verbrenner-Lkw auf die Schiene haben bei Verwendung von Umweltzeichenstrom mittlere Priorität, bei Strom aus Erdgas hingegen nur geringe Priorität.
- Mittlere bis geringe Priorität hat rein aus dem Gesichtspunkt der pro Zugkilometer vermeidbaren CO₂-Emissionen auch die Verlagerung vom Verbrenner-Pkw zum Schienenpersonennahverkehr. Auch hier hat die Herkunft des Stroms nur geringen Einfluss auf das Ergebnis: Zwar ist die Treibhausgasvermeidung pro Personenkilometer hoch, allerdings befördert ein Nahverkehrszug weit weniger Personen als ein Fernverkehrszug.
- Die Verlagerung vom Elektro-Pkw zum Nahverkehrszug hat in beiden Rechnungen geringe Priorität, jene zum Fernverkehrszug hat bei Umweltzeichenstrom geringe und bei Strom aus Erdgas mittlere Priorität.
- Am meisten von der Herkunft des Stroms abhängig ist die Zweckmäßigkeit der Verlagerung vom Elektro-Lkw zur Schiene: Bei Antrieb mit Ökostrom (nach Umweltzeichen-46-Definition) hat die Verlagerung vom Elektro-Lkw zum Güterzug generell geringe Priorität, bei

Strom aus Erdgas hingegen hat sie bei Massengütern hohe und bei Volumengütern mittlere Priorität.

4. ERGÄNZENDE ÜBERLEGUNGEN ZU WEITE-REN VOR- UND NACHTEILEN DER UNTER-SCHIEDLICHEN VERKEHRSMITTEL UND DE-REN MÖGLICHER ZUKÜNFTIGER ENTWICK-LUNG

4.1. Plausibilität und Restriktionen der Umstellung verschiedener Verkehrsmittel auf fossilenergiefreie Antriebe

In unmittelbarem Zusammenhang mit dem Vergleich der spezifischen Treibhausgasemissionen unterschiedlicher elektrischer Verkehrsmittel steht die Frage, wie realistisch eine solche Elektrifizierung bisher mit fahrzeugeigenem Verbrennungsmotor betriebener Fahrzeuge oder ein Einsatz klimaneutraler Treibstoffe in welchem Ausmaß und in welchem Zeitraum erscheint. Zusätzlich sollten über die Treibhausgasemissionen hinausgehende ökologische und soziale Folgewirkungen der Alternativen zu Fossilenergie und fahrzeugeigenen Verbrennungsmotoren nicht außer Acht gelassen werden. Hinsichtlich der mit der Dekarbonisierung verbundenen Aufwände und Schwierigkeiten sind die einzelnen Verkehrsträger bzw. Handlungsoptionen wie folgt zu reihen:

- I. Die Elektrifizierung bestehender Bahnstrecken ist seit Jahrzehnten erprobt und somit mit keinen neuen Herausforderungen verbunden.
- 2. Die Elektrifizierung von Autobahnen und anderen hochrangigen Straßen mit Fahrleitungen hat große Ähnlichkeiten zu innerstädtischen O-Bus-Fahrleitungen und dürfte daher infrastrukturseitig ebenso wenig neue Herausforderungen darstellen. Einen größeren Neuheitsgrad haben die fahrzeugseitigen Komponenten, die jedoch auch schon seit einigen Jahren entwickelt und erprobt werden. Eine umfassende Studie zur möglichen Einführung oberleitungsgebundener schwerer Nutzfahrzeuge in Deutschland kommt zum Schluss, dass "Oberleitungs-Lkw bereits im Jahr 2025 einen signifikanten Klimavorteil gegenüber Diesel-Lkw erreichen können, auch bei Nutzung des deutschen Strommixes". Die Investitionskosten werden als "moderat" bezeichnet (EUR 12 Mrd. für 3.800 elektrifizierte Autobahnkilometer) und selbst wenn diese durch Bemautung refinanziert werden, bleibt der oberleitungsgebundene Lkw für die Transportunternehmen konkurrenzfähig zum Diesel-Lkw⁵⁹. Als mögliches Hindernis für die Elektrifizierung von Teilen des Straßennetzes wurde der Kupferbedarf folgender Überschlagsrechnung unterzogen:

- Es wird von einem Kupferquerschnitt von 150 mm² für jeden Pol jeder Fahrtrichtung ausgegangen⁶⁰. Daraus ergibt sich ein Volumen von 0,6 m³ Kupfer pro km Straßenlänge, bei einer Dichte von 8,9 t/m³ ⁶¹ sind dies 5,4 t/km.
- Das österreichische Autobahnen- und Schnellstraßennetz (ASFINAG-Netz) hat eine Länge von 2.185 km⁶². Zur Elektrifizierung des gesamten ASFINAG-Netzes ergibt sich somit ein Kupferbedarf von 11.994 t.
- O Der Jahresumsatz an Kupfer in Österreich betrug Anfang der 2000er-Jahre 110.000 Tonnen, der anthropogene Kupferbestand 1.4 Mio. t⁶³. Die Vollelektrifizierung des ASFINAG-Netzes würde also etwa 11 % eines Jahresverbrauchs an Kupfer ausmachen oder bei einem Umsetzungszeitraum von 11 Jahren den jährlichen Kupferverbrauch um 1 % erhöhen.
- Der Kupferbedarf eines batterieelektrischen Pkw (zusätzlich zu jenem eines Pkw mit Verbrennungsmotor) beträgt zum Vergleich etwa 60 kg (20-25 kg für den Antrieb und 39 kg für die Batterie)⁶⁴. Eine Vollelektrifizierung des österreichischen Pkw-Bestands von knapp über 5 Millionen Fahrzeugen⁶⁵ würde somit etwa 300.000 Tonnen Kupfer benötigen, also das 25-fache der Elektrifizierung des hochrangigen Straßennetzes, das dreifache eines gewöhnlichen Jahresumsatzes oder mehr als ein Fünftel des gesamten in Österreich verbauten Kupfers.
- 3. Eine Dekarbonisierung des Schiffsverkehrs erscheint über synthetische Treibstoffe möglich, der schlechte Gesamtwirkungsgrad dieser Energieumwandlungskette macht jedoch gegenüber dem fahrdrahtelektrischen Landverkehr jeglichen Vorteil bezüglich geringerer Fahrwiderstände wieder zunichte (siehe 3.1.1.).
- 4. Die Batterie-Elektrifizierung von Fahrzeugen aller Art ist mit der Problematik der für die Batterieherstellung erforderlichen Mineralien verbunden, konkret deren hoher Preise, der Abhängigkeit von politisch problematischen Förderländern und den dort herrschenden Arbeitsbedingungen im Abbau. Die hohen Kosten für Traktionsbatterien werden derzeit zum Teil nicht nur durch direkte Förderungen verdeckt, sondern auch durch die indirekte Förderung, dass beim Elektroantrieb die Mineralölsteuer entfällt, die ihrer Höhe und Verwendung nach nur zu einem kleinen Teil eine klimapolitisch orientierte Lenkungsabgabe darstellt, sondern auch Straßenerhaltung und Unfallfolgekosten abdecken soll. Dass der batterieelektrifizierte Individual- oder Straßengüterverkehr zwar hinsichtlich Treibhausgasemissionen dem Schienenverkehr etwa gleichwertig ist, die Batterieelektrifizierung selbst aber einen hohen finanziellen, sozialen und auch ökologischen Aufwand darstellt, lässt folgende Schlussfolgerungen zu:
 - Aufgrund der gegenüber Verbrenner-Pkw höheren Anschaffungskosten batterieelektrischer
 Pkw kann der öffentliche und öffentlich zugängliche Verkehr dann zu einem schnelleren Abschied vom verbrennungsmotorbetriebenen Individualverkehr beitragen, wenn er gezielt so

- gestaltet wird, dass die Mobilitätsbedürfnisse mit möglichst wenig Pkw-Besitz pro Haushalt erfüllt werden können.
- Besonders zweckmäßig sind Lösungen mit einem geringeren Bedarf an Speicherkapazität pro Verkehrsleistung, beispielsweise:
 - Bereiche mit überdurchschnittlicher Verkehrsleistung pro Fahrzeugbestand, also überdurchschnittlichen Tageslaufleistungen. Am wenigsten wird dieses Kriterium durch den Individualverkehr mit Fahrzeugen im Eigentum der Nutzer:innen erfüllt. Vorteilhaft sind hingegen öffentlicher Verkehr und Fahrzeugleihsysteme mit effizienter Flottenlogistik.
 - Innerhalb des Individualverkehrs kann der Bedarf an Batteriekapazität dann reduziert werden, wenn eine solche intermodale Arbeitsteilung gefunden wird, dass Fahrzeuggröße, Höchstgeschwindigkeit und Reichweite der Individualfahrzeuge möglichst gering ausfallen können.
 - Vorteilhaft sind alle Lösungen, bei denen häufigeres Zwischenladen möglich ist, insbesondere ein Fahrdraht-Akku-Hybrid-Betrieb.
- 5. Hinsichtlich biogener Treibstoffe sind zweierlei Restriktionen bzw. Nebenwirkungen zu erwähnen:
 - Klassische Biotreibstoffe wie Rapsmethylester als Biodiesel oder Ethanol als Biosprit werden aus Lebensmittelgrundstoffen hergestellt oder es werden zumindest deren Grundstoffe auf Ackerflächen in landwirtschaftlichen Methoden produziert, sodass eine Nutzungskonkurrenz mit der Lebensmittelproduktion vorliegt und zunehmende Nachfrage nach Biotreibstoffen zu unverantwortbaren Weltmarktpreisen für Lebensmittel führen kann.
 - Die Herstellung von Biotreibstoffen aus Abfallbiomasse ist zwar hinsichtlich der Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion unproblematisch, aber entweder mit hohem technischem Aufwand verbunden (z.B. holz- oder strohbasierte Technologien) oder mit begrenztem Rohstoffpotenzial (z.B. Biogas oder Altspeisefett).
- 6. Eine Dekarbonisierung des Flugverkehrs erscheint auf absehbare Zeit lediglich über synthetische Treibstoffe möglich, die aus erneuerbar erzeugtem Strom, Elektrolyse und Synthese von Wasserstoff und Kohlendioxid aus der Atmosphäre hergestellt werden können. In Bezug auf CO₂-Emissionen wäre Flugverkehr mit solchen synthetischen Treibstoffen klimaneutral, da das emittierte Kohlendioxid zuvor der Atmosphäre entzogen wurde. Zusätzlich wird von Flugzeugen in Reiseflughöhe eine Reihe weiterer klimawirksamer Substanzen emittiert und die Wolkenbildung beeinflusst. Diese Nicht-CO₂-Emissionen haben im Jahr 2018 knapp zwei Drittel der klimaschädlichen Wirkung des Flugverkehrs ausgemacht, nur ein Drittel ist auf das emittierte CO₂ selbst entfallen. Allerdings haben diese übrigen Treibhausgase des Flugverkehrs eine ungleich kürzere

Verweildauer in der Atmosphäre als CO₂, sodass ihre Bedeutung bei konstantem Flugverkehrsaufkommen gering wäre. Bei einem starken Wachstum des Flugverkehrs, wie es in den letzten Jahrzehnten stattgefunden hat, nimmt hingegen auch die Menge an auf den Flugverkehr zurückzuführenden kurzlebigen Treibhausgasen in der Atmosphäre stetig zu⁶⁶.

Im Vergleich zu den im Landverkehr führenden Technologieoptionen (Fahrleitung oder Batterie-Elektrifizierung, ggf. Wasserstoff-Brennstoffzellenfahrzeuge) weist die Dekarbonisierung des Flug- oder Schiffsverkehrs mittels synthetischer Treibstoffe mit Abstand den geringsten technologischen Reifegrad auf, bislang existieren lediglich Pilot- und Demonstrationsanlagen⁶⁷, mit großindustriellen Produktionsanlagen wird erst ab 2030 gerechnet⁶⁸. Als Langfristszenario für die Umstellung des Flugverkehrs auf synthetische Treibstoffe wird damit gerechnet, große Mengen erneuerbarer elektrischer Energie an günstigen und ansonsten noch nicht (vollständig) genutzten Standorten wie Offshore-Windparks in der Nord- und Ostsee oder Photovoltaikanlagen in Nordafrika oder dem Nahen Osten zu erzeugen und weitgehend an Ort und Stelle in synthetische Treibstoffe umzuwandeln. Die damit verbundenen Kosten werden je nach Standort und technologischer bzw. Marktentwicklung auf 7 bis 33 Eurocent pro kWh Heizwert ohne jegliche Steuern oder Netzentgelte geschätzt⁶⁹. Zusammen mit den Energieverbräuchen gemäß 2.9. ergeben sich daraus die in Abbildung 23 dargestellten Zusatzkosten für Fluggäste gegenüber den aktuellen Kerosinpreisen⁷⁰.

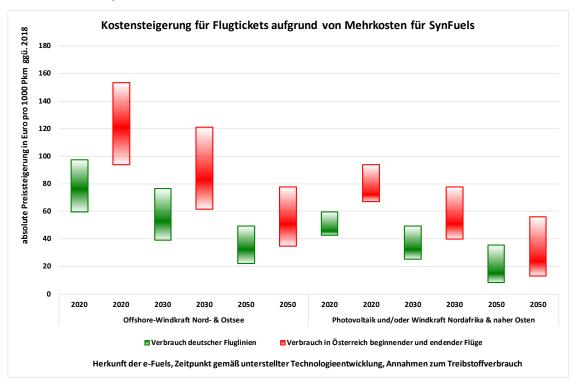


Abbildung 23: Kostensteigerung für Flugtickets aufgrund von Mehrkosten für synthetisches Kerosin. Annahme: keinerlei Abgaben für SynFuels und Netzentgelte auf den Strom zu deren Herstellung. Ausgangsbasis für den Kerosinpreis: 2018. Die Bandbreiten der einzelnen Balken sowie deren Mittellinien entsprechen den Bandbreiten und Referenzszenario-Ergebnissen zu den Kosten der synthetischen Treibstoffe pro Energieinhalt.

Bei einigermaßen vorsichtiger Herangehensweise (kein Sich-Verlassen auf politisch und technologisch unsichere Quellen günstiger erneuerbarer Energie) erscheint eine Umstellung des Flugverkehrs auf synthetische Treibstoffe nur unter Inkaufnahme wesentlicher Preissteigerungen möglich, sodass von einer Nachfrageverschiebung vom Flugverkehr zum Schienenpersonenfernverkehr auszugehen ist.

Nachdem die Emissionen im Zusammenhang mit der Errichtung und Instandhaltung der Verkehrsinfrastruktur im Rahmen dieses Berichts nicht berücksichtigt wurden (siehe auch 2.8.), sind die vorliegenden Ergebnissen insbesondere unter der Rahmenbedingung aussagekräftig, dass es zu keinem Ausbau von Verkehrsinfrastruktur kommt, der nicht primär dem Klimaschutz dient: Insbesondere beim Vergleich zwischen elektrischem Schienen- und elektrischem Straßenverkehr wird davon ausgegangen, dass zur Dekarbonisierung des bestehenden Straßengüterverkehrs lediglich bestehende Fahrspuren mit Fahrleitungen elektrifiziert würden und eine etwaige weitere Zunahme des Straßengüterverkehrs ebenfalls im Rahmen der vorhandenen Straßenkapazitäten stattfinden würde. Es wird hier also davon ausgegangen, dass keine zusätzlichen Straßen bzw. Fahrspuren errichtet werden, sondern lediglich die Elektrifizierungsinfrastruktur neu erforderlich ist. Dies erscheint etwa im Gegenzug zu einer Verlagerung wesentlicher Teile des pro Personenverkehrsleistung höchst kapazitätsraubenden Pkw-Verkehrs auf den öffentlichen Verkehr realistisch, während eine weitere Verlagerung von Güterverkehr auf die Schiene in vielen Fällen nicht nur neue Fahrleitungen, sondern neue Gleise (mit Fahrleitungen) erfordern würde.

4.2. Mögliche Veränderungen in der Struktur der transportierten Güter

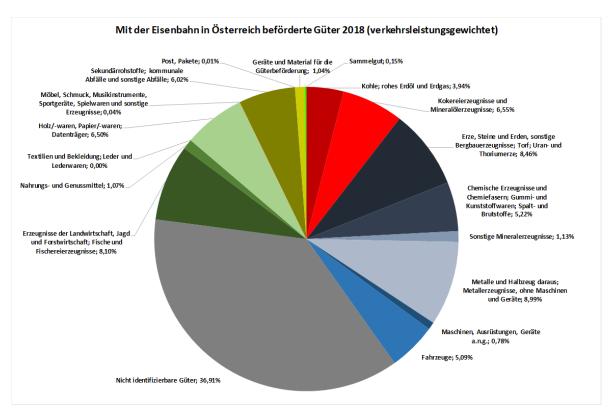


Abbildung 24: Anteile unterschiedlicher Güter gemäß NST 2007-Klassifikation an der Verkehrsleistung des österreichischen Schienengüterverkehrs

Etwa 10 % der Transportleistung des österreichischen Schienengüterverkehrs stellen Transporte fossiler Energieträger dar, die im Zuge einer vollständigen Dekarbonisierung naturgemäß wegfallen würden. Weitere etwa 30 % der Transportsubstrate des Schienengüterverkehrs, in Abbildung 24⁷¹ in blauen und blaugrauen Tönen dargestellt, entfallen auf energieintensive oder bisher vorwiegend mineralölbasiert hergestellte Güter, die in einer dekarbonisierten Wirtschaft vermutlich überproportional teurer und daher weniger nachgefragt würden. Umgekehrt könnten zwar Substitute wie Biomasse oder Wasserstoff hinzukommen, es ist aber fraglich, ob diese nicht eher nahe am Ort der Erzeugung genutzt werden (dezentrale Biomasse-Heizwerke, Elektrolyse nahe der Wasserstoffverbrauchenden Industrie) oder im Falle des Wasserstoffferntransports Rohrleitungen dem Bahntransport überlegen wären. Unter ansonsten unveränderten Bedingungen käme es daher zu einer sinkenden Bedeutung des Schienengüterverkehrs gegenüber dem Straßengüterverkehr und auch gegenüber dem Schienenpersonenverkehr.

