

Klimaschutz auf der Mittelstrecke Flugzeug- und autofreies Reisen in Europa

Ergebnisbericht



Bahnhof von Bordeaux

Autor*innen: Felizitas Clemens (FAR), Eke Eijgelaar (CSTT), Regine Gwinner (fairkehr), Karsten Liebster, Kathrin Müller (FAR), Melissa Münch (FAR), Franziska Rottig (ZENAT), Laura Stolle (fairkehr), Wolfgang Strasdas (ZENAT), Petra Thomas (FAR), Jasmin Zegger (FAR)

Gesamtredaktion: Wolfgang Strasdas

März 2023

Gefördert durch:

Inhaltsverzeichnis

1. Anreisemöglichkeiten in europäische Urlaubsregionen	4
1.1 Auswahl der Destinationen	5
1.2 Identifikation der Anreiserouten	7
1.3 Ergebnisse	11
2. Emissionsberechnungen	17
2.1 Methodik	18
2.1.1 Emissionsfaktoren Straßenverkehrsmittel	18
2.1.2 Emissionsfaktoren Bahn	19
2.1.3 Emissionsfaktoren Flugzeug	23
2.1.4 Emissionsfaktoren Fähren	24
2.2 Ergebnisse	28
3. Analyse der Reiseangebote des forum anders reisen und spezialisierter Buchungsplattformen	34
3.1 Reiseangebote des forum anders reisen	35
3.2 Buchungsportale	37
4. Handbuch für Reisebüros, Reiseveranstalter und andere Multiplikatoren	38
5. Zentrale Erkenntnisse und erforderliche Veränderungen	38

Ausgangssituation

Durchschnittlich entfallen ca. 75% der Treibhausgasemissionen einer Reise auf den Verkehr (UNWTO/UNEP 2008). Gleichzeitig sind die Emissionen in diesem Sektor bis zur Coronakrise absolut gestiegen statt gesunken. Eine der effektivsten Maßnahmen, um Verkehrsemissionen zu senken, ist der Umstieg auf emissionsärmere Verkehrsmittel, vor allem Bahn und Bus, die im deutschen Urlaubsreiseverkehr jedoch nur für ca. 10% der Reisen genutzt werden (FUR 2023). Dies hat sich während der Pandemie nicht wesentlich verändert. Es fand lediglich eine Verschiebung vom Flugzeug zum PKW statt.

Auf der Fernstrecke ist das Flugzeug alternativlos, weshalb in der Diskussion um Klimaschutz im Tourismus häufig gefordert wird, verstärkt Urlaub im Inland zu machen, weil nur so auf das Flugzeug verzichtet werden könne. Bei dieser polarisierten Diskussion ist die Mittelstrecke aus dem Blickfeld geraten. Dabei verbringen knapp zwei Drittel der Deutschen ihren Urlaub in Europa (außerhalb Deutschlands) und im Mittelmeerraum. Dieser Anteil ist im Vergleich zur Fernstrecke infolge Corona sogar noch gestiegen. Das Flugzeug (und daneben der PKW, zunehmend auch Wohnmobile) ist dabei das dominierende Verkehrsmittel und wird landläufig, einschließlich Fachleuten in der Tourismusbranche, auch auf der Mittelstrecke für praktisch alternativlos gehalten. In der Konsequenz entsteht so ein großer Teil der Emissionen des deutschen Reiseverkehrs durch Flug- und PKW-Reisen innerhalb Europas (Gössling et al. 2017).

Dass man in viele Länder Europas auch unter den derzeitigen Bedingungen schnell, bequem und preiswert mit Bahn, Bus und Schiff reisen kann, ist weitgehend unbekannt, auch bei Reisemittlern. Lediglich eine sehr geringe Anzahl von Spezialisten bieten landgebundene Urlaubsreisen (ggf. auch mit Fährüberfahrten) an (siehe Kap. 3). Durch seine zentrale Lage in Europa ist Deutschland in dieser Hinsicht privilegiert. Viele beliebte Urlaubsziele, auch am Mittelmeer, sind mit Hochgeschwindigkeitszügen an einem Tag erreichbar. Nachtzüge und Nachtfähren erweitern den Radius innerhalb von 24 Stunden erreichbarer Destinationen noch einmal erheblich. Informationen über Verbindungen, Tickets usw. sind jedoch meist verstreut und schwer aufzufinden. Durchgehende Buchungen über die gesamte Reisedistanz sind praktisch nicht möglich.

