

Bachelorarbeit

Intermodaler Vergleich der Direktverbindungen von Hauptbahnhof und Flughafen Bratislava

Valentin Promberger

Datum: 12.12.2018

Betreuer: Dipl.-Ing. Tadej Brezina

Forschungsbereich für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik

Fachbereich für Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik

280.115 Seminar zur Bachelorarbeit

Technische Universität Wien

Kurzfassung

Diese Arbeit beschäftigt sich primär mit der Bahn als Konkurrenz zum Flugzeug. Die dritte-Piste-Saga von Heinz Högelsberger über den Flughafen Wien wird als Anstoß genommen, die Direktverbindungen zwischen Eisenbahn, Flugzeug und Fernbus ab Bratislava miteinander zu vergleichen. Ergebnis ist eine Analyse multimodaler Wegeketten. Neben der Zentrum-zu-Zentrum Reisezeit werden weitere Faktoren wie Verbindungen und Kapazitäten pro Woche, Ticketpreise und Umweltauswirkungen analysiert und miteinander verglichen. Diese Arbeit soll aussagen, ob die Bahn bzw. der Fernbus eine Konkurrenz zum Flugverkehr darstellen kann.



FORSCHUNGSBEREICH FÜR
VERKEHRSPLANUNG UND
VERKEHRSTECHNIK



Technische Universität Wien
Department für Raumplanung
Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik

raum ifip

Inhalt

1. Ausgangslage	2
1.1. Dritte Piste Wien und Flughafen Bratislava	2
1.2. Forschungsfrage	2
1.3. Legende	3
1.4. Angeflogene Destinationen aus Bratislava	3
1.5. Direkte Zugverbindungen ab Bratislava	4
1.6. Isochronen	5
2. Methodik	7
2.1. Zentrumsdefinition	7
2.2. Problematik Umsteigezeit	7
2.3. Reisedauer Zentrum zu Zentrum	8
2.4. Reisezeitanalyse	8
2.5. Weitere analysierte Daten	9
2.6. Umweltauswirkung	9
3. Empirische Analyse der Verbindungen	12
3.1. First Mile Bratislava	12
3.2. Bratislava-Prag	13
3.2.1. Last Mile Prag	13
3.2.2. Quell-Ziel-Zeit Schema Bratislava-Prag	14
3.2.3. Verbindungen, Kapazität, Ticketpreis	15
3.2.4. Umweltbelastung	16
3.3. Bratislava-Kosice	17
3.3.1. Last Mile	17
3.3.2. Quell-Ziel-Zeit Schema Bratislava-Kosice	18
3.3.3. Verbindungen, Kapazität, Ticketpreis	19
3.3.4. Umweltbelastung	20
3.4. Bratislava-Warschau	21
3.4.1. Last Mile	21
3.4.2. Quell-Ziel-Zeit Schema Bratislava-Warschau	22
3.4.3. Verbindungen, Kapazität, Ticketpreis	23
3.4.4. Umweltbelastung	24
3.5. Bratislava-Berlin	25
3.5.1. Last Mile Berlin	25
3.5.2. Quell-Ziel-Zeit Schema Bratislava-Berlin	26
3.5.3. Verbindungen, Kapazität, Ticketpreis	27
3.5.4. Umweltbelastung	28
4. Vergleich der Ergebnisse	29
4.1. Conclusio	31
4.2. Offene Fragestellung	32
5. Quellenverzeichnis	33
6. Abbildungsverzeichnis	33

1. Ausgangslage

In den folgenden Absätzen wird eine kurze Übersicht über die aktuelle Ausgangslage bezüglich Flug- und Bahnverkehr ab Bratislava geboten. Durch Isochronenlinien wird ein oberflächlicher Überblick über die Bahninfrastruktur präsentiert, und die Methodik der Analyse genauer beschrieben

1.1. Dritte Piste Wien und Flughafen Bratislava

Ein im März 2017 veröffentlichter Kommentar der Wiener Zeitung hat einen neuen Einwand im Fall des Bundesverwaltungsgerichtes bezüglich der dritten Piste am Flughafen Wien Schwechat gebracht. Dort kommentiert Heinz Högelsberger in einem Gastkommentar, dass zu diesem Zeitpunkt gut die Hälfte der Abflüge vom Flughafen Wien Schwechat zu Destinationen führen, welche auch mit der Bahn ohne Umsteigen erreichbar sind (vgl. Högelsberger, 2017).

In dieser Diskussion spielt der Flughafen Bratislava dabei eine wichtige Rolle. Dieser wird einerseits als Konkurrent, andererseits auch als Kooperationspartner gesehen. Auf der einen Seite lobbyiert der Flughafen Wien mit Sprüchen wie „Entweder 30.000 neue Jobs bei uns. Oder in Bratislava“ für die dritte Piste auf einer eigens eingerichteten Homepage (vgl. Salzburger Nachrichten, 2017). Auf der andere Seite bringen die Wiener Grünen die Idee, mit dem Flughafen Bratislava zu kooperieren, um dadurch die Start- und Landekapazitäten für den Großraum Wien ohne bauliche Maßnahmen zu stärken, da der Flughafen Bratislava noch ausreichend Ressourcen besitzt (Wiener Zeitung, 2017).

Im Sinne dieser Konkurrenz- bzw. Kooperationssituation zwischen Flughafen Wien und Flughafen Bratislava beschäftigt sich diese Arbeit über die Bahn als Alternative zum Flugverkehr.

1.2. Forschungsfrage

Der vorliegenden Arbeit liegt folgende Forschungsfrage zugrunde: Bietet die Bahn nach einer intermodalen Zentrum-zu-Zentrum Analyse eine Konkurrenz zum Flugverkehr? Hauptaugenmerk bei dieser Fragestellung liegt am Faktor Zeit, welche man benötigt um von Punkt A nach Punkt B zu kommen.

Ausgangslage sind die Städte, welche mit einem Direktflug vom Flughafen Bratislava zu erreichen sind. Die gleiche Analyse wird mit den Zugverbindungen durchgeführt: Dabei wird untersucht, welche Orte mit Flughafen direkt mit der Bahn erreicht werden können. Eine Direktverbindung wird definiert als eine Verbindung, welche mindestens einmal in der Woche in einem Jahr angeboten wird und die Station Bratislava Hl. St. mit einer Station in der jeweiligen Destination mit Flughafen verbindet, ohne umsteigen zu müssen. Die Schnittmenge der Destinationen, welche mit dem Flugzeug und der Eisenbahn direkt erreichbar sind, ergibt vier Städte: Prag, Kosice, Warschau und Berlin.

In diese Bachelorarbeit werden die Verbindungen mit Bahn, Flugzeug und Fernbus in die genannten Destinationen analysiert. Dabei wird die reine Reisezeit vom Zentrum Bratislava zum Zentrum der jeweiligen Stadt errechnet. Neben der Zentrum-zu-Zentrum Reisezeit werden weitere Parameter wie die Verbindungen pro Woche, die Kapazität pro Woche, der Ticketpreis und die Umweltauswirkung ohne Zu- und Abfahrtswege analysiert.

1.3. Legende

In den folgenden Graphiken und Tabellen werden für eine einfache visuelle Darstellung Icons und Symbole verwendet, welche sich im Verlauf dieser Arbeit wiederholen und dementsprechend dasselbe bedeuten. Um sich bei den Karten zu den Stadtzentren besser orientieren zu können, sind die Zentren gelblich eingefärbt und die Schieneninfrastruktur eingezeichnet.

Darüber hinaus wird man ein durchgehendes Farbschema erkennen. Dabei steht in folgenden Graphiken und Diagrammen die Farbe Grün für den Zugverkehr, die Farbe Blau für den Flugverkehr und die Farbe Rot für den Fernbusverkehr.



1.4. Angeflogene Destinationen aus Bratislava

Der Flughafen Bratislava wird besonders von Billigairlines und Charterflüge angesteuert. Die Billigfluglinie Ryanair ist alleine für zwei Drittel des gesamten Passagieraufkommens verantwortlich. Gründe für die Beliebtheit von Billigfliegern sind unter anderem der Terminal mit einer Kapazität von fünf Millionen Passagieren, die zwei Landebahnen und eine Genehmigung für einen 24-Stunden-Betrieb (Dichler, 2017).

Wie in Abbildung 1 zu erkennen ist, liegt der Großteil der Flugdestinationen im Süden Europas, also klassische Ziele für Urlaubs- und Charterflüge. Neben großen Metropolen und Hauptstädte in Europa werden auch Ziele in Südosteuropa und fünf Ziele in Großbritannien angeflogen.

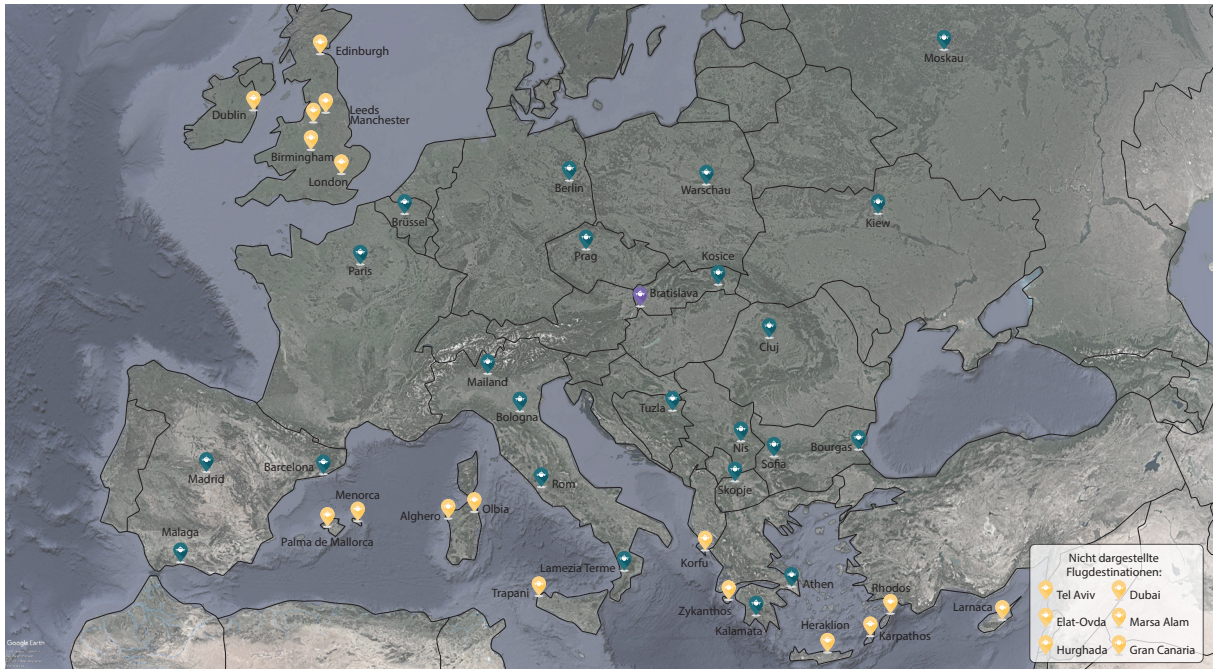


Abbildung 1: Angeflogene Direktverbindungen ab Flughafen Bratislava. Grundlage: Google Earth

Von den 46 dargestellten Flugdestinationen befindet sich die Hälfte, also 23 Destinationen außerhalb Kontinentaleuropas. Von den anderen 23 Destinationen in Kontinentaleuropa werden fünf Destinationen direkt mit dem Zug und Fernbus angesteuert, während weitere fünf Destinationen nur mit dem Fernbus direkt zu erreichen sind. Wie in Abbildung 2 zu erkennen ist, überschneiden sich nur wenige Bahn- und Flugverbindungen.



Abbildung 2: Hierarchiediagramm der Direktverbindungen ab Bratislava. Eigene Darstellung

1.5. Direkte Zugverbindungen ab Bratislava

Abbildung 3 zeigt die Direktverbindungen mit dem Zug von Bratislava. Eine Direktverbindung ist in diesem Fall eine Verbindung ab der Station Bratislava Hl. St. mit der Bahn in eine Station der jeweiligen Destination, ohne umsteigen zu müssen. Die Verbindung muss mindestens einmal wöchentlich gegeben sein. Über Bratislava gehen zwei Süd-Nord Achsen: Von Budapest nach Hamburg über Bratislava, Brunn, Prag, Dresden, Berlin, sowie von Budapest nach Warschau über Bratislava, Brunn, Ostrau und Katowice. Schnellzüge verbinden Bratislava mit Kosice im Osten, und Regionalzüge mit Wien im Westen.

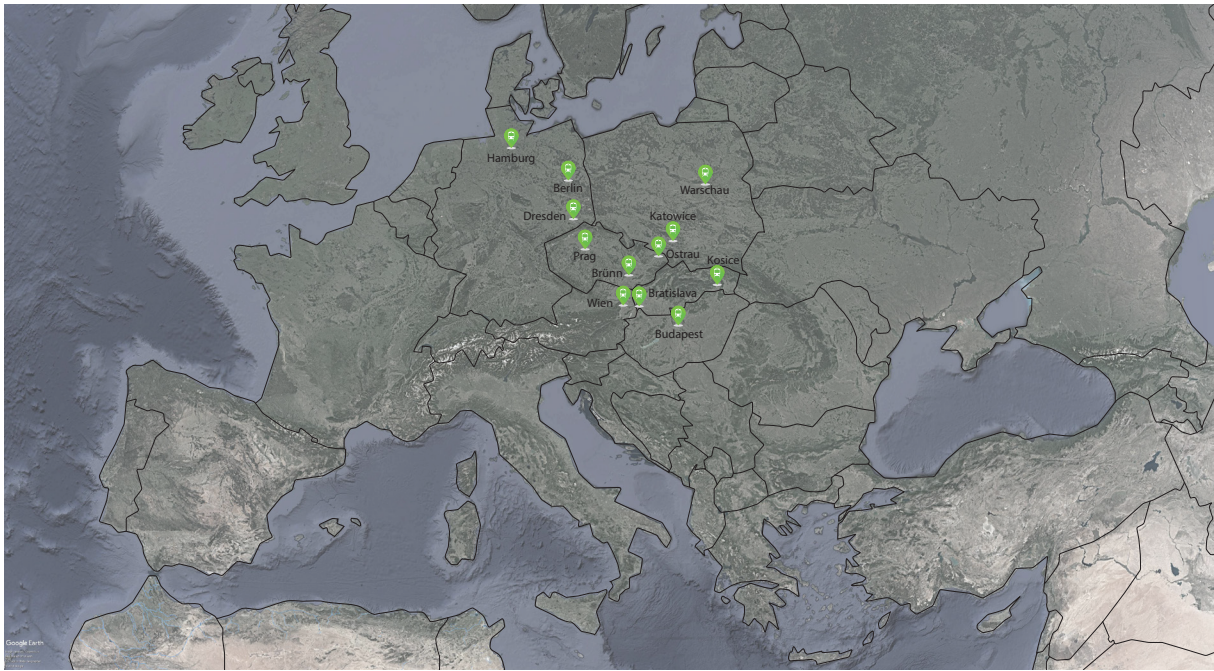


Abbildung 3: Destinationen mit Flughafen, welche direkt mit der Bahn erreichbar sind. Grundlage: Google Earth

1.6. Isochronen

Isochrone sind Linien, die einen Raum definieren, welche von einem Ausgangspunkt aus in derselben Zeit zu erreichen sind. Um eine kurze und prägnante Analyse des europäischen Schienennetzes sowie der internationalen Zugverbindungen durchzuführen, eignen sich die Isochrone Maps of Europe von Peter Kerpedjiev (2015). Er hat isochrone Karten erstellt, welche zeigen, wie lange man von einem Startpunkt aus nach ganz Europa braucht, und zwar hauptsächlich mit dem Zug und teilweise mit dem Bus.

Als Datengrundlage wurde die Swiss public transport API benützt um die Reisezeiten zu allen europäischen Städten zu messen. Auf Basis dieser Datengrundlage wurde ein Raster erstellt, der die schnellste Zeit für die Strecke von Ausgangspunkt A zum Zielpunkt B berechnet und in einer Karte von Europa grafisch darstellt.

In Abbildung 4 sind jeweils drei Städte aus West- und Osteuropa abgebildet. Auf den Karten, in denen Frankfurt, Rom und Paris als Startpunkt ausgewählt sind, ist erkennbar, dass mehrere Destinationen mit dem Zug innerhalb von 20 Stunden erreichbar sind. Wenn man die Karten von Belgrad, Bukarest und Sofia betrachtet, fällt sofort auf, dass weit weniger Destinationen erreichbar sind. Diesen Umstand kann man darauf zurückführen, dass Länder in Westeuropa fortgeschrittener im Ausbau der Schieneninfrastruktur sind als Länder in Osteuropa. Ein weiterer Umstand wird bei Betrachtung der Frankfurt-Karte sichtbar. Die Abstände der Isochronenlinien verkürzen sich stark zu Litauen, Weißrussland, Ukraine, Rumänien, Serbien und Bosnien. Daraus wird ersichtlich, dass die Verbindung in diese Länder mit dem Zug stark eingeschränkt ist. Diesen Umstand verdeutlichen auch die Karten von Bukarest und Sofia.

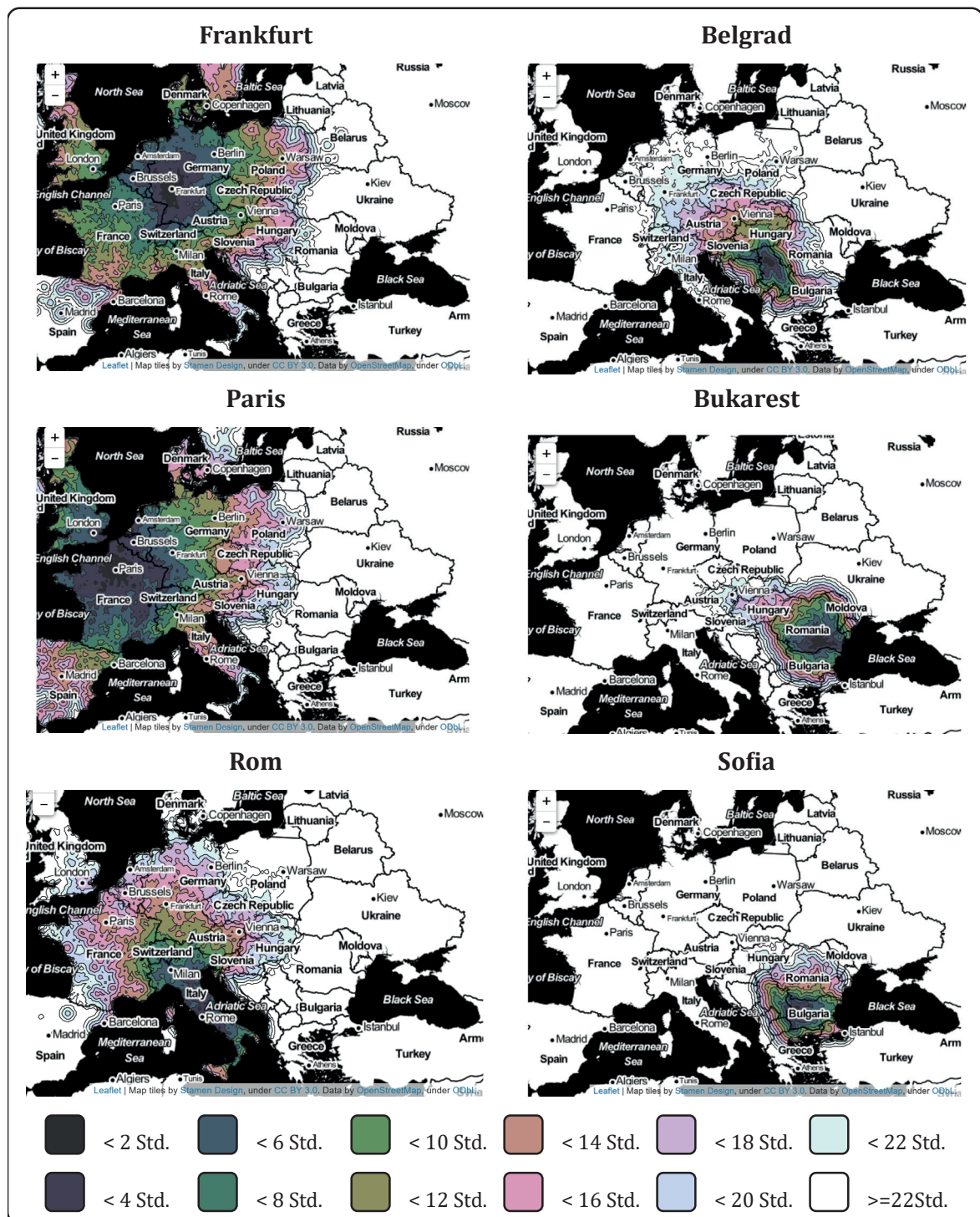


Abbildung 4: Erreichbarkeit mit der Bahn, dargestellt durch Isochronen. Quelle: emptypipes.org

Abbildung 5 zeigt die Isochronenlinien vom Bahnhof Bratislava bis zu zwölf Stunden-Fahrtzeit, kombiniert mit den Flugdestinationen in Kontinentaleuropa, ausgehend vom Flughafen Bratislava. Diese Karte zeigt anschaulich, dass Kosice und Prag innerhalb von acht Stunden und Warschau sowie Berlin innerhalb zwölf Stunden mit der Bahn erreichbar sind. Interessant ist, dass sich die Städte Cluj in Rumänien, Bologna und Mailand in Italien und Brüssel in Belgien hart an der zwölf Stunden Grenze befinden, jedoch nicht direkt mit der Bahn erreichbar sind. Daraus wird geschlossen, dass jene vier Städte (Prag, Kosice, Warschau, Berlin) die einzigen sind, für die der Bahnverkehr noch eine Konkurrenz zum Flugverkehr darstellen kann.