4.3. Netzwerk- und Lebensstileffekte

Bei der Beurteilung der durch Verkehrsverlagerung vermeidbaren Emissionen pro Zugkilometer (siehe 3.3.) sind sowohl bei den Flächenverschubfahrten, als auch beim regionalen Personenverkehr wesentliche mittelbare Effekte zu bedenken:

- Flächenverschubfahrten von und zu Anschlussbahnen oder Ladestellen im Rahmen des Einzelwagenverkehrs stellen oft die Voraussetzung dafür dar, dass in weiterer Folge hoch energieeffiziente Hauptläufe mit längeren Zügen durchgeführt werden können. Sind diese letzten Meilen im Schienengüterverkehr nicht mehr möglich, wird oft nicht nur die vergleichsweise wenig energieeffiziente Etappe, sondern gleich der gesamte Transport auf die Straße verlagert.
- Im Personenverkehr schafft der Regionalverkehr ebenso den Zugang zum Eisenbahnfernverkehr, vor allem aber die Möglichkeit, ohne eigenes Auto bzw. mit weniger Pkw pro Haushalt zu leben. Auch das bewirkt über den vermeintlich weniger klimawirksamen Regionalverkehr hinaus eine verstärkte Nutzung des Eisenbahnfernverkehrs, vor allem aber einen geringeren Energie- und Ressourcenbedarf für Herstellung und Instandhaltung von Pkw und im Falle von Elektrofahrzeugen auch deren Traktionsbatterien (siehe auch Abschnitt 4.1.). Die Zugänglichkeit des Schienenpersonenfernverkehrs und Lebensstile mit geringem Motorisierungsgrad können auch mit anderen öffentlichen oder öffentlich zugänglichen Verkehrsmitteln wie etwa elektrischen Bussen oder Leihsystemen für Elektroleichtfahrzeuge sichergestellt werden. Der Eisenbahnregionalverkehr zeichnet sich jedoch durch eine hohe Attraktivität aus, weil er gegenüber dem Bus in aller Regel kürzere Reisezeiten aufweist, zusätzlich auch eine angenehmere Fahrdynamik und eine geräumigere Inneneinrichtung.

4.4. Plausibilität und Restriktionen von Verkehrsverlagerungen

Stellt man die unterschiedlichen Treibhausgaseinsparungspotenziale je Zugkilometer gemäß 3.3 den zu verlagernden, also bisher nicht im Eisenbahnverkehr realisierten Marktanteilen gegenüber, zeigt sich folgendes Bild:

• Derzeit entfallen am ÖBB-Netz 22% der gefahrenen Zugkilometer (ohne Dienstzüge) auf den Personenfernverkehr, 51% auf den Personennahverkehr und 27% auf den Güterverkehr⁷². Unter der Annahme, dass weniger kapazitätskritische Strecken zu einem überdurchschnittlichen Anteil von Personennahverkehrszügen befahren werden folgt daraus, dass auf den kapazitätskritischen Teilen des Netzes jedes einzelne dieser Marktsegmente von großer Relevanz für den Kapazitätsverbrauch ist.

- Eine Verlagerung von Luftfracht auf die Eisenbahn hätte zwar pro Zugkilometer das größte Treibhausgaseinsparungspotenzial, die Verkehrsmengen sind aber für Kapazitätsbetrachtungen irrelevant gering. Das gesamte Luftfrachtaufkommen⁷³ der österreichischen Flughäfen würde täglich nur 0,75 Güterzüge^v füllen.
- Eine massive Verkehrsverlagerung vom Flugzeug zum Fernzug würde jedenfalls eine erhebliche Kapazitätssteigerung im Eisenbahnfernverkehr erfordern. Die Summe der abfliegenden und ankommenden Fluggäste auf österreichischen Flughäfen (Transitfluggäste doppelt gezählt) betrug im Jahr 2019 etwa 36,4 Mio. Personen⁷⁴. Im Jahr 2011 entfielen auf einen in Österreich startenden oder landenden Flug durchschnittlich 2,7 Überflüge⁷⁵. Unter der Annahme einer mittleren Distanz über Österreich von 200 km ergibt dies eine Flugverkehrsleistung von 27 Mrd. Pkm. Wollte man ein Drittel davon auf die Eisenbahn verlagern, wären dies bei Fernverkehrszügen mit 14 Wagen, 50 Plätzen pro Wagen (Durchschnitt einschließlich Schlaf-, Liege- und Speisewagen) und einer 70-prozentigen Auslastung 18,4 Mio. zusätzliche Zugkilometer pro Jahr. Umgelegt auf eine fernverkehrsrelevante Streckennetzlänge^{vi} von 1.691 km ergibt dies einen zusätzlichen Kapazitätsbedarf von 15 Trassen pro Tag und Richtung am mittleren fernzugrelevanten Streckenquerschnitt.
- Im österreichischen Personenverkehr entfielen 2013/14 knapp 20 % der Alltagsverkehrsleistung (systematische Untererfassung von Flugverkehr und Mehrtagesreisen) auf Wege mit dem öffentlichen Landverkehr als Hauptverkehrsmittel, davon etwa die Hälfte auf die Eisenbahn⁷⁶. Der reale Verkehrsleistungsanteil der Eisenbahn ist noch geringer, weil beispielsweise die im MIV zurückgelegten Etappen von Park&Ride-Wegen hier auch dem öffentlichen Verkehr zugerechnet wurden.
- Im Güterverkehr betrug der verkehrsleistungsbezogene Marktanteil der Eisenbahn im Jahr 2018 in Österreich etwa 30 % bezogen auf den Landverkehr ohne Rohrfernleitungen⁷⁷.

Die relativ geringen Marktanteile des Eisenbahnverkehrs sowohl im Personen-, als auch im Güterverkehr zeigen, dass die Verkehrsverlagerung auf das System Vollbahn ein wesentlicher, aber bei weitem nicht der einzige Baustein zur Erreichung der Klimaziele im Verkehr ist. Die Dekarbonisierung des Straßenverkehrs einschließlich öffentlicher Investitionen in die Ladeinfrastruktur und die

^v Annahmen: 750m langer Güterzug mit Volumengütern gemäß Berechnung wie in Kapitel 2.3 beschrieben; die Kapazität der angegebenen Anzahl an Zugpaaren entspricht dem Mittelwert der ankommenden und abgehenden Fracht- und Postgewichte, Transit wurde zur Hälfte gezählt.

vi Als fernzugrelevantes Streckennetz wurden alle im Fahrplan 2020 von Fernzügen befahrenen Streckenabschnitte gewertet, ausgenommen die Mittenwaldbahn, die Summerauerbahn, die Salzkammergutbahn und die Strecken St.Michael – Selzthal – Bischofshofen sowie Schwarzach-St.Veit – Wörgl.

Elektrifizierung von Teilen des hochrangigen Straßennetzes sind somit keinesfalls als Konkurrenz, sondern als notwendige Ergänzung zum Ausbau von Infrastruktur und Fahrplanangebot der Eisenbahn zu betrachten.

Eine Priorisierung nach Treibhausgaseinsparungspotenzialen bzw. Energieeffizienz und technischer Machbarkeit im Wettbewerb mit anderen Verkehrsträgern würde zu einer relativen Höherbewertung des Personenfernverkehrs gegenüber Güterverkehr und Personennahverkehr führen, da eine Verlagerung von der Passagierluftfahrt zum Eisenbahnpersonenverkehr die größte Treibhausgasminderung bewirkt und die Dekarbonisierung der Luftfahrt technisch wesentlich aufwändiger ist, als jene des Straßenverkehrs. Für den verbleibenden Flugverkehr ist die Umstellung auf klimaneutrale Energieträger aber dennoch unvermeidlich.

4.5. Sonstige externe Effekte und soziale Rahmenbedingungen

Die Vermeidung von Treibhausgasemissionen ist ein wichtiges und gerade derzeit möglicherweise das dominierende Argument für den öffentlichen Verkehr und den Eisenbahngüterverkehr. Sollte der Klimavorteil der Eisenbahn gegenüber anderen Verkehrsträgern aufgrund der Dekarbonisierung innerhalb derselben schwinden, sollte auf folgende Aspekte nicht vergessen werden:

- Alle Mobilitätskonzepte, die den individuellen Fahrzeugbesitz und die Fahrtüchtigkeit der Verkehrsteilnehmer voraussetzen, schließen viele Menschen aufgrund von geringem Einkommen, zu
 hohem oder geringem Alter oder gesundheitlichen Beeinträchtigungen von Mobilität und damit
 zusammenhängenden Aktivitäten aus. Dies gilt umso mehr, wenn Pkw aufgrund der Umstellung
 auf batterieelektrischen Antrieb wesentlich teurer werden.
- Das Unfallgeschehen ist ein von der Antriebsart unabhängiges Problem des Straßenverkehrs, insbesondere des Individualverkehrs.
- Lokale Schadstoffemissionen sind spezifisch für verbrennungsmotorbetriebene Verkehrsmittel auch bei Betrieb mit biogenen oder synthetischen Treibstoffen, Lärm ist teilweise verbrennungsmotorspezifisch und tritt teilweise antriebsunabhängig aufgrund von Roll- und Windgeräuschen auf.
- Partikel- und Mikroplastikemissionen durch Reifenabrieb sind spezifisch für Straßenfahrzeuge.
- Der Flächenverbrauch des Verkehrssystems setzt sich aus dem Flächenverbrauch für Fahrwege und jenem für Abstellflächen zusammen. Ein Flächenverbrauch für Fahrwege findet statt, wenn dem Wachstum des Straßenverkehrs, insbesondere des motorisierten Individualverkehrs durch weiteren Straßenausbau zusätzlicher Vorschub geleistet wird, aber auch, wenn durch den Neubau oder mehrgleisigen Ausbau von Bahnstrecken Kapazitäten für die Verlagerung von Straßen-

oder Flugverkehr geschaffen werden. Zusätzlicher Bedarf an Abstellflächen entsteht, wenn der Motorisierungsgrad steigt und/oder trotz unausgelasteter Garagenplätze viel Parkplätze im Straßenraum zur Verfügung gestellt werden. Umgekehrt erleichtern öffentlicher Verkehr und öffentlich zugängliche Mobilitätsangebote (Fahrzeugleihsysteme & bedarfsabhängiger Mikro-ÖV), also Mobilitätsformen mit geringem Flottenbedarf pro Verkehrsleistung, die Entsiegelung bisheriger Parkflächen.

Wenngleich der Seeschiffsverkehr aufgrund seiner großen Energieeffizienz geringe Treibhausgasemissionen aufweist, ist sein Anteil an gesundheitsschädlichen Luftschadstoffen bisher weit überproportional höher (13 % der globalen NO_x- und 15 % der globalen SO₂-Emissionen gegenüber 3 % der globalen anthropogenen CO₂-Emissionen⁷⁸), wobei jedoch diesbezüglich zunehmend strengere Grenzwerte in Kraft treten.

5. ANHANG: DETAILLIERTE VERGLEICHSTA-BELLE DER MÖGLICHEN TREIBHAUSGASEIN-SPARUNGEN PRO ZUGKILOMETER

Die Darstellung der Ergebnisse in Tabelle 5 ist wie folgt zu lesen:

- In den Feldern oberhalb der Tabelle ist die Farbcodierung erläutert: Reisezüge sind auf weißem Hintergrund dargestellt, Güterzüge mit weißer Schrift, die jeweils andere Farbe kennzeichnet das Verkehrsmittel, das durch den jeweiligen Zug ersetzt wird.
- In der Spalte "Vergleichsbezeichnung" ist der Beispielzug angeführt und mit welchem anderen, Nicht-Schienen-Verkehrsmittel er hinsichtlich der Treibhausgaseinsparungen verglichen wird ("statt…"). Im Straßengüterverkehr wurde nur mit Sattelzug-Lkw verglichen, da für kleinere (und somit pro Transportleistung weniger energieeffiziente) Fahrzeuge die Eisenbahn nicht für ein relevantes Substitut erachtet wurde.
- Die hier dargestellte Reihung erfolgt absteigend nach sinkender Treibhausgasreduktion, wobei für jede der sechs Kombinationen aus Stromherkunft und Auslastungsgrad einzeln die Rangfolge errechnet und der Mittelwert dieser Rangwerte als Sortierkriterium herangezogen wurde.
- Zur besseren Veranschaulichung der Vermeidungspotenziale wurde ein Referenzwert gebildet, der dem bisherigen Hauptparadigma der Verlagerung von Personen- und Güterverkehr von der Straße auf die Schiene entspricht. Dieser Referenzwert wurde aus den nach Personen- und Güterverkehr gruppierten Mittelwerten der folgenden Verlagerungsfälle gebildet.

Personenverkehr:

- Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien Salzburg weniger
 Halte statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt)
- Regionalexpressverkehr mit 75 m-Triebzug doppelt statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt)
- Regionalbahnverkehr mit 75 m-Triebzug einfach (Fahrdraht-Akku-Hybrid) statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt)

o Güterverkehr:

- 450 m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug)
- 350 m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug)

- 350m -Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug)
- 85 m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug)
- 85 m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) ohne Leerlokfahrt reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug)
- 85 m-Flächenverschubfahrt (Schüttgutwagen) mit Leerlokfahrt reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug)
- 85 m-Flächenverschubfahrt (Schüttgutwagen) ohne Leerlokfahrt reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug)

Ein Wert von 100 % in einer der rechten sechs Spalten bedeutet somit, dass die Treibhausgasvermeidungswirkung der jeweiligen Verkehrsverlagerung pro Zugkilometer gleich groß ist wie im Mittel der angeführten sechs klassischen Verlagerungsbeispiele Straße (Verbrenner) → Schiene (elektrisch). Der Referenzwert wurde je nach Kombination von Annahmen zu Stromherkunft und Auslastungsgrad, also für jede Spalte, separat berechnet.

 Bei Zügen mit Schüttgutwagen wurde stets mit Massengut gerechnet, bei Zügen mit gedeckten Güterwagen sowie dem intermodalen Transport von Trailern in Taschenwagen stets mit Volumengut (Definition von Massen- und Volumengut siehe 2.6.)

Die Zeilen in Tabelle 5 sind nach dem mittleren Rang der rechtesten sechs Spalten gereiht, die Reihung stellt also eine Durchschnittsbetrachtung über die verschiedenen Szenarien hinsichtlich Stromherkunft und Auslastungsgrad des Personenverkehrs dar.

Farblegende										
	PV-Schiene	PV-Schiene				GV-Schiene				
PV-Schiene	vs. Ver-	vs. Ver-			GV-Schiene	vs. Ver-				
vs. Flug-	brenner-	brenner-	PV-Schiene	PV-Schiene	vs. Luft-	brenner-	GV Schiene	GV-Schiene		
zeug	Pkw	Bus	vs. E-MIV	vs. E-Bus	fracht	Lkw	vs. Schiff	vs. E-Lkw		

	Treibhausgaseinsparung pro Zug-km in CO2-Äquivalent in kg CO2-Äquiva- lent pro Zugkm					relatives Verlagerungspotenzial verglichen zu Mit- telwert bisheriger Handlungsschwerpunkte (Verla- gerung Verbrenner-Straßenverkehr zu elektrischem Schienenverkehr)						
	niedrigere Aus- lastungsgrade (nur PV)			höhere Auslas- tungsgrade (nur PV)		niedrigere Auslastungs- grade (nur PV)			höhere Auslastungs- grade (nur PV)			
Vergleichsbezeichnung	Umweltzeichenstrom	AT-Stromaufbringung	Erdgasstrom	Umweltzeichenstrom	AT-Stromaufbringung	Erdgasstrom	Umweltzeichenstrom	AT-Stromaufbringung	Erdgasstrom	Umweltzeichenstrom	AT-Stromaufbringung	Erdgasstrom
700m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Luft- fracht (internationale Flüge, von Deutschland aus ge-												
sehen)	775	770	763	775	770	763	2306%	2625%	3238%	1650%	1803%	2066%
700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai-												
lern) statt Luftfracht (internationale Flüge, von												
Deutschland aus gesehen)	500	495	487	500	495	487	1489%	1686%	2066%	1065%	1158%	1318%
350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Luft-												
fracht (internationale Flüge, von Deutschland aus ge-												
sehen)	387	385	381	387	385	381	1153%	1311%	1616%	825%	901%	1032%
Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt Flugzeug pessimistisch	175	167	154	286	277	265	523%	568%	656%	608%	648%	716%
350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai-												
lern) statt Luftfracht (internationale Flüge, von												
Deutschland aus gesehen)	250	247	243	250	247	243	745%	842%	1030%	533%	579%	657%
Nachtzug - 6er-Liegewagen statt Flugzeug pessimis-												
tisch	128	121	111	208	201	191	380%	411%	472%	442%	470%	518%
Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-	105	96	0.4	171	162	150	2120/	2200/	2570/	26/19/	2000/	4000
Salzburg weniger Halte statt Flugzeug pessimistisch Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,	105	30	84	171	162	130	313%	328%	357%	364%	380%	406%
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug pessimis-												
tisch	101	95	87	165	159	150	302%	324%	368%	352%	372%	407%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,			3.				232/8	221/3	230,8	232/3	0.275	.57,5
Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug pessimistisch	101	92	80	165	156	144	302%	315%	341%	351%	366%	390%
Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt Flugzeug optimistisch		88	76	157	148	136	288%	299%	321%	335%	348%	369%
Nachtzug - 4er-Liegewagen statt Flugzeug pessimis-												
tisch	96	89	79	149	142	133	284%	302%	337%	317%	333%	359%
Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt Verbrenner-Pkw (Flotten-	77											
schnitt)		68	56	126	117	105	230%	233%	239%	268%	274%	284%