Projektziele

Das Projekt „Klimaschutz auf der Mittelstrecke“ will konkrete Möglichkeiten aufzeigen, auch innerhalb Europas klimafreundlich zu reisen, und diese Möglichkeiten an Reisemittler, DMOs und andere Multiplikatoren kommunizieren. Dadurch kann ein Beitrag geleistet werden, den Anteil von Bahn und Bus am touristischen Verkehrsaufkommen zu erhöhen und damit die Gesamtemissionen des deutschen Reiseverkehrs zu senken. Indirekt könnte auf diese Weise das Image Europas und des Mittelmeerraums als vielfältiges, gleichzeitig nachhaltig zu bereisendes Zielgebiet auf dem deutschen Markt ausgebaut und damit der Marktanteil von Mittelstrecke-Destinationen gegenüber den klimaschädlicheren Fernreisen dauerhaft erhöht werden.

Erwartet wird zunächst eine Bewusstseinsbildung für die bloße Existenz und darüber hinaus die Potenziale land- und ggf. seegebundener Anreisen zu Urlaubsdestinationen in Europa, sowohl in der deutschen Reisebranche als auch in den betreffenden Destinationen und in der Öffentlichkeit. Die sich verschärfende Klimakrise sowie steigende Transport- und Emissionskosten werden den "modal shift" hin zum ÖPV sowie zu Reisen innerhalb Europas anstelle von Fernreisen möglicherweise weiter befördern. Reiseveranstalter können sich auf diese Situation durch die Entwicklung entsprechender

Angebote vorbereiten und mithin resilienter werden. Reisebüros können spezielles Wissen erwerben und sich in diesem wachsenden Segment positionieren. Bahn- und Busbetreiber könnten ihre Auslastung erhöhen und damit nicht nur klimafreundlicher (geringere Emissionen pro Personenkilometer), sondern auch profitabler werden.

Im Einzelnen verfolgt das Projekt die folgenden Ziele:

1. Ermittlung und Bewertung klimafreundlicher Anreisoptionen in für den deutschen Markt bedeutende europäische Urlaubsdestinationen, einschließlich Inseln (Mittelstrecke)
2. Berechnung der Treibhausgasemissionen der verschiedenen Verkehrsmittel und Routen, einschließlich Schiffsreisen
3. Analyse bestehender Reiseangebote (von Reiseveranstaltern und Reisemittlern) in die o.g. Destinationen bzgl. der An- und Abreise; Identifikation möglicher Hinderungsgründe für die Wahl klimaschonender Verkehrsmittel
4. Systematische Zusammenstellung und Aufbereitung von Informationen über klimafreundliches Reisen in Europa in Form eines digitalen Handbuchs (Zielgruppen: Reisemittler, DMOs und andere Multiplikatoren)

1. Anreisemöglichkeiten in europäische Urlaubsregionen¹

Zunächst wurde festgelegt, was unter einer Mittelstrecke zu verstehen ist. Der Begriff stammt aus der Luftfahrt. Es wird zwischen Kurz-, Mittel- und Langstrecke unterschieden, allerdings werden die Entfernungen je nach Quelle² etwas unterschiedlich definiert:

- Kurzstrecke: bis 800, bis 1.000 oder bis 1.500 km (Großkreisentfernung) oder max. 2 Std. Flugdauer
- Mittelstrecke: zwischen 800/1.000/1.500 bis 3.000/3.500/3.800 km
- Langstrecke: mehr als 3.000/3.500/3.800 km

Für dieses Projekt wurden jeweils die Mittelwerte ausgewählt, d.h. eine Mittelstrecke ist eine Entfernung zwischen 1.000 und 3.500 km.