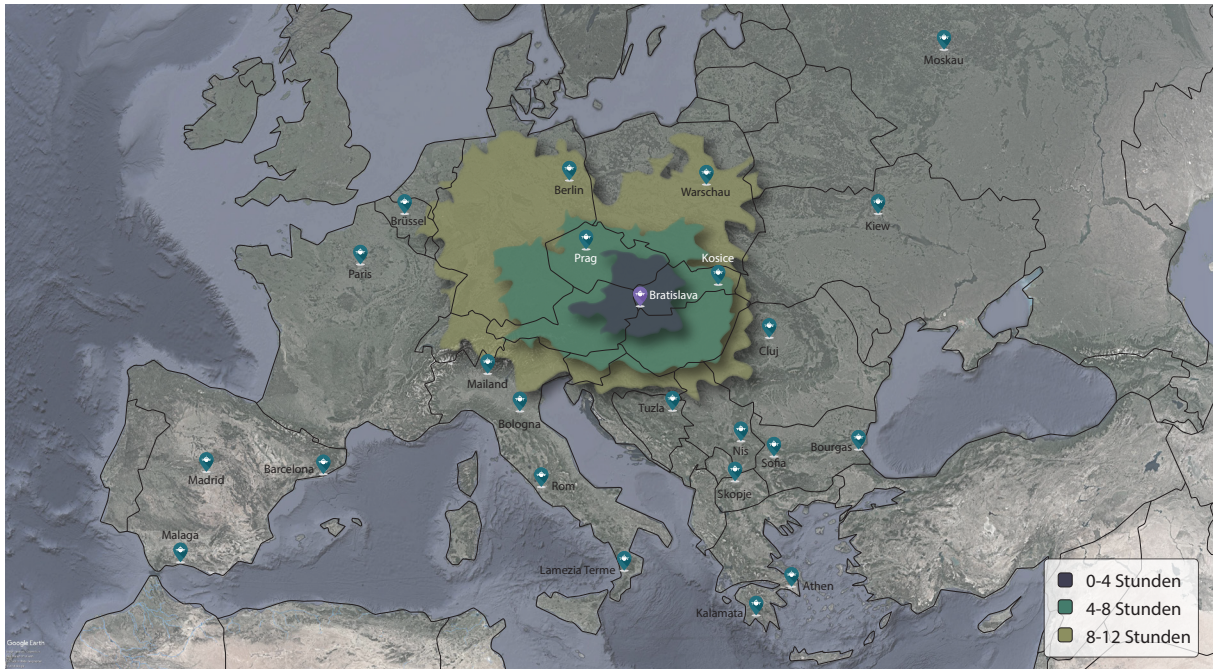


Abbildung 5: Flugdestinationen mit eingefügten Isochrone der Bahnverbindungen. Grundlage: Google Earth

2. Methodik

Wie schon in der Forschungsfrage beschrieben, behandelt diese Arbeit den intermodalen Reisezeitvergleich zwischen drei verschiedenen Verkehrsmittel: Eisenbahn, Flugzeug und Fernbus. Intermodaler Verkehr ist eine mehrgliedrige Transportkette. Ausgangspunkt A in Bratislava ist die zentrale Station Námesť SNP. Endpunkt B ist die jeweilige zentrale Station des öffentlichen Personennahverkehrs in den jeweiligen Städten Prag, Kosice, Warschau und Berlin. Das heißt, nicht nur steht die Reisezeit mit dem Hauptverkehrsmittel im Mittelpunkt, sondern auch die An- und Abreise zu und von der Station bis in das Zentrum mit den öffentlichen Verkehrsmitteln. Als Hauptverkehrsmittel wird in dieser Arbeit die Eisenbahn, das Flugzeug und der Fernbus definiert. Konkret wird die Netto-Reisezeit zwischen Bratislava und den jeweiligen Städten quantifiziert und miteinander verglichen. Das Schema der intermodalen Reisezeitanalyse wird im Folgenden erklärt:

2.1. Zentrumsdefinition

Zuerst wurde für jede Stadt eine Station des öffentlichen Personennahverkehrs gewählt und als Start- bzw. Endpunkt definiert. Mehrere Faktoren spielten dabei eine Rolle: Welche Station befindet sich am nächsten zur Altstadt? Dient eine Station als Verkehrsknotenpunkt? Von wie vielen Linien wird diese Station befahren? Wird diese Station von hochrangigen Verkehrsmittel (U/S-Bahn) angefahren? Aus der Beantwortung dieser Fragen wurde jeweils eine Station als Zentrum definiert.

2.2. Problematik Umsteigezeit

Im Regelfall gilt: Wenn man von einem kleinen Bahnhof in die Straßenbahn umsteigt, braucht man weniger Zeit als wenn man von einem großen Bahnhof in die U-Bahn umsteigt. Beispielsweise dauert die Umsteigezeit am Flughafen weit länger als auf einem Busbahnhof. Auf den Homepages vieler Flughafen wird empfohlen mindestens zwei Stunden vor Abflug am Terminal anzukommen. Dies gilt nicht, wenn man bereits eingchecked hat oder nur mit Handgepäck fliegt.

Daher wurden für jede Verbindung drei Szenarien erstellt. Die erste mit sehr knappen Umsteigezeiten, die zweite mit normalen Umsteigezeiten und die dritte mit großzügigen Umsteigezeiten. Überdies wurde die Größe der Station einbezogen. Es wurde auch zwischen Zu- und Abgang beim Umsteigen am Flughafen differenziert, da man beim Verlassen des Flughafens weder einen Check-In machen muss, noch auf das Gepäck warten muss, wenn man mit Handgepäck fliegt.

	Umsteigezeiten		
	Knapp	Normal	Großzügig
Zug/Busbahnhof Zu- und Abgang	8 min	16 min	24 min
Flughafen Zugang	1 Std.	1,5 Std.	2 Std.
Flughafen Abgang	20 min	40 min	60 min

Tabelle 1: Szenarien der Umsteigezeiten, je nach Hauptverkehrsmittel

2.3. Reisedauer Zentrum zu Zentrum

Für die Analyse der Verbindungen wurde die Reise mit dem jeweiligen Verkehrsmittel so errechnet, als ob eine reale Reise geplant wird. Um einen besseren Vergleich zwischen den verschiedenen Verkehrsmittel, als auch zwischen den verschiedenen Verbindungen der vier Städte anstellen zu können, wird die Abfahrtszeit aus Bratislava mit Montagmittag definiert. Falls es montags keine Verbindung gibt, wird der nächste Tag unter der Woche genommen.

Anfangs wird die schnellste Verbindung zwischen Bratislava und der jeweiligen Stadt gesucht. Die Abfahrtszeit liegt so nah wie möglich um 12:00 Uhr mittags. Von dieser Hauptverbindung ausgehend, werden jeweils drei Verbindungen mit dem städtischen öffentlichen Personennahverkehr vom Zentrum (Námestie SNP) zum Bahnhof/Flughafen/Busbahnhof gesucht (First Mile). Die jeweiligen drei Verbindungen weisen unterschiedlich große Umsteigezeiten auf (siehe Tabelle 1). Dadurch ergeben sich drei verschiedenen Startzeiten für jedes Hauptverkehrsmittel.

Das gleiche Schema wird für die Last Mile angewendet. Von der jeweiligen Station der Hauptverkehrsmittel werden drei Verbindungen mit dem öffentlichen Personennahverkehr vom Bahnhof/Flughafen/Busbahnhof zur jeweiligen zentralen Station gesucht. Dabei werden die Umsteigezeiten der Hauptverkehrsmittel beachtet. Das Ergebnis sind drei verschiedene Ankunftszeiten. Dadurch ergeben sich wiederum drei unterschiedlich lange Zentrum-zu-Zentrum Reisezeiten: Eine mit knappen, eine mit normalen und eine mit großzügigen Umsteigezeiten berechnet.

2.4. Reisezeitanalyse

Für die Errechnung der Reisezeit der First bzw. Last Mile werden die online Routenplaner der jeweiligen Verkehrsbetriebe benützt: Für den Zugverkehr eignet sich der Routenplaner der Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB), welcher auch transnationale Verbindungen anzeigt. Für die Analyse der Fernbusreisen werden Reiseplattformen wie GoEuro (goeuro.com) verwendet, um die schnellste Verbindung zu finden. Für den Flugverkehr

dienen Preisvergleichsportale wie Checkfelix (checkfelix.at).

Durch die Zentrum-zu-Zentrum-Analyse bilden die Ergebnisse reale Reisezeiten ab. Dadurch werden beeinflussende Faktoren, wie zum Beispiel ein weit abgelegener Flughafen bzw. ein sehr zentrumsnaher Bahnhof mit einbezogen in diese Analyse.

2.5. Weitere analysierte Daten

Neben der Reisezeit werden auch weitere Faktoren, welche die Wahl eines Verkehrsmittel beeinflussen könnten, analysiert. Die Verbindungen pro Woche, die Kapazität pro Woche, der Ticketpreis sowie Umweltauswirkungen (CO_2 -, NO_x - und Partikelaustritt). Die Ergebnisse der Verbindungen und der Kapazität werden nicht pro Tag, sondern pro Woche dargestellt. Das hat folgenden Grund: Die Verbindungen hängen, insbesondere im Flugverkehr, vom Wochentag ab. So kann es vorkommen, dass zu gewissen Wochentagen keine oder mehr Verbindungen als im Durchschnitt angeboten werden. Diese Maßnahme ist essentiell, um den Bahn- und Fernbusverkehr mit dem sehr unregelmäßigen Flugverkehr vergleichen zu können.

Die Verbindungen pro Woche werden auf Reiseportalen (goeuro.at) und auf der Website der jeweiligen Verkehrsunternehmen (flixbus.at, regiojet.at) gefunden. Die Flugverbindungen sind im Gegensatz zu den Zug- und Busverbindungen nicht regelmäßig. Durch den Winter- und Sommerflugplan ergeben sich zu verschiedenen Monaten andere Angebote an Flugverbindungen. Nach einer Analyse des Winter- und Sommerflugplanes ergeben sich ein Maximum sowie ein Minimum an Verbindungen pro Woche.

Nach den Ergebnissen der Verbindungsfrequenz kann auch die Kapazität errechnet werden. Für den Zugverkehr eignete sich die Website www.vagonweb.cz. Dort beobachten Personen die Wagenreihung einzelner Züge mit Waggonkapazitäten, und laden ihre Ergebnisse auf diese Website hoch. Dadurch können die Kapazitäten der verkehrenden Züge errechnet werden. Für die Fernbusse wird auf der Website der jeweiligen Verkehrsbetriebe der Fuhrpark gesucht und die durchschnittliche Bestuhlung der Busse errechnet. Gleiches gilt auch für die Analyse des Flugverkehrs. Dort wird auf der Website der Fluglinie die durchschnittliche Bestuhlung der eingesetzten Flugzeugtypen errechnet.

Für den Preis wird ein Minimum-Maximum Ergebnis gesucht. Auf den Websites der operierenden Verkehrsunternehmen wird ein Buchungsvorgang unternommen, um den endgültigen Preis zu erfahren. Durch mehrmalige Suchanfragen mit verschiedenen Abfahrtsdaten ergeben sich verschiedene Preise. Diese Suchanfragen werden so oft wiederholt, bis der billigste bzw. teuerste Preis gefunden wird. Dabei hat sich herausgestellt, dass die Ticketpreise bei einer sehr kurzfristigen Buchung meistens am höchsten sind. Tickets mit einem Abfahrtsdatum Monate später waren in der Regel am billigsten.

2.6. Umweltauswirkung

In den letzten Jahrzehnten wurde in Arbeiten zu verkehrsökologischen Themen ein Schwerpunkt auf Abgasemissionen gelegt, welche durch Verbrennung fossiler Kraftstoffe durch Motoren entstehen. Nicht erneuerbare Energiequellen wie Benzin, Diesel und Kerosin bestehen fast ausschließlich aus Kohlenwasserstoffketten. In Raffinerien und teilweise bei der Erzeugung elektrischer Energie werden diese Kohlenwasserstoffketten verbrannt. Das Ziel ist unter anderem Energie für Bewegung zu erzeugen. Dabei oxidieren die HC-Ketten unter Sauerstoffaufnahme in CO_2 (für die Kohlenstoffbestandteile) und H_2O (für die Wasserstoffbestandteile). Die wichtigsten Umwandlungsprodukte, welche in den Blickwinkel der Öffentlichkeit traten, sind unter anderem Kohlendioxid (CO_2), Feinstaub-

partikel und Stickoxide (NO_x). Umweltpolitisch sind diese Stoffe ein wichtiges Thema, da seit den letzten Jahrzehnten versucht wird, diese Emissionen zu limitieren. Stickoxide, um ein Beispiel zu nennen, sind unter anderem ein Hauptverursacher der Bildung von bodennahen Ozon, dessen Verhinderung ein Primärziel in den Umweltschutzrichtlinien der Europäischen Union ist (vgl. Hauger, 2003).

Für einen Vergleich der Umweltauswirkung zwischen den drei Hauptverkehrsmittel werden Daten des Umweltbundesamtes verwendet (www.umweltbundesamt.at). Dort findet man aufbereitete Zahlen zur Umweltbelastung zwischen Zug, Fernbus und Flugverkehr. Genauer gesagt werden Zahlen zu CO₂-, NO_x- und Feinstaubpartikelemissionen präsentiert. Diese werden berechnet durch einen durchschnittlichen Besetzungsgrad sowie der zurückgelegten Kilometer. Dabei werden die Umweltauswirkungen zwischen Fahrzeugkilometer und Personenkilometer unterschieden. Folgende Tabelle zeigt die verwendeten Daten zur Berechnung der Umweltauswirkungen, bezogen auf Fahrzeugkilometer und Personenkilometer. Nicht in den Umweltauswirkungen einberechnet sind die Emissionen der Zu- und Abgangswege. Das heißt, die Emissionen und Reifen- bzw. Schienenabrieb der Busse, Straßenbahnen und U-Bahnen werden nicht berechnet, da diese das Maß einer Bachelorarbeit überschreiten.

Bezogen auf das Fahrzeug (g/FzKm)		Emissionskenzahlen Datenbasis 2015		
		Gesamte Emissionen in g/FzKm		
		CO ₂	NO _x	Partikel**
Reisebus (Diesel)*	g/Fkm	946,7	5,79	0,169
Personenverkehr (PV) Schiene in Ö	g/Fkm	1.442,7	12,96	0,538
Flugzeug Durchschnitt (international)*	g/Fkm	16.232,6	72,31	5,280
Flugzeug Durchschnitt (national)*	g/Fkm	11.412,6	39,58	3,830

Tabelle 2: Emissionskenzahlen bezogen auf Fahrzeug. Quelle: www.umweltbundesamt.at

Bezogen auf Besetzungs-/Auslastungsgrad (g/Pkm)		Emissionskenzahlen Datenbasis 2015		
		Gesamte Emissionen in g/Pkm		
		CO ₂	NO _x	Partikel**
Reisebus (Diesel)*	g/Pkm	55,9	0,28	0,008
Personenverkehr (PV) Schiene in Ö	g/Pkm	13,6	0,12	0,004
Flugzeug Durchschnitt (international)*	g/Pkm	184,7	0,82	0,060
Flugzeug Durchschnitt (national)*	g/Pkm	344,8	1,20	0,116

Tabelle 3: Emissionskenzahlen bezogen auf Besetzungsgrad. Quelle: www.umweltbundesamt.at

Besetzungsgrade 2015	in Personen
Reisebus*	18,8
Personenverkehr Schiene ÖBB	110
Flugzeug Personen Durchschnitt international	87,87
Flugzeug Personen Durchschnitt national	33,1

Tabelle 4: Besetzungsgrade 2015 in Personen.

Quelle: www.umweltbundesamt.at

*Direkte Emissionen bzw. Daten aus der Österreichischen Luftschadstoffinventur 2016 (1990-2015)

**Feinstaub/particulate matter (< 10 µm) exkl. Reifen-, Bremsabrieb und Aufwirbelung

Die Besetzungsgrade sind in folgender Arbeit kritisch zu betrachten. Der Besetzungsgrad bei Reisebussen liegt bei einer durchschnittlichen Kapazität von 44-69 Sitzplätzen bei **27%-43%**. Intercityzüge, die eine Kapazität von ca. 430 Personen aufweisen, haben mit einem Besetzungsgrad von 110 Personen eine Auslastung von nur **25%**. Internationale Flüge (hier nach Warschau und Berlin), werden mit Flugzeugen mit einer Bestuhlung von 189-230 geflogen, mit einem Besetzungsgrad von 88 Personen, ist das eine Auslastung von ca. **38%-46%**. Nationale Flüge, welche hier eine Bestuhlung von 44-66 aufweisen (Ähnlich die des Fernbusses), haben mit einem Besetzungsgrad von 33 Personen eine Auslastung von **50%-75%**. Das heißt, bei der Analyse der Umweltauswirkungen wird mit einem höheren Besetzungsgrad bei Flugzeugen gerechnet, wohingegen ein niedriger Besetzungsgrad bei Zug und Fernbus verwendet wird. Dieser Umstand beeinflusst die Umweltauswirkungen bezogen auf Personenkilometer.

3. Empirische Analyse der Verbindungen

Im folgenden Teil dieser Arbeit werden die Direktverbindungen mit den Hauptverkehrsmittel miteinander verglichen. Das Schema der Analyse ist zwischen den Städten das gleiche.