		I				1						
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug pessimis-												
tisch	72	66	57	118	111	103	215%	225%	244%	251%	261%	279%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,		-		440	400	0=	24 = 2/	24.60/	0470/	2500/	0= 40/	25224
Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug pessimistisch	72	63	51	118	109	97	215%	216%	217%	250%	254%	262%
Nachtzug - 6er-Liegewagen statt Flugzeug optimistisch	70	63	54	114	107	98	209%	216%	229%	244%	252%	266%
Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimis-												
tisch	71	64	54	106	99	90	210%	217%	231%	226%	233%	244%
450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug)	89	82	73	89	82	73	264%	280%	311%	189%	192%	198%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimis-												
tisch	56	50	41	91	85	76	166%	169%	174%	194%	198%	206%
Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt Flugzeug optimistisch	58	49	37	94	85	73	172%	166%	156%	201%	200%	198%
Nachtzug - 6er-Liegewagen statt Verbrenner-Pkw												
(Flottenschnitt)	56	49	40	92	85	75	167%	168%	170%	195%	198%	204%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,		47	25	01	03	70	1000/	1.000/	4.470/	1020/	1020/	1000/
Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch	56	47	35	91	82	70	166%	160%	147%	193%	192%	189%
Nachtzug - 4er-Liegewagen statt Flugzeug optimistisch	53	46	36	82	75	66	156%	156%	154%	175%	176%	178%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Verbrenner-Pkw												
(Flottenschnitt)	45	38	30	73	67	58	133%	131%	127%	155%	156%	157%
Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt Verbrenner-Pkw (Flotten-	46	37	25	75	66	54	137%	127%	107%	161%	156%	147%
schnitt) Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,	40	3/	25	/5	00	54	13/%	12/%	107%	101%	150%	14/%
Wien-Linz max. 300 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flot-												
tenschnitt)	44	36	24	73	64	52	132%	121%	100%	155%	149%	140%
Nachtzug - 4er-Liegewagen statt Verbrenner-Pkw	77	30	2-7	/3	04	32	132/0	121/0	10070	133/0	14370	140/0
	42	35	26	66	59	49	125%	120%	109%	140%	138%	134%
(Flottenschnitt)												
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug)	42 44	35 41	26 36	66 44	59 41	49 36	125% 132%	120% 140%	109% 154%	140% 95%	138% 96%	134% 98%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug)				44								
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch	40	33	36 25	65	41 59	36 50	132% 118%	140%	154%	95% 138%	96%	98%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch	44	41	36	44	41	36	132%	140%	154%	95%	96%	98%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,	40 39	33 32	25 23	65 58	59 52	50 42	132% 118% 116%	140% 114% 109%	154% 106% 96%	95% 138% 124%	96% 137% 121%	98% 135% 114%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch	40	33	36 25	65	41 59	36 50	132% 118%	140%	154%	95% 138%	96%	98%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,	40 39	33 32	25 23	65 58 65	59 52 56	50 42	132% 118% 116%	140% 114% 109%	154% 106% 96%	95% 138% 124%	96% 137% 121%	98% 135% 114% 118%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimistisch	40 39 40	33 32 31	25 23 19	65 58	59 52	50 42 44	132% 118% 116% 118%	140% 114% 109% 105%	154% 106% 96% 79%	95% 138% 124% 138%	96% 137% 121% 131%	98% 135% 114%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimis-	40 39 40	33 32 31	25 23 19	65 58 65	59 52 56	50 42 44	132% 118% 116% 118%	140% 114% 109% 105%	154% 106% 96% 79%	95% 138% 124% 138%	96% 137% 121% 131%	98% 135% 114% 118%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,	40 39 40	33 32 31	25 23 19	65 58 65	59 52 56	50 42 44	132% 118% 116% 118%	140% 114% 109% 105%	154% 106% 96% 79%	95% 138% 124% 138%	96% 137% 121% 131%	98% 135% 114% 118%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt)	44 40 39 40 39	33 32 31 32	25 23 19 22	65 58 65 56	59 52 56 50	36 50 42 44 40	118% 116% 118% 115%	140% 114% 109% 105% 108%	154% 106% 96% 79% 95%	95% 138% 124% 138% 120%	96% 137% 121% 131% 116%	98% 135% 114% 118% 109%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahr-	40 39 40 39	33 32 31 32 25	25 23 19 22	65 58 65 56	59 52 56 50	36 50 42 44 40	118% 116% 118% 115%	140% 114% 109% 105% 108%	154% 106% 96% 79% 95%	95% 138% 124% 138% 120% 110%	96% 137% 121% 131% 116%	98% 135% 114% 118% 109%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt)	44 40 39 40 39	33 32 31 32	25 23 19 22	65 58 65 56	59 52 56 50	36 50 42 44 40	118% 116% 118% 115%	140% 114% 109% 105% 108%	154% 106% 96% 79% 95%	95% 138% 124% 138% 120%	96% 137% 121% 131% 116%	98% 135% 114% 118% 109%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahr-	40 39 40 39	33 32 31 32 25	25 23 19 22	65 58 65 56	59 52 56 50	36 50 42 44 40	118% 116% 118% 115%	140% 114% 109% 105% 108%	154% 106% 96% 79% 95%	95% 138% 124% 138% 120% 110%	96% 137% 121% 131% 116%	98% 135% 114% 118% 109%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb	44 40 39 40 39	33 32 31 32 25	25 23 19 22 17	65 58 65 56 52	59 52 56 50 46	36 50 42 44 40 37	118% 116% 118% 115% 95%	140% 114% 109% 105% 108% 87%	154% 106% 96% 79% 95% 72%	95% 138% 124% 138% 120% 110%	96% 137% 121% 131% 116% 107%	98% 135% 114% 118% 109% 100%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Binnenschiff Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt)	44 40 39 40 39	33 32 31 32 25	25 23 19 22 17	65 58 65 56 52	59 52 56 50 46	36 50 42 44 40 37	118% 116% 118% 115% 95%	140% 114% 109% 105% 108% 87%	154% 106% 96% 79% 95% 72%	95% 138% 124% 138% 120% 110%	96% 137% 121% 131% 116% 107%	98% 135% 114% 118% 109% 100%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Binnenschiff Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,	44 40 39 40 39 32 9	33 32 31 32 25 34 30	25 23 19 22 17 69 22	65 58 65 56 52 9	59 52 56 50 46 34 30	36 50 42 44 40 37 69 22	118% 116% 118% 115% 95% 26% 111%	140% 114% 109% 105% 108% 87% 117% 104%	154% 106% 96% 79% 95% 72% 292% 91%	95% 138% 124% 138% 120% 110% 18% 79%	96% 137% 121% 131% 116% 107% 80% 71%	98% 135% 114% 118% 109% 187% 58%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Binnenschiff Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flot-	40 39 40 39 32 9 37 31	33 32 31 32 25 34 30 24	25 23 19 22 17 69 22 15	44 65 58 65 56 52 9 37 47	59 52 56 50 46 34 30 40	36 50 42 44 40 37 69 22 31	118% 116% 118% 115% 95% 26% 111%	140% 114% 109% 105% 108% 87% 117% 104% 82%	154% 106% 96% 79% 95% 72% 292% 91% 63%	95% 138% 124% 138% 120% 110% 18% 79% 100%	96% 137% 121% 131% 116% 107% 80% 71% 93%	98% 135% 114% 118% 109% 100% 187% 58% 83%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Binnenschiff Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt)	44 40 39 40 39 32 9	33 32 31 32 25 34 30	25 23 19 22 17 69 22	65 58 65 56 52 9	59 52 56 50 46 34 30	36 50 42 44 40 37 69 22	118% 116% 118% 115% 95% 26% 111%	140% 114% 109% 105% 108% 87% 117% 104%	154% 106% 96% 79% 95% 72% 292% 91%	95% 138% 124% 138% 120% 110% 18% 79%	96% 137% 121% 131% 116% 107% 80% 71%	98% 135% 114% 118% 109% 187% 58%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Binnenschiff Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt	44 40 39 40 39 32 9 37 31	33 32 31 32 25 34 30 24	25 23 19 22 17 69 22 15	44 65 58 65 56 52 9 37 47	59 52 56 50 46 34 30 40	36 50 42 44 40 37 69 22 31	118% 116% 118% 115% 95% 26% 111% 92%	140% 114% 109% 105% 108% 87% 117% 104% 82%	154% 106% 96% 79% 95% 72% 292% 91% 63%	95% 138% 124% 138% 120% 110% 18% 79% 110%	96% 137% 121% 131% 116% 107% 80% 71% 93%	98% 135% 114% 118% 109% 100% 187% 58% 83%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Binnenschiff Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt)	40 39 40 39 32 9 37 31	33 32 31 32 25 34 30 24	25 23 19 22 17 69 22 15	44 65 58 65 56 52 9 37 47	59 52 56 50 46 34 30 40	36 50 42 44 40 37 69 22 31	118% 116% 118% 115% 95% 26% 111%	140% 114% 109% 105% 108% 87% 117% 104% 82%	154% 106% 96% 79% 95% 72% 292% 91% 63%	95% 138% 124% 138% 120% 110% 18% 79% 100%	96% 137% 121% 131% 116% 107% 80% 71% 93%	98% 135% 114% 118% 109% 100% 187% 58% 83%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Binnenschiff Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) 700m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sat-	44 40 39 40 39 32 37 31 32	33 32 31 32 25 34 30 24 23	25 23 19 22 17 69 22 15	44 65 58 65 56 52 9 37 47 52	59 52 56 50 46 34 30 40 43	36 50 42 44 40 37 69 22 31 31	118% 116% 118% 115% 95% 26% 111% 92% 94% 53%	140% 114% 109% 105% 108% 87% 117% 104% 82% 77%	154% 106% 96% 79% 95% 72% 292% 91% 63% 45%	95% 138% 124% 138% 120% 110% 18% 79% 100% 110% 76%	96% 137% 121% 131% 116% 107% 80% 71% 93% 100% 78%	98% 135% 114% 118% 109% 100% 187% 58% 83% 83%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Binnenschiff Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) 700m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug)	44 40 39 40 39 32 9 37 31	33 32 31 32 25 34 30 24	25 23 19 22 17 69 22 15	44 65 58 65 56 52 9 37 47	59 52 56 50 46 34 30 40	36 50 42 44 40 37 69 22 31	118% 116% 118% 115% 95% 26% 111% 92%	140% 114% 109% 105% 108% 87% 117% 104% 82%	154% 106% 96% 79% 95% 72% 292% 91% 63%	95% 138% 124% 138% 120% 110% 18% 79% 110%	96% 137% 121% 131% 116% 107% 80% 71% 93%	98% 135% 114% 118% 109% 100% 187% 58% 83%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Binnenschiff Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) 700m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug)	44 40 39 40 39 32 37 31 32	33 32 31 32 25 34 30 24 23	25 23 19 22 17 69 22 15	44 65 58 65 56 52 9 37 47 52	59 52 56 50 46 34 30 40 43	36 50 42 44 40 37 69 22 31 31	118% 116% 118% 115% 95% 26% 111% 92% 94% 53%	140% 114% 109% 105% 108% 87% 117% 104% 82% 77%	154% 106% 96% 79% 95% 72% 292% 91% 63% 45%	95% 138% 124% 138% 120% 110% 18% 79% 100% 110% 76%	96% 137% 121% 131% 116% 107% 80% 71% 93% 100% 78%	98% 135% 114% 118% 109% 100% 187% 58% 83% 81%
(Flottenschnitt) 225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flugzeug optimistisch Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug pessimistisch Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Binnenschiff Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt) 700m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug)	44 40 39 40 39 32 37 31 32	33 32 31 32 25 34 30 24 23	25 23 19 22 17 69 22 15	44 65 58 65 56 52 9 37 47 52	59 52 56 50 46 34 30 40 43	36 50 42 44 40 37 69 22 31 31	118% 116% 118% 115% 95% 26% 111% 92% 94% 53%	140% 114% 109% 105% 108% 87% 117% 104% 82% 77%	154% 106% 96% 79% 95% 72% 292% 91% 63% 45%	95% 138% 124% 138% 120% 110% 18% 79% 100% 110% 76%	96% 137% 121% 131% 116% 107% 80% 71% 93% 100% 78%	98% 135% 114% 118% 109% 100% 187% 58% 83% 81%

Formyorkolar 2 Klasso Jokhosnovatov 400m 7.12 Milan	1		J	I			1			1	1	
Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien- Salzburg weniger Halte statt Flottendurchschnitt Pkw-												
Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Indivi-												
dualbesitz)	8	18	30	9	20	35	25%	60%	129%	19%	47%	94%
innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug	0	10	30	9	20	33	23/0	0078	123/0	1376	47/0	3470
doppelt statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt)	18	15	10	31	28	24	53%	50%	44%	67%	66%	65%
Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flugzeug optimistisch	21	14	5	31	24	15	63%	49%	21%	66%	56%	40%
225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug)												
mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahr-												
drahtbetrieb - reiner Akkubetrieb	4	17	34	4	17	34	13%	58%	145%	9%	40%	93%
225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Binnenschiff	19	15	11	19	15	11	55%	52%	45%	40%	35%	29%
Nachtzug - 6er-Liegewagen statt Flottendurchschnitt												
Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (In-												
dividualbesitz)	6	12	21	7	14	24	18%	43%	90%	14%	33%	66%
Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt Flottendurchschnitt Pkw-												
Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsys-												
tem)	5	14	26	5	16	30	13%	47%	112%	11%	37%	83%
700m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sat-												
telzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf												
Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb	4	15	31	4	15	31	12%	53%	130%	9%	36%	83%
Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt E-Oberklassewagen (Indi-												
vidualbesitz)	6	11	17	7	14	23	18%	36%	71%	15%	32%	62%
450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Container-See-												
schiff	24	17	8	24	17	8	72%	60%	36%	51%	41%	23%
85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen ohne Leer-												
lokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Lkw (Sattelzug)	14	13	11	14	13	11	41%	43%	46%	30%	30%	29%
85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen ohne Leer-												
lokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug)	14	12	10	14	12	10	40%	41%	44%	29%	28%	28%
Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt Flottendurchschnitt Neu-												
Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individual-												
besitz)	6	10	15	6	12	18	17%	34%	65%	14%	27%	50%
85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen mit Leer-												0-01
lokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Lkw (Sattelzug)	14	12	10	14	12	10	41%	42%	42%	29%	29%	27%
85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen mit Leer-											0=01	
lokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug)	13	12	9	13	12	9	40%	40%	39%	29%	27%	25%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahr-												
draht-Akku-Hybrid) statt Verbrenner-Pkw (Flotten-	_		_		40	40	200/	200/	400/	400/	4=0/	400/
schnitt)	7	6	5	20	19	18	20%	20%	19%	43%	45%	49%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flottendurch-												
schnitt Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerech-	_	0	15	_	10	17	1.40/	210/	639/	110/	2.40/	470/
net (Individualbesitz)	5	9	15	5	10	17	14%	31%	63%	11%	24%	47%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner	6	6	4	20	10	10	100/	100/	100/	420/	450/	400/
Akkubetrieb) statt Verbrenner-Pkw (Flottenschnitt)	6	6	4	20	19	18	19%	19%	19%	43%	45%	48%
225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahr-												
drahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid	3	15	32	3	15	32	8%	52%	138%	5%	36%	88%
Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-	- 3	тэ	- 32	- 3	15	32	676	32%	130%	3%	30%	00%
Salzburg weniger Halte statt E-Mittelklassewagen (In-												
dividualbesitz)	5	7	10	6	10	15	15%	24%	43%	12%	23%	42%
350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sat-	5	,	10	O	10	13	1370	44 70	4370	1470	4370	44.70
telzug)	13	11	7	13	11	7	40%	37%	30%	29%	25%	19%
450m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug)	13	11		13	-11		40%	31/0	30%	25/6	23/6	15/0
mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahr-												
drahtbetrieb - reiner Fahrdrahtbetrieb	2	27	62	2	27	62	5%	93%	263%	4%	64%	168%
drantbetrieb - reiner Fanrurantbetrieb		- 21	02		- 27	02	5%	95%	205%	4%	04%	108%