Im zweiten Schritt wurden Abfahrtsorte in Deutschland festgelegt. Dabei sollten die Regionen Deutschlands in etwa gleich gleichermaßen repräsentiert sein. Im Ergebnis wurden die folgenden fünf Großstädte ausgewählt, die gleichzeitig über wichtige Flughäfen verfügen und Ausgangspunkte für Bahnfahrten ins Ausland sind:

- Frankfurt a.M. (geographischer Mittelpunkt Deutschlands, Abgangsbahnhof für Südwesteuropa, Großflughafen)
- Berlin (Abgangsbahnhof für Mittel-/Osteuropa)
- Hamburg (Abgangsbahnhof für Nordeuropa)
- Köln (Abgangsbahnhof für Westeuropa)

¹ Autoren: Karsten Liebster, Wolfgang Strasdas

² Quellen: VO des Europa-Parlamentes und des Europ. Rates (2004); Handbuch der Luftfahrt (2013).
www.atmosfair.de

- München (Abgangsbahnhof für Süd- und Südosteuropa, zweitgrößter Flughafen Deutschlands).

1.1 Auswahl der Destinationen

Im dritten Schritt wurden insgesamt 22 Destinationen ausgewählt. Dies geschah nach folgenden Kriterien:

1. Lage im Bereich der Mittelstrecke in Europa. Dabei kamen Destinationen in Frage, die vom am weitesten entfernten Abgangsort in Deutschland mindestens 1.000 km entfernt liegen (was von günstiger gelegenen Abgangsorten in Deutschland teilweise auch Distanzen umfasst, die noch im Bereich der Kurzstrecke liegen). Kleine, leicht erreichbare Nachbarländer wurden ausgeschlossen, weil diese fast durchweg Kurzstreckendestinationen sind. In Frage kamen jedoch weiter entfernte Regionen von Frankreich und Polen. Umgekehrt wurden die nicht-europäische Türkei, Tunesien und Marokko nicht berücksichtigt, obwohl sie noch im Bereich der Mittelstrecke liegen.
2. Destinationen sollten idealerweise administrativ abgegrenzte Regionen mit einer zuständigen Destinationsmanagementorganisation (DMO) sein.
3. Von deutschen Urlaubern am meisten bereiste Regionen. Hierfür wurden Zahlen der FUR-Reiseanalyse von 2019³ (punktuell auch von 2021) herangezogen. Ein Problem bestand jedoch darin, dass diese i.W. nur nach Ländern unterscheidet sowie punktuell noch nach beliebten Städtedestinationen sowie nach Großregionen in einigen größeren, stark bereisten Ländern wie Spanien und Italien. Innerhalb der Zielländer wurden die Regionen daher auch nach absoluten Übernachtungszahlen ausgewählt (auf der Ebene von NUTS-2 oder NUTS-3⁴), was jedoch nur eine gewisse Orientierung bietet, da darin auch Dienstreisen sowie Übernachtungen von Einheimischen und anderen Nationalitäten enthalten sind.
4. Neben den Besucherzahlen sollten die ausgewählten Destinationen auch einen gewissen geographischen Querschnitt von Europa abbilden.
5. Zusätzlich wurden Länder bzw. Regionen berücksichtigt, die sich durch einen hohen Nachhaltigkeitsanspruch (bis hin zu Klimaneutralität) auszeichnen.

Im Ergebnis wurden folgende Destinationen (jeweils mit dem zentralen Ankunftsort in Klammern) ausgewählt:

Spanien (10,58 Mio. Reisen in 2019)

1. Balearen (Palma de Mallorca)
2. Kanaren (Las Palmas)
3. Katalonien (Barcelona)
4. Andalusien (Sevilla)

Italien (7,66 Mio. Reisen in 2019)

5. Toskana (Florenz)
6. Rom (beliebte Städtedestination)

³ RA 2020 für längere (ab 5 Tage) und kürzere Urlaubsreisen (2-4 Tage)

⁴ Quelle: Eurostat

7. Kampanien (Neapel)

Frankreich (5,22 Mio. Reisen in 2019)

8. Provence/Côte d'Azur (Nizza)

9. Aquitaine (Bordeaux)

Türkei (4,44 Mio. Reisen in 2019)

10. Istanbul (beliebte Städtedestination; historisches Ziel des Orient-Expresses)

Griechenland (2,89 Mio. Reisen in 2019.)