Zuerst wird die First Mile in Bratislava präsentiert. Diese ist für alle Verbindungen die gleiche. Danach wird die kürzeste Stadt-zu-Stadt Verbindung graphisch dargestellt und die Last Mile in der jeweiligen Stadt im selben Schema wie die First Mile präsentiert. In weiterer Folge werden Quell-Ziel-Zeit Schemata mit verschiedenen Umsteigezeiten dargestellt. Abschließend werden die Verbindungen und Kapazität pro Woche, die Ticketpreise sowie die Umweltauswirkungen durch Diagramme aufbereitet. Dadurch wird ein Vergleich aller Analysen und Hauptverkehrsmittel möglich.

3.1. First Mile Bratislava

In Bratislava ist die Straßenbahnstation Námestie SNP als Startpunkt definiert. Für diese Entscheidung sind folgende Gründe ausschlaggebend: Einerseits ist es die nächste Station zum historischen Stadtzentrum, andererseits wird diese Station von vier verschiedenen Linien angefahren und ist somit aus allen Richtungen gut erschlossen. Der Hauptbahnhof Hlavná Stanica befindet sich nördlich des Zentrums und ist mit der Straßenbahn innerhalb zehn Minuten direkt erreichbar. Der Flughafen Bratislava Letisko befindet sich östlich am Stadtrand, ist aber mit Straßenbahn und Umstieg auf Bus innerhalb 36 Minuten relativ schnell erreichbar. Auf der anderen Seite des Zentrums befindet sich mit der Station Most SNP ein Busbahnhof, welcher innerhalb vier Minuten mit der Straßenbahn erreichbar ist. Genauso weit weg wie der Hauptbahnhof befindet sich ein zweiter Busbahnhof, Autobusová stanica Nivy, welcher mit der Straßenbahn und Umstieg auf den Bus nur zehn Minuten entfernt ist.

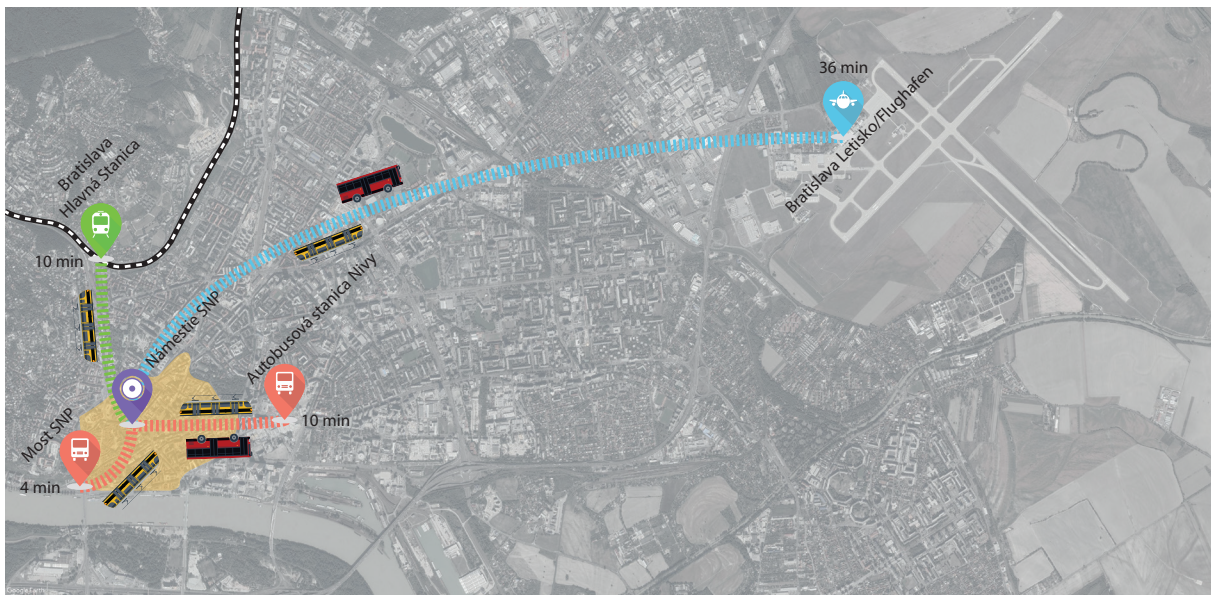


Abbildung 6: First Mile Bratislava

3.2. Bratislava-Prag

Während die Bahn und der Fernbus mit ca. vier Stunden Fahrtzeit in etwa gleich schnell nach Prag fahren, dauert der Flug mit einer Stunde nur ein Viertel der Zeit.

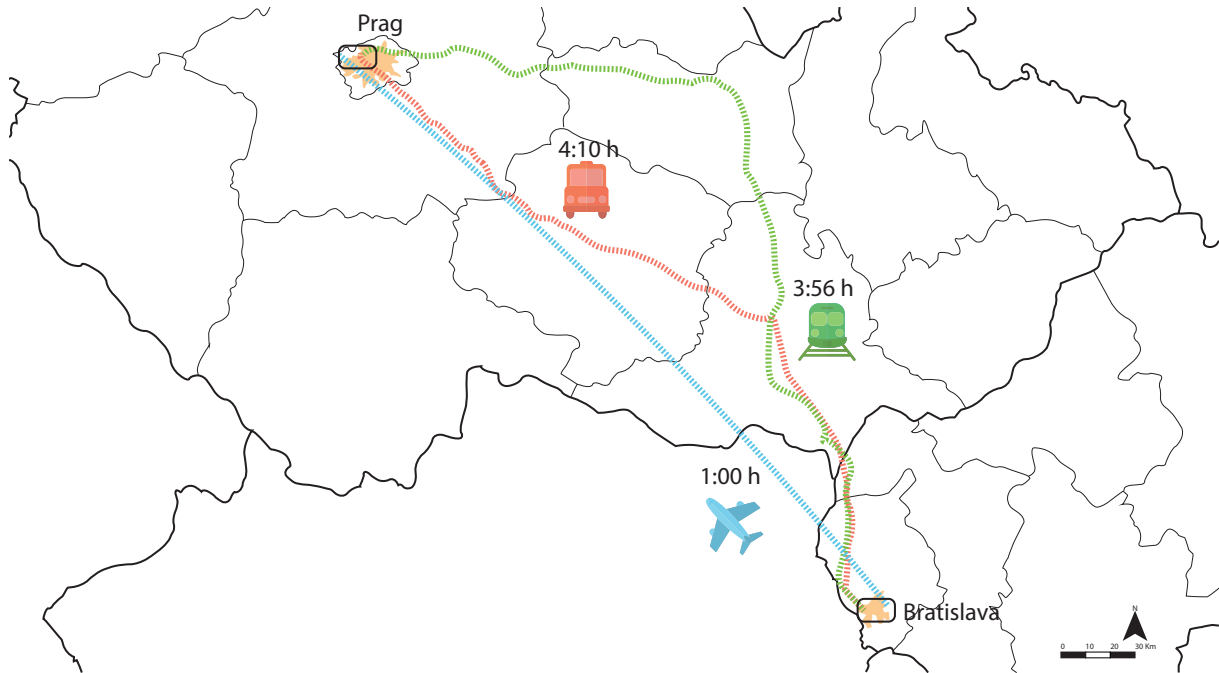


Abbildung 7: Hauptverkehrsmittel-Zeit nach Prag

3.2.1. Last Mile Prag

Die U-Bahnstation Staroměstská ist aufgrund ihrer Lage mitten in der Prager Altstadt die zentralste U-Bahnstation und wird daher auch als Endpunkt der Verbindung Bratislava-Prag definiert.

Obwohl Prag eine viel größere Stadt als Bratislava ist, ähneln sich die Fahrtzeiten ins Stadtzentrum sehr. Vom Hauptbahnhof Praha hl.n. kommt man wie auch vom Busbahnhof Florenc innerhalb von zehn bzw. elf Minuten mit der U-Bahn zur Station Staroměstská. Vom Václav-Havel-Flughafen in die Innenstadt dauert es mit dem Bus mit Umstieg zur U-Bahn nur 37 Minuten.



Abbildung 8: Last Mile Prag. Grundlage: Google Earth

3.2.2. Quell-Ziel-Zeit Schema Bratislava-Prag

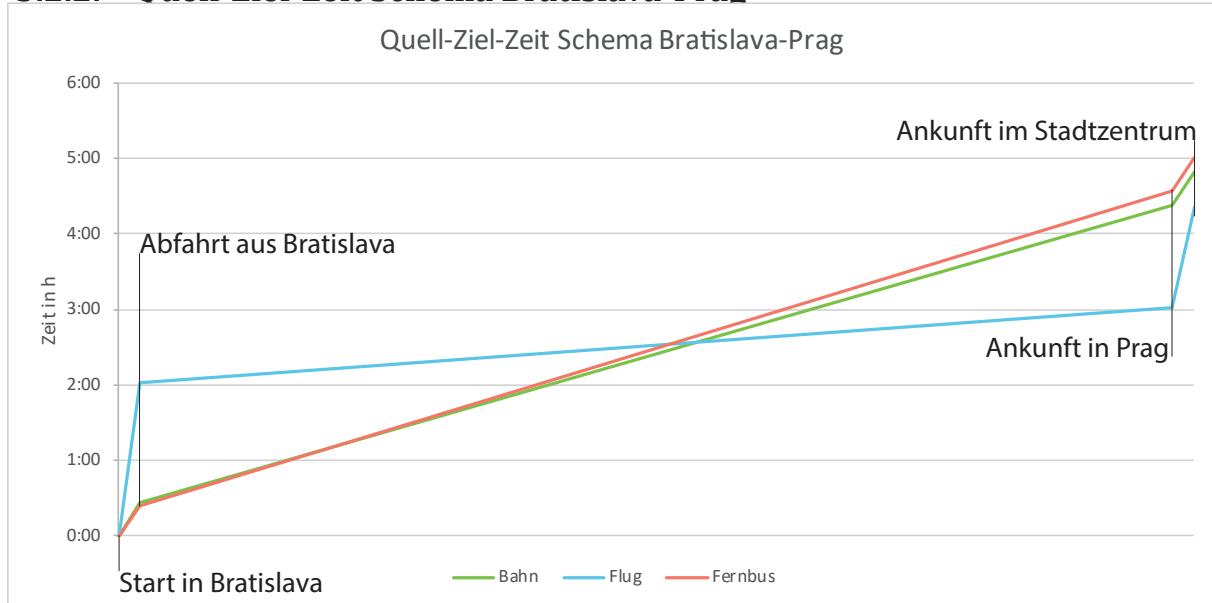


Abbildung 9: Quell-Ziel-Zeit Schema Bratislava-Prag

Hauptverkehrsmittel	Umsteigezeiten	
	Normal	Knapp (Bahn, Fernbus); großzügig (Flugzeug)
Bahn	4:50 Std.	4:33 Std.
Flug	4:22 Std.	5:14 Std.
Fernbus	5:01 Std.	4:48 Std.

Tabelle 5: Gesamtreisezeiten Bratislava-Prag

Abbildung 9 zeigt, das Hauptverkehrsmittel Flugzeug weist die kürzeste Gesamtreisezeit auf, ist aber nur rund eine halbe Stunde schneller als mit der Bahn. Berechnet man hingegen, wie in Abbildung 10 dargestellt, mit knappen Umsteigezeiten bei Bahn und Fernbus, und großzügigen Umsteigezeiten beim Flugzeug, ist die Bahn mit 4:33 h das schnellere Verkehrsmittel. Das zeigt, dass bezogen auf die Reisezeit, die Bahn und der Fernbus eine ernsthafte Konkurrenz zum Flugzeug darstellen können.

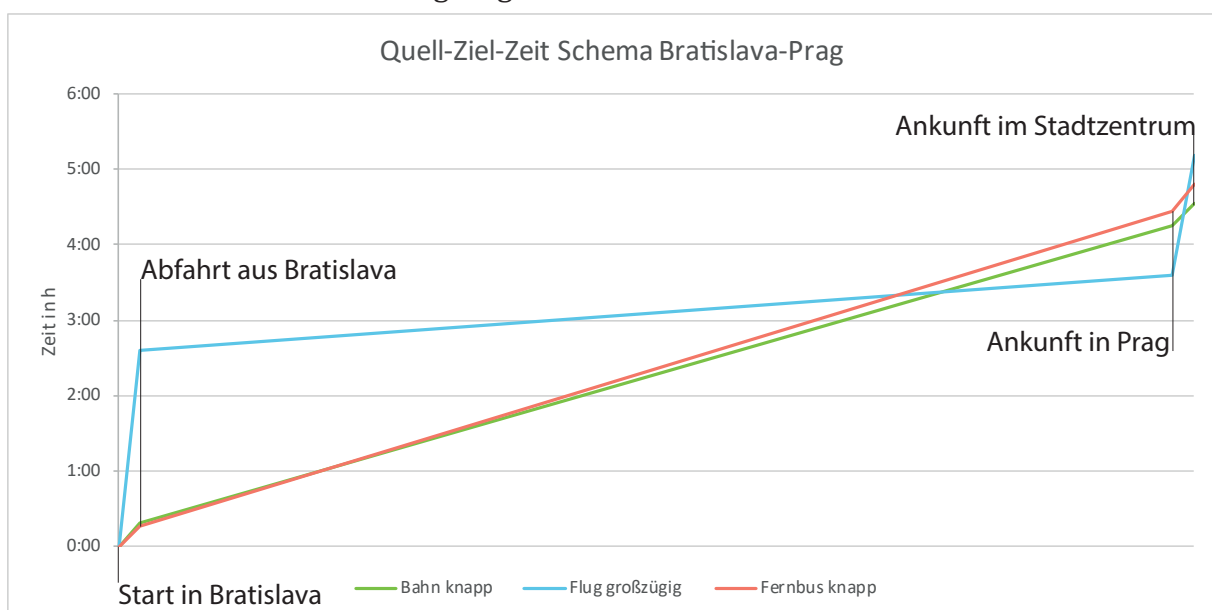


Abbildung 10: Quell-Ziel-Zeit Schema Bratislava-Prag (modifizierte Umsteigezeiten)

3.2.3. Verbindungen, Kapazität, Ticketpreis

Abbildung 11 veranschaulicht den markanten Unterschied der Verbindungsanzahl der verschiedenen Verkehrsmittel pro Woche. Die Bahn verbindet die Hauptstädte Bratislava und Prag 70 Mal pro Woche, was einen Schnitt von zehn Zügen pro Tag und Richtung ergeben. Diese wird mit dem Flugzeug hingegen maximal acht Mal, mindestens aber vier Mal die Woche angeboten. Der Fernbus bietet mit 182 Verbindungen die meisten an, was einen Schnitt von 26 Fernbusverbindungen pro Tag ergibt.

Abbildung 12 verdeutlicht das große Kapazitätsangebot der Eisenbahn. Sie hat mit rund 30.000 Personen pro Woche eine drei Mal so große Kapazität wie der Fernbus, während dieser 2,5 Mal mehr Verbindungen anbietet. Die Flugverbindung mit einem ca. 81 Mal kleineren Kapazitätsangebot als die Bahn wirkt in dieser Graphik nebensächlich.

Die Ticketpreise (siehe Abbildung 13) sprechen wieder für den Bahn- und Busverkehr. Die Bahn bietet mit Preisen zwischen 10-17€ ein ähnliches Angebot wie der Fernbus mit 10-12€. Der Flugpreis ist mit 168€ hingegen um ein zehnfaches größer. Bei frühem Kauf des Flugtickets ist dies immer noch ca. ein dreifaches teurer als das teuerste Bahnticket bzw. fünf Mal so teuer als das billigste Bahn- und Busticket.

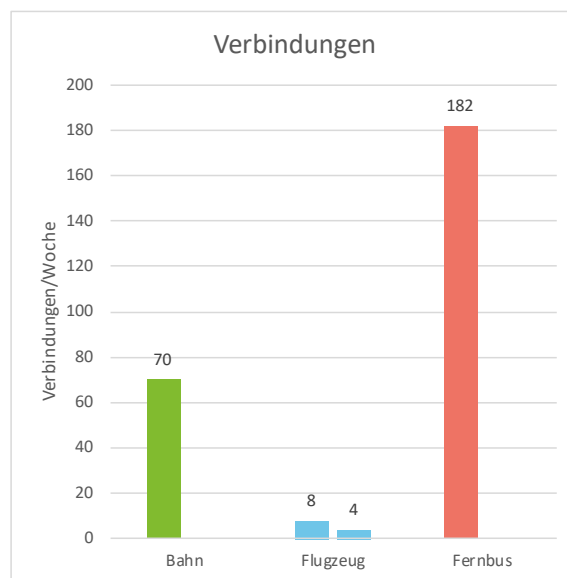


Abbildung 11: Verbindungen pro Woche

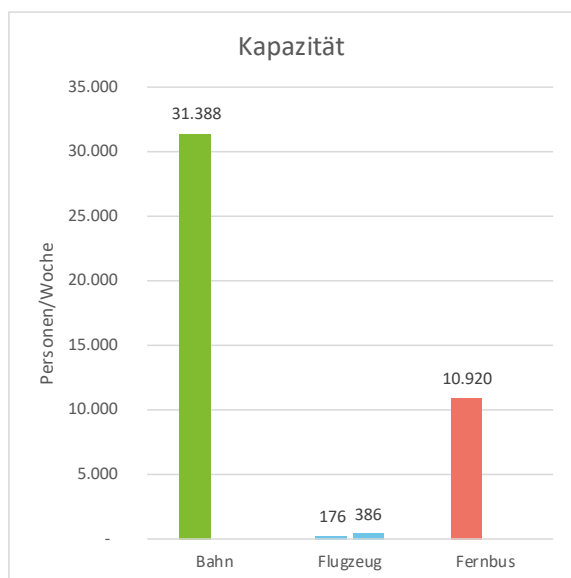


Abbildung 12: Kapazität pro Woche

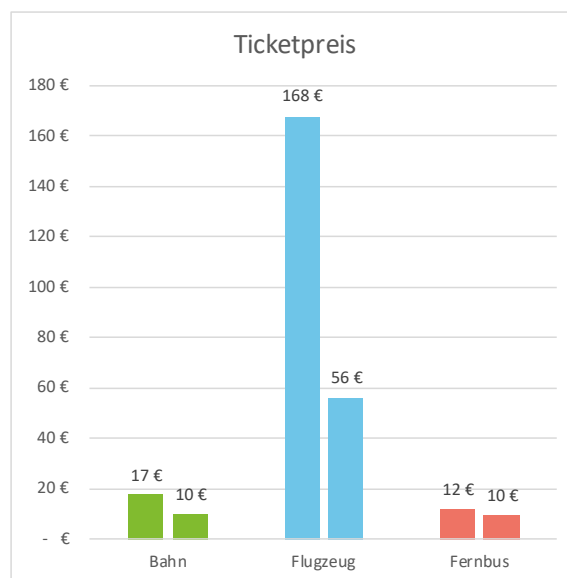


Abbildung 13: Ticketpreis

3.2.4. Umweltbelastung

Auf Seite 10 präsentierten Daten über die Umweltauswirkung verschiedener Hauptverkehrsmittel wird zwischen nationalen und internationalen Flügen unterschieden. Der Unterschied in der Berechnung ist, dass nationale Flüge weniger Emissionen pro Fahrzeugkilometer emittieren, jedoch mehr Emissionen pro Personenkilometer. Da der Flug Bratislava-Prag mit der selben Maschine wie der Flug Bratislava-Kosice geflogen wird (vgl. Bratislava Airport: Sommerflugplan) und die Flugdistanz sowie die Flugzeit fast identisch sind, wird die Flugverbindung Bratislava-Prag als nationaler Flug gewertet, und daher die Werte für nationale Flüge für die Berechnung der Umweltauswirkungen verwendet. Kritisch zu beachten ist auch der Besetzungsgrad der Hauptverkehrsmittel (siehe Seite 10).