Nachtzug6er-Liegewagen statt Flottendurchschnitt													1
Itelhsystem													
Nachtrug - Ger-Liegewagen start E-Oberkissewagen (Individualbesits)		2	40	40		4.4	24	4.00/	220/	700/	00/	260/	F-70/
Individualbesitz 25		3	10	18	4	11	21	10%	33%	78%	8%	26%	5/%
Eerwerkehr Z, Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien- Salburg weniger Halte staft E-Oberklassewagen (Leib- system)		4	7	11	_	10	16	120/	350/	470/	110/	220/	420/
Salzburg weniger Halte statt E-Oberklassewagen (Leibsystem) 3	,	4		11	5	10	10	15%	25%	4/%	11%	22%	42%
3 8 14 4 10 19 9% 26% 59% 8% 24% 53% 25% 58% 24% 53% 25% 58% 24% 53% 25% 58% 24% 53% 25% 58% 24% 53% 25% 58% 24% 53% 25% 26% 20%													
### Schemar Schüttgutwagen statt Container-Seethiff 12 9 7 12 9 7 36% 29% 31% 26% 20% 2		2	8	14	4	10	19	9%	26%	59%	8%	24%	53%
Schiff 12 9 7 12 9 7 15 29 316 296 206 207 208 2		J	Ü	17	7	10	13	370	2070	3370	070	24/0	33/0
Nachtrug - der - Liegewagen statt Flottendurchschnitt		12	9	7	12	9	7	36%	29%	31%	26%	20%	20%
Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz)				•				3070	2370	31,0	2070	2070	2070
dvidualbesitz 4													
Tabusa T	-	4	8	12	5	8	13	13%	26%	49%	10%	19%	34%
Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid	700m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sat-												
Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-Salzburg weniger Halte statt Flottendurchschnitt Pkv-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz)	telzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf												
Salzburg weniger Halte statt Flottendurchschnitt Pkw-bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz)	Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid	2	14	29	2	14	29	7%	47%	123%	5%	32%	78%
Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz)	Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Dualbesitz 5 7 10 5 8 12 14% 23% 41% 11% 19% 33%													
Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-Salzburg weniger Halte statt Bus (Mittelwert Linie / Reise)	Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Indivi-												
Salzburg weniger Halte statt Bus (Mittelwert Linie / Reise)	,	5	7	10	5	8	12	14%	23%	41%	11%	19%	33%
Reise	•												
Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Verbrenner-Pkw 17 10 1 25 18 8 50% 34% 3% 53% 42% 23% 700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) 17 12 4 17 12 4 51% 40% 16% 37% 27% 11% 11% 11% 11% 11% 12% 12% 23% 43% 10% 19% 34% 10% 1													
To 1 25 18 8 50% 34% 3% 53% 42% 23% 700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) 17 12 4 17 12 4 51% 40% 16% 37% 27% 11% 11% 12% 12% 12% 12% 13% 10% 19% 34% 10% 19% 10	•	20	11	-1	33	24	12	60%	38%	-4%	70%	56%	32%
17 12 4 17 12 4 51% 40% 16% 37% 27% 11% 12% 11% 12% 12% 13% 10% 16% 37% 27% 11% 12% 13% 12%		4-	40		25	40	•	E00/	240/	20/	530 /	420/	220/
Emn) statt Llw (Sattelzug)		17	10	1	25	18	8	50%	34%	3%	53%	42%	23%
Nachtzug - 6er-Liegewagen statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz)		17	12	А	17	12	А	E10/	409/	169/	270/	270/	110/
Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz)		1/	12	4	1/	12	4	31%	40%	10%	3/70	2170	11%
dualbesitz													
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) 5 6 9 5 8 11 14% 21% 36% 11% 18% 30% Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-Salzburg weniger Halte statt E-Kleinwagen (Individualbesitz) 4 6 7 5 8 12 13% 20% 32% 11% 19% 33% Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-Salzburg weniger Halte statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flottendurch-schnitt Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) 700m-Güterzug (intermoda), Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb / Reise) 15 8 -2 24 17 8 43% 25% 58% 5% 17% 37% Anachtzug - 6er-Liegewagen statt Bus (Mittelwert Linie / Reise) 15 8 -7 4 7 10 10% 17% 29% 9% 16% 28% Nachtzug - 6er-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 3 7 4 7 10 11% 16% 27% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf	•	4	7	10	5	8	12	12%	23%	43%	10%	19%	34%
Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-Salzburg weniger Halte statt E-Kleinwagen (Individualbesitz) 4 6 7 5 8 12 13% 20% 32% 11% 19% 33% Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-Salzburg weniger Halte statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flottendurch-schnitt Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) 3 7 13 3 8 15 8% 23% 53% 6% 19% 40% 700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb Nachtzug - Ger-Liegewagen statt Bus (Mittelwert Linie / Reise) 15 8 -2 24 17 8 43% 26% -7% 51% 40% 21% Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) 3 5 7 4 7 10 10% 17% 29% 9% 16% 28% Nachtzug - Ger-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 4 5 6 4 7 10 11% 16% 27% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf	,							12/0	2070	1070	2070	2370	3 170
Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-Salzburg weniger Halte statt E-Kleinwagen (Individualbesitz) 4 6 7 5 8 12 13% 20% 32% 11% 19% 33% Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-Salzburg weniger Halte statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flottendurchschnitt Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) 700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 3 7 14 3 7 14 8% 25% 58% 5% 17% 37% Nachtzug - Ger-Liegewagen statt Bus (Mittelwert Linie / Reise) 15 8 -2 24 17 8 43% 26% -7% 51% 40% 21% Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) 3 5 7 4 7 10 10% 17% 29% 9% 16% 28% Nachtzug - Ger-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 4 5 6 4 7 10 11% 16% 27% 9% 16% 28% 150m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf													
dividualbesitz 5 6 9 5 8 11 14% 21% 36% 11% 18% 30%													
Salzburg weniger Halte statt E-Kleinwagen (Individual-besitz) 4 6 7 5 8 12 13% 20% 32% 11% 19% 33% Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-Salzburg weniger Halte statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) 3 7 13 3 9 15 9% 24% 54% 7% 20% 42% Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flottendurch-schnitt Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) 3 7 13 3 8 15 8% 23% 53% 6% 19% 40% 700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb	-	5	6	9	5	8	11	14%	21%	36%	11%	18%	30%
Desitz Desi	Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-Salzburg weniger Halte statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) 3 7 13 3 9 15 9% 24% 54% 7% 20% 42% Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flottendurch-schnitt Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) 3 7 13 3 8 15 8% 23% 53% 6% 19% 40% 700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb Machtzug - Ger-Liegewagen statt Bus (Mittelwert Linie / Reise) 15 8 -2 24 17 8 43% 26% -7% 51% 40% 21% Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) 3 5 7 4 7 10 10% 17% 29% 9% 16% 28% Nachtzug - Ger-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 4 5 6 4 7 10 11% 16% 27% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf	Salzburg weniger Halte statt E-Kleinwagen (Individual-												
Salzburg weniger Halte statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flottendurch-schnitt Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) 3 7 13 3 8 15 8% 23% 53% 6% 19% 40% 700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 7 14 3 7 14 8% 25% 58% 5% 17% 37% Nachtzug - Ger-Liegewagen statt Bus (Mittelwert Linie / Reise) 8 2 24 17 8 43% 26% -7% 51% 40% 21% Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) 8 3 7 4 7 10 10% 17% 29% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf	besitz)	4	6	7	5	8	12	13%	20%	32%	11%	19%	33%
Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) 3 7 13 3 9 15 9% 24% 54% 7% 20% 42% Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flottendurch-schnitt Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) 3 7 13 3 8 15 8% 23% 53% 6% 19% 40% 700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 3 7 14 3 7 14 8% 25% 58% 5% 17% 37% Nachtzug - Ger-Liegewagen statt Bus (Mittelwert Linie / Reise) 15 8 -2 24 17 8 43% 26% -7% 51% 40% 21% Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) 3 5 7 4 7 10 10% 17% 29% 9% 16% 28% Nachtzug - Ger-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 4 5 6 4 7 10 11% 16% 27% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf													
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flottendurch-schnitt Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) 700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 3 7 14 3 7 14 8% 25% 58% 5% 17% 37% Nachtzug - 6er-Liegewagen statt Bus (Mittelwert Linie / Reise) Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) Nachtzug - 6er-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 4 5 6 4 7 10 10% 17% 29% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf													
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flottendurch-schnitt Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) 700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 3 7 14 3 7 14 8% 25% 58% 5% 17% 37% Nachtzug - 6er-Liegewagen statt Bus (Mittelwert Linie / Reise) Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) Nachtzug - 6er-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 4 5 6 4 7 10 11% 16% 27% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf		3	7	13	3	9	15	9%	24%	54%	7%	20%	42%
schnitt Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) 70 m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 3 7 14 3 7 14 8% 25% 58% 5% 17% 37% Nachtzug - 6er-Liegewagen statt Bus (Mittelwert Linie / Reise) Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) Nachtzug - 6er-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 3 5 7 4 7 10 10% 17% 29% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf													
net (Leihsystem) 700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 3 7 14 3 7 14 8% 25% 58% 5% 17% 37% Nachtzug - Ger-Liegewagen statt Bus (Mittelwert Linie / Reise) Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) Nachtzug - Ger-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 3 5 7 4 7 10 10% 17% 29% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf													
700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 13 7 14 3 7 14 8% 25% 58% 5% 17% 37% Nachtzug - Ger-Liegewagen statt Bus (Mittelwert Linie / Reise) 15 8 -2 24 17 8 43% 26% -7% 51% 40% 21% Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) Nachtzug - Ger-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 4 5 6 4 7 10 11% 16% 27% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf	_	2	7	12	2		4.5	00/	220/	F30/	C 0/	100/	400/
lern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb trieb 3 7 14 3 7 14 8% 25% 58% 5% 17% 37% Nachtzug - 6er-Liegewagen statt Bus (Mittelwert Linie / Reise) Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) Nachtzug - 6er-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 4 5 6 4 7 10 11% 16% 27% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf		3	/	13	3	ŏ	15	8%	23%	53%	6%	19%	40%
net von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb trieb													
trieb 3 7 14 3 7 14 8% 25% 58% 5% 17% 37% Nachtzug - Ger-Liegewagen statt Bus (Mittelwert Linie / Reise) 15 8 -2 24 17 8 43% 26% -7% 51% 40% 21% Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) 3 5 7 4 7 10 10% 17% 29% 9% 16% 28% Nachtzug - Ger-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 4 5 6 4 7 10 11% 16% 27% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf													
Nachtzug - 6er-Liegewagen statt Bus (Mittelwert Linie / Reise) 15 8 -2 24 17 8 43% 26% -7% 51% 40% 21% Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) Nachtzug - 6er-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 4 5 6 4 7 10 11% 16% 27% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf		2	7	14	3	7	14	8%	25%	58%	5%	17%	37%
/ Reise) 15 8 -2 24 17 8 43% 26% -7% 51% 40% 21% Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) Nachtzug - Ger-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 4 5 6 4 7 10 11% 16% 27% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf		,	,		J	•	17	070	23/0	3070	370	1770	3770
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) Nachtzug - Ger-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 4 5 6 4 7 10 11% 16% 27% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf		15	8	-2	24	17	8	43%	26%	-7%	51%	40%	21%
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) Nachtzug - Ger-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 4 5 6 4 7 10 11% 16% 27% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf				_				.0,0			0_/		
gen (Individualbesitz) Sample Ser-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) Sample Ser-Liegewagen (Individualbesitz) Sample Ser-Liegewagen (Individualbesitz) Sample Ser-Liegewagen (Individualbesitz) Sample Ser-Liegewagen (Individualbesitz) Sample Ser-Liegewa													
Nachtzug - 6er-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 4 5 6 4 7 10 11% 16% 27% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf		3	5	7	4	7	10	10%	17%	29%	9%	16%	28%
(Individualbesitz) 4 5 6 4 7 10 11% 16% 27% 9% 16% 28% 350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf	,										'	"	
350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sat- telzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf		4	5	6	4	7	10	11%	16%	27%	9%	16%	28%
telzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf													
Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 2 7 15 2 7 15 6% 25% 62% 4% 17% 40%													
	Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb	2	7	15	2	7	15	6%	25%	62%	4%	17%	40%

	1 1									1		
Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt E-Mittelklassewagen												
(Leihsystem)	3	5	8	3	7	13	8%	16%	33%	6%	17%	34%
Nachtzug - 6er-Liegewagen statt E-Oberklassewagen												
(Leihsystem)	2	5	9	3	7	13	7%	18%	38%	6%	17%	36%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flottendurch-												
schnitt Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerech-								_				
net (Individualbesitz)	3	5	6	4	5	8	10%	15%	26%	8%	13%	22%
Nachtzug - 4er-Liegewagen statt Flottendurchschnitt												
Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet												
(Leihsystem)	2	5	10	2	6	11	7%	18%	40%	5%	14%	28%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flottendurch-												
schnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet								_				
(Individualbesitz)	3	5	6	4	5	8	10%	15%	26%	8%	13%	22%
225m-Güterzug (Schüttgutwagen) statt Lkw (Sattelzug)												
mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahr-												
drahtbetrieb - reiner Fahrdrahtbetrieb	1	14	31	1	14	31	3%	46%	131%	2%	32%	83%
Nachtzug - 6er-Liegewagen statt E-Kleinwagen (Indivi-												
dualbesitz)	3	4	4	4	6	8	10%	13%	19%	8%	13%	21%
Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt Flottendurchschnitt Pkw-												
Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsys-												
tem)	2	5	7	3	6	10	7%	15%	31%	6%	13%	26%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Bus (Mittelwert Li-												
nie / Reise)	11	5	-3	19	13	4	34%	18%	-14%	40%	30%	11%
Nachtzug - 6er-Liegewagen statt Flottendurchschnitt												
Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Leih-												
system)	2	5	8	2	6	10	6%	16%	35%	5%	13%	28%
85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen ohne Leer-												
lokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Binnenschiff	6	5	3	6	5	3	17%	15%	12%	12%	11%	8%
350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai-												
lern) statt Lkw (Sattelzug)	9	6	1	9	6	1	26%	19%	6%	18%	13%	4%
700m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sat-												
telzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf									44501		2221	= ***
Fahrdrahtbetrieb - reiner Fahrdrahtbetrieb	1	12	27	1	12	27	2%	41%	115%	2%	28%	74%
700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai-												
lern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerech-												
net von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-		_	42	1	6	43	40/	240/	F30/	20/	1.40/	2.40/
Hybrid	1	6	13	T	ь	13	4%	21%	53%	3%	14%	34%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt												
Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet	2	4	_	2	_	0	70/	4.40/	370/	C 0/	130/	220/
(Leihsystem)	2	4	6	3	5	9	7%	14%	27%	6%	12%	23%
Nachtzug - 4er-Liegewagen statt E-Oberklassewagen	2	4	4	4	-	_	00/	130/	100/	00/	110/	100/
(Individualbesitz)	3	4	4	4	5	6	9%	12%	18%	8%	11%	18%
350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sat- telzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf												
S. S. S.		_	1.0	4	_	4.4	40/	220/	F00/	20/	150/	370/
Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid	1	7	14	1	7	14	4%	22%	59%	3%	15%	37%
Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt E-Kleinwagen (Leihsys-			_	2		40	70/	130/	220/	C0/	130/	3.00/
tem)	2	4	5	3	6	10	7%	12%	23%	6%	13%	26%
Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt												
statt Flottendurchschnitt Pkw-Bestand 2018 - von Ver-				_		4.0	60/	430/	350/	60/	430/	270/
brenner umgerechnet (Individualbesitz)	2	4	6	3	6	10	6%	12%	25%	6%	13%	27%
85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen ohne Leer- lokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Binnenschiff	5	4	2	5			1.60/	1.40/	00/	120/	1.00/	60/
					4	2	16%	14%	9%	12%	10%	6%

85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen mit Leer-												
lokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Binnenschiff	6	4	2	6	4	2	17%	14%	8%	12%	10%	5%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,	U	_	_		_		17/0	1-7/0	070	12/0	10/0	370
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Mittelklassewa-												
gen (Individualbesitz)	3	3	3	3	4	6	8%	10%	13%	7%	11%	17%
700m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Binnen-	J	,		,	_	U	070	10/0	13/0	770	11/0	17/0
schiff	11	6	0	11	6	0	33%	21%	-1%	24%	15%	-1%
85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen ohne Leer-							33,0		_,,	,,	10,0	
lokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Lkw (Sattelzug)												
mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahr-												
drahtbetrieb - reiner Akkubetrieb	1	5	10	1	5	10	4%	17%	43%	3%	12%	28%
Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flottendurchschnitt	_			_		_v	.,,		.070	0,0		
Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (In-												
dividualbesitz)	3	4	4	3	4	4	9%	12%	18%	7%	9%	12%
Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt E-Oberklassewagen (Indi-												
vidualbesitz)	3	3	1	4	4	5	10%	9%	6%	9%	10%	14%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewa-												
gen (Leihsystem)	2	3	5	2	5	9	5%	11%	22%	4%	11%	23%
Nachtzug - 6er-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen												
(Leihsystem)	2	3	5	2	5	8	5%	10%	20%	5%	11%	22%
Nachtzug - 4er-Liegewagen statt Flottendurchschnitt												
Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Indivi-												
dualbesitz)	3	3	3	3	4	4	9%	11%	15%	7%	8%	11%
85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen mit Leer-												
lokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Lkw (Sattelzug)												
mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahr-												
drahtbetrieb - reiner Akkubetrieb	1	5	9	1	5	9	4%	16%	39%	3%	11%	25%
Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt												
statt Bus (Mittelwert Linie / Reise)	5	2	-1	9	7	3	15%	7%	-6%	18%	14%	8%
Nachtzug - 4er-Liegewagen statt Bus (Mittelwert Linie												
/ Reise)	11	4	-5	17	10	1	32%	13%	-23%	36%	24%	2%
85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen mit Leer-												
lokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Binnenschiff	5	4	1	5	4	1	16%	12%	4%	11%	8%	3%
innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug												
doppelt statt Flottendurchschnitt Pkw-Bestand 2018 -												
von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz)	2	3	4	2	4	6	6%	10%	18%	5%	9%	17%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 300 km/h statt E-Oberklassewagen (In-												
dividualbesitz)	3	2	1	4	4	4	10%	7%	3%	8%	9%	11%
85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen ohne Leer-												
lokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug) mit												
Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbe-												
trieb - reiner Akkubetrieb	1	5	10	1	5	10	3%	16%	41%	2%	11%	26%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flottendurch-												
schnitt Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerech-												
net (Leihsystem)	2	3	5	2	4	6	5%	10%	20%	4%	9%	17%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flottendurch-												
schnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet												
(Leihsystem)	2	3	5	2	4	6	5%	10%	19%	4%	9%	17%
85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen ohne Leer-												
lokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Container-See-												
schiff	4	2	2	4	2	2	11%	8%	8%	8%	6%	5%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Kleinwagen (In-												
dividualbesitz)	2	2	2	3	4	4	7%	7%	7%	6%	8%	12%