11. Region Athen

12. Insel Korfu

Polen (2,87 Mio. Reisen in 2019)

13. Ermland-Masuren (Olsztyn)

Großbritannien (2,19 Mio. Reisen in 2019)

14. London (zweitbeliebteste Städtedestination)

15. Schottland (Anspruch Klimaneutralität; hohe Bedeutung des Tourismus) (Edinburgh)

Skandinavien (Norwegen, Schweden, Finnland) (2,07 Mio. Reisen in 2019)

16. Oslo (beliebte Städtedestination)

17. Region Stockholm

18. Finnisch-Lappland (Rovaniemi)

Portugal (1,92 Mio. Reisen in 2019)

19. Algarve (Faro)

Kroatien (1,88 Mio. Reisen in 2019; deutliche Zugewinne auf 2,36 Mio. in 2021)

20. Dalmatien (Split)

Bulgarien (0,64 Mio. Reisen in 2019; 0,66 Mio. in 2021)

21. Schwarzmeerküste (Varna)

Slowenien (0,2 Mio. Reisen in 2019)

22. Slowenien (gesamtes Land wegen der Nachhaltigkeitsorientierung) (Ljubljana)

1.2 Identifikation der Anreiserouten

Die im Folgenden aufgezeigten Routen und Verbindungen gelten grundsätzlich sowohl für die Anreise als auch für die Rückreise. Aus zeitlichen Gründen wurde aber jeweils nur die Anreise konkret beschrieben und berechnet. Aus Klimaschutzgründen wäre es natürlich wünschenswert, Hin- und Rückreise mit einem emissionsärmeren Verkehrsmittel zu bewerkstelligen. Bei längeren Reisedrecken, die ohne Flugzeug mindestens zwei Tage dauern, werden die Reiseemissionen aber dann erheblich reduziert, wenn nur die Hinreise mit Bahn oder Bus erfolgt.

Im Interesse einer möglichst effizienten Anreise wurden die jeweils schnellsten Verbindungen herausgesucht. Es ist im Sinne von *slow travel* aber auch durchaus möglich, Zwischenaufenthalte an attraktiven Orten entlang der Strecke einzulegen. Damit wird der Weg selbst zum Ziel und vor allem längere Strecken können auf diese Weise weniger strapaziös zurückgelegt werden.

Folgende Verkehrsmittel wurde in die Analyse einbezogen:

- Bahn (Tag- und Nachtzüge; punktuell auch Autoreisezüge)
- Fernbus (ähnliche Strecken sind auch für Charterbusse für Gruppenreisen nutzbar)
- PKW (mit 2 oder 4 Passagieren)
- Wohnmobil (mit 2 Passagieren)
- Motorrad (mit einem Fahrer/einer Fahrerin)
- Flugzeug (Linie und Charter, je nach Strecke)
- Schiff (Fährverbindungen mit Personen- und Fahrzeugbeförderung, bei Nachtverbindungen mit Kabinen; keine Kreuzfahrtschiffe)

Für die entsprechenden Routen bzw. Verbindungen wurde folgende Merkmale untersucht:

- Reisezeit und ggf. Anzahl der Umstiege
- Angemessene Fahrtzeiten mit Pausen und ggf. Übernachtungen beim motorisierten Individualverkehr
- Komfortklassen (1./2. Klasse, verschiedene Schlafmöglichkeiten bei Nachtfahrten)
- Anbieter (Fluggesellschaft, Bus-/Bahnunternehmen, Reederei bei Fährverbindungen)
- Ticketpreise (einschl. eventueller Sonderangebote) und Buchungsmöglichkeiten

Ergänzend wurde bei allen Destinationen die Mobilitätslage vor Ort eruiert, aus Zeitgründen allerdings deutlich weniger im Detail. Dies geschah deshalb, weil Anreisen mit dem eigenen PKW in ländliche Destinationen häufig vor allem deshalb unternommen werden, weil die Tourist*innen befürchten, vor Ort andernfalls in ihrer Mobilität eingeschränkt zu sein.

Im Einzelnen wurden für die Recherche der o.g. Informationen die nachfolgend erläuterten Methoden angewandt.