In Abbildung 14, 15 und 16 wird deutlich, dass das Flugzeug das umweltschädlichste Fortbewegungsmittel ist. In den Kategorien CO_2 -, Partikel- und NO_x -Ausstoß weist das Flugzeug ein Vielfaches des Ausstoßes der Bahn und des Fernbusses auf. Das geht über einen 2,7 Mal so großen NO_x Ausstoß gegenüber der Bahn bis hin zu einem 22,5 Mal so hohen Partikel ausstoß gegenüber dem Fernbus. Berechnet man hingegen die Umweltauswirkungen auf Personenkilometer, so fällt auf, dass die Eisenbahn einen niedrigeren Wert als der Fernbus aufweist. Zu beachten ist der niedrige Besetzungsgrad für Eisenbahn und Fernbus und der um einiges höhere Besetzungsgrad für nationale Flüge. Wäre die Auslastung der Eisenbahn und des Fernbusses höher, so würden sich noch wesentlich niedrigere Balken pro Personenkilometer ergeben.

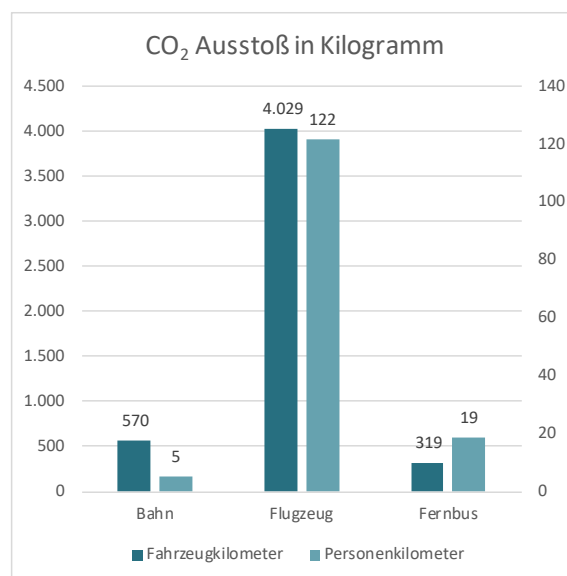


Abbildung 14: CO₂ Ausstoß in Kilogramm

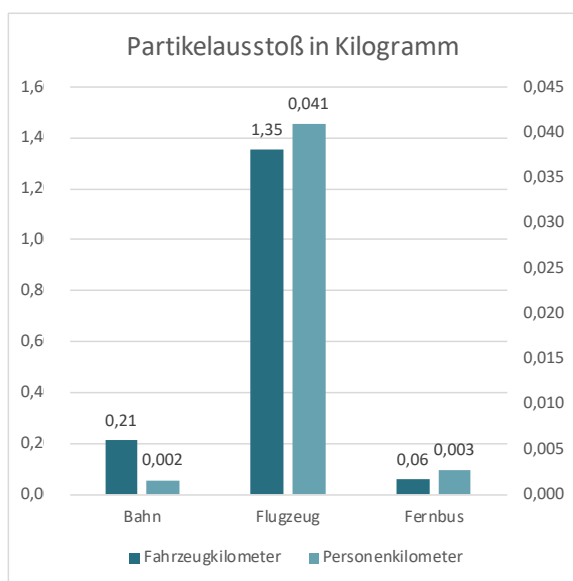


Abbildung 15: Partikel ausstoß in Kilogramm

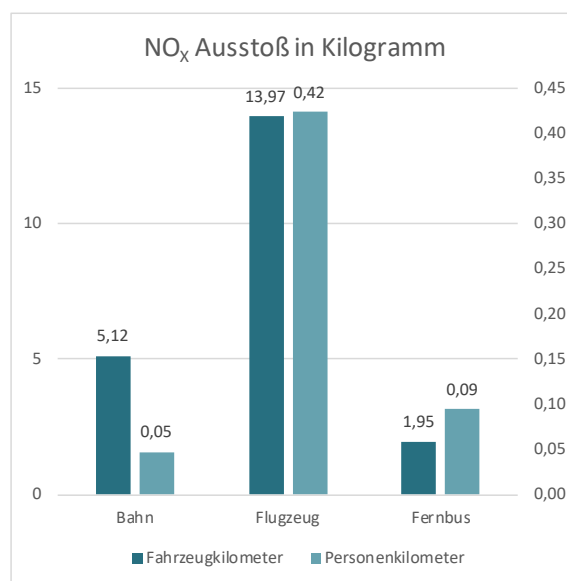


Abbildung 16: NO_x Ausstoß in Kilogramm

3.3. Bratislava-Kosice

Auf der Strecke Bratislava und Kosice gibt es große Unterschiede in der Fahrzeit zwischen den verschiedenen Mobilitätsformen. Das Flugzeug hat den direktesten Weg und braucht daher auch nur 55 Minuten. Der Zug fährt durch die nördliche Hälfte und kommt nach vier Stunden und 54 Minuten in Kosice an. Der Bus braucht noch länger, und ist mit sieben Stunden und 10 Minuten das langsamste Verkehrsmittel.

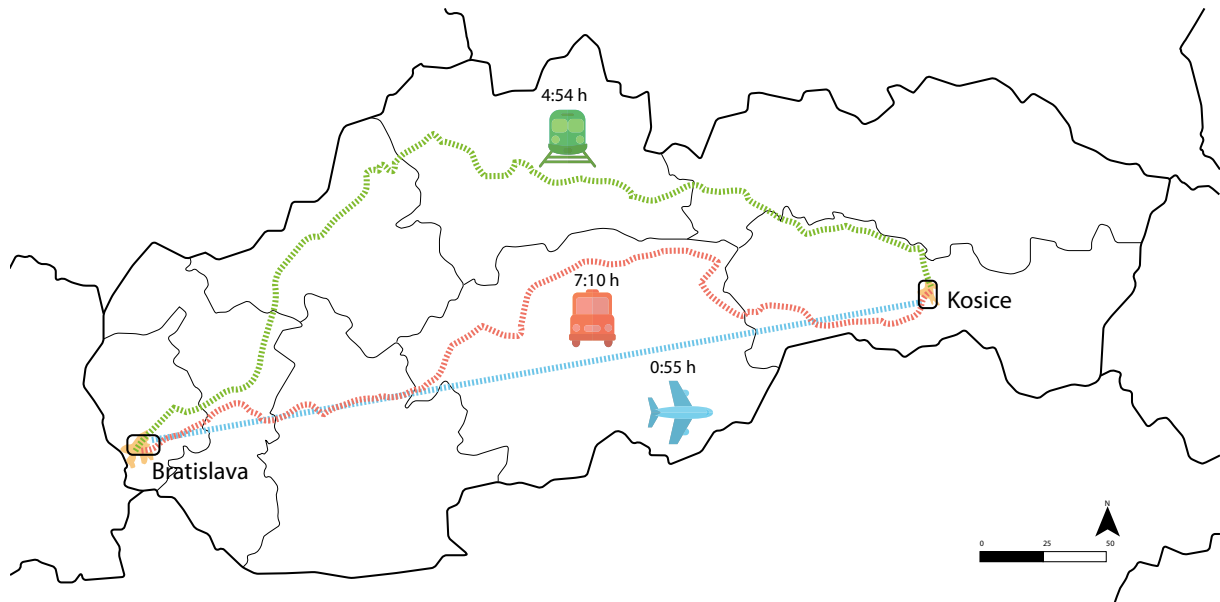


Abbildung 17: Hauptverkehrsmittel-Zeit nach Kosice

3.3.1. Last Mile

In Kosice wird die Station *Námestie osloboditeľov* als Zentrum definiert. Diese befindet sich sehr nahe am historischen Zentrums und wird von fünf Straßenbahnlinien und vier Buslinien angefahren. Dadurch erfüllt sie die Kriterien, um als Zentrum definiert werden zu können.

Kosice ist die kleinste der vier analysierten Städten. Dadurch sind die Wege vom Bahnhof bzw. vom Flughafen die kürzesten. Da sich der Bahnhof/Busbahnhof quasi an der Altstadtgrenze befindet, ist der Weg ins Zentrum auch zu Fuß bewältigbar. Mit dem Bus dauert die Strecke nur drei Minuten. Der Flughafen ist mit dem Bus innerhalb 15 Minuten zu erreichen.

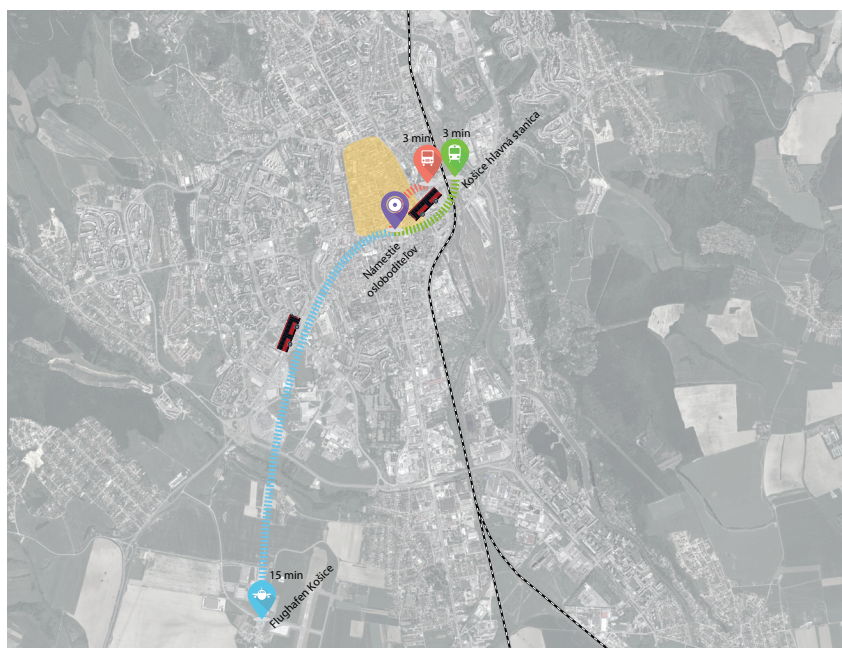


Abbildung 18: Last Mile Kosice. Grundlage: Google Earth

3.3.2. Quell-Ziel-Zeit Schema Bratislava-Kosice

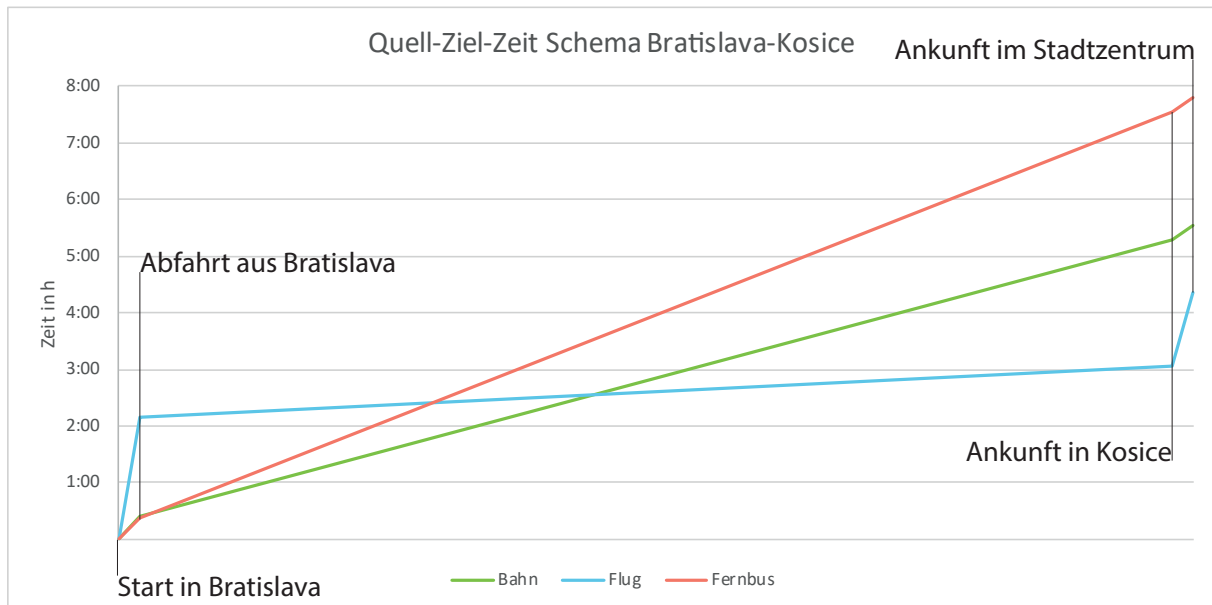


Abbildung 19: Quell-Ziel-Zeit Schema Bratislava-Kosice

Hauptverkehrsmittel	Umsteigezeiten	
	Normal	Knapp (Bahn, Fernbus); großzügig (Flugzeug)
Bahn	5:33 Std.	5:16 Std.
Flug	4:22 Std.	4:50 Std.
Fernbus	7:48 Std.	7:32 Std.

Tabelle 6: Gesamtreisezeiten Bratislava-Kosice

Abbildung 19 zeigt, dass das Flugzeug das schnellste Hauptverkehrsmittel nach Kosice ist. Auffallend ist, dass der Fernbus über zwei Stunden langsamer ist als die Bahn. Rechnet man mit modifizierten Umsteigezeiten (siehe Abbildung 20), zeigt sich, dass man mit der Bahn nur 26 Minuten später als mit dem Flugzeug im Zentrum Kosice ankommt. Damit stellt die Bahnverbindung auf die Reisezeit bezogen eine Konkurrenz zum Flugverkehr dar.

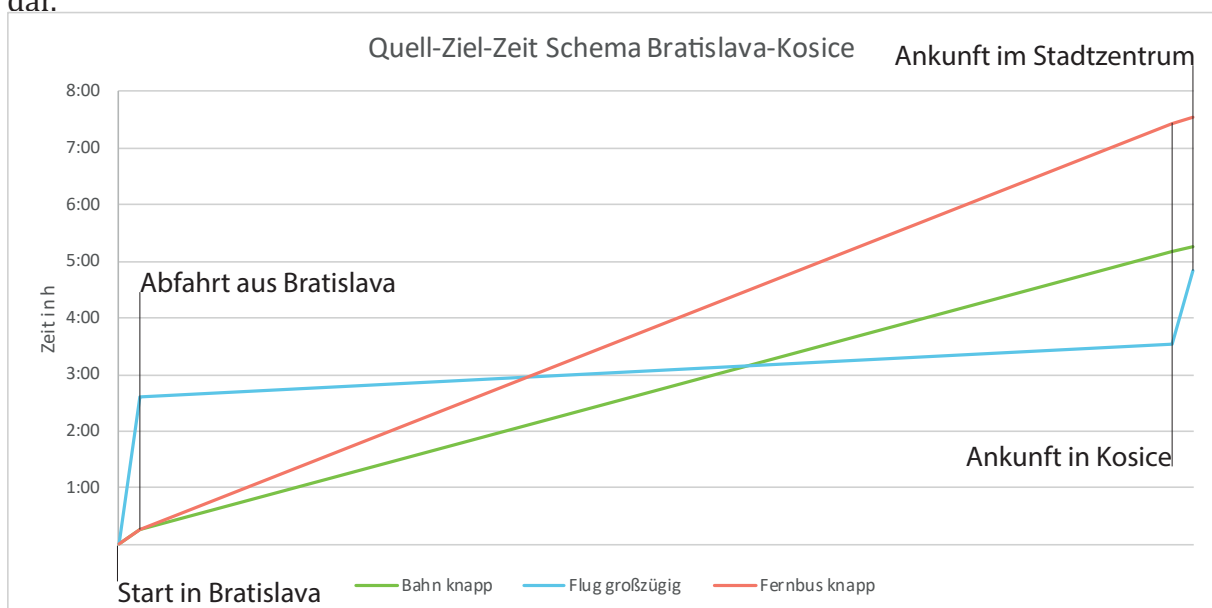


Abbildung 20: Quell-Ziel-Zeit Schema Bratislava-Kosice (modifizierte Umsteigezeiten)

3.3.3. Verbindungen, Kapazität, Ticketpreis

Bei den Kategorien Verbindungen, Kapazität und Ticketpreis ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei der Verbindung Bratislava-Prag, wobei die Bahn bessere Werte erreicht.

Mit 91 Zügen pro Woche und dadurch 13 Zügen pro Tag stellt die Bahn die meisten Verbindungen zwischen Bratislava und Kosice dar. Das bedeutet, dass die Bahn, wie auch bei der Verbindung nach Prag, den ganzen Tag Züge nach Kosice anbietet. Der Fernbus stellt mit durchschnittlich vier Bussen pro Tag eine schlechtere Verbindung dar. Das Flugzeug hebt maximal zwölf Mal pro Woche nach Kosice ab, mindestens aber vier Mal (siehe Abbildung 21).

In Abbildung 22 wird ersichtlich, dass es bei der Kapazität große Unterschiede gibt. Die Bahn bietet 36 Mal so hohe Kapazitäten an als die Fernbusverbindung und eine bis zu 311 Mal so hohe Kapazität als die Flugverbindung.

Bei der Kategorie Ticketpreis stellt die Bahn auch das beste Angebot dar (siehe Abbildung 23). Mit einer Preisspanne von 9 bis 22€ ist sie billiger als der Fernbus. Dieser hat eine Preisspanne von 17 bis 22€. Das Flugticket ist wie bei der Bratislava-Prag Verbindung mit 56 bis 81€ um ein Vielfaches teurer, und kann gegen die äußerst niedrigen Bahnpreise keine Konkurrenz bieten.

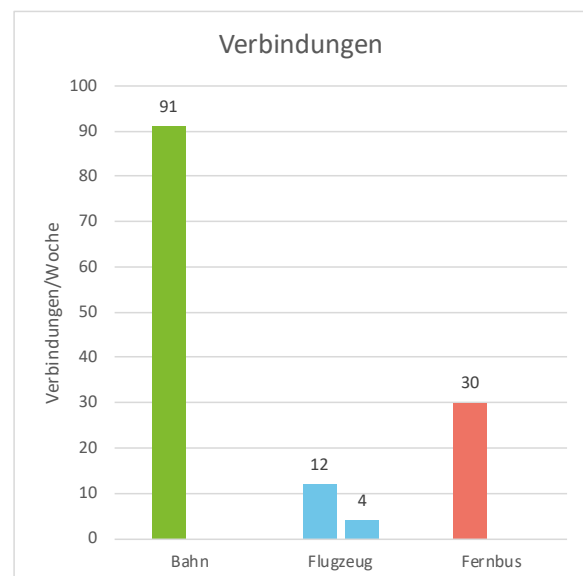


Abbildung 21: Verbindungen pro Woche

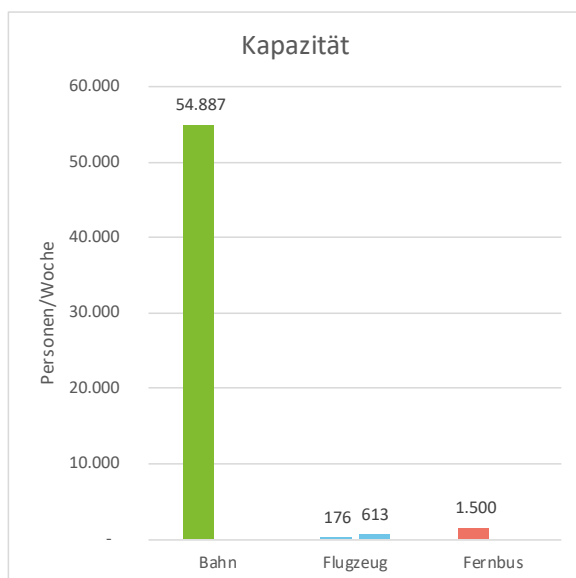


Abbildung 22: Kapazität pro Woche

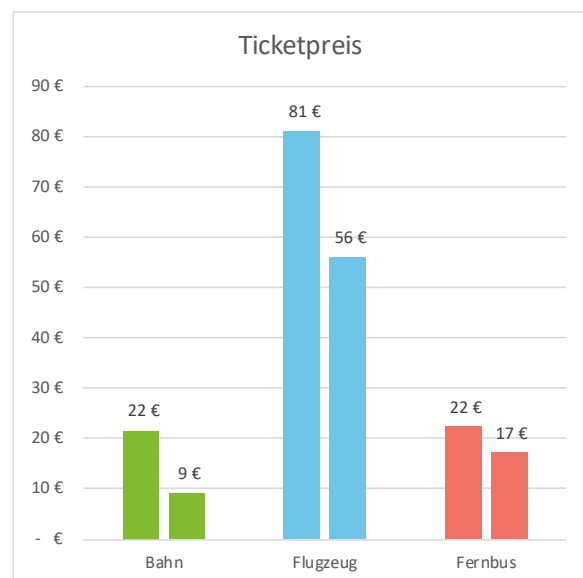


Abbildung 23: Ticketpreis

3.3.4. Umweltbelastung

Die Umweltauswirkungen der Flugverbindung Bratislava-Kosice werden, wie auch die Verbindung Bratislava-Prag, mit den Daten der nationalen Flüge errechnet (siehe Seite 10). Gründe dafür sind unter anderem die Flugdistanz, der Einsatz des gleichen Flugzeugtyps und zudem die Tatsache, dass es sich hierbei um einen Inlandsflug handelt. Zu beachten sind wiederum die unterschiedlichen Besetzungsgrade für die Hauptverkehrsmittel.