85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen ohne Leer-												
lokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Lkw (Sattelzug)												
mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahr-												
drahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid	1	5	10	1	5	10	2%	16%	41%	2%	11%	26%
Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt Bus (Mittelwert Linie /		_										
Reise)	12	3	-9	19	11	-2	35%	10%	-39%	41%	25%	-4%
350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Lkw (Sat-												
telzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Fahrdrahtbetrieb	0	6	13	0	6	13	1%	19%	55%	1%	13%	35%
	U	D	13	U	D	13	1%	19%	55 %	1%	15%	35%
Nachtzug - 6er-Liegewagen statt E-Kleinwagen (Leih- system)	2	2	3	2	4	6	5%	7%	12%	4%	9%	16%
Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt												
statt Flottendurchschnitt Pkw-Bestand 2018 - von Ver-												
brenner umgerechnet (Leihsystem)	1	3	5	1	4	9	3%	9%	21%	3%	10%	23%
Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt Flottendurchschnitt Neu-												
Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individual-												
besitz)	3	2	1	4	3	2	10%	7%	3%	8%	7%	7%
Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt												
statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz)	1	2	3	2	4	6	4%	7%	11%	4%	9%	17%
85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen mit Leer-												
lokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug) mit												
Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbe-												
trieb - reiner Akkubetrieb	1	4	8	1	4	8	3%	14%	36%	2%	10%	23%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 300 km/h statt Bus (Mittelwert Linie /		_	40	40	40	•	2.40/	00/	440/	400/	220/	60/
Reise)	11	2	-10	19	10	-2	34%	8%	-41%	40%	23%	-6%
350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai-												
lern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerech- net von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkube-												
trieb	1	3	6	1	3	6	4%	11%	26%	3%	8%	17%
85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen mit Leer-			U		,	U	7/0	11/0	20/8	3/6	870	17/6
lokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Lkw (Sattelzug)												
mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahr-												
drahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid	1	4	9	1	4	9	2%	14%	37%	2%	10%	24%
350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Binnen-												
schiff	6	3	-1	6	3	-1	17%	10%	-3%	12%	7%	-2%
700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai-												
lern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerech-												
net von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Fahr-												
drahtbetrieb	0	5	11	0	5	11	1%	17%	48%	1%	12%	31%
innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug	_				_		4.40/	=0/	400/	4=0/	400/	201
doppelt statt Bus (Mittelwert Linie / Reise)	5	1	-3	8	5	1	14%	5%	-12%	17%	12%	2%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Bus (Mittelwert Linie / Reise)	8	2	-7	13	7	-1	24%	6%	-29%	29%	17%	-4%
Nachtzug - 4er-Liegewagen statt E-Oberklassewagen	0		-/	13		-1	24%	0%	-25%	25%	1/%	-470
(Leihsystem)	2	2	3	2	3	5	5%	7%	11%	4%	7%	13%
85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen ohne Leer-			3		3	,	3/0	7 /0	11/6	4/0	7 /0	13/6
lokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Container-Seeschiff	3	2	1	3	2	1	10%	7%	5%	7%	5%	3%
85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen mit Leer-							1070		370	770	370	
lokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Container-See-												
schiff	4	2	1	4	2	1	11%	7%	4%	8%	5%	2%
Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt												
statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbren-												
ner umgerechnet (Individualbesitz)	1	2	2	2	3	5	4%	6%	10%	4%	8%	14%
Nachtzug - 4er-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen												
	i l	_	_	_	2	2	00/	C0/	20/	C0/	C0/	7%
(Individualbesitz)	3	2	1	3	3	3	8%	6%	3%	6%	6%	1/0

85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen ohne Leer-												
lokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug) mit												
Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbe-												
trieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid	0	4	9	0	4	9	1%	14%	38%	1%	10%	25%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewa-	2	2		2	2	2	70/	F0/	20/	60/	70/	00/
gen (Individualbesitz)	2	2	1	3	3	3	7%	5%	2%	6%	7%	8%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahrdraht-Akku-Hybrid) statt Bus (Mittelwert Linie / Reise)	2	1	0	5	4	3	5%	3%	-2%	11%	10%	9%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,		-	•		-	,	3/0	3/0	-2/0	11/6	10/6	376
Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt												
Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (In-												
dividualbesitz)	3	2	0	3	3	2	9%	6%	0%	7%	6%	5%
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen)												
ohne Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Lkw												
(Sattelzug)	3	2	1	3	2	1	9%	7%	4%	6%	5%	3%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt												
Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Indivi-	2	2	•	2	2	2	00/	60/	00/	70/	60/	F0/
dualbesitz)	3	2	0	3	3	2	9%	6%	0%	7%	6%	5%
700m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Contai- ner-Seeschiff	7	2	-2	7	2	-2	21%	8%	-10%	15%	5%	-6%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Mittelklassewa-												
gen (Leihsystem)	1	2	2	2	3	5	4%	5%	8%	4%	7%	12%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner												
Akkubetrieb) statt Bus (Mittelwert Linie / Reise)	2	1	-1	5	4	3	5%	2%	-3%	11%	10%	8%
Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt												
statt 12m-Regionalbus (41-Sitzer) - von Verbrenner												
umgerechnet	2	4	6	1	1	2	6%	12%	25%	3%	3%	5%
Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flottendurchschnitt												
Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet	2	2	2	2	2	2	F0/	70/	420/	20/	F0/	70/
(Leihsystem) innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug	2	2	3	2	2	3	5%	7%	12%	3%	5%	7%
doppelt statt Flottendurchschnitt Pkw-Bestand 2018 -												
von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem)	1	2	3	1	3	5	3%	7%	15%	2%	7%	14%
700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai-							370	7,0	1970	270	7,0	2170
lern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet												
von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb	1	2	3	1	2	3	4%	7%	13%	3%	5%	8%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahr-												
draht-Akku-Hybrid) statt Flottendurchschnitt Pkw-Be-												
stand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Individual-												
besitz)	1	1	2	1	4	7	2%	5%	10%	3%	9%	19%
Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Bus (Mittelwert Linie		4	•	40	_		220/	20/	260/	260/	420/	440/
/ Reise)	8	1	-8	12	5	-4	23%	3%	-36%	26%	12%	-11%
85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen mit Leer- lokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug) mit												
Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbe-												
trieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid	0	4	8	0	4	8	1%	12%	34%	1%	8%	21%
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen)				•								
ohne Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sat-												
telzug)	3	2	1	3	2	1	8%	6%	3%	6%	4%	2%
350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai-												
lern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerech-												
net von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-												
Hybrid	1	3	6	1	3	6	2%	10%	24%	1%	7%	15%
innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug	_	4	4	_	2	2	60/	80/	F0/	80/	60/	00/
doppelt statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt	1	1	1	2	2	3	4%	4%	5%	4%	6%	9%
statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz)	1	1	1	2	3	4	3%	4%	5%	4%	7%	12%
Statt F-Mittelviassemaßen (MiniMinianginesitz)	T	т	1	_	3	4	370	470	370	470	1 70	12/0

									1	1		
Nachtzug - 4er-Liegewagen statt Flottendurchschnitt												
Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Leih-												
system)	2	2	2	2	2	3	5%	6%	8%	3%	5%	7%
85m-Flächenverschubfahrt Schüttgutwagen mit Leer-												
lokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Container-Seeschiff	3	1	0	3	1	0	10%	5%	0%	7%	4%	0%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner												
Akkubetrieb) statt Flottendurchschnitt Pkw-Bestand												
2018 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz)	1	1	2	1	4	7	2%	4%	9%	3%	8%	18%
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit												
Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Lkw (Sat-												
telzug)	3	2	0	3	2	0	8%	6%	0%	6%	4%	0%
Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt												
statt E-Oberklassewagen (Leihsystem)	1	1	2	1	3	5	2%	4%	8%	2%	7%	15%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Flottendurch-												
schnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet												
(Individualbesitz)	2	1	0	2	2	1	7%	4%	0%	5%	5%	4%
Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt E-Oberklassewagen (Leih-												
system)	2	1	0	2	2	3	5%	3%	-2%	4%	6%	8%
Nachtzug - 4er-Liegewagen statt E-Kleinwagen (Indivi-												
dualbesitz)	2	1	-1	3	2	1	7%	3%	-3%	6%	4%	3%
700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai-												
lern) statt Binnenschiff	7	1	-6	7	1	-6	21%	5%	-27%	15%	3%	-17%
Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt E-Mittelklassewagen (In-												
dividualbesitz)	3	1	-2	3	2	1	8%	2%	-11%	7%	5%	2%
innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug												
doppelt statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von												
Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz)	1	1	1	2	2	2	4%	4%	4%	3%	4%	6%
Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt												
statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbren-									_			
ner umgerechnet (Leihsystem)	1	1	2	1	2	4	2%	4%	7%	2%	6%	12%
Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt				_	_	_						
statt E-Kleinwagen (Individualbesitz)	1	1	1	1	2	3	3%	3%	2%	3%	5%	9%
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit			•	_			00/	40/	20/	F0/	20/	40/
Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug)	3	1	0	3	1	0	8%	4%	-2%	5%	3%	-1%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Kleinwagen		_					40/	20/	40/	20/	=0/	00/
(Leihsystem)	1	1	0	2	2	3	4%	3%	1%	3%	5%	8%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahr-												
draht-Akku-Hybrid) statt Flottendurchschnitt Pkw-Be-												
stand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsys-			2	4	2	_	40/	20/	00/	20/	70/	470/
tem)	0	1	2	1	3	6	1%	3%	8%	2%	7%	17%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 300 km/h statt Bus (Mittelwert Linie /		-1	42	42	4		240/	20/	FF0/	200/	100/	240/
Reise)	8	-1	-13	13	4	-8	24%	-3%	-55%	28%	10%	-21%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahr-												
draht-Akku-Hybrid) statt E-Oberklassewagen (Indivi-				4	2	_	40/	20/	F0/	20/	60/	4.20/
dualbesitz)	0	1	1	1	3	5	1%	3%	5%	2%	6%	13%
350m-Güterzug (gedeckte Güterwagen) statt Contai-		4			4		110/	20/	00/	00/	20/	F0/
ner-Seeschiff	4	1	-2	4	1	-2	11%	3%	-8%	8%	2%	-5%
350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai-												
lern) statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerech-												
net von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Fahr-	0	2	5	0	2	5	0%	8%	22%	0%	5%	14%
drahtbetrieb	U	- 2	5	U	Z	5	- 0%	8%	22%	- 0%	5%	14%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt E-Oberklassewagen												
(Leihsystem)	2	0	-1	2	2	2	5%	2%	-4%	4%	5%	6%
(Lenisystein)		U	-1				3 %	∠70	-470	470	370	070

												1
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahr-												
draht-Akku-Hybrid) statt Flottendurchschnitt Neu-												
Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individual-												
besitz)	0	1	1	1	2	4	1%	2%	4%	2%	6%	11%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner												
Akkubetrieb) statt E-Oberklassewagen (Individualbe-												
sitz)	0	1	1	1	3	5	1%	2%	4%	2%	6%	13%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner												
Akkubetrieb) statt Flottendurchschnitt Pkw-Bestand												
2018 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem)	0	1	2	1	3	6	1%	3%	8%	1%	7%	16%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 300 km/h statt E-Mittelklassewagen												
(Individualbesitz)	3	0	-3	3	2	0	8%	1%	-13%	7%	4%	0%
Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt E-Oberklassewagen												
(Individualbesitz)	2	1	-1	2	1	0	7%	3%	-5%	5%	3%	0%
700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai-												
lern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet												
von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-												
Hybrid	1	1	2	1	1	2	2%	5%	10%	2%	3%	6%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahr-												
draht-Akku-Hybrid) statt 12m-Regionalbus (41-Sitzer)							_					
- von Verbrenner umgerechnet	1	1	2	1	1	2	2%	5%	10%	1%	3%	6%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner												
Akkubetrieb) statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017												
- von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz)	0	1	1	1	2	4	1%	2%	4%	2%	5%	11%
Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt												
statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem)	1	1	1	1	2	4	2%	2%	3%	2%	5%	10%
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen)												
ohne Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Lkw												
(Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel-												
auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb	0	1	3	0	1	3	1%	5%	11%	1%	3%	7%
350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai-							4.00/	40/	4.50/	=0/	40/	400/
lern) statt Binnenschiff	4	0	-4	4	0	-4	10%	1%	-16%	7%	1%	-10%
Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt Flottendurchschnitt Neu-	2	0	4	2	4	4	F0/	20/	F0/	40/	20/	20/
Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem)	2	0	-1	2	1	1	5%	2%	-5%	4%	3%	2%
innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug	4	0	0	4	4	2	20/	20/	10/	20/	20/	40/
doppelt statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz)	1	0	0	1	1	2	3%	2%	-1%	3%	3%	4%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Oberklassewa-												
gen (Leihsystem)	1	0	-1	1	2	2	3%	1%	-3%	3%	4%	5%
Nachtzug - 4er-Liegewagen statt E-Mittelklassewagen		U	-1	1			370	170	-3%	370	470	370
(Leihsystem)	1	0	-1	1	1	1	4%	2%	-3%	3%	3%	3%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahr-	1	U	-1	1	1	1	470	∠70	-370	370	370	3%
draht-Akku-Hybrid) statt E-Mittelklassewagen (Indivi-												
dualbesitz)	0	0	1	1	2	4	1%	2%	3%	2%	5%	10%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,	U	U			_	4	1/0	∠/0	3/0	∠/0	3/0	10/0
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Mittelklassewa-												
gen (Individualbesitz)	2	0	-2	2	1	0	6%	1%	-9%	5%	3%	0%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahr-		U	-2	_	-	U	0/0	1/0	-5/0	3/0	3/0	0/0
draht-Akku-Hybrid) statt E-Oberklassewagen (Leihsys-												
tem)	0	0	1	1	2	4	1%	2%	4%	1%	5%	12%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner		J		-	_	_	1/0	2/0	7/0	1/0	3/0	12/0
Akkubetrieb) statt 12m-Regionalbus (41-Sitzer) - von												
Verbrenner umgerechnet	1	1	2	1	1	2	2%	4%	9%	1%	3%	6%
innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug	-			-	-		∠/0	-17/0	370	1/0	3/0	0/0
doppelt statt E-Oberklassewagen (Leihsystem)	1	1	1	1	2	3	2%	2%	2%	2%	4%	7%
Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-		1			_	3	∠/0	∠/0	2/0	∠/0	→/0	1/0
Salzhurg weniger Halte statt F-Kleinwagen (Individual												
Salzburg weniger Halte statt E-Kleinwagen (Individual- besitz)	2	0	-4	3	1	-1	7%	-1%	-18%	6%	3%	-4%

	I	I		I	I							
Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flottendurchschnitt												
Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Indivi-							60/	20/	=0/	=0/	40/	=0/
dualbesitz)	2	0	-2	2	0	-2	6%	2%	-7%	5%	1%	-5%
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen)												
ohne Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Lkw												
(Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel-				•		•	40/	40/	400/	40/	20/	70/
auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid	0	1	2	0	1	2	1%	4%	10%	1%	3%	7%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahr-												
draht-Akku-Hybrid) statt E-Kleinwagen (Individualbe-				_			40/	40/	20/	20/	40/	00/
sitz)	0	0	0	1	2	3	1%	1%	2%	2%	4%	9%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner												
Akkubetrieb) statt E-Mittelklassewagen (Individualbe-				_			40/	40/	20/	20/	=0/	4.00/
sitz)	0	0	0	1	2	4	1%	1%	2%	2%	5%	10%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt												
Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet					_							
(Leihsystem)	2	0	-2	2	1	0	5%	1%	-7%	4%	2%	0%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahr-												
draht-Akku-Hybrid) statt Flottendurchschnitt Neu-	_											
Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem)	0	0	1	0	2	4	0%	1%	3%	1%	4%	10%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner						_						
Akkubetrieb) statt E-Oberklassewagen (Leihsystem)	0	0	1	0	2	4	0%	1%	3%	1%	5%	11%
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit												
Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Lkw (Sat-												
telzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf												
Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb	0	1	2	0	1	2	1%	3%	7%	1%	2%	5%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt												
Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Leih-												
system)	2	0	-2	2	1	0	5%	0%	-7%	4%	2%	0%
Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt												
statt E-Kleinwagen (Leihsystem)	0	0	0	1	2	3	1%	1%	0%	2%	4%	7%
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen)												
ohne Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sat-												
telzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf												
Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb	0	1	2	0	1	2	1%	4%	10%	1%	3%	6%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 300 km/h statt E-Kleinwagen (Individu-												
albesitz)	2	-1	-5	3	1	-2	7%	-2%	-20%	6%	2%	-5%
350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai-												
lern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet												
von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb	1	1	1	1	1	1	2%	3%	4%	1%	2%	2%
innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug												
doppelt statt E-Kleinwagen (Individualbesitz)	1	0	-1	1	1	1	3%	1%	-4%	3%	2%	2%
innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug												
doppelt statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von												
Verbrenner umgerechnet (Leihsystem)	1	0	0	1	1	2	2%	2%	1%	2%	3%	4%
700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai-												
lern) statt Container-Seeschiff	4	-1	-8	4	-1	-8	13%	-4%	-32%	10%	-3%	-21%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Kleinwagen (In-												
dividualbesitz)	2	0	-3	2	1	-1	5%	-1%	-14%	4%	1%	-4%
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen)												
ohne Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Bin-												
nenschiff	1	0	-1	1	0	-1	4%	1%	-3%	3%	1%	-2%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner												
Akkubetrieb) statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017												
- von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem)	0	0	1	0	2	4	0%	1%	3%	1%	4%	10%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner												
Akkubetrieb) statt E-Kleinwagen (Individualbesitz)	0	0	0	1	2	3	1%	1%	1%	1%	4%	8%
											_	

Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahrdracht-Akku-Hybrid) statt E-Mittelfdassewagen (Lein-ystem) 8							1						
System	Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahr-												
Ferroverkehr I. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarmitur, Wine-Linnama, 2000-230 km/h statt Evidenturch-schnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) 1									444				
Wilst-Num		0	0	0	0	2	3	0%	1%	2%	1%	4%	9%
schnitt Neu-Pikw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Leihsystem) 8m. Filichemverschuldhart (gedeckte Güterwagen) on the Lerich Kaht-reiner Aktubertrieb statt Lw (Sattelung) mit Volumengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statt Ewisch (Sattelung) mit Volumengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statt Lw (Sattelung) mit Volumengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Volumengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Volumengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Volumengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Volumengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Volumengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Volumengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Volumengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Massengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Massengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Massengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Massengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Massengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Massengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Massengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Massengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Massengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Massengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Massengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Volumengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Volumengut umgerschnet von Diesel- auf Fahrdraihteterine Statte (Sattelung) mit Volumengut umgerschnet von Diese													
1	•												
SBM-Flacknewschubfahrt (godeckte Güterwagen)	_		•	4				20/	40/	F0/	20/	20/	00/
Dene Leerlokfahrt - reiner Alkkubetrieb start Lkw (Sattelug) mit Volumengut umgerechent von Diesel auf Fahrdraintbetrieb - Fahrdraint-Akku-Hybrid 0 1 2 0 1 2 0 3% 3% 9% 0% 2% 6% 8% 8% 8% 8% 8% 8% 8		1	U	-1	1	1	U	3%	1%	-5%	3%	2%	0%
Edualgo mit Volumengut umgerechnet von Diesel - auf Fahrdrahtbetrieb - Sardraffant-Maturi-brieb - Sardraffant-Briefant													
Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Atku-Hybrid Sam-Filichenverschubfahr (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Lw (Sattelug) mit Volumengut ungerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Atku-Hybrid Satte - Sam-Filichenverschubfahr (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akhubetrieb statt Bins (Mittelwert Linie / Nebes) Sam-Filichenverschubfahr (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akhubetrieb statt Bins (Mittelwert Linie / Nebes) Sam-Filichenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akhubetrieb statt Binsenschiff Sam-Fischenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akhubetrieb statt Binsenschiff Sam-Fischenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akhubetrieb statt Binsenschiff Sam-Fischenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akhubetrieb statt Binsenschiff Sam-Fischenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akhubetrieb statt Binsenschiff Sam-Fischenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akhubetrieb statt Binsenschiff Sam-Fischenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akhubetrieb statt Binsenschiff Sam-Fischenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akhubetrieb statt Binsenschiff Sam-Fischenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akhubetrieb statt Binsenschiff Sam-Fischenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Teilern) statt Container-Seaschiff Sam-Fischenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Teilern) stat	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·												
Sam-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtterleb statt LW (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtterleb - F		0	1	2	0	1	2	0%	20/	0%	0%	20/	6%
LeerloKafhrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt L.W. (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - F		U			U			0%	3%	3%	0%	270	0%
Table Tabl													
Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid													
Nachtrug - 1er-Schlafwagen statt Bus (Mittelwert Linie / Reise)		0	1	2	0	1	2	1%	3%	6%	0%	2%	4%
Resign	·						_						
Ferroverkehr L Klasse, DoSto-TOV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt E-Oberklassewagen (Individualbesitz) 2		4	-3	-12	6	-1	-10	12%	-9%	-51%	13%	-2%	-27%
Mien-Linz max. 300 km/h statt E-Oberklassewagen (individualbesitz) 1													
Nachtug - 4er-Liegewagen statt E-Kleinwagen (Leihsystem)													
1	dividualbesitz)	2	-1	-6	3	0	-3	6%	-4%	-24%	6%	0%	-9%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahrdraht-Akku-Hybrid) statt E-Kleinwagen (Leihsystem) Nachtug - Zer-Schlafwagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 2 -1 -4 2 0 -3 5% -2% -16% 4% 0% -8% 700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 1 -1 -4 2 0 -1 4% -3% -17% 3% 1% -3% 350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Container-Seeschiff 2 -1 -4 2 0 -1 4% -3% -17% 3% 1% -3% 350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Binnenschiff 2 -1 -4 2 1 0 -1 1 0 % 2% 5% 0% 1% 3% 55m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Binnenschiff 1 0 -1 1 0 -1 1 0 -1 3% 0% -4% 2% 0% -3% 55m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Binnenschiff 1 0 -2 1 0 -2 3% 0% -4% 2% 0% -3% 55m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Binnenschiff 1 0 -1 1 1 1 1 2% 0% -4% 1% 2% 2% 0% -3% 55m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Binnenschiff 1 0 -1 1 1 0 -1 3% 0% -5% 2% 5% 0% 1% 3% 55m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Binnenschiff 1 0 -1 1 1 0 -1 5 6% 5 5% 0% 5% 0% -2% -13% 55m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Binnenschiff 1 0	Nachtzug - 4er-Liegewagen statt E-Kleinwagen (Leih-												
draht-Akku-Hybrid statt E-Kleinwagen (Leihsystem) 0 0 0 0 0 1 3 0% 0% 1% 1% 3% 8% Nachtzug - Zer-Schlafwagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 2 -1 -4 2 0 -3 5% -2% -16% 4% 0% -8% Tom-Güterzug (Intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt (W. Stattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Fahrdrahtbetrieb 0 1 2 0 1 2 0% 3% 7% 0% 2% 5% Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner Akkubetrieb) statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 0 0 0 0 0 0 2 3 0% 0% 1% 1% 4% 8% Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wiensalzburg weniger Halte statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 1 -1 -4 2 0 -1 4% -3% -17% 3% 1% -3% S50m-Güterzug (Intermodal, Taschenwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb statt Binnenschiff 1 0 -1 1 0 1 1 0 2% 5% 0% 1% 3% S5m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Binnenschiff 1 0 -2 1 0 -2 3% 0% -4% 2% 0% -3% S5m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Binnenschiff 1 0 -1 1 0 -1 1 1 2% 0% -4% 1% 2% 2% 3% 3% 3% 3% 3% 3		1	0	-2	1	1	0	3%	-1%	-9%	3%	1%	-1%
Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt E-Mittelklassewagen (Individualbesitz) 700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Fahrdrahtbetrieb trieb 80 1 2 0 1 2 0% 3% 7% 0% 2% 5% Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner Akkubetrieb) statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 90 0 0 0 2 3 0 0% 0% 1% 1% 4% 8% 8% Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-Salzburg weniger Halte statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 1 1 4 2 0 1 2 0% 3% 7% 0% 2% 5% 8% 8% 8% 8% 8% 8% 8% 8% 8% 8% 8% 8% 8%	Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahr-												
(Individualbesitz)	draht-Akku-Hybrid) statt E-Kleinwagen (Leihsystem)	0	0	0	0	1	3	0%	0%	1%	1%	3%	8%
700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb bener Akubetrieb statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb) statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 1	Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt E-Mittelklassewagen												
Iern statt Lkw (Sattelzug mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Fahrdrahtbetrieb - reiner Fahrdrahtbetrieb - reiner Fahrdrahtbetrieb - reiner Fahrdrahtbetrieb - o 1 2 0 1 2 0% 3% 7% 0% 2% 5%	(Individualbesitz)	2	-1	-4	2	0	-3	5%	-2%	-16%	4%	0%	-8%
von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Fahrdrahtbetrieb (1	700m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai-												
trieb	lern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet												
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner Akkubetrieb) statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-Salzburg weniger Halte statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Container-Seeschiff 2	von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Fahrdrahtbe-												
Akkubetrieb statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 0 0 0 0 0 2 3 0% 0% 1% 1% 4% 8%	7 77	0	1	2	0	1	2	0%	3%	7%	0%	2%	5%
Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-Salzburg weniger Halte statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Container-Seeschiff 2 -1 -4 2 -1 -4 7% -3% -17% 3% 1% -3% 35m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Container-Seeschiff 2 -1 -4 2 -1 -4 7% -3% -19% 5% -2% -12% 35m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet (güterwagen) ohne Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Binnenschiff 1 0 -1 1 0 -1 3% 0% -4% 2% 0% -3% 38 35m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Binnenschiff 1 0 -2 1 0 -2 3% 0% -7% 2% 0% -4% innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug doppelt statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 1 0 -1 1 1 1 2% 0% -4% 1% 2% 2% 350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid 0 0 1 0 0 1 1% 1% 2% 1% 1% 1% 1% 1% 1% 1% 1% 1% 1% 1% 1% 1%													
Salzburg weniger Halte statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 1 -1 -4 2 0 -1 4% -3% -17% 3% 1% -3% 350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Leorlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Elminenschiff 2 -1 -4 2 -1 -4 7% -3% -19% 5% -2% -12% 35m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahr-achtbetrieb - Fahrdraht-Akkubetrieb statt Binnenschiff 1 0 -1 1 0 1 1 0 2 3% 0% -4% 2% 0% -3% 38 38 38 38 38 38 38 38 38 38 38 38 38		0	0	0	0	2	3	0%	0%	1%	1%	4%	8%
1													
350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Container-Seeschiff 2 -1 -4 2 -1 -4 7% -3% -19% 5% -2% -12% 85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb statt Binnenschiff 1 0 -1 1 0 -1 3% 0% -4% 2% 0% -3% 85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) ohne Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Binnenschiff 1 0 -1 1 0 -1 3% 0% -4% 2% 0% -3% 85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Binnenschiff 1 0 -2 1 0 -2 3% 0% -7% 2% 0% -4% innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug doppelt statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) 2 -1 -6 2 -1 -5 6% -5% -26% 5% -2% -13% Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner										_			
lern) statt Container-Seeschiff 2 -1 -4 2 -1 -4 7% -3% -19% 5% -2% -12% 85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb		1	-1	-4	2	0	-1	4%	-3%	-17%	3%	1%	-3%
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb statt Binnenschiff										4004			100/
Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug) mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahr-drahtbetrieb - reiner Akkubetrieb		2	-1	-4	2	-1	-4	7%	-3%	-19%	5%	-2%	-12%
mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) ohne Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Binnenschiff 85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Binnenschiff 1 0 -1 1 0 -1 3% 0% -4% 2% 0% -3% 85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Binnenschiff 1 0 -2 1 0 -2 3% 0% -7% 2% 0% -4% innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug doppelt statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid 0 0 1 0 0 1 1% 1% 2% 1% 1% 1% Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) 2 -1 -6 2 -1 -5 6% -5% -26% 5% -2% -13% Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner													
drahtbetrieb - reiner Akkubetrieb 0 1 1 0 1 1 0% 2% 5% 0% 1% 3% 85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) ohne Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Binnenschiff 1 0 -1 1 0 -1 3% 0% -4% 2% 0% -3% 85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Binnenschiff 1 0 -2 1 0 -2 3% 0% -7% 2% 0% -4% innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug doppelt statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 1 0 -1 1 1 1 2% 0% -4% 1% 2% 2% 350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid 0 0 1 0 0 1 1% 1% 2% 1% 1% 1% Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) 2 -1 -6 2 -1 -5 6% -5% -26% 5% -2% -13% Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner													
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) ohne Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Binnen- schiff 1 0 -1 1 0 -1 3% 0% -4% 2% 0% -3% 85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Binnen- schiff 1 0 -2 1 0 -2 3% 0% -7% 2% 0% -4% innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug doppelt statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai- lern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku- Hybrid Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner		^	4	4	_	1	1	00/	20/	F0/	00/	10/	30/
ohne Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Binnen-schiff 1 0 -1 1 0 -1 3% 0% -4% 2% 0% -3% 85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Binnen-schiff 1 0 -2 1 0 -2 3% 0% -7% 2% 0% -4% innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug doppelt statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 1 0 -1 1 1 1 2% 0% -4% 1% 2% 2% 350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner		U			U			U%	2%	3%	U%	1%	5%
schiff 1 0 -1 1 0 0 -1 3% 0% -4% 2% 0% -3% 85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Binnenschiff 1 0 -2 1 0 -2 3% 0% -7% 2% 0% -4% innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug doppelt statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 1 0 -1 1 1 1 2% 0% -4% 1% 2% 2% 350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid 0 0 1 1 0 0 1 1% 1% 2% 1% 1% 1% Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) 2 -1 -6 2 -1 -5 6% -5% -26% 5% -2% -13% Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner)													
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Binnenschiff 1 0 -2 1 0 -2 3% 0% -7% 2% 0% -4% innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug doppelt statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner		1	0	-1	1	0	_1	2%	0%	-/1%	2%	0%	_2%
Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Binnen- schiff 1 0 -2 1 0 -2 3% 0% -7% 2% 0% -4% innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug doppelt statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai- lern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku- Hybrid Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner)		_			_		_	3/0	070	-470	270	070	-370
schiff 1 0 -2 1 0 -2 3% 0% -7% 2% 0% -4% innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug doppelt statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 1 0 -1 1 1 1 2% 0% -4% 1% 2% 2% 350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid 0 0 1 0 0 1 1% 1% 2% 1% 1% 1% Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) 2 -1 -6 2 -1 -5 6% -5% -26% 5% -2% -13% Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner													
innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug doppelt statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner		1	0	-2	1	0	-2	3%	0%	-7%	2%	0%	-4%
doppelt statt E-Mittelklassewagen (Leihsystem) 1 0 -1 1 1 1 2% 0% -4% 1% 2% 2% 350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner		_		_				370	0,0	7,0	_/0	0,0	170
350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trailern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid 0 0 1 0 0 1 1% 1% 2% 1% 1% 1% Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) 2 -1 -6 2 -1 -5 6% -5% -26% 5% -2% -13% Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner		1	0	-1	1	1	1	2%	0%	-4%	1%	2%	2%
lern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku- Hybrid 0 0 1 0 0 1 1% 1% 2% 1% 1% 1% Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) 2 -1 -6 2 -1 -5 6% -5% -26% 5% -2% -13% Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner			-										
von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - Fahrdraht-Akku- Hybrid 0 0 1 0 0 1 1% 1% 2% 1% 1% 1% Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) 2 -1 -6 2 -1 -5 6% -5% -26% 5% -2% -13% Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner													
Hybrid 0 0 1 0 0 1 1% 1% 2% 1% 1% 1% Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) 2 -1 -6 2 -1 -5 6% -5% -26% 5% -2% -13% Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner													
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur, Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) 2 -1 -6 2 -1 -5 6% -5% -26% 5% -2% -13% Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner		0	0	1	0	0	1	1%	1%	2%	1%	1%	1%
Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Individualbesitz) Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner													
dualbesitz) 2 -1 -6 2 -1 -5 6% -5% -26% 5% -2% -13% Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner -26% 5% -2% -13%													
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner	Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Indivi-												
	dualbesitz)	2	-1	-6	2	-1	-5	6%	-5%	-26%	5%	-2%	-13%
Akkubetrieb) statt E-Kleinwagen (Leihsystem) 0 0 0 1 3 0% 0% 0% 1% 3% 7%													
	Akkubetrieb) statt E-Kleinwagen (Leihsystem)	0	0	0	0	1	3	0%	0%	0%	1%	3%	7%

										1		
Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt E-Oberklassewagen (Leihsystem)	1	0	-2	1	0	-1	3%	-1%	-10%	2%	0%	-4%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 300 km/h statt E-Mittelklassewagen												
(Leihsystem)	1	-1	-4	2	0	-2	4%	-4%	-19%	3%	0%	-5%
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen)					_	_				9,1		0,12
ohne Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Con-												
tainer-Seeschiff	1	0	-1	1	0	-1	2%	0%	-4%	2%	0%	-2%
Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt E-Kleinwagen (Indivi-	_		-	-	·	-	-70	070	470	270	070	
dualbesitz)	2	-1	-5	2	-1	-4	5%	-4%	-21%	4%	-2%	-11%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,		-1	-5		-1		3/0	-4/0	-21/0	7/0	-2/0	-11/0
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Mittelklassewa-												
gen (Leihsystem)	1	-1	-3	1	0	-1	3%	-3%	-13%	2%	0%	-3%
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit		-1	-5		0	-1	3/0	-3/0	-13/0	2/0	0/8	-3/0
Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Lkw (Sattelzug)												
mit Volumengut umgerechnet von Diesel- auf Fahr-							201	40/	***	201	40/	20/
drahtbetrieb - Fahrdraht-Akku-Hybrid	0	0	1	0	0	1	0%	1%	4%	0%	1%	3%
innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug	_	_	_	_	_	_	40/	40/	60/	40/	40/	00/
doppelt statt E-Kleinwagen (Leihsystem)	0	0	-1	1	0	0	1%	-1%	-6%	1%	1%	0%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 300 km/h statt E-Mittelklassewagen	_											
(Individualbesitz)	2	-3	-8	2	-1	-6	5%	-9%	-36%	4%	-3%	-17%
Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Flottendurchschnitt												
Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Leih-												
system)	1	-1	-3	1	-1	-3	3%	-2%	-12%	2%	-1%	-8%
Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt E-Kleinwagen (Leihsys-												
tem)	1	-2	-5	1	0	-3	3%	-6%	-23%	3%	-1%	-8%
Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flottendurchschnitt												
Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet (In-												
dividualbesitz)	2	-1	-5	1	-1	-5	5%	-4%	-22%	3%	-3%	-15%
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit												
Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Binnenschiff	1	0	-2	1	0	-2	3%	-1%	-9%	2%	-1%	-6%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahr-												
draht-Akku-Hybrid) statt Nebeneinander-2-Sitzer-												
Leichtelektromobil (Individualbesitz)	0	0	-1	0	1	1	0%	-1%	-4%	1%	1%	2%
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen)												
ohne Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Container-												
Seeschiff	1	0	-1	1	0	-1	2%	-1%	-5%	1%	-1%	-3%
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit												
Leerlokfahrt - reiner Fahrdrahtbetrieb statt Container-												
Seeschiff	1	0	-2	1	0	-2	2%	-2%	-8%	2%	-1%	-5%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 300 km/h statt E-Kleinwagen (Leihsys-												
tem)	1	-2	-6	1	-1	-3	3%	-7%	-25%	3%	-2%	-9%
350m-Güterzug (intermodal, Taschenwagen mit Trai-												
lern) statt Lkw (Sattelzug) mit Massengut umgerechnet												
von Diesel- auf Fahrdrahtbetrieb - reiner Fahrdrahtbe-												
trieb	0	0	0	0	0	0	0%	0%	1%	0%	0%	1%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 300 km/h statt E-Kleinwagen (Individu-												
albesitz)	1	-3	-10	2	-2	-8	4%	-11%	-40%	4%	-5%	-21%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt E-Kleinwagen												
(Leihsystem)	1	-1	-4	1	0	-2	2%	-5%	-18%	2%	-1%	-6%
Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt	_	-		_		_	=/3	3,3	20/3	=/3	2,3	0,3
statt Nebeneinander-2-Sitzer-Leichtelektromobil (Indi-												
vidualbesitz)	0	-1	-3	1	0	-1	1%	-3%	-12%	2%	0%	-3%
TIMMUNUCITE	U	~1	-3	_	U	~1	1/0	-3/0	14/0	∠/0	J /0	-3/0