Bahnreise

Es wurde auf die Daten des Hacon Fahrplan-Auskunfts-System (Hafas) zugegriffen, in der Regel über die Internetseiten der Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) oder der Deutschen Bahn (DB). Weitere Informationen, die nicht in Hafas eingespeist sind, wurden den Webseiten der jeweiligen Staatsbahn entnommen. Zum Teil wurden auch Fahrplaninformationen – gerade auch für die Mobilität vor Ort -

von den Internetseiten der regionalen Verkehrsbetriebe bzw. der regionalen Gebietskörperschaften verwendet.

Aus Komfortgründen wurden in der Regel nur Verbindungen berücksichtigt, die nach 6 Uhr starten und vor 23 Uhr enden. Auch Verbindungen mit Umstiegen in der Nacht wurden ausgeschlossen. Nachtzüge wurden nur dann berücksichtigt, wenn auch eine Liegemöglichkeit (Liegewagen oder Schlafwagen) im Zug vorhanden ist. Zumeist ist eine Umsteigezeit von 30 Minuten für mögliche Verspätungen mit eingeplant. Das ist besonders wichtig, wenn die Reise mit einem reservierungspflichtigen Zug oder per Fähre fortgesetzt werden soll und die Fahrkarte bei einer später fortgesetzten Fahrt ihre Gültigkeit verliert. Auf die 30 Minuten Verspätungszuschlag wurde verzichtet, wenn bei einer späteren Fahrt das Tagesziel mit einem reservierungsfreien Zug ebenso erreicht werden kann. Beim Übergang auf eine Fähre wird von einem Schalterschluss eine Stunde vor Ablegen ausgegangen. Die Übergangszeit vom Bahnhof zum Fährkai ist zeitlich mit einberechnet.

Um eine Vergleichbarkeit zwischen den Verkehrsträgern herzustellen, wurden bei der Fahrpreisberechnung drei unterschiedliche Reiseszenarien durchgerechnet: Preise für einen Erwachsenen, für zwei Erwachsene sowie für eine Familie mit zwei Kindern im Alter von 13 und 11 Jahren. Die Altersgrenzen bei Kindern und Jugendlichen, ab wann der volle Preis, ein halber oder ermäßigter Preis berechnet wird oder eine kostenlose Mitfahrt möglich ist, wird von den Verkehrsunternehmen allerdings völlig unterschiedlich gehandhabt. So ist bei der Deutschen Bahn die Mitnahme von bis zu vier Kindern innerhalb Deutschlands kostenlos, solange eine Begleitperson ab 15 Jahren mit einer regulären Fahrkarte mitfährt. Im Fernbusreiseverkehr, explizit bei Flixbus, hingegen bezahlen bereits Kleinkinder den vollen Fahrpreis. Wir haben uns für ein hypothetisches Kinderalter von 13 und 11 Jahren entschieden, da zum einen in dieser Altersklasse Reisen mit (Nacht-) Zug und Fähre als ein Abenteuer gesehen werden kann und sie zum anderen meistens noch einen ermäßigten Tarif erhalten und nicht den vollen Preis zahlen müssen.

Bei der Übernachtung auf Fähren und in Nachtzügen gibt es neben Sitzplätzen und Luxusangeboten i.A. zwei Angebotstypen: Die einfache Variante mit einer Liege – oftmals in Gemeinschaftskabinen mit anderen Reisenden – sowie die „Hotel“-Variante mit Betten und vollständigem Bettzeug. Wir sind hier bei der Preisberechnung zwecks Vergleich zwischen den Verkehrsträgern bei einem Erwachsenen von einer Liegemöglichkeit in einer Gemeinschaftskabine ausgegangen (Liegewagen); bei zwei Erwachsenen von einer privaten Zweierkabine (Schlafwagen) und bei der Familie von einer persönlichen Viererkabine (Liegewagen). Die Preisabfragen erfolgten überwiegend über die DB-Auskunft und über raileurope⁵ sowie über die Webseiten der einzelnen Fährgesellschaften.