Die Ergebnisse der Umweltauswirkungen, dargestellt in den Abbildung 24, 25 und 26, ähneln sehr jenen der Verbindung Bratislava-Prag (siehe Seite 15). Einziger Unterschied ist, dass in den drei Kategorien das Flugzeug leicht niedrigere Werte und die Eisenbahn sowie der Fernbus leicht höhere Werte aufweisen als in der Verbindung Bratislava-Prag. Das ist darauf zurückzuführen, dass die Eisenbahn und der Fernbus Richtung Prag einen direkteren Weg fahren. Die Bahn- bzw. die Fernbusstrecke Richtung Kosice sind hingegen länger. Vergleiche dazu Abbildung 7 und 17.

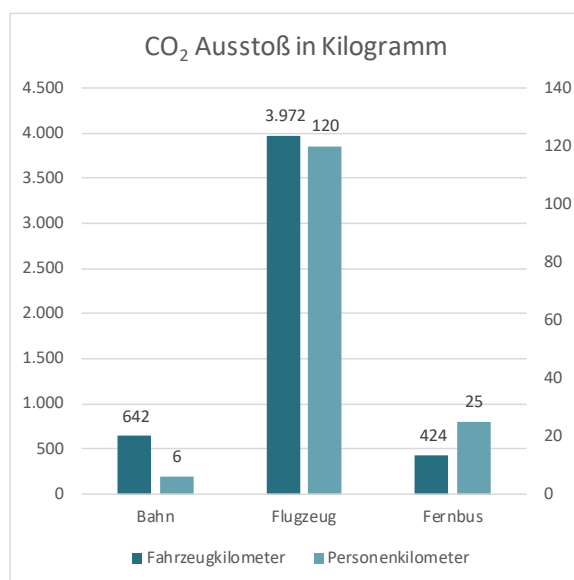


Abbildung 24: CO₂ Ausstoß in Kilogramm

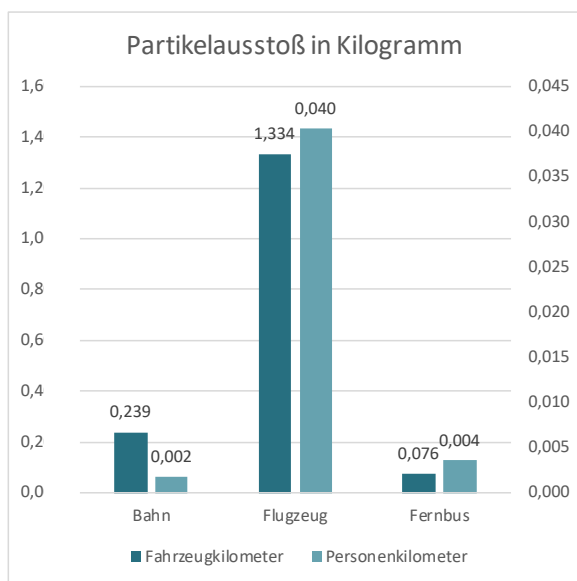


Abbildung 25: Partikel ausstoß in Kilogramm

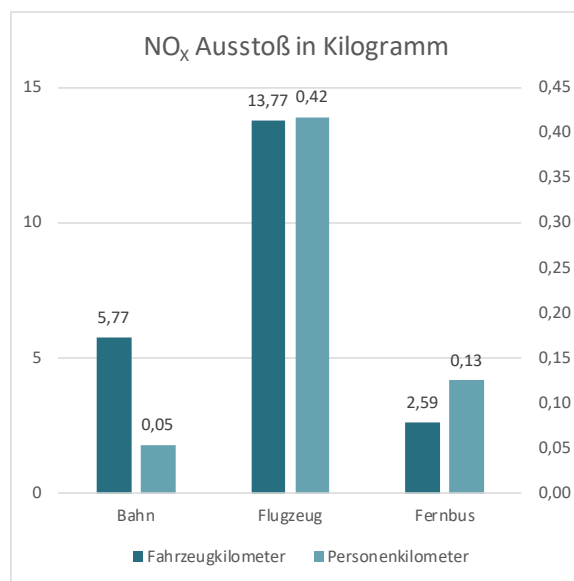


Abbildung 26: NO_x Ausstoß in Kilogramm

3.4. Bratislava-Warschau

Das Flugzeug verbindet Bratislava mit der polnischen Hauptstadt Warschau mit einer Stunde und zehn Minuten am schnellsten. Bahn und Bus fahren meist parallel eine einigermaßen geradlinige Strecke nach Warschau, die Fahrtzeiten unterscheiden sich aber enorm. Mit sieben Stunden und 59 Minuten ist die Bahn um fast vier Stunden schneller als der Bus, der elf Stunden und 45 Minuten für die Strecke benötigt. Gründe dafür gibt es mehrere: Einerseits fährt der Bus eine ca. 120 Kilometer längere Strecke als der Zug. Überdies fährt dieser auch einen Umweg über Wien. Die Ein- und Ausfahrt in die Millionenmetropole kostet Zeit. Eine niedrigere Durchschnittsgeschwindigkeit, welche der schlechteren Straßeninfrastruktur geschuldet ist, als auch der Zeitverlust in den Stationen können weitere Gründe dafür sein.

3.4.1. Last Mile

Als Endpunkt wurde die U-Bahnstation Świętokrzyska gewählt. Sie befindet sich zwar nicht in der Warschauer Altstadt, dafür aber im Politischen und wirtschaftlichen Zentrum, direkt neben dem Kulturpalast. Überdies ist es die einzige Station, an der sich die einzigen zwei U-Bahnlinien kreuzen.

Am nächsten befindet sich der Hauptbahnhof in Warschau. Von dort braucht man nur neun Minuten mit der Straßenbahn zur zentralen Station. Der Busbahnhof und der Flughafen sind relativ weit außerhalb der Stadt, man kommt aber sehr schnell in das Stadtzentrum. Die U-Bahn fährt in nur 15 Minuten vom Busbahnhof zur Station Świętokrzyska. Der Flughafen ist mit der S-Bahn hervorragend erschlossen. Dadurch benötigt man nur 32 Minuten bis ins Zentrum.

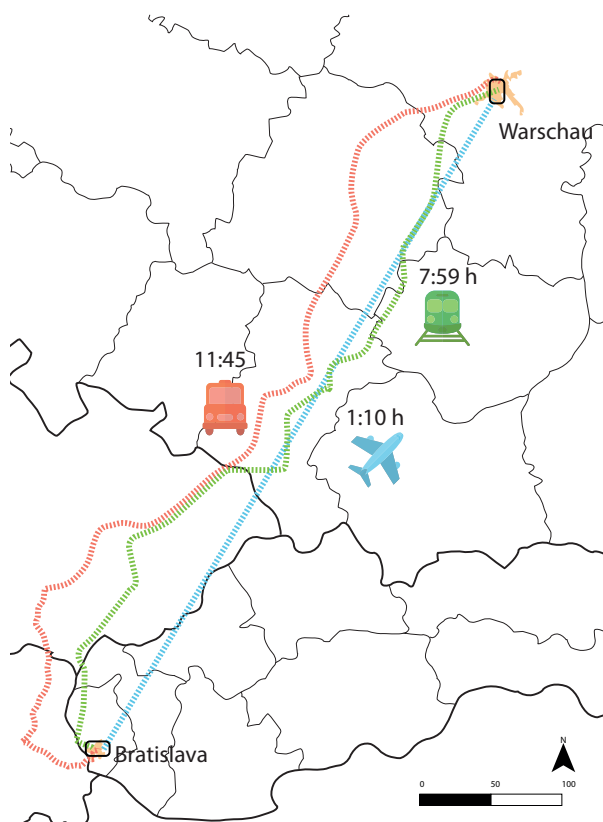


Abbildung 27: Hauptverkehrsmittel-Zeit nach Warschau



Abbildung 28: Last Mile Warschau. Grundlage: Google Earth

3.4.2. Quell-Ziel-Zeit Schema Bratislava-Warschau

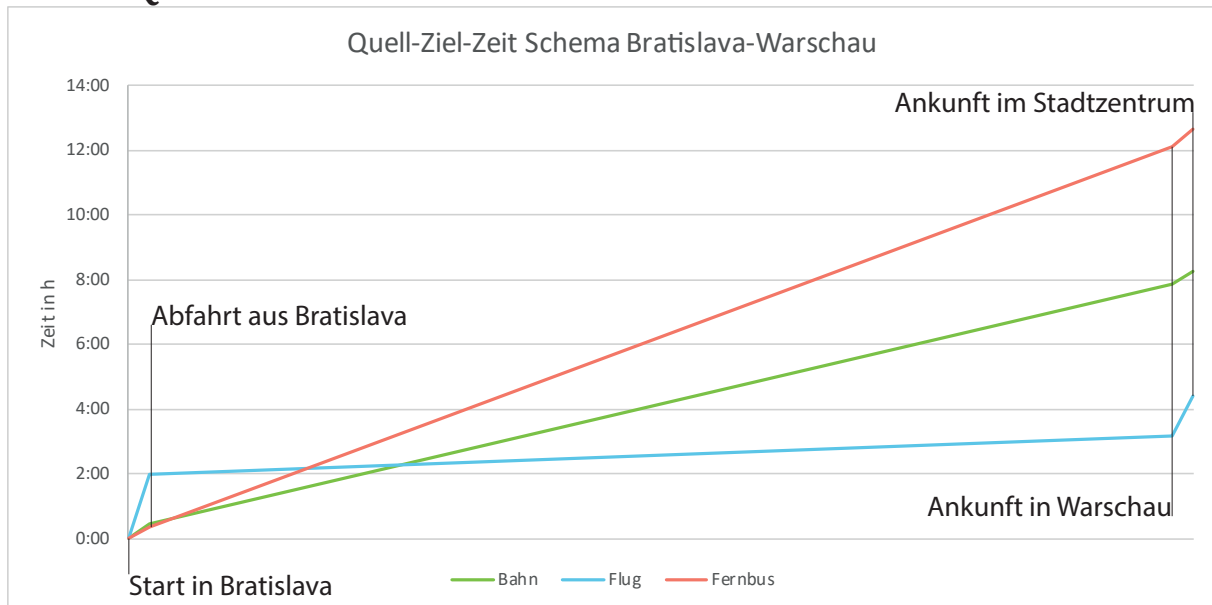


Abbildung 29: Quell-Ziel-Zeit Schema Bratislava-Warschau

Hauptverkehrsmittel	Umsteigezeiten	
	Normal	Knapp (Bahn, Fernbus); großzügig (Flugzeug)
Bahn	8:15 Std.	7:59 Std.
Flug	4:25 Std.	5:23 Std.
Fernbus	12:39 Std.	12:25 Std.

Tabelle 7: Gesamtreisezeiten Bratislava-Warschau

In Abbildung 29 ist klar ersichtlich: Weder die Bahn und noch weniger der Fernbus kommen annähernd an die Reisezeit des Flugzeuges heran. Die Bahn und Fernbus brauchen ca. das Doppelte bzw. das dreifache an Reisezeit bis nach Warschau. Das Modell mit großzügigen Umsteigezeiten am Flughafen und knappen Umsteigezeiten am Bahnhof (Abbildung 30) zeigt keinen größeren Unterschied. Die Bahn wäre noch gut zweieinhalb Stunden langsamer als die Flugverbindung und stellt keine Konkurrenz zum Flugverkehr dar.

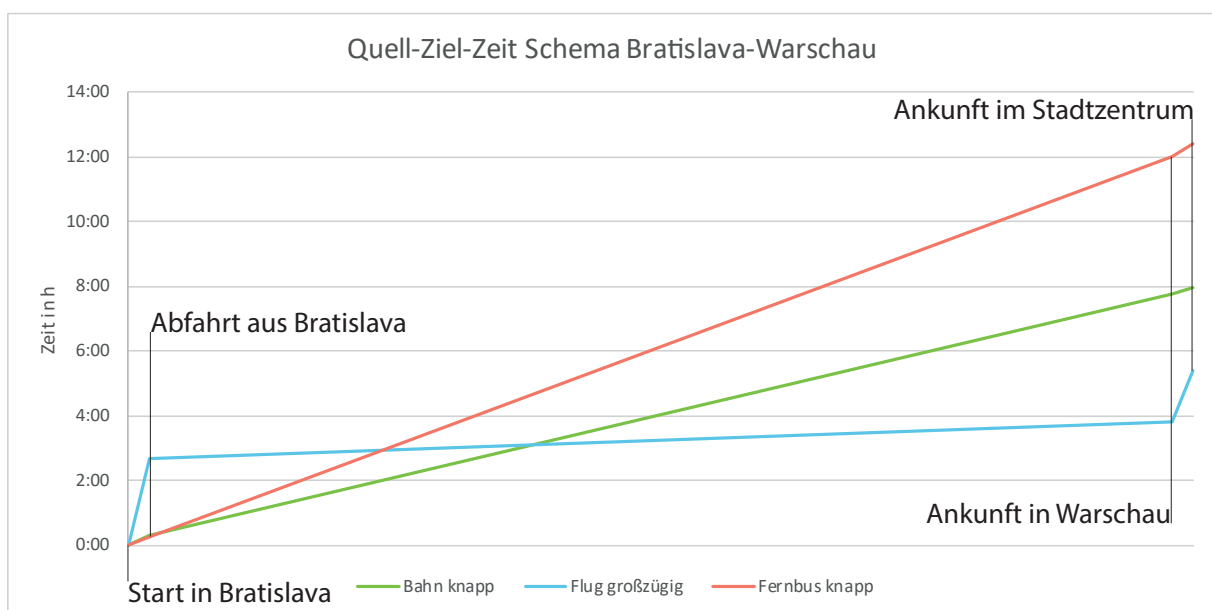


Abbildung 30: Quell-Ziel-Zeit Schema Bratislava-Warschau (modifizierte Umsteigezeiten)

3.4.3. Verbindungen, Kapazität, Ticketpreis

Anders als bei den Verbindungen nach Prag und Kosice verliert die Bahn an Bedeutung. Das erkennt man an der niedrigen Anzahl an Verbindungen (einer pro Tag). Der Flugverkehr ist unregelmäßig. So kann es vorkommen, dass es bis zu vier Verbindungen pro Woche gibt oder keine. In dem Fall spielt die kurze Reisezeit keine Rolle, wenn die einzige Option die Bahn oder Fernbus ist. Der Fernbus bietet mit zwei Verbindungen am Tag die meisten an (siehe Abbildung 31).

In Abbildung 32 sieht man, dass die Kapazität der Eisenbahn sich mit über 2.000 Personen pro Woche fast auf das Doppelte als der Fernbus und ca. das Dreifache als das Flugzeug beläuft. Das ist im Verhältnis ein schlechter Wert, wenn man diese mit den Verbindungen Bratislava-Prag und Bratislava-Kosice vergleicht.

Der Vorteil der Bahn, die in den vorher analysierten Fällen einen viel niedrigeren Ticketpreis als das Flugzeug aufweist, ist in diesem Fall nicht mehr vorhanden (siehe Abbildung 33). Das Zugticket ist mit 83 nur um einen Bruchteil billiger wie das teuerste Flugticket. Das kann bei früher Buchung auf bis zu 15€ gesenkt werden. Grund dafür ist die Billigairline WizzAir. Nur der Fernbus kann diese Preise unterbieten. Mehr noch, kostet das teuerste Fernbusticket nur 22€.

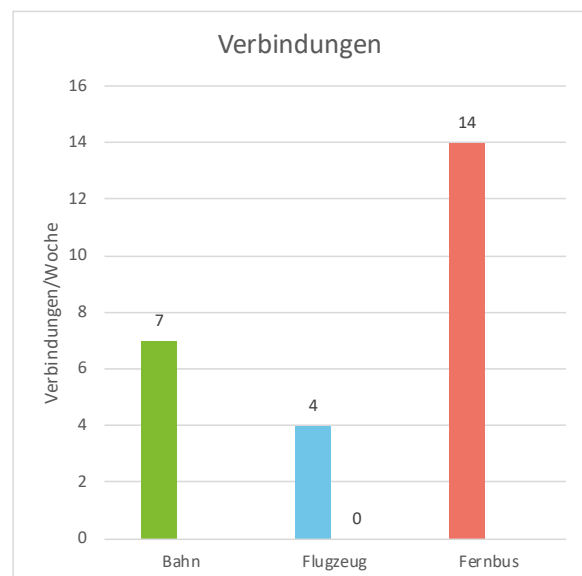


Abbildung 31: Verbindungen pro Woche

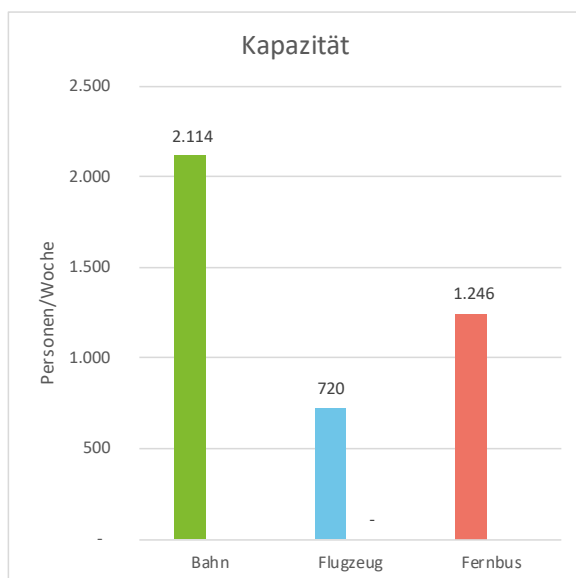


Abbildung 32: Kapazität pro Woche

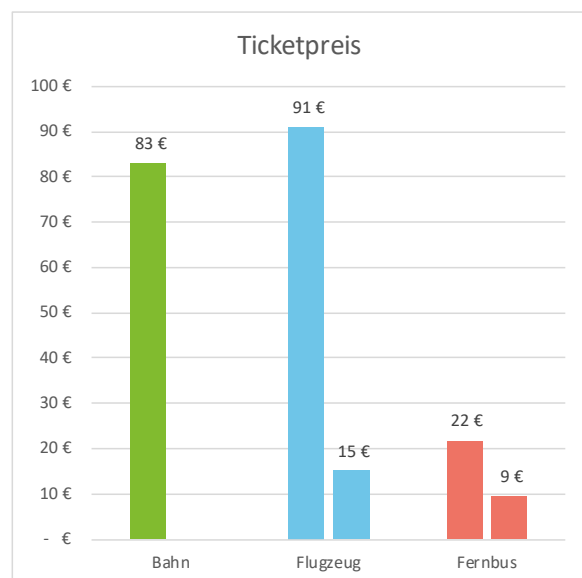


Abbildung 33: Ticketpreis pro Woche

3.4.4. Umweltbelastung

Die Umweltbelastungen werden in diesen Fall mit den Emissionsdaten der internationalen Flügen gemessen. Dabei ergeben sich höhere Emissionen pro Fahrzeugkilometer, aber etwas niedrigere Emissionen pro Personenkilometer.