										1		
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner												
Akkubetrieb) statt Nebeneinander-2-Sitzer-Leichtelek-												
tromobil (Individualbesitz)	0	-1	-1	0	0	1	0%	-2%	-5%	1%	1%	1%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahr-												
draht-Akku-Hybrid) statt Nebeneinander-2-Sitzer-												
Leichtelektromobil (Leihsystem)	0	0	-1	0	0	1	0%	-2%	-4%	0%	1%	1%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 300 km/h statt E-Oberklassewagen												
(Leihsystem)	1	-2	-7	1	-1	-5	3%	-8%	-29%	3%	-3%	-12%
Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt E-Mittelklassewagen												
(Leihsystem)	1	-2	-5	1	-1	-4	2%	-5%	-20%	2%	-3%	-11%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner												
Akkubetrieb) statt Nebeneinander-2-Sitzer-Leichtelek-												
tromobil (Leihsystem)	0	-1	-1	0	0	0	0%	-2%	-5%	0%	0%	1%
85m-Flächenverschubfahrt (gedeckte Güterwagen) mit												
Leerlokfahrt - reiner Akkubetrieb statt Container-See-												
schiff	0	-1	-2	0	-1	-2	1%	-3%	-10%	1%	-2%	-7%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 300 km/h statt Flottendurchschnitt												
Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Leih-												
system)	1	-3	-7	1	-2	-6	3%	-9%	-31%	2%	-5%	-17%
Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt E-Oberklassewagen												
(Individualbesitz)	1	-3	-8	1	-3	-8	3%	-10%	-35%	2%	-6%	-21%
Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt E-Kleinwagen (Leih-												
system)	1	-2	-6	1	-2	-5	2%	-7%	-25%	2%	-4%	-14%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (Fahr-												
draht-Akku-Hybrid) statt Fernbus (doppelstöckig) -												
von Verbrenner umgerechnet	0	-1	-1	0	0	-1	0%	-2%	-6%	0%	-1%	-1%
Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt												
statt Nebeneinander-2-Sitzer-Leichtelektromobil (Leih-												
system)	0	-1	-3	0	0	-1	0%	-4%	-13%	1%	-1%	-4%
Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flottendurchschnitt			_		_	_						
Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Indivi-												
dualbesitz)	1	-3	-8	1	-3	-9	3%	-10%	-36%	2%	-7%	-24%
innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug				_			0,10		00/0		.,,	
doppelt statt Nebeneinander-2-Sitzer-Leichtelektro-												
mobil (Individualbesitz)	0	-2	-4	1	-1	-3	1%	-6%	-19%	1%	-2%	-9%
Regionalbahnverkehr mit 75m-Triebzug einfach (reiner		_		_	_		270	0,0	1370	270		370
Akkubetrieb) statt Fernbus (doppelstöckig) - von Ver-												
brenner umgerechnet	0	-1	-2	0	0	-1	-1%	-3%	-7%	0%	-1%	-2%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,		_	_			_	2,0	3,0	2,70	970	270	
Wien-Linz max. 300 km/h statt E-Mittelklassewagen												
(Leihsystem)	1	-4	-9	1	-3	-7	2%	-12%	-40%	2%	-6%	-20%
Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flottendurchschnitt	-	4	-5	-	,	-/	2/0	-12/0	-4070	2/0	-070	-20/0
Pkw-Bestand 2018 - von Verbrenner umgerechnet												
(Leihsystem)	1	-2	-6	1	-2	-6	2%	-7%	-25%	1%	-5%	-17%
Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt E-Mittelklassewagen		-2	-0		-2	-0	2/0	-1/0	-23/0	1/0	-3/0	-17/0
(Individualbesitz)	1	-4	-10	1	-3	-9	2%	-12%	-41%	2%	-8%	-25%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,	1	-4	-10	1	-5	-5	2/0	-12/0	-41%	270	-0%	-23%
Wien-Linz max. 300 km/h statt E-Kleinwagen (Leihsys-	1	4	10	4	2	0	20/	1.40/	440/	20/	99/	220/
tem)	1	-4	-10	1	-3	-9	2%	-14%	-44%	2%	-8%	-23%
innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug												
doppelt statt Nebeneinander-2-Sitzer-Leichtelektro-	_	_	_	_			20/	60/	200/	201	20/	20/
mobil (Leihsystem)	0	-2	-5	0	-1	-3	0%	-6%	-20%	0%	-3%	-9%
Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt E-Kleinwagen (Indivi-		_			_			4				
dualbesitz)	1	-4	-10	1	-4	-10	2%	-14%	-43%	2%	-9%	-27%
Regionalexpressverkehr mit 75m-Triebzug doppelt												
statt Fernbus (doppelstöckig) - von Verbrenner umge-			_						4001	0.01		001
rechnet	0	-2	-4	0	-1	-3	0%	-6%	-18%	0%	-3%	-9%

Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt E-Oberklassewagen												
(Leihsystem)	0	-4	-9	0	-3	-9	1%	-12%	-37%	1%	-8%	-23%
Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Flottendurchschnitt												
Neu-Pkw 2017 - von Verbrenner umgerechnet (Leih-			_	_								
system)	0	-4	-9	0	-4	-9	1%	-12%	-39%	1%	-9%	-25%
innerstädtischer S-Bahn-Verkehr mit 75m-Triebzug												
doppelt statt Fernbus (doppelstöckig) - von Verbren-												
ner umgerechnet	0	-2	-6	0	-2	-5	0%	-8%	-24%	0%	-5%	-14%
Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt E-Mittelklassewagen		_			_					401		/
(Leihsystem)	0	-4	-10	0	-4	-10	1%	-14%	-43%	1%	-9%	-27%
Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt E-Kleinwagen (Leih-				_								
system)	0	-4	-11	0	-4	-10	1%	-15%	-45%	0%	-10%	-28%
Nachtzug - 6er-Liegewagen statt Fernbus (doppelstö-												
ckig) - von Verbrenner umgerechnet	0	-4	-10	0	-4	-9	0%	-15%	-44%	0%	-9%	-25%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Fernbus (doppel-												
stöckig) - von Verbrenner umgerechnet	0	-4	-10	0	-4	-9	0%	-15%	-43%	0%	-9%	-25%
Fernverkehr 2. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt Fernbus (doppelstöckig) -												
von Verbrenner umgerechnet	0	-5	-13	0	-5	-11	0%	-19%	-55%	0%	-11%	-31%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 200-230 km/h statt Fernbus (doppel-												
stöckig) - von Verbrenner umgerechnet	0	-5	-12	0	-5	-11	-1%	-17%	-49%	0%	-11%	-30%
Nachtzug - 4er-Liegewagen statt Fernbus (doppelstö-												
ckig) - von Verbrenner umgerechnet	0	-5	-12	0	-5	-11	0%	-18%	-51%	0%	-11%	-31%
Nachtzug - 2er-Schlafwagen statt Fernbus (doppelstö-												
ckig) - von Verbrenner umgerechnet	0	-6	-13	0	-6	-13	-1%	-19%	-56%	0%	-13%	-35%
Fernverkehr 1. Klasse, lokbespannter 400m-Zug, Wien-												
Salzburg weniger Halte statt Fernbus (doppelstöckig) -												
von Verbrenner umgerechnet	0	-7	-16	0	-7	-16	-1%	-24%	-69%	0%	-16%	-42%
Nachtzug - 1er-Schlafwagen statt Fernbus (doppelstö-												
ckig) - von Verbrenner umgerechnet	0	-6	-15	0	-6	-15	-1%	-22%	-63%	-1%	-15%	-40%
Fernverkehr 2. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,												
Wien-Linz max. 300 km/h statt Fernbus (doppelstö-												
ckig) - von Verbrenner umgerechnet	0	-7	-16	0	-7	-16	-1%	-24%	-70%	0%	-16%	-42%
Fernverkehr 1. Klasse, DoSto-TGV-Doppelgarnitur,			Ī	Ī								
Wien-Linz max. 300 km/h statt Fernbus (doppelstö-												
ckig) - von Verbrenner umgerechnet	0	-8	-18	0	-8	-17	-1%	-27%	-76%	-1%	-18%	-47%

Tabelle 5: Detaillierte Vergleichstabelle der möglichen Treibhausgaseinsparungen pro Zugkilometer

6. VERZEICHNISSE

6.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verhältnis von elektrischem Energiebedarf in kWh zu Kraftstoffverbrauch in I Diesel ansonst	:en
gleichartiger Fahrzeuge ([1] bis [17] siehe Quellenverzeichnis)	7
Abbildung 2: Energieverbrauch (mittelbar) elektrisch angetriebener Güterverkehrsmittel. Die zwei	
Diagramme unterscheiden sich lediglich in der Skalierung der Y-Achse.	34
Abbildung 3: Vergleich des Energieverbrauchs von elektrischem Straßen- und Schienengüterverkehr bei	
unterschiedlicher Dichte der beförderten Güter nach Berechnungen in FBS/iPLAN (blaue Säulen) sowie	
gemäß EcoTransIT (orange Säulen)	36
Abbildung 4: Vergleich der Treibhausgasemissionen verschiedener elektrischer Güterverkehrsmittel mit	
Strom unterschiedlicher Herkunft und aktueller Emissionsfaktoren des mit Fossilenergie betriebenen Luft	-,
See- und Straßengüterverkehrs sowie des teils elektrisch elektrisch (mit Bahnstrommix) und teils fossil	
betriebenen Schienengüterverkehrs. Zur besseren Unterscheidbarkeit innerhalb der Landverkehrsmittel	
siehe Abbildung 5.	38
Abbildung 5: Vergleich der Treibhausgasemissionen verschiedener elektrischer Güterverkehrsmittel mit	
Strom unterschiedlicher Herkunft und aktueller Emissionsfaktoren des mit Fossilenergie betriebenen Luft	-,
See- und Straßengüterverkehrs sowie des teils elektrisch (mit Bahnstrommix) und teils fossil betriebenen	
Schienengüterverkehrs. Zur Sichtbarkeit der oberen Balkenenden der Luftfracht siehe Abbildung 4.	39
Abbildung 6: Energieverbrauch (mittelbar) elektrisch angetriebener Personenverkehrsmittel. Die zwei	
Diagramme unterscheiden sich lediglich in der Skalierung der Y-Achse.	41
Abbildung 7: Energieverbrauch elektrischer Personenfernverkehrsmittel pro Fahrgastraumvolumen und	
Entfernung	43
Abbildung 8: Energieverbrauch elektrischer Personennahverkehrsmittel pro Fahrgastraumvolumen und	
Entfernung	43
Abbildung 9: Energieverbrauch elektrischer Nahverkehrszüge pro Fahrgastraumvolumen und Entfernung	44
Abbildung 10: Energieverbrauch elektrischer Fernzüge pro Fahrgastraumvolumen und Entfernung	45
Abbildung 11: Energieverbrauch elektrischer Personenfernverkehrsmittel pro Sitzplatzkapazität und	
Entfernung	46
Abbildung 12: Energieverbrauch elektrischer Personennahverkehrsmittel pro Sitzplatzkapazität und	
Entfernung	46
Abbildung 13: Energieverbrauch elektrischer Nahverkehrszüge pro Sitzplatzkapazität und Entfernung	47
Abbildung 14: Energieverbrauch elektrischer Fernzüge pro Sitzplatzkapazität und Entfernung	47
Abbildung 15: Links: Energieverbrauch elektrischer Personenfernverkehrsmittel pro	
Personenverkehrsleistung als Bandbreiten zwischen optimistisch und pessimistisch angenommener	
Auslastung. Die Reihung folgt dem Mittelwert der Bandbreite. Rechts: Vergleichswerte aus Abfragen auf	
www.ecopassenger.org	49

Abbildung 16: Links: Energieverbrauch elektrischer Personennahverkehrsmittel pro	
Personenverkehrsleistung als Bandbreiten zwischen optimistisch und pessimistisch angenommener	
Auslastung. Die Reihung folgt dem Mittelwert der Bandbreite. Rechts: Vergleichswerte aus Abfragen auf	
www.ecopassenger.org	49
Abbildung 17: Energieverbrauch (mittelbar) elektrisch angetriebener Personenfernverkehrsmittel pro	
Personenverkehrsleistung als Bandbreiten zwischen optimistisch und pessimistisch angenommener	
Auslastung, bei der Passagierluftfahrt Bandbreiten zwischen unterschiedlichen Quellen zum	
Treibstoffverbrauch pro Beförderungsleistung (höhere Werte für Flüge von und zu österreichischen	
Flughäfen, geringere Werte für den Flugverkehr deutscher Fluglinien)	50
Abbildung 18: Energieverbrauch (mittelbar) elektrisch angetriebener Personennahverkehrsmittel pro	
Personenverkehrsleistung als Bandbreiten zwischen optimistisch und pessimistisch angenommener	
Auslastung.)	51
Abbildung 19: Vergleich der Treibhausgasemissionen verschiedener elektrischer Personenfernverkehrsmi	ttel
mit Strom unterschiedlicher Herkunft sowie unterschiedlichen Annahmen zur Auslastung und aktueller	
Emissionsfaktoren des mit Fossilenergie betriebenen Luft- und Straßenpersonenverkehrs sowie des teils	
elektrisch (mit Bahnstrommix) und teils fossil betriebenen Schienenpersonenfernverkehrs.	52
Abbildung 20: Vergleich der Treibhausgasemissionen verschiedener elektrischer Personennahverkehrsmit	ttel
mit Strom unterschiedlicher Herkunft sowie unterschiedlichen Annahmen zur Auslastung und aktueller	
$Emissions faktoren \ des \ mit \ Fossilenergie \ betriebenen \ Straßenpersonenverkehrs \ sowie \ des \ teils \ elektrisch$	
(mit Bahnstrommix) und teils fossil betriebenen Schienenpersonennahverkehrs.	53
Abbildung 21: Mittlere Treibhausgaseinsparung für ausgewählte Verkehrsverlagerungsfälle in kg CO_2 -	
Äquivalent pro Zugkilometer bei Nutzung zertifizierten Stroms mit Umweltzeichen 46 als Antriebsenergi	e.
	57
Abbildung 22: Mittlere Treibhausgaseinsparung für ausgewählte Verkehrsverlagerungsfälle in kg CO ₂ -	
Äquivalent pro Zugkilometer bei Nutzung von Strom aus Erdgas als Antriebsenergie.	57
Abbildung 23: Kostensteigerung für Flugtickets aufgrund von Mehrkosten für synthetisches Kerosin.	
Annahme: keinerlei Abgaben für SynFuels und Netzentgelte auf den Strom zu deren Herstellung.	
Ausgangsbasis für den Kerosinpreis: 2018. Die Bandbreiten der einzelnen Balken sowie deren Mittellinien	1
entsprechen den Bandbreiten und Referenzszenario-Ergebnissen zu den Kosten der synthetischen	
Treibstoffe pro Energieinhalt.	63
Abbildung 24: Anteile unterschiedlicher Güter gemäß NST 2007-Klassifikation an der Verkehrsleistung de	es
österreichischen Schienengüterverkehrs	65
6.2. Tabellenverzeichnis	
Tabelle I: Erhobene Energieverbrauchswerte und dazu verwendete Quellen	9
Tabelle 2: Näherungsweise Berechnung der Fahrgastraumvolumina für unterschiedliche	
Personenverkehrsfahrzeuge	17
Tabelle 3: Nutzlasten und Ladevolumina von Sattelaufliegern und unterschiedlichen Güterwagen	22

Tabelle 4: Direkt-Emissionsfaktoren und spezifischer Verbrauch von Güter- und Personenverkehrsmitteln in Österreich 2018. Quelle: Umweltbundesamt

Tabelle 5: Detaillierte Vergleichstabelle der möglichen Treibhausgaseinsparungen pro Zugkilometer

6.3. Abkürzungsverzeichnis

BDL Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft
BEV Batterieelektifizierte Fahrzeuge/Battery Electric Vehicles

CO₂ Kohlendioxid
CO₂-eq CO₂-Äquivalent
DB Deutsche Bahn

DoSto Doppelstock(-Fahrzeug)

DSLV Deutscher Speditions- und Logistikverband e.V.