Fernbus

Hierfür wurde das Buchungsportal von Flixbus als Datengrundlage herangezogen, weil es am umfassendsten ist und z.T. auch Fernbuslinien anderer Unternehmen anbietet. Aufgrund sich dynamisch ändernder Preise wurden Buchungsanfragen innerhalb des Projektzeitraums, also in der ersten Novemberhälfte für eine Fahrt Mitte Dezember getätigt. Festgehalten wurde dann der günstigste Preis, der an mehreren Tagen hintereinander zu erhalten war. Bei den meisten Fernfahrten handelt es sich um Fahrten über Nacht ohne Liegemöglichkeiten. Fahrten mit Umstiegen

⁵ www.raileurope.com

mitten in der Nacht wurden nicht berücksichtigt. In der Regel wird keine Kinder- oder Jugendermäßigung gewährt.

Motorisierter Individualverkehr (PKW, Wohnmobil, Motorrad)

Für die Streckenberechnung wurde der ADAC-Maps-Routenplaner verwendet. Aus diesem wurden die Kilometerangabe, die reine Fahrzeit, der Treibstoffverbrauch sowie ggf. die anfallende Maut oder Vignettengebühr entnommen. Wir sind von einer Reisedauer von 14 Tage ausgegangen – so lange musste die Vignette also gültig sein.

Beim PKW wurde ein Kraftstoffverbrauch von 7,2 Litern auf 100 km angenommen. Dieser Wert wird vom ADAC als Durchschnittswert angegeben und ist in etwa vergleichbar mit den vom Umweltbundesamt⁶ für die Jahre 2016 bis 2020 veröffentlichten Werten (7,4 l auf 100 km). Offizielle Statistiken für den Kraftstoffverbrauch von Wohnmobilen sind nicht zu finden. Dafür sind auch die Bauweisen der Fahrzeuge zu unterschiedlich, was wiederum großen Einfluss auf den Verbrauch hat. Bei der Kategorie Kastenwagen (z.B. VW-Bus) liegt dieser bei 9 bis 10 l/100 km, bei Alkoven-Wohnmobilen (Schlafplatz über dem Führerhaus) bei etwa 13 Litern. Wir haben uns für den mittleren Wert von 11 Litern entschieden, welcher einem größeren Kastenwagen ohne speziellen wohnwagenähnlichen Aufbau entspricht. Auch über den Durchschnittsverbrauch von Motorrädern ist aus „offiziellen“ Quellen kaum etwas zu erfahren (der Fokus liegt hier sehr stark auf der Lärmbelastung). Außerdem ist der Kraftstoffbedarf bei Zweirädern viel mehr von der Fahrweise abhängig als beim PKW. Schon allein bauartbedingt sind ganz andere Beschleunigungs- und Überholvorgänge möglich. Wir haben den Benzinverbrauch bei Motorrädern konservativ auf 5 l/100 km festgelegt, da es sich bei unserer Untersuchung um Strecken von mindestens 750 bis über 2000 km handelt und wir auch beim Motorrad in der Mehrzahl von Autobahnfahrten ausgehen.

Bei der Kraftstoffpreisberechnung wurde in allen Fällen der vom ADAC für den Projektbearbeitungszeitraum angegebene Durchschnittspreis von 2,00 € je Liter verwendet.⁷ Außerdem müssen bei der Verladung des eigenen Fahrzeugs auf Nachtfähren oder Autoreisezüge die Übernachtungskosten berücksichtigt werden. Dies wurde analog zu Reisenden ohne eigenes Fahrzeug gehandhabt. Der oder die allein reisende Motorradfahrer*in nächtigt in der günstigsten Kategorie mit Liegemöglichkeit, ggfs. auch in Gemeinschaftskabinen mit anderen Reisenden. Beim PKW sind wir von zwei Erwachsenen bzw. einer Familie mit vier Personen ausgegangen (zwei Erwachsene und zwei Kinder im Alter von 13 und 11 Jahren). Sie nächtigen in der günstigsten Liegemöglichkeit, aber in einer persönlichen Kabine ohne weitere Mitreisende. Das Wohnmobil ist in unserer Rechnung mit zwei Erwachsenen besetzt, die in einer Zweibettkabine schlafen. Die Preise wurden von den Webseiten der jeweiligen Fähr- und Autozuggesellschaften eingeholt.