Die in Abbildung 34, 35 und 36 dargestellten Diagramme ergeben ein ähnliches Bild wie die zuvor präsentierten Diagramme zu den Umweltauswirkungen. Das Flugzeug produziert am meisten Emissionen, während die Bahn pro Fahrzeugkilometer mehr, und pro Personenkilometer weniger emittiert als der Fernbus.

Wenn man diese Diagramme mit den anderen vergleicht, fällt auf, dass der Fernbus im Verhältnis zu den anderen Hauptverkehrsmittel etwas höhere Werte aufweist. Ein Grund dafür ist – wie vorher bereits erwähnt-, dass der Fernbus bei gleicher Strecke einen ca. 120 Kilometer längeren Weg bestreiten muss.

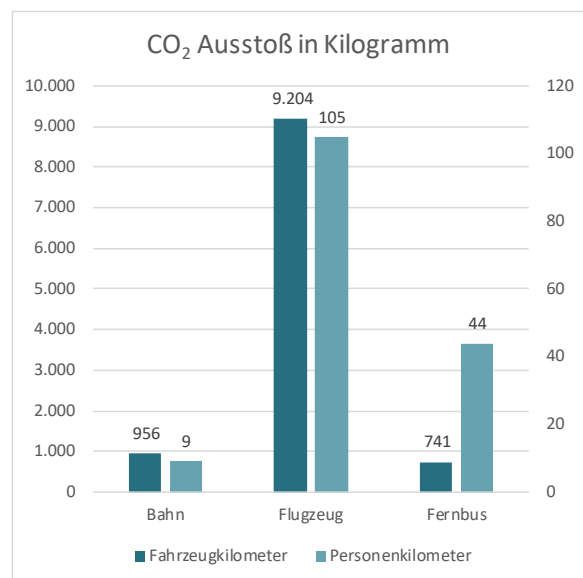


Abbildung 34: CO₂ Ausstoß in Kilogramm

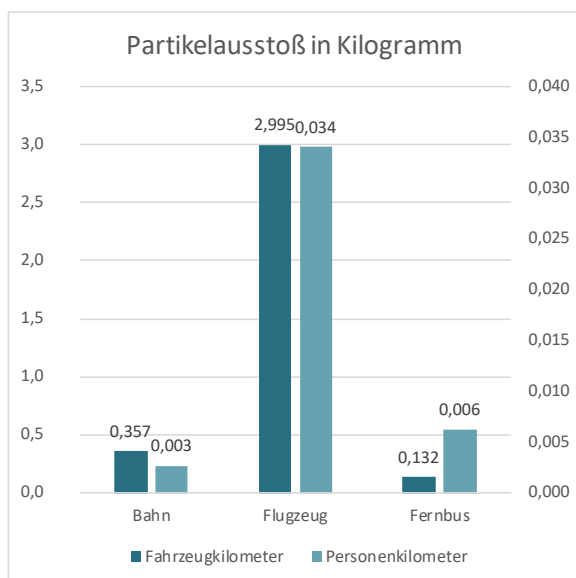


Abbildung 35: Partikelausstoß in Kilogramm

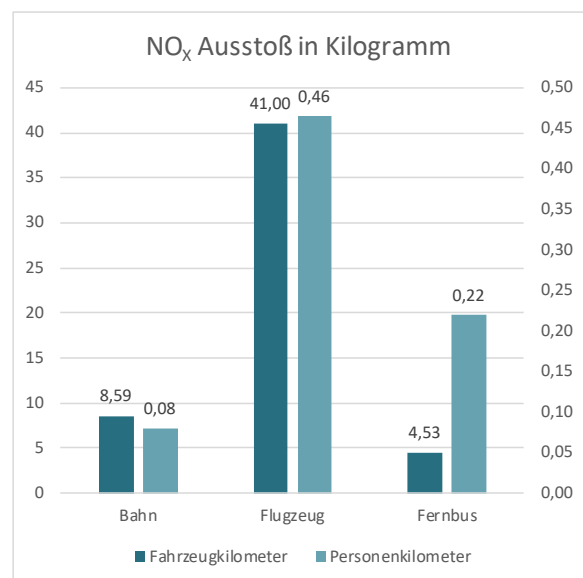


Abbildung 36: NO_x Ausstoß in Kilogramm

3.5. Bratislava-Berlin

Die beiden Städte Bratislava und Berlin sind in Luftlinie fast doppelt so weit entfernt wie Bratislava und Prag. Die Distanz zeigt sich in der Reisezeit mit Bus und Bahn. Dabei ist die Bahn mit acht Stunden und 31 Minuten nur knapp schneller als der Fernbus mit acht Stunden und 45 Minuten Fahrtzeit. Durch die hohe Fluggeschwindigkeit braucht das Flugzeug mit einer Stunde und 20 Minuten nur 20 Minuten länger als nach Prag.

3.5.1. Last Mile Berlin

Nicht nur wegen ihres Namens wurde die U-Bahnstation Berlin Stadtmitte als Zentrumsstation definiert. Sie befindet sich im ersten Berliner Verwaltungsbezirk Berlin Mitte und wird von zwei U-Bahnlinien angefahren.

Der Hauptbahnhof befindet sich geographisch am nächsten zum Zentrum. Dieses ist innerhalb von elf Minuten mit S-/U-Bahn zu erreichen. Die Busstation befindet sich am Bahnhof Südkreuz. Von hier aus verbindet die S- und U-Bahn innerhalb elf Minuten den Busbahnhof mit dem Zentrum. Der Flughafen Berlin-Schönefeld befindet sich weit entfernt an der Stadtgrenze, ist aber mit der S-Bahn gut an das Zentrum angebunden. Die Reise dauert trotzdem 45 Minuten.

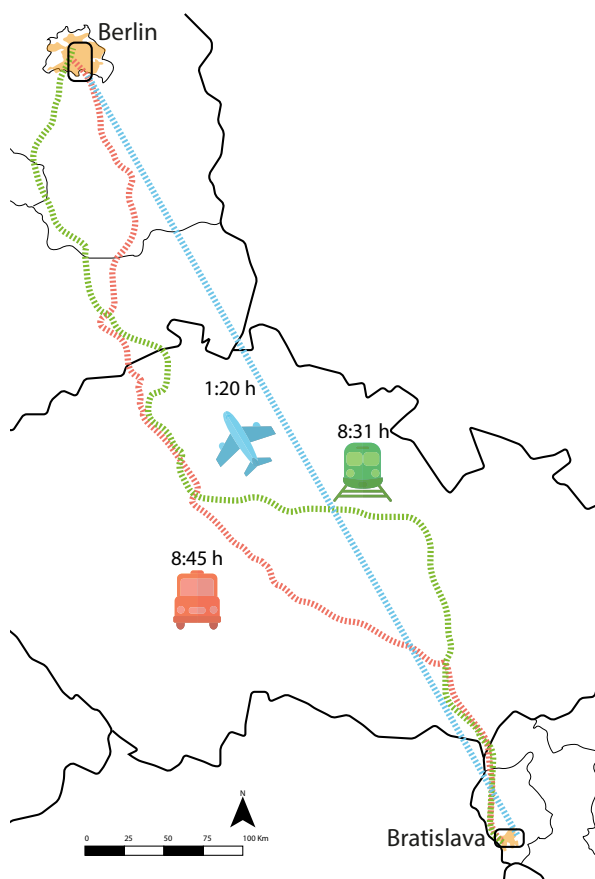


Abbildung 37: Hauptverkehrsmittel-Zeit nach Berlin

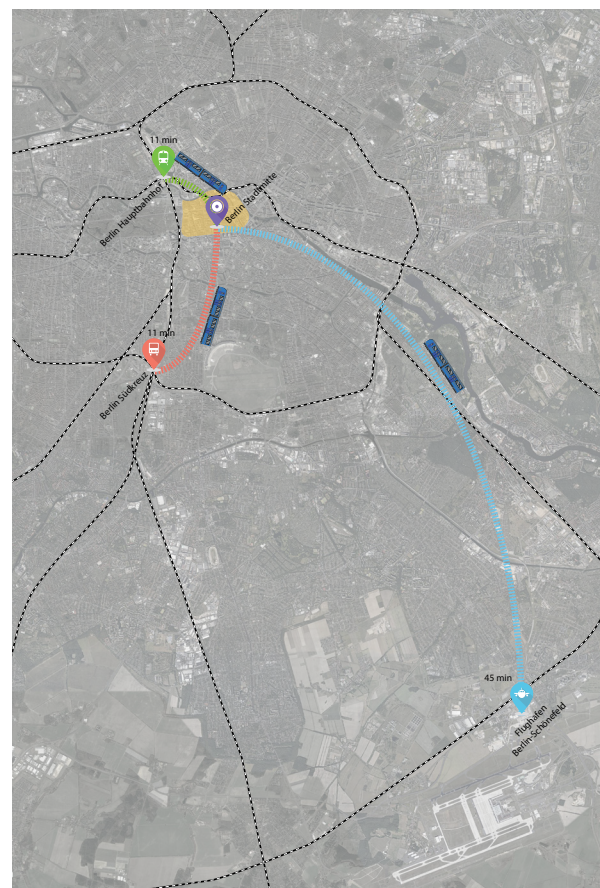


Abbildung 38: Last Mile Berlin. Grundlage: Google Earth

3.5.2. Quell-Ziel-Zeit Schema Bratislava-Berlin

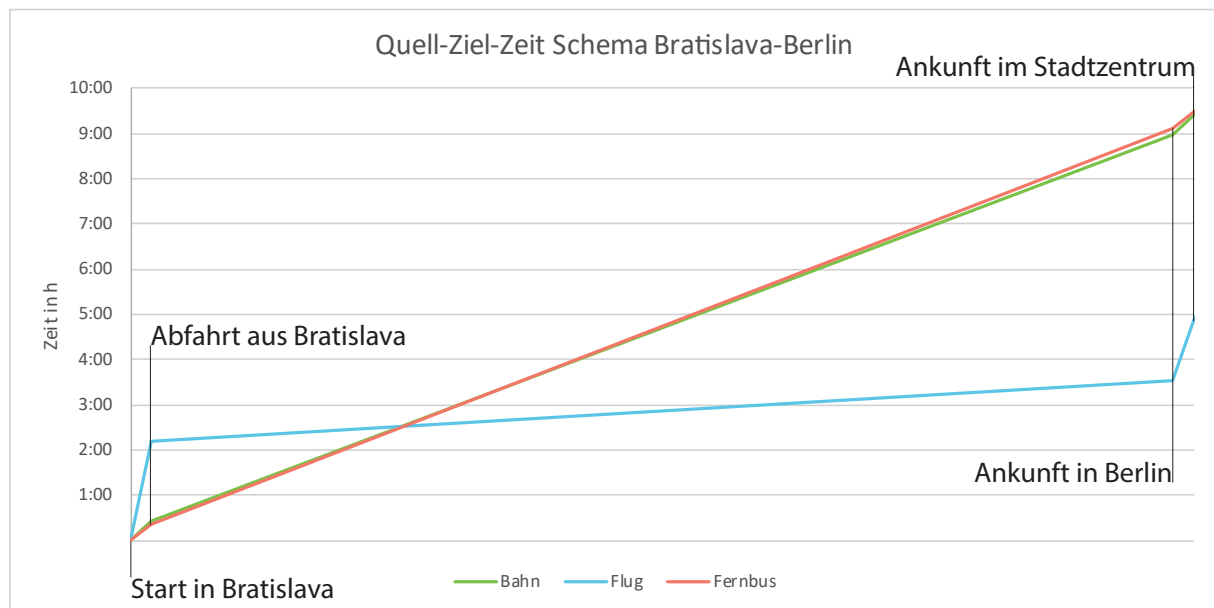


Abbildung 39: Quell-Ziel-Zeit Schema Bratislava-Berlin

Hauptverkehrsmittel	Umsteigezeiten	
	Normal	Knapp (Bahn, Fernbus); großzügig (Flugzeug)
Bahn	9:27 Std.	9:14 Std.
Flug	4:57 Std.	5:56 Std.
Fernbus	9:30 Std.	9:14 Std.

Tabelle 8: Gesamtreisezeiten Bratislava-Berlin

In Abbildung 39 wird deutlich, dass das Flugzeug ca. doppelt so schnell ist wie Bahn und Bus. Interessanterweise hat der Fernbus eine fast identische Reisezeit wie die Eisenbahn.

Abbildung 40 ergibt ein fast identisches Bild. Mit den modifizierten Umsteigezeiten fällt weniger die Beschleunigung von Bahn und Bus auf, sondern mehr die Entschleunigung des Flugzeuges (59 Minuten langsamer). Dabei ist die Flugverbindung um ca. 3 Stunden schneller. Somit kann die Bahn hier keine Konkurrenz darstellen.

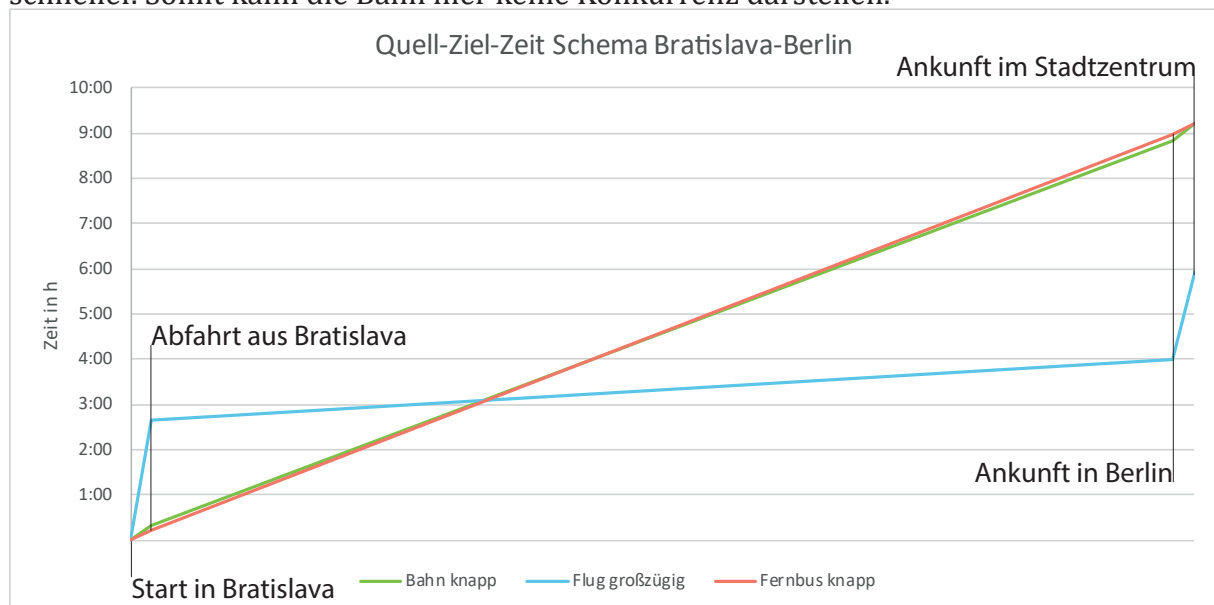


Abbildung 40: Quell-Ziel-Zeit Schema Bratislava-Berlin (modifizierte Umsteigezeiten)

3.5.3. Verbindungen, Kapazität, Ticketpreis

Der Fernbus bietet mit ca. zwei Bussen pro Tag die meisten Verbindungen nach Berlin an. Hingegen gibt es täglich nur einen Direktzug. Die Flugverbindungen schwanken je nach Woche und Flugplan zwischen ein und fünf Flüge nach Berlin (siehe Abbildung 41).

Die Bahn kann, wie auch in den vorhergegangenen Beispielen, trotz weniger Verbindungen mehr Personen Transportieren. Das Flugzeug kann je nach Anzahl der Flüge zwischen 189 und 945 Personen nach Berlin fliegen. Das ist nur unweit weniger als die Kapazität des Fernbusses, welche 1.125 Personen pro Woche beträgt (siehe Abbildung 42).

Bezüglich des Ticketpreises ist diesmal die Bahn am teuersten. Ein Ticket kostet mit 128€ mehr als das teuerste Flugticket. Bei einer frühen Buchung senkt sich der Ticketpreis bei der Bahn um ca. die Hälfte, während das Flugticket bis auf 11€ sinkt. Geschuldet ist der billige Flugpreis durch die Billigairline Ryanair. Der Fernbuspreis ist konstant niedrig zwischen 29€-38€, und daher auch die billigste Variante, wenn man spontan verreist (siehe Abbildung 43).

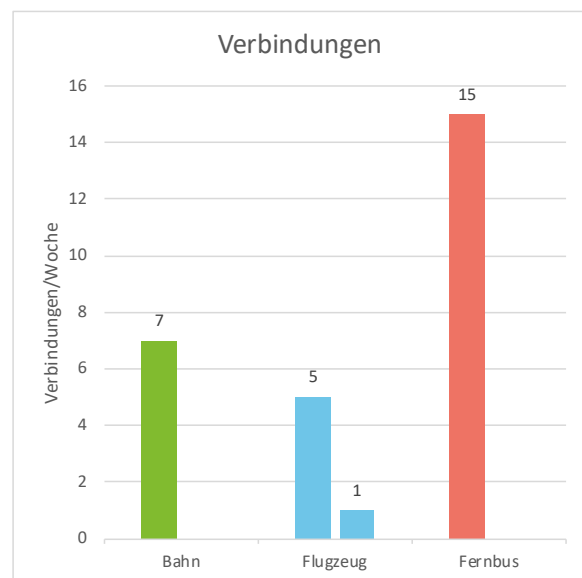


Abbildung 41: Verbindungen pro Woche

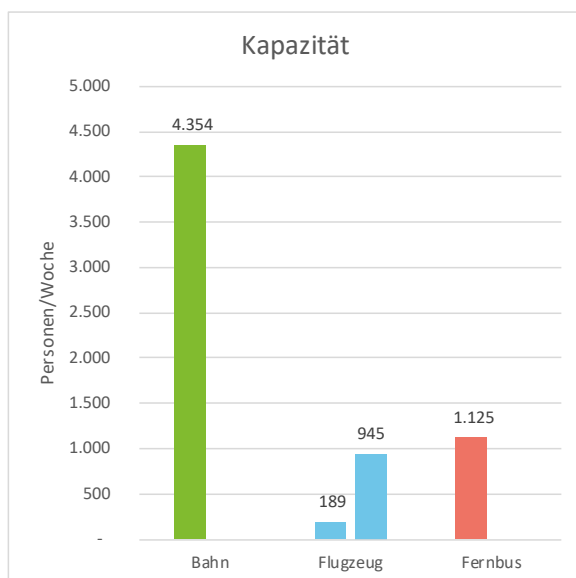


Abbildung 42: Kapazität pro Woche

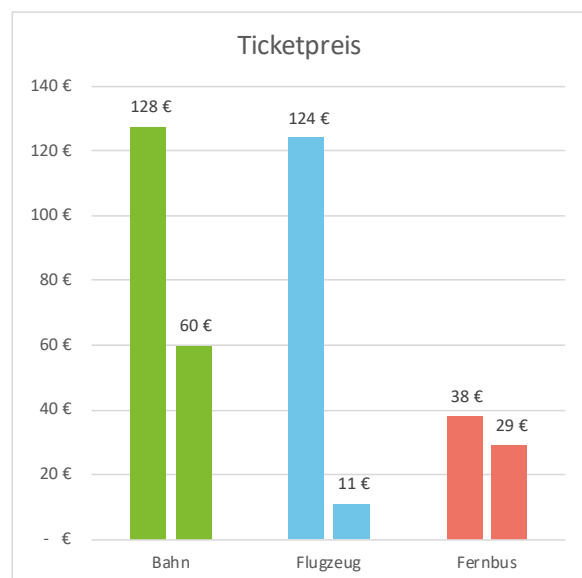


Abbildung 43: Ticketpreis

3.5.4. Umweltbelastung

Für die Berechnung der Umweltauswirkungen wird wie im Beispiel Bratislava-Warschau mit den Daten der internationalen Flüge gerechnet. Wie in den vorherigen Diagrammen ist wieder auf den unterschiedlichen Besetzungsgrad zu achten.