ET bzw. ETW Elektrotriebwagen

FBS Fahrplanbearbeitungssystem

GV Güterverkehr Hbf Hauptbahnhof

iPLAN integrierte Fahrplanbearbeitungsssoftware
 IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change
 iRFP Institut für Regional- und Fernverkehrsplanung

ITF integraler Taktfahrplan

kWh Kilowattstunde Lkw Lastkraftwagen

LNF leichte Nutzfahrzeuge

MIV motorisierter Individualverkehr
NEFZ Neuer Europäischer Fahrzyklus

NOx Stickoxide

NST Nomenclature uniforme de marchandise pour les statistiques de transport

ÖPNV öffentlicher Personennahverkehr

Regionalexpresszug

ÖVöffentlicher VerkehrPkmPersonenkilometerPkwPersonenkraftwagenPtLPower-to-LiquidPVPersonenverkehr

RFI Radiative Forcing Index

86

REX

SNF schwere Nutzfahrzeuge

SO₂ Schwefeldioxid

SPNV Schienenpersonennahverkehr
TEU Twenty-foot Equivalent Unit

TFZ bzw. Tfz Triebfahrzeug

TGV Train à Grande Vitesse

Tkm Tonnenkilometer

TREMOD Transport Emission Model

VCÖ Verkehrsclub Österreich (in Tabelle I)

WLTP Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Cycle

6.4. Quellenverzeichnis

6.4. I. Quellen zu Abbildung I

- [1] F. Bergk u.a.: Potenziale des Hybrid-Oberleitungsbusses als effiziente Möglichkeit für die Nutzung erneuerbarer Energien im ÖPNV: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/MKS/studie-hybrid-oberleitungsbusse.pdf? blob=publicationFile, S.34; 14.1.2020
- [2] TROLLEY-Konsortium: Der O-Bus als intelligente und nachhaltige Lösung für Europa Arbeitsergebnisse der Barnimer Busgesellschaft mbH aus dem EU-Projekt "Trolley Promoting Electric Public Transport": http://www.rupprecht-consult.eu/uploads/tx_rupprecht/TROLLEY_WP3_Study_on_network_based_energy_storage_system_for_Eberswalde.pdf, 14.1.2020
- [3] Ronald Juhrs: Die Hybridbusse der Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH: https://crm.saena.de//sites/default/files/civicrm/persist/contribute/files/Juhrs_LVB_Die_Hybridbusse_der_Leipziger_Verkehrsbetriebe GmbH.pdf; 14.1.2020
- [4] Wolfgang Tschakert: Testbericht Citaro G: https://busfahrt.com/images/stories/testberichte/citarog 1014.pdf; 14.1.2020
- [5] Wolfgang Tschakert: Testbericht Solaris Urbino 18: https://busfahrt.com/images/stories/testbe-richte/solarisurbino18_1116.pdf; 14.1.2020
- [6] Umweltbundesamt: Dokumentation Emissionskennzahlen Verkehrsmittel: https://www.umwelt-bundesamt.at/fileadmin/site/themen/mobilitaet/daten/ekz_doku_verkehrsmittel.pdf; 14.1.2020
- [7] Wikipedia: VW Golf VII: https://de.wikipedia.org/wiki/VW_Golf_VII#e-Golf; 14.1.2020
- [8] Wikipedia: Hyundai Kona: https://de.wikipedia.org/wiki/Hyundai Kona; 14.1.2020
- [9] Wikipedia: Mini Electric: https://de.wikipedia.org/wiki/Mini Electric; 14.1.2020
- [10] Wikipedia: Mini F56: https://de.wikipedia.org/wiki/Mini F56; 14.1.2020
- [11] Wikipedia: Opel Corsa F: https://de.wikipedia.org/wiki/Opel_Corsa_F; 14.1.2020

- [12] Wikipedia: Nissan NV 200: https://de.wikipedia.org/wiki/Nissan NV200; 14.1.2020
- [13] Wikipedia: Mercedes Benz Baureihe 447: https://de.wikipedia.org/wiki/Mercedes-Benz_Baureihe 447; 14.1.2020
- [14] Seewelle: VW T5 elektro 100% Elektroantrieb: http://www.seewelle.de/vw-t5-elektro-elektri-scher-bus/ 14.1.2020
- [15] Wikipedia: VW T5/T6: https://de.wikipedia.org/wiki/VW T5/T6; 14.1.2020
- [16] VW Nutzfahrzeuge: Der e-Crafter: http://www.volkswagen-nutzfahrzeuge.de/de/modelle/e-crafter.html; 14.1.2020
- [17] Sven Kühnel et.al.: Oberleitungs-Lkw im Kontextweiterer Antriebs- und Energieversorgungsoptionen für den Straßengüterfernverkehr: https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/StratON-O-Lkw-Technologievergleich-2018.pdf; 20.10.2020, S-33-34

6.4.2. Übrige Quellen als Endnoten

¹⁸ Siehe beispielsweise: Umweltbundesamt: Berechnung von Treibhausgas (THG)-Emissionen verschiedener Energieträger: https://secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html; 24.4.2020

¹⁹ Sven Kühnel et.al.: Oberleitungs-Lkw im Kontextweiterer Antriebs- und Energieversorgungsoptionen für den Straßengüterfernverkehr: https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/StratON-O-Lkw-Technologiever-gleich-2018.pdf; 20.10.2020, S-33-34

²⁰ Siehe beispielsweise: eforce one AG: https://www.eforce.ch/products/ef26; 20.10.2020

²¹ E-Mail von Katharina Göckeler (Öko-Institut e.V.) vom 10.9.2020

²² Wikipedia: Dieselkraftstoff: https://de.wikipedia.org/wiki/Dieselkraftstoff; 15.7.2020

²³ Karl Huber im Interview mit der Spiegel: "Beim Lkw-Diesel lässt sich nicht viel machen": https://www.spiegel.de/auto/aktuell/co2-grenzwerte-fuer-lkw-beim-diesel-laesst-sich-nicht-viel-machen-a-1103900.html; 20.10.2020

²⁴ Hans-Jürgen Wildhage: http://www.gueterverkehr-online.de/fileadmin/user_upload/Gueterverkehr/Fahrbe-richte_Premieren/GV-09_2012_MB_Actros_1845_Euro5.pdf; 14,1,2020

²⁵ Agora Verkehrswende und Agora Energiewende (2018): Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe: Schlussfolgerungen aus Sicht von Agora Verkehrswende und Agora Energiewende. In: Agora Verkehrswende, Agora Energiewende und Frontier Economics (2018): Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe: https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin2/Projekte/2017/Syn-Kost_2050/Agora_SynCost-Studie_WEB.pdf, S.12 / Abbildung 2; 3.11.2020

²⁶ Sven Kühnel et.al.: Oberleitungs-Lkw im Kontextweiterer Antriebs- und Energieversorgungsoptionen für den Straßengüterfernverkehr: https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/StratON-O-Lkw-Technologiever-gleich-2018.pdf; 20.10.2020, S-33-34

²⁷ Agora Verkehrswende und Agora Energiewende (2018): Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe: Schlussfolgerungen aus Sicht von Agora Verkehrswende und Agora Energiewende. In: Agora Verkehrswende, Agora Energiewende und Frontier Economics (2018): Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe: https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin2/Projekte/2017/Syn-Kost 2050/Agora SynCost-Studie WEB.pdf, S.12 / Abbildung 2; 3.11.2020

²⁸ Agora Verkehrswende und Agora Energiewende (2018): Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe: Schlussfolgerungen aus Sicht von Agora Verkehrswende und Agora Energiewende. In:

Agora Verkehrswende, Agora Energiewende und Frontier Economics (2018): Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe: https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin2/Projekte/2017/Syn-Kost_2050/Agora_SynCost-Studie_WEB.pdf, S.12 / Abbildung 2; 3.11.2020

https://www.ecotransit.org/

http://www.ecopassenger.org/

- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie: Ergebnisbericht Österreich unterwegs 2013/2014: oeu_2013-2014_Ergebnisbericht.pdf, S. 66; 13.5.2020
- ³² Statistisches Bundesamt, zitiert in: Welt.de: ÖPNV-Auslastung bei rund 20 Prozent: https://www.welt.de/motor/news/article187591776/OEPNV-Auslastung-bei-rund-20-Prozent-Oeffentlicher-Verkehr.html; 13.5.2020
- ³³ Frank Bruns et.al.: Bestandsaufnahme zu den Auswirkungen von Fernbusreisen auf Verkehrsentwicklung und Emissionen in Deutschland: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Forschungsdaten-bank/fkz_3715_58_101_3_vergleich_verkehrstraeger_bf.pdf, S.12; 13.5.2020
- ³⁴ Deutsche Bahn: Daten & Fakten 2018: https://www.deutschebahn.com/re-source/blob/3992278/1d136e983334750ef4f24072d49c7cdf/20190325 bpk 2019 daten fakten-data.pdf, S.21; 13.5.2020
- ³⁵ ifeu Heidelberg, INFRAS Bern, IVE Hannover: Ecological Transport Information Tool for Worldwide Transports, https://www.ecotransit.org/download/EcoTransIT_World_Methodology_Data_Up-date_2019.pdf; 14.07.2020, S.29
- ³⁶ Wikipedia: ISO-Container: https://de.wikipedia.org/wiki/ISO-Container; 15.7.2020
- ³⁷ Wikipedia: Dieselkraftstoff: https://de.wikipedia.org/wiki/Dieselkraftstoff; 15.7.2020
- ³⁸ Mollet Fördertechnik: Schüttgewicht aller gängigen Feststoffe in Tabellenform: https://www.mollet.de/info/schuettgutdichte.html; 15.7.2020
- ³⁹ ifeu Heidelberg, INFRAS Bern, IVE Hannover: Ecological Transport Information Tool for Worldwide Transports, https://www.ecotransit.org/download/EcoTransIT_World_Methodology_Data_Up-date_2019.pdf; 14.07.2020, S.30
- ⁴⁰ Statistik Austria: Straßengüterverkehr österreichischer Unternehmen Anzahl der Fahrten, Transportaufkommen und -leistung nach Verkehrsbereichen im Jahr 2018: https://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_NATIVE_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=022422; 13.5.2020
- ⁴¹ Bundesverband Güterkraftverkehr, Logistik und Entsorgung: Entwicklung der Leerkilometer-Anteile deutscher Lkw: http://www.bgl-ev.de/web/medien/daten_und_fakten/leerfahrten.htm; 13.5.2020
- ⁴² BMVIT, HERRY Consult: Alpenquerender Güterverkehr in Österreich, Wien 2011: https://www.herry.at/index.php/downloadbereich/category/1-publikationen?download=20:caftbroschuere-11-11-23klein, S.20; 14.1.2020
- ⁴³ ifeu Heidelberg, INFRAS Bern, IVE Hannover: Ecological Transport Information Tool for Worldwide Transports, https://www.ecotransit.org/download/EcoTransIT_World_Methodology_Data_Up-date_2019.pdf; 14.07.2020, S.30
- ⁴⁴ VTG AG: Taschenwagen: https://www.vtg.de/waggonvermietung/unsere-flotte/t72096d/; 13.5.2020
- ⁴⁵ Umweltbundesamt: Emissionsfaktoren bezogen auf Personen-/Tonnenkilometer: https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/mobilitaet/daten/ekz_pkm_tkm_verkehrsmittel.pdf; 30.7.2020
- ⁴⁶ Siehe beispielsweise: Umweltbundesamt: Berechnung von Treibhausgas (THG)-Emissionen verschiedener Energieträger: https://secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html; 24.4.2020
- ⁴⁷ Umweltbundesamt (Deutschland): Treibhausgas-Emissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs sowie der Binnenschifffahrt in Deutschland: https://www.umweltbundes-amt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/texte_96_2013_treibhausgasemissionen_durch_infrastruktur_und_fahrzeuge_2015_01_07.pdf; 23.7.2020 S. 60 ff
- ⁴⁸ Siehe beispielsweise: Umweltbundesamt: Berechnung von Treibhausgas (THG)-Emissionen verschiedener Energieträger: https://secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html; 24.4.2020
- ⁴⁹ Florian Hacker et.al.: StratON Bewertung und Einführungsstrategien für oberleitungsgebundene schwere Nutzfahrzeuge: https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/StratON-O-Lkw-Endbericht.pdf; S. 84, 8.9.2020
- ⁵⁰ Rolf Frischknecht et.al.: Treibhausgas-Emissionen der Schweizer Strommixe: https://www.bafu.ad-min.ch/dam/bafu/en/dokumente/klima/fachinfo-daten/treibhausgas-emissionenschweizerstrom-mixe2009.pdf, download.pdf/treibhausgas-emissionenschweizerstrommixe2009.pdf; 14.1.2020

- ⁵¹ Deutscher Speditions- und Logistikverband e.V.: Berechnung von Treibhausgasemissionen in Spedition und Logistik gemäß DIN EN 16258:
- https://www.dslv.org/dslv/web.nsf/gfx/8F102DF8C3E4A2F141257BB7007779CB/\$file/DSLV-Leitfaden%20Berechnung%20von%20THG-Emissionen%20Stand%2003-2013.pdf, S.12; 24.6.2020
 52 Andre Kranke: Der Fußabdruck eines Seetransportes, in: Verkehrs-Rundschau Spezial 2011:
- https://www.verkehrsrundschau.de/fm/3576/VR-CO2_Spezial_2011_Juni.pdf; S. 14.
- 53 Deutscher Speditions- und Logistikverband e.V.: Berechnung von Treibhausgasemissionen in Spedition und Logistik gemäß DIN EN 16258:
- https://www.dslv.org/dslv/web.nsf/gfx/8F102DF8C3E4A2F141257BB7007779CB/\$file/DSLV-Leitfaden%20Berechnung%20von%20THG-Emissionen%20Stand%2003-2013.pdf, Tabelle 14 / S.50; 24.6.2020
- ⁵⁴ Umweltbundesamt: Emissionsfaktoren bezogen auf Personen-/Tonnenkilometer: https://www.umweltbun- desamt.at/fileadmin/site/themen/mobilitaet/daten/ekz_pkm_tkm_verkehrsmittel.pdf; 30.7.2020
- 55 Wikipedia: Kerosin: https://de.wikipedia.org/wiki/Kerosin; 4.11.2020, Mittelwert der angegebenen Bandbreite, umgerechnet von MJ in kWh
- ⁵⁶ Pressemitteilung des Bundesverbands der Deutschen Luftverkehrswirtschaft: Neue Bestmarke: Kerosinverbrauch im Luftverkehr sinkt auf 3,58 Liter pro 100 Personenkilometer:
- https://www.bdl.aero/de/presse/pressemitteilungen/neue-bestmarke-kerosinverbrauch-im-luftverkehr-sinktauf-358-liter-pro-100-personenkilometer/; 4.11.2020
- ⁵⁷ E-Mail von Holger Heinfellner (Umweltbundesamt) vom 10.11.2020
- ⁵⁸ Umweltbundesamt (Deutschland): Treibhausgas-Emissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge des Stra-Ben-, Schienen- und Luftverkehrs sowie der Binnenschifffahrt in Deutschland: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/texte 96 2013 treibhausgasemissionen durch infrastruktur und fahrzeuge 2015 01 07.pdf; 23.7.2020 S. 60 ff
- ⁵⁹ Florian Hacker et.al.: StratON Bewertung und Einführungsstrategien für oberleitungsgebundene schwere Nutzfahrzeuge: https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/StratON-O-Lkw-Endbericht.pdf; S. 15-18, Abbildung
- ⁶⁰ Sascha Giebel, Guido Kirmaier: eHighway-Systeme Erkenntnisse aus der Elektrifizierung von Autobahnen, in: elektrische Bahnen 04/2020, S. 128-135
- 61 Wikipedia: Kupfer: https://de.wikipedia.org/wiki/Kupfer; 24.7.2020
- 62 Wikipedia: Liste der Autobahnen und Schnellstraßen in Österreich: https://de.wikipedia.org/wiki/Liste der Autobahnen und Schnellstra%C3%9Fen in %C3%96sterreich; 24.7.2020
- 63 Ressourcen-Management-Agentur / Lebensministerium: Beitrag der Abfallwirtschaft zum Kupferhaushalt Österreichs: https://www.bmlrt.gv.at/dam/jcr:6777be02-9c91-4868-bfce-a5ab94ed7edd/Kupferhaushalt %5B1%5D.pdf; 24.7.2020
- ⁶⁴ Rolf Frischknecht, Annika Messmer, Philippe Stolz im Auftrag des Bundesamts für Umwelt: Aktualisierung Umweltaspekte von Elektroautos https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/luft/externe-studienberichte/umweltaspekte vonelektroautos.pdf.download.pdf/umweltaspekte vonelektroautos.pdf, \$.39, 24.7.2020
- 65 Statistik Austria: Fahrzeug-Bestand am 30.6.2020 absolut und Anteile: https://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_PDF_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=062059; 24.7.2020
- 66 D.S. Lee, Atmospheric Environment, https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117834, Abstract sowie Abschnitte 5-7, 9.11.2020
- ⁶⁷ Wikipedia: e-Fuels: https://de.wikipedia.org/wiki/E-Fuel#Einsatz; 9.11.2020
- ⁶⁸ Dierk Bauknecht et.al.: Die Bedeutung strombasierterStoffefür den Klimaschutz in Deutschland: https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/PtX-Hintergrundpapier.pdf; S.5; 9.11.2020
- ⁶⁹ Frontier Economics (2018): Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe. Studie im Auftrag von Agora Verkehrswende und Agora Energiewende. In: Agora Verkehrswende, Agora Energiewende und Frontier Economics (2018): Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe: https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin2/Projekte/2017/SynKost 2050/Agora SynCost-Studie WEB.pdf; Abbildung 19 / S. 83; Island wegen geringen Potenzials vernachlässigt, aus allen Werten für Nordafrika/naher Osten eine Gesamtspanne gebildet; 9.11.2020
- ⁷⁰ IATA-Kerosinpreismonitor: https://www.iata.org/contentas- sets/9036deaf9c984009a3515fd6aa1c5e24/chartc 26102020.png; 9.11.2020

- ⁷¹ Statistik Austria: Güterverkehr auf dem österreichischen Schienenverkehrsnetz Transportaufkommen und -leistung gegliedert nach Verkehrsbereichen und den 20 Abteilungen des NST 2007 I) im Jahr 2018: https://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?ldcService=GET_NATIVE_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=056504;13.5.2020

 72 Schienen-Control GmbH: Jahresbericht 2019: https://www.schienencontrol.gv.at/files/1-Homepage-Schie-
- nen-Control/If-Publikationen/SC-Jahresbericht-2019_Web.pdf, S.33/Abbildung 7; 17.9.2021
- 73 Statistik Austria: Kommerzieller Luftverkehr auf österreichischen Flughäfen gegliedert nach Flugbewegungen, Fracht und Post 2015 – 2019: https://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_PDF_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=070713; 24.7.2020
- ⁷⁴ Statistik Austria: kommerzieller Luftverkehr auf österreichischen Flughäfen gegliedert nach Flugbewegungen und Fluggästen 2015-2019: https://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?ldcService=GET_PDF_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=070712; 9.11.2020
- ⁷⁵ Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie: Faktenblatt "Der österreichische Luftfahrtsektor im Überblick": https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:f2cb5a29-9498-4cb8-a7b5-75632cc83aa7/fb luftsektor.pdf: 9.11.2020
- 76 HERRY Consult im Auftrag des BMVIT: Ergebnisbericht Österreich unterwegs: https://www.bmk.gv.at/dam/icr:fbe20298-a4cf-46d9-bbee-01ad771a7fda/oeu 2013-2014 Ergebnisbericht.pdf S.69, 24,7,2020
- ⁷⁷ Statistik Austria: Güterverkehr aller Verkehrsträger nach Verkehrsbereichen in Österreich im Jahr 2018: https://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_PDF_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=107347; 24.7.2020
- 78 Wikipedia: Emissionen durch die Schifffahrt; https://de.wikipedia.org/wiki/Emissionen durch die Schifffahrt; 10.11.2020