Eine maximale Fahrzeit pro Tag und Fahrer ist in Europa nur für LKW über 3,5 Tonnen vorgeschrieben. Ansonsten finden sich nur im Arbeitszeitgesetz Regelungen zur maximalen Lenkzeit pro Tag (8 h). Da wir auch bei der Bahnreise aus Komfortgründen nächtliche Umsteigevorgänge und Nachtfahrten ohne Liegemöglichkeit ausgeschlossen haben, gehen wir auch beim motorisierten Individualverkehr von einem Übernachtungsstopp auf längeren Fahrten aus. Sowohl beim PKW als auch beim Wohnmobil gehen wir davon aus, dass sie mit zwei Führerscheinbesitzer*innen besetzt

⁶ <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/kraftstoffe>

⁷ <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/auto-kaufen-verkaufen/autokosten/diesel-oder-benziner/>

sind. Nach 4 Stunden Fahrt wird eine Pause von einer Stunde eingelegt; nach 14 Stunden (3 x 4 h Fahrt + 2 x 1 h Pause) ein Übernachtungsstopp von 10 Stunden. Die unterschiedlichen Fahrzeiten von PKW und Wohnmobil ergeben sich durch die Fahrgeschwindigkeit, die ebenfalls dem ADAC-Routenplaner entnommen wurde. Dagegen haben wir angenommen, dass die Fahrzeiten beim Motorrad erheblich kürzer sind, da das Fahren körperlich anstrengender und kein Fahrerwechsel möglich ist. Daher beträgt die maximale Fahrtdauer am Tag 7 Stunden reine Fahrzeit. Spätestens nach 2 Stunden wird eine Stunde Pause eingelegt. Daraus ergibt sich eine Übernachtungspause von 14 Stunden. (7 h Fahrzeit + 3 h Zwischenpausen + 14 h Nachtpause = 1 Tag).

Flug

Verwendet wurde das Buchungsportal von Booking.com. Die Buchungsanfragen fanden am 11.11.22 und den folgenden Tagen statt. Angefragt wurden Flüge zwischen dem 15.12. und 24.12.2022, und zwar deshalb, weil die Vorweihnachtszeit als Hochsaison für Flugreisen gelten kann und die Preise denen in der Sommersaison nahekommen. Berücksichtigt wurden Flüge mit Starts und Landungen zwischen 6 und 23 Uhr. Abgefragt wurden die Preise für einen Erwachsenen, für zwei Erwachsene und für eine Familie mit zwei Kinder von 11 und 13 Jahren incl. Handgepäck und einem Koffer mit einem Gewicht von 20 kg. Angenommen wurde der günstigste Preis, der an mehreren Tagen hintereinander zu erhalten war. Einzelne Sonderangebote, die nur einmal in der Woche für eine Person zu erhalten waren, wurden nicht berücksichtigt.

Bei der Reisezeit sind für das Einchecken am Flughafen pauschal zwei Stunden und für das Auschecken 30 min. eingeplant. Außerdem ist sowohl zeitlich als auch preislich die Anfahrt von der Innenstadt zum Flughafen und ebenso die Fahrt vom Flughafen zum Zielort mit einberechnet. Die durchschnittliche Zeit für den Transfer zwischen Stadt und Flughafen bei den Abgangs- und Zielorten wurde mit 30 min. (12-50 min.) angenommen. Ausnahme ist Olsztyn/Allenstein, das keinen eigenen Flughafen hat (nächste Flughäfen: Danzig, Warschau).

Mobilität vor Ort

Grundsätzlich sind vor Ort ein stationärer Aufenthalt (evtl. mit punktuellen Ausflügen) oder eine Rundreise in der Destination denkbar. Bei den hier ausgewählten Städtedestinationen ist die Mobilität vor Ort durch gut ausgebaute ÖPNV-Systeme auch ohne PKW kein Problem. In den anderen Destinationen, die meist stärker ländlich oder durch sehr dünn besiedelte Naturlandschaften geprägt sind, ist dies jedoch nicht selbstverständlich.

Bei stationären Aufenthalten kann das Problem durch eine Abholung (und evtl. Fahrradverleih oder organisierte Ausflüge) durch den Unterkunftsbetreiber gelöst werden. Bei Gruppenrundreisen können Reiseveranstalter die entsprechenden Angebote vorhalten. Individualreisende ohne eigenes Fahrzeug sind auf Rundreisen jedoch auf einen funktionierenden ÖPNV und/oder auf den Verleih von (Elektro-) Rädern oder Rollern angewiesen. Falls dies nicht gegeben ist, muss auf PKW-Sharing-Angebote oder Mietwagen zurückgegriffen werden.