Obwohl nach dem gleichen Schema gerechnet wird, unterscheidet sich insbesondere Abbildung 44 von den anderen Diagrammen (siehe Abbildung 14, 24 und 34). Die Verhältnisse der Emissionen der Hauptverkehrsmittel sind in den Diagrammen aber gleich. Die Darstellung der Ergebnisse wird manipuliert. Grund dafür ist die Skala der Personenkilometer, welche nicht in Relation steht mit der Skala der Fahrzeugkilometer. Nachgerechnet ist die Relation der emittierten Kilogramm CO₂ pro Personenkilometer zwischen Bahn und Bus zwischen 1:3,5 und 1:4,5 (in den jeweiligen Verbindungen Prag, Kosice, Warschau und Berlin).

Das Verhältnis der Daten in den Abbildungen 44, 45 und 46 ähneln sehr den Diagrammen der vorher analysierten Umweltauswirkungen.

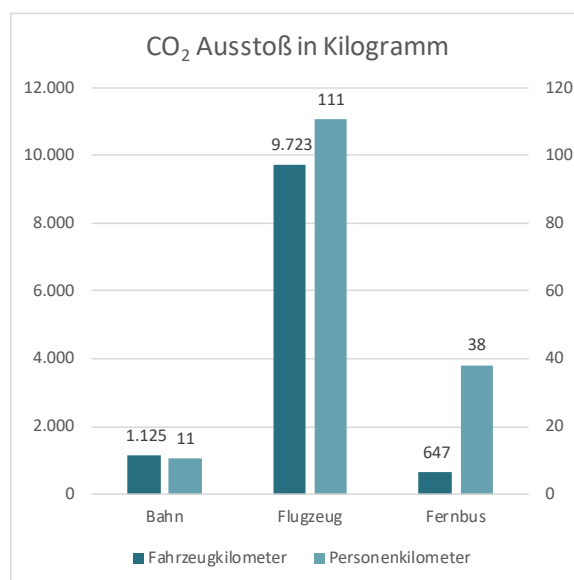


Abbildung 44: CO₂ Ausstoß in Kilogramm

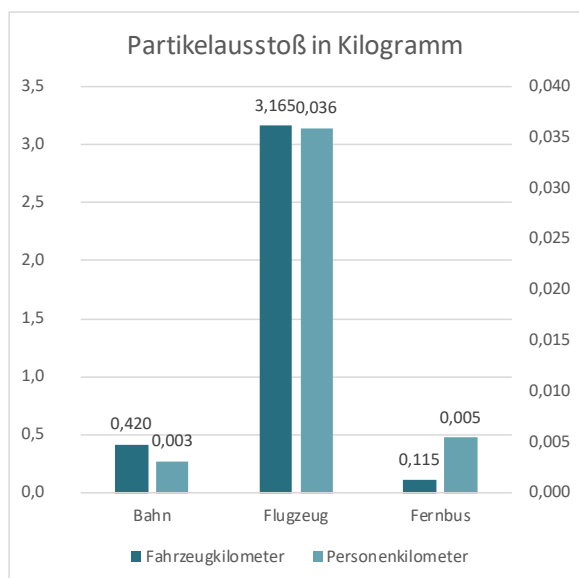


Abbildung 45: Partikelausstoß in Kilogramm

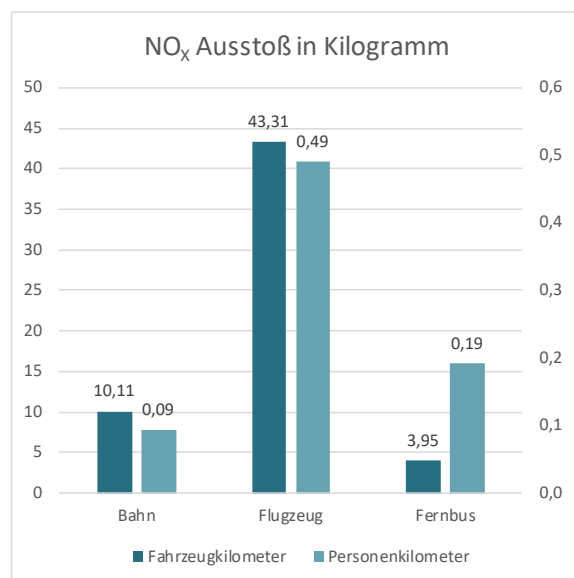


Abbildung 46: NO_x Ausstoß in Kilogramm

4. Vergleich der Ergebnisse

In diesem Kapitel werden alle präsentierten Daten zusammengefügt und in jeweils einem Diagramm abgebildet. Somit lässt sich nicht nur zwischen den Hauptverkehrsmitteln, sondern auch zwischen den Verbindungen Vergleiche anstellen

In Abbildung 47 wird, im Gegensatz zu den Quellen-Zielen-Zeiten Schemata, ein Zeit-Weg Diagramm aller Verbindungen präsentiert. Dadurch werden neue Vergleiche zwischen den Verbindungen und Hauptverkehrsmittel möglich.

Interessant ist, dass sich auf den grünen Punkten der Eisenbahn eine lineare Linie auflegen lässt (Anm.: der grüne Punkt auf der Achse Berlin befindet sich unter dem roten Punkt des Fernbusses). Das bedeutet, dass die zurückgelegte Strecke mit der Reisezeit korreliert.

Die blauen Punkte des Flugzeuges befinden sich hingegen auf einer geraden, quasi nicht steigenden Linie. Das ist auf die hohe Fluggeschwindigkeit zurückzuführen. Auf jeder Verbindung benötigt das Flugzeug nur ca. eine Stunde Flugzeit. Ausschlaggebender sind hingegen die An- und Abreisen vom/zum Flughafen.

Eine Korrelation zwischen Strecke und Reisezeit ist beim Fernbus nicht zu erkennen. Während sich die Distanzen zwischen Prag und Kosice sowie zwischen Warschau und Berlin nur wenig unterscheiden, steigt bzw. sinkt die Reisezeit unverhältnismäßig hoch. Während sich die Luftliniendistanz zwischen Prag und Kosice um nur 24 Kilometer erhöht, braucht der Fernbus aber fast drei Stunden länger für die Strecke. Im Gegensatz dazu ist die Luftliniendistanz nach Berlin um 20 Kilometer größer als nach Warschau, braucht der Fernbus aber wiederum drei Stunden länger für diese Strecke.

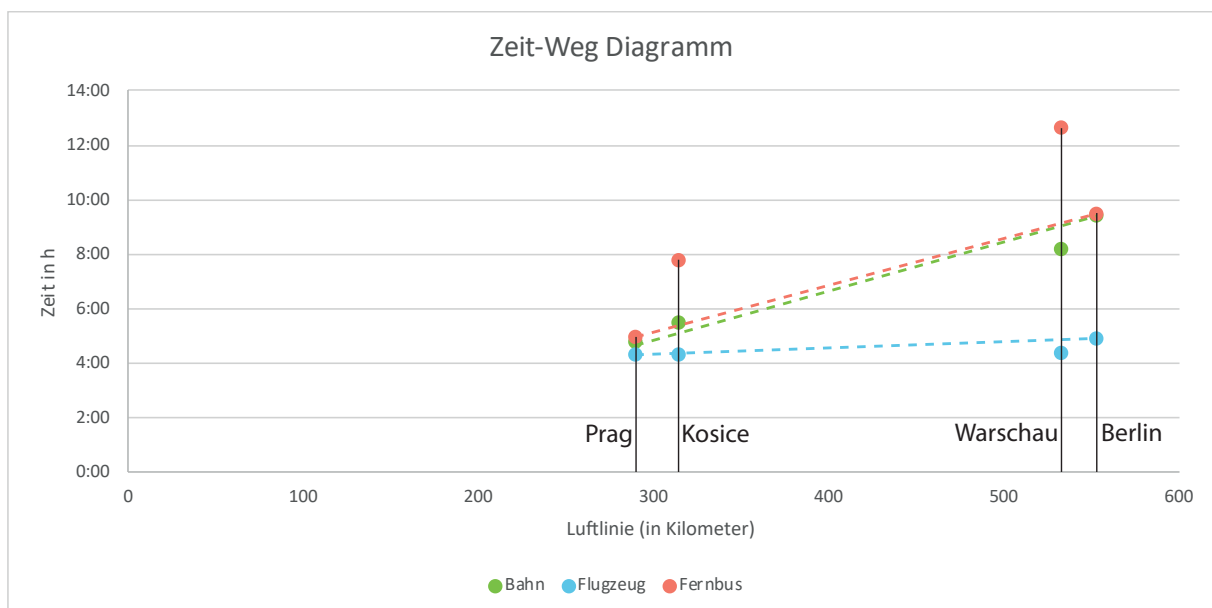


Abbildung 47: Zeit-Weg Diagramm. Vergleich aller Städte

In Abbildung 48 zeigt sich ein klares Bild: Mit Zug und Fernbus gibt es eine große Anzahl an Verbindungen pro Woche nach Prag und Kosice. Diese Anzahl verringert sich nach den doppelt so weit entfernten Destinationen Warschau und Berlin. Wobei Zug und Fernbus immer mehr Verbindungen anbieten als das Flugzeug. Die Flugverbindungen sind durchgehend niedrig.

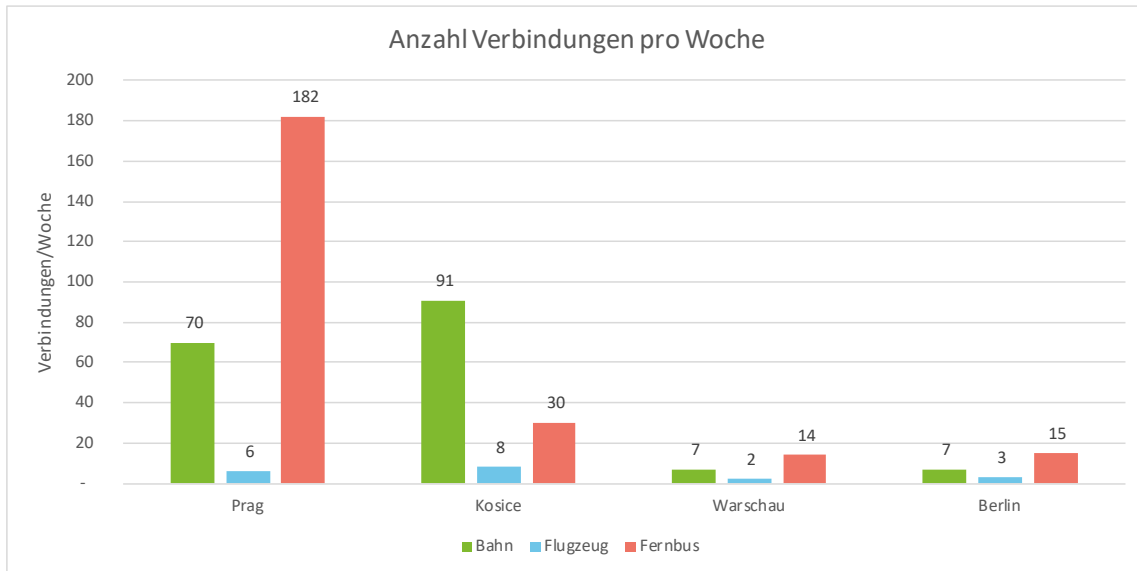


Abbildung 48: Vergleich der durchschnittlichen Verbindungen

Im Gegensatz zum vorherigen Diagramm zeigt Abbildung 49 ein anderes Bild. In diesem Fall weist die Bahn immer die größten Kapazitäten auf. Die hohe Anzahl an Personen pro Woche bei der Verbindung nach Kosice verzerrt das Diagramm. Dadurch erscheinen auch die Zugkapazitäten nach Warschau und Berlin minimal zu sein. Das liegt auch an der niedrigen Anzahl an Verbindungen, und weil es sich bei Kosice um eine nationale Verbindung handelt. Durch die lange Reisezeit ist es schwierig im regelmäßigen Takt Verbindungen anzubieten, da diese dann zu unattraktiven Zeiten in der Nacht am Zielbahnhof ankommen würden. Die Kapazitäten der Flugverbindungen sind immer die niedrigsten.

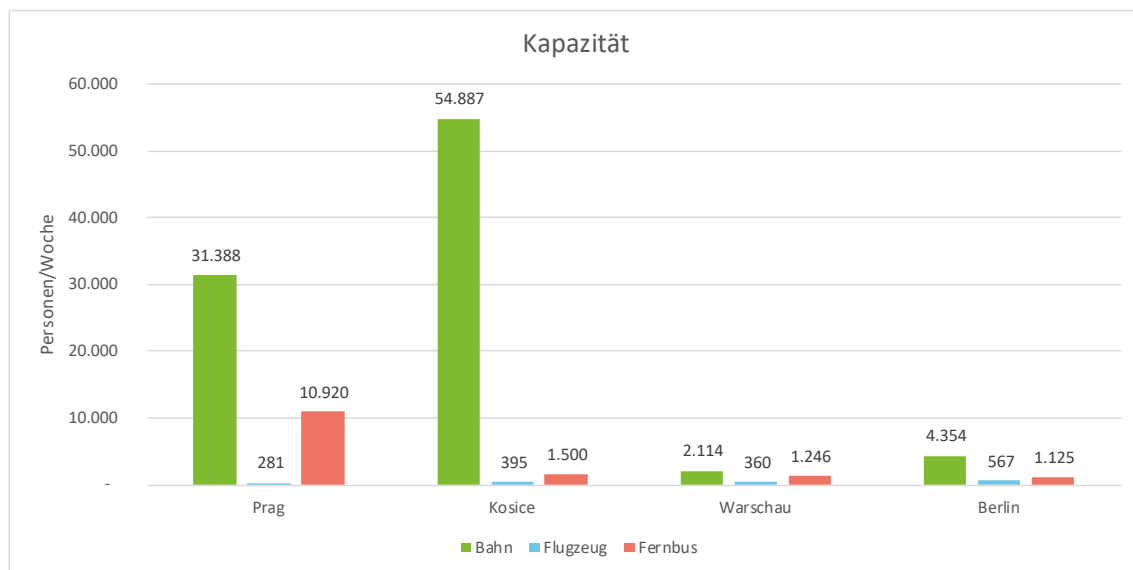


Abbildung 49: Vergleich der durchschnittlichen Kapazität

Die Ticketpreise (in Abbildung 50) stehen in keiner Relation zur zurückgelegten Strecke. Es fällt auf, dass die Zugverbindungen in der Slowakei und Tschechien günstig sind. Eine vierstündige Zugfahrt beläuft sich höchstens auf 22€, kann aber im Idealfall nur 9€ kosten. Auf den Zugfahrten außerhalb des ehemaligen tschechoslowakischen Raum verteuern sich die Zugtickets auf ein Vielfaches. Die Flugtickets weisen eine hohe Schwankungsbreite auf. Die billigsten Flugtickets nach Kosice sind immer noch 2.5-mal höher als die teuersten Zug- und Fernbustickets. Diese Verhältnisse ändern sich bei den Verbindungen nach Warschau und Berlin. Geschuldet durch günstige Angebote der Billigairlines (hier Ryanair und Wizzair) unterbieten die billigsten Flugtickets die Bahntickets und sogar die Fernbuspreise, jedoch nur bei einer zeitgerechten Buchung. Bei den Fernbustickets ist hingegen auffallend, dass diese konstant niedrig sind. Der Unterschied zwischen teuerstes und billigstes Fernbusticket ist im Vergleich zu den anderen Hauptverkehrsmittel minimal.

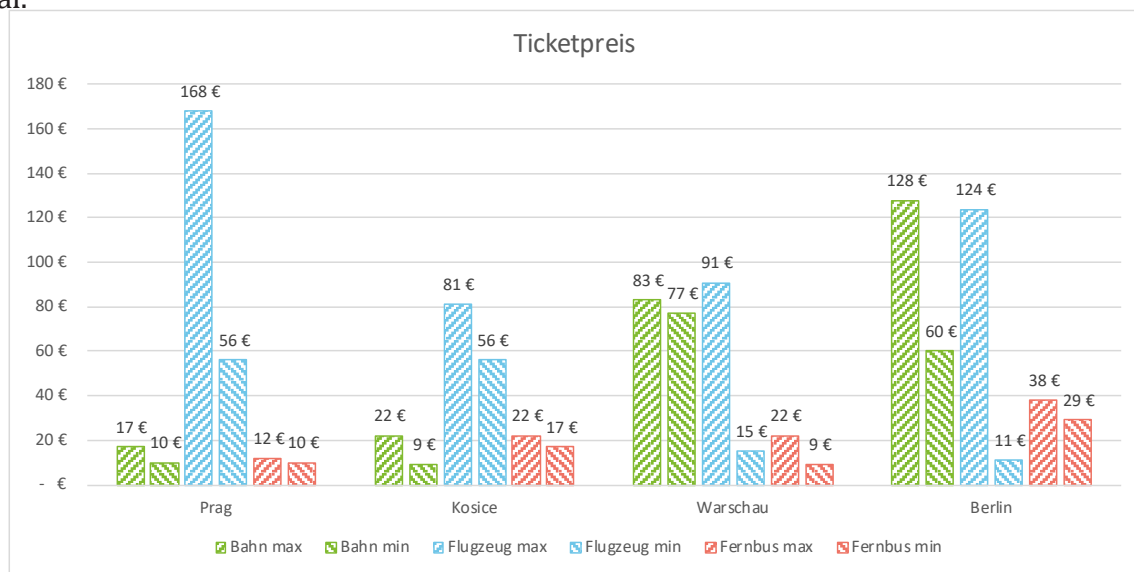


Abbildung 50: Vergleich der Ticketpreise

4.1. Conclusio

Die Eisenbahn bietet viele und vor allem regelmäßige Verbindungen an. Insbesondere bei den Verbindungen nach Prag und Kosice stellt diese gemessen nach Reisezeit eine Konkurrenz zum Flugverkehr dar. Aufgrund der hohen Anzahl an Verbindungen, der hohen Kapazität und der niedrigen Ticketpreisen, stellt die Bahn bei lang geplanten, als auch bei spontanen Reisen in diese Städte eine gute Option dar.

Das Flugzeug weist in jeder analysierten Verbindung die kürzeste Zentrum-zu-Zentrum Reisezeit auf. Doch sind die Verbindungen äußerst unregelmäßig und die Kapazitäten sehr niedrig. Überdies sind die Flugverbindungen, mit Ausnahme bei Berlin, immer die teuersten. Daher eignet sich das Hauptverkehrsmittel Flugzeug bei einer früh geplanten Reise.

Der Fernbus bietet in die jeweiligen Städte, mit Ausnahme von Kosice, immer die meisten Verbindungen an. Die Kapazität ist zwar niedriger als bei der Bahn, aber höher als mit dem Flugzeug. Die Reisezeiten sind nach Prag und Berlin fast ident mit der Reisezeit der Eisenbahn. Nur nach Kosice und Warschau benötigt man drei Stunden länger. Hingegen ist der Ticketpreis des Fernbusses immer sehr niedrig, und stellt insbesondere bei den Verbindungen nach Warschau und Berlin eine Preiskonkurrenz zu Bahn und Flugzeug dar. Aufgrund der Ticketpreise und der Anzahl an Verbindungen eignet sich der Fernbus bei sehr spontan geplanten Reisen.

Aufgrund der geographischen Nähe und der Konkurrenz-Kooperationssituation Flughafen Wien – Flughafen Bratislava lässt sich die getätigte Aussage von Heinz Högelsberger – Dritte Piste Saga – auch auf Bratislava umformen. Diese besagt, dass jetzt schon gut die Hälfte aller Flugdestinationen mit der Bahn direkt zu erreichen sind. Wie in Abbildung 2 ersichtlich ist, führen 23 Flüge auf eine Insel oder außerhalb Kontinentaleuropas und sind daher nicht mit der Bahn zu erreichen. Bei den anderen 23 Flüge innerhalb Kontinentaleuropas sind nur 5 Destinationen direkt mit der Bahn zu erreichen. Damit ist schnell klar, dass die Aussage von Högelsberger, bezogen auf Bratislava, nicht stimmt. Wenn man die Fernbusse miteinbezieht, kommt man auf 10 von 23 Destinationen, welche mit dem Fernbus und Flugzeug direkt erreichbar sind. Das ist knapp aber nicht die Hälfte.

4.2. Offene Fragestellung

Bei der Recherche der Bachelorarbeit vertieft man sich in Themen und kommt auf neue Ideen. Dabei werden immer die Grenzen einer solchen Abschlussarbeit aufgezeigt, und man muss seine Themen eingrenzen. So sind auch bei der Bearbeitung dieses Themas neue Fragen aufgekommen, die in dieser Arbeit keinen Platz mehr finden, sich aber für fortführende Arbeiten eignen.

Eine sehr interessante Fragestellung ist ein quantitatives Ranking zwischen den Hauptverkehrsmitteln. Dabei kann man unterschiedlich vorgehen und das Ranking auf Basis qualitativer und/oder quantitativer Daten erstellen. Überlegungen dazu sind:

Ranking nach Personengruppe: welches Verkehrsmittel eignet sich für welche Personengruppe. Welche Personengruppen definiert man und welche Ansprüche haben sie? Das können zum Beispiel Geschäftsreisende, Familien, oder Studierende sein. Andere Eingrenzungen könnte man auch mit den Sinus-Milieus vornehmen. In dieser Frage eignen sich quantitative als auch qualitative Rechnungsmethoden.

Gewichtung der analysierten Daten: je nachdem wie man Reisezeit, Verbindungen, Kapazität, Ticketpreis und die Umweltauswirkungen gewichtet, ergeben sich verschiedenen Ergebnisse. Darüber hinaus ist es auch möglich weitere Faktoren einer Zentrum-zu-Zentrum Reise zu analysieren und in eine Gewichtung einfließen zu lassen. Alleine die wissenschaftliche Erarbeitung eines Rankings würde den Rahmen einer ganzen Bachelorarbeit füllen.

Diese Arbeit bietet nur einen oberflächlichen Einblick in einer Zentrum-zu-Zentrum Analyse mit intermodalen Verkehrswegen. Einige Unterthemen können auch genauer erarbeitet werden. Beispielsweise sind die Umweltauswirkungen mit unterschiedlich hohen Besetzungsgraden zu rechnen, damit zwischen den Hauptverkehrsmitteln ein fairer Vergleich möglich ist. Überdies könnte man den durchschnittlichen Besetzungsgrad auch auf den spezifischen Strecken errechnen, doch diese Daten sind sehr schwer zu besorgen. Mehr noch, kann man die Umweltauswirkungen der Zu- und Abfahrtswegen auch mitberechnen. Andere Angebote, in Österreich zum Beispiel die ÖBB Vorteils card oder Flugmeilen, können in den Ticketpreis eingerechnet werden und somit niedrigere Preise erörtert werden, wenn die Strecke oft gefahren wird.

Diese genannten Themen haben in dieser Arbeit leider keinen Platz gefunden. Sie können aber als Anreiz dienen, diese Themen oder ähnliche in einer weiterführenden Arbeit oder Diplomarbeit behandelt werden.

5. Quellenverzeichnis

- **Bratislava Airport:** Sommerflugplan. [www.bts.aero](http://www.bts.aero/en/flights/flight-schedule-summer-2018/departures/). Link: <https://www.bts.aero/en/flights/flight-schedule-summer-2018/departures/>. Aufgerufen am 24.10.2017
- **Dichler, Martin** (2017): Bratislava: Kleiner Nachbar mit starken Zuwächsen. [Austriaviation.net](http://www.austriaviation.net/detail/bratislava-kleiner-nachbar-mit-starken-zuwaechsen/). Link: <http://www.austriaviation.net/detail/bratislava-kleiner-nachbar-mit-starken-zuwaechsen/>. Aufgerufen am 14.08.2018
- **Hauger, Georg** (2003): Grundlagen der Verkehrsökologie. In: Österreichischer Kunst- und Kulturverlag, Wien
- **Högelsberger, Heinz** (2017): Dritte Starbahn - was hinter der Aufregung steckt. Wiener Zeitung. Link: https://www.wienerzeitung.at/meinungen/gastkommentare/882730_Dritte-Startbahn-was-hinter-der-Aufregung-steckt.html. Aufgerufen am 13.08.2018
- **Kerpedjiev, Peter** (2015): Isochrone Maps of Europe. Empty Pipes. Link: <http://emptypipes.org/2015/05/20/ape-isochrone-map/>. Aufgerufen am 17.01.2018
- **Salzburger Nachrichten** (2017): Wiener Flughafen lobbyiert auf eigener Homepage für dritte Piste. Link: <https://www.sn.at/wirtschaft/oesterreich/wiener-flughafen-lobbyiert-auf-eigener-homepage-fuer-dritte-piste-7934770>. Aufgerufen am 13.08.2018
- **Wiener Zeitung** (2017): UVP fertig - Grünes Licht für dritte Piste. Link: https://www.wienerzeitung.at/nachrichten/oesterreich/chronik/471732_UVP-fertig-Gruenes-Licht-fuer-dritte-Piste.html?em_cnt=471732. Aufgerufen am 13.08.2018)

6. Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Eigene Darstellung. Grundlage: Google Earth. Informationen aus: Bratislava Airport. Winterflugplan. Link: <https://www.bts.aero/en/flights/flight-schedule-winter-2017-18/arrivals/>. Aufgerufen am 14.11.2017 Sommerflugplan. Link: <https://www.bts.aero/en/flights/flight-schedule-summer-2017/departures/>. Aufgerufen am 14.11.2017
- Abbildung 2: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 1; Abbildung 3. Abfrage nach Busverbindungen auf goeuro.at. Link: <https://www.goeuro.at/>. Aufgerufen am 14.10.2017
- Abbildung 3: Eigene Darstellung. Grundlage: Google Earth. Informationen aus: Abfrage nach Zugverbindungen auf fahrplan.oebb.at. Link: <http://fahrplan.oebb.at/bin/query.exe/dn>. Aufgerufen am 14.10.2017
- Abbildung 4: Eigene Darstellung. Screenshots aus: emptypipes.org. Link: <http://emptypipes.org/2015/05/20/europe-isochrone-map/>. Aufgerufen am 15.01.2018
- Abbildung 5: Eigene Darstellung. Grundlage: Google Earth. Informationen aus: Abbildung 1; Abbildung 4.
- Abbildung 6: Eigene Darstellung. Grundlage: Google Earth. Informationen aus: Abfrage nach Verbindungen des öffentlichen Personennahverkehrs auf imhd.sk. Link: <https://imhd.sk/ba/journey-planner>. Aufgerufen am 21.10.2017

- Abbildung 7: Eigene Darstellung. Grundlage: Google Earth; rome2rio.com. Informationen aus: Abfrage nach Zugverbindungen auf fahrplan.oebb.at. Link: <http://fahrplan.oebb.at/bin/query.exe/dn>. Aufgerufen am 21.10.2017. Abfrage nach Flugverbindungen auf checkfelix.com. Link: <https://www.checkfelix.com/>. Aufgerufen am 21.10.2017. Abfrage nach Busverbindungen auf goeuro.at. Link: <https://www.goeuro.at/>. Aufgerufen am 21.10.2017.

- Abbildung 8: Eigene Darstellung. Grundlage: Google Earth. Informationen aus: Abfrage nach Verbindungen des öffentlichen Personennahverkehrs auf dpp.cz. Link: <http://www.dpp.cz/de/>. Aufgerufen am 24.10.2017

- Abbildung 9: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 6; Abbildung 7; Abbildung 8.

- Abbildung 10: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 6; Abbildung 7; Abbildung 8. Mit modifizierten Umsteigezeiten

- Abbildung 11: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 7.

- Abbildung 12: Eigene Darstellung. Informationen aus: vagonweb.cz. Link 1: <https://www.vagonweb.cz/razeni/vlak.php?zeme=ZSSK&kategorie=EC&cislo=274&nazev=Jaroslav%20Ha%C5%A1ek&rok=2017#2017-10-23>. Aufgerufen am 24.10.2017. Link 2: <http://vagonweb.cz/razeni/vlak.php?zeme=RJ&kategorie=RJ&cislo=1038&nazev=RegioJet&rok=2017&lang=de#2017-10-15>. Aufgerufen am 25.10.2017. Link 3: <http://www.vagonweb.cz/razeni/vlak.php?zeme=START&nazev=Metropol&cislo=476&rok=2017&lang=de&styl=r#v19875>. Aufgerufen am 25.10.2017. csa.cz. Link: <https://www.csa.cz/ch-de/flugzeugflotte/>. Aufgerufen am 24.10.2017. irizar.com. Link: <http://www.irizar.com/en/autobuses-y-autocares/autocares/irizar-i8-integral/>. Aufgerufen am 25.10.2017

- Abbildung 13: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abfrage nach Ticketpreisen auf slovakrail.sk; regiojet.at; checkfelix.at; goeuro.com. Link 1: <http://www.slovakrail.sk/en.html>. Aufgerufen am 25.10.2017. Link 2: <https://www.regiojet.at/>. Aufgerufen am 25.10.2017. Link 3: <https://www.checkfelix.com/flights/>. Aufgerufen am 21.10.2017. Link 4: <https://www.goeuro.at>. Aufgerufen am 25.10.2017

- Abbildung 14: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 7; Tabelle 2 und 3

- Abbildung 15: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 7; Tabelle 2 und 3

- Abbildung 16: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 7; Tabelle 2 und 3

- Abbildung 17: Eigene Darstellung. Grundlage: Google Earth; rome2rio.com. Informationen aus: Abfrage nach Zugverbindungen auf fahrplan.oebb.at. Link: <http://fahrplan.oebb.at/bin/query.exe/dn>. Aufgerufen am 21.10.2017. Abfrage nach Flugverbindungen auf checkfelix.com. Link: <https://www.checkfelix.com/>. Aufgerufen am 21.10.2017. Abfrage nach Busverbindungen auf goeuro.at. Link: <https://www.goeuro.at/>. Aufgerufen am 21.10.2017.

- Abbildung 18: Eigene Darstellung. Grundlage: Google Earth. Informationen aus: Abfrage nach Verbindungen des öffentlichen Personennahverkehrs auf mhdspoje.cz. Link: <http://www.mhdspoje.cz/jrw50/kosice.php?page=1>. Aufgerufen am 24.10.2017

- Abbildung 19: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 6, 17 und 18
- Abbildung 20: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 6, 17 und 18. Mit modifizierten Umsteigezeiten
- Abbildung 21: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 17
- Abbildung 22: Eigene Darstellung. Informationen aus:
vagonweb.cz. Link 1: <http://www.vagonweb.cz/razeni/vlak.php?zeme=CD&kategorie=EC&cislo=172&nazev=Hungaria&rok=2017&lang=de>. Aufgerufen am 28.11.2017. Link 2: <http://vagonweb.cz/razeni/vlak.php?zeme=RJ&kategorie=RJ&cislo=1038&nazev=RegioJet&rok=2017&lang=de#2017-10-15>. Aufgerufen am 28.10.2017. csa.cz. Link: <https://www.csa.cz/ch-de/flugzeugflotte/>. Aufgerufen am 28.11.2017. irizar.com. Link: <http://www.irizar.com/en/autobuses-y-autocares/autocares/irizar-i8-integral/>. Aufgerufen am 28.11.2017
- Abbildung 23: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abfrage nach Ticketpreisen auf slovakrail.sk; regiojet.at; checkfelix.at; goeuro.com. Link 1: <http://www.slovakrail.sk/en.html>. Aufgerufen am 28.11.2017. Link 2: <https://www.regiojet.at/>. Aufgerufen am 28.11.2017. Link 3: <https://www.checkfelix.com/flights/>. Aufgerufen am 28.11.2017. Link 4: <https://www.goeuro.at>. Aufgerufen am 28.11.2017
- Abbildung 24: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 17; Tabelle 2 und 3
- Abbildung 25: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 17; Tabelle 2 und 3
- Abbildung 26: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 17; Tabelle 2 und 3
- Abbildung 27: Eigene Darstellung. Grundlage: Google Earth; rome2rio.com. Informationen aus: Abfrage nach Zugverbindungen auf fahrplan.oebb.at. Link: <http://fahrplan.oebb.at/bin/query.exe/dn>. Aufgerufen am 25.10.2017. Abfrage nach Flugverbindungen auf checkfelix.com. Link: <https://www.checkfelix.com/>. Aufgerufen am 25.10.2017. Abfrage nach Busverbindungen auf goeuro.at. Link: <https://www.goeuro.at/>. Aufgerufen am 25.10.2017.
- Abbildung 28: Eigene Darstellung. Grundlage: Google Earth. Informationen aus: Abfrage nach Verbindungen des öffentlichen Personennahverkehrs auf ztm.waw.pl. Link: <http://www.ztm.waw.pl/index.php?c=126&l=2>. Aufgerufen am 25.10.2017
- Abbildung 29: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 6, 27 und 28
- Abbildung 30: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 6, 27 und 28. Mit modifizierten Umsteigezeiten
- Abbildung 31: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 27
- Abbildung 32: Eigene Darstellung. Informationen aus:
vagonweb.cz. Link: <http://www.vagonweb.cz/razeni/vlak.php?zeme=CD&kategorie=EC&cislo=172&nazev=Hungaria&rok=2017&lang=de>. Aufgerufen am 28.11.2017. wizzair.com. Link: <https://wizzair.com/en-gb/information-and-services/about-us/company-information#/>. Aufgerufen am 14.01.2018. polskibus.com. Informationen aus Ticketkauf. Link: <http://www.polskibus.com/EN/our-strengths.htm>. Aufgerufen am 07.01.2018

- Abbildung 33: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abfrage nach Ticketpreisen auf czech-transport.com; checkfelix.com; polskibus.com. Link 1: https://czech-transport.com/index.php?menu_id=papertickets&page=2#navbar. Aufgerufen am 28.11.2017. Link 2: <https://www.checkfelix.com/>. Aufgerufen am 28.11.2017. Link 3: <http://www.polskibus.com>. Aufgerufen am 28.11.2017

- Abbildung 34: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 27; Tabelle 2 und 3

- Abbildung 35: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 27; Tabelle 2 und 3

- Abbildung 36: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 27; Tabelle 2 und 3

- Abbildung 37: Eigene Darstellung. Grundlage: Google Earth; rome2rio.com. Informationen aus: Abfrage nach Zugverbindungen auf fahrplan.oebb.at. Link: <http://fahrplan.oebb.at/bin/query.exe/dn>. Aufgerufen am 25.10.2017. Abfrage nach Flugverbindungen auf checkfelix.com. Link: <https://www.checkfelix.com/>. Aufgerufen am 25.10.2017. Abfrage nach Busverbindungen auf goeuro.at. Link: <https://www.goeuro.at/>. Aufgerufen am 25.10.2017.

- Abbildung 38: Eigene Darstellung. Grundlage: Google Earth. Informationen aus: Abfrage nach Verbindungen des öffentlichen Personennahverkehrs auf bvg.de. Link: <https://www.bvg.de/de/Fahrinfo>. Aufgerufen am 28.11.2017

- Abbildung 39: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 6, 37 und 38

- Abbildung 40: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 6, 37 und 38. Mit modifizierten Umsteigezeiten

- Abbildung 41: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 37

- Abbildung 42: Eigene Darstellung. Informationen aus: vagonweb.cz. Link: <https://www.vagonweb.cz/razeni/vlak.php?zeme=CD&kategorie=EC&cislo=172&nazev=Hungaria&rok=2017&lang=de>. Aufgerufen am 28.11.2017. ryanair.com. Link: <https://www.ryanair.com/at/de/nutzliche-infos/uber-uns/unsere-flotte>. Aufgerufen am 28.11.2017. Nachfrage der Buskapazität bei Herrn Chrysant Ebner (Externer Lektor beim Forschungsbereich für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik).

- Abbildung 43: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abfrage nach Ticketpreisen auf bahn.de; checkfelix.com; goeuro.com. Link 1: <https://www.bahn.de/p/view/index.shtml>. Aufgerufen am 05.12.2017. Link 2: <https://www.checkfelix.com/>. Aufgerufen am 05.12.2017. Link 3: <https://www.goeuro.at>. Aufgerufen am 05.12.2017

- Abbildung 44: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 37; Tabelle 2 und 3

- Abbildung 45: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 37; Tabelle 2 und 3

- Abbildung 46: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 37; Tabelle 2 und 3

- Abbildung 47: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 9, 19, 29 und 39

- Abbildung 48: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 11, 21, 31 und 41

- Abbildung 49: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildung 12, 22, 32 und 42

- Abbildung 50: Eigene Darstellung. Informationen aus: Abbildungen 13, 23, 33 und 43

- Tabelle 1: Eigene Darstellung. Informationen aus: eigene Überlegung
- Tabelle 2: Informationen aus: Umweltbundesamt.at. Link: http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/verkehr/1_verkehrsmittel/EKZ_Fzkm_Verkehrsmittel.pdf. Aufgerufen am 20.12.2017
- Tabelle 3: Informationen aus: Umweltbundesamt.at. Link: http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/verkehr/1_verkehrsmittel/EKZ_Pkm_Tkm_Verkehrsmittel.pdf. Aufgerufen am 20.12.2017
- Tabelle 4: Informationen aus: Umweltbundesmat.at. Link: http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/verkehr/1_verkehrsmittel/EKZ_Pkm_Tkm_Verkehrsmittel.pdf. Aufgerufen am 20.12.2017
- Tabelle 5: Informationen aus: Abbildung 9 und 10
- Tabelle 6: Informationen aus: Abbildung 19 und 20
- Tabelle 7: Informationen aus: Abbildung 29 und 30
- Tabelle 8: Informatinoen aus: Abbildung 39 und 40