Um herauszufinden, welche Mobilitätsangebote vor Ort bestehen, wurden die Webseiten der für die 22 Destinationen zuständigen Tourismusorganisationen oder DMOs ausgewertet. Die entsprechenden Informationen waren allerdings von sehr unterschiedlicher Qualität; sie reichten von „nicht vorhanden“ bis „sehr detailliert“. Zusätzlich wurden die Organisationen diesbezüglich angeschrieben;

der Rücklauf war allerdings sehr gering. Tendenziell antworteten diejenigen DMOs, deren Internetauftritte zum Thema Mobilität schon recht detailliert sind.

1.3 Ergebnisse⁸

Reiseketten per Bahn

Der weiterhin sehr auf den jeweils inländischen Markt ausgerichtete Bahnverkehr machte sich auch bei der Bearbeitung der Anreiserouten zu den Urlaubsdestinationen bemerkbar. Während das europäische Flugnetz so aufgebaut ist, dass in der Regel mit einmal, maximal zweimal Umsteigen alle Passagierflughäfen miteinander verbunden sind, enden die meisten internationalen Zugverbindungen im unmittelbaren Nachbarland. Eine Ausnahme bilden hier die österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) mit direkten Verbindungen von Deutschland nach Italien, Slowenien, Kroatien, in die Slowakei und nach Ungarn sowie Nachtzugverbindungen der Firma Snälltåget und der schwedischen Staatsbahnen (SJ) von Deutschland nach Schweden. Bei der Fahrplangestaltung spielt der internationale Zugverkehr über mehrere Länder hinweg kaum eine Rolle.

Südwesteuropa

Alle grenzüberschreitenden Fernzüge von Deutschland nach Frankreich enden in Paris und eine Weiterfahrt ist allermeistens mit einem Bahnhofswechsel mit der Metro verbunden. Ausnahme bildet ein ICE von Frankfurt nach Marseille, der allerdings erst am Nachmittag startet und zu spät für weitere Anschlüsse in Südfrankreich ankommt. Eine im Fahrplan 2022 noch mögliche Umfahrung von Paris, indem man in Strasbourg und Lyon umsteigt, ist fahrplantechnisch im Jahr 2023 nicht mehr möglich, da der Anschlusszug von Lyon nach Barcelona gestrichen wurde. Strasbourg als Ausgangspunkt von etlichen TGVs in Richtung Westen ist von der mit Fernzügen aus ganz Deutschland viel befahrenen Rheintallinie überwiegend nur im Nahverkehr zu erreichen. Überraschend ist auch die geringe Zahl an täglichen Hochgeschwindigkeitszügen zwischen Frankreich und Spanien (zwei im Winter, drei im Sommer). Auch der grenzüberschreitende Bahnverkehr zwischen Spanien und Portugal ist sehr begrenzt. Hierfür bieten sich alternativ Fernbusverbindungen an.

Nordwesteuropa

In Brüssel stimmen die Übergangszeiten für die Weiterfahrt nach London. Die 40 Minuten für den Sicherheitscheck vor der Fahrt durch den Kanaltunnel sind mit eingerechnet. Mit der Ankunft der Züge im Bahnhof London-St. Pancras können zumindest die Züge nach Mittel- und Nordengland sowie zum Hauptabgangshafen nach Irland, Holyhead, in London fußläufig erreicht werden.

Nordeuropa

Bis auf zwei Nachtzüge von Berlin nach Stockholm starten alle Züge in Hamburg und enden in Aarhus oder Kopenhagen. Die Weiterreise nach Norwegen ist nur mit häufigen Umstiegen und etlichen längeren Bahnhofsaufenthalten möglich. In diesem Fall bieten jedoch Fährverbindungen nach Schweden, Norwegen und Finnland gute Alternativen. Der am meisten frequentierte Abgangshafen für die Ostsee-Überquerung ist Lübeck-Travemünde, daneben Kiel, Rostock und Sassnitz auf Rügen.

⁸ Für jede Destination wurden Datenblätter erstellt, die detaillierte Angaben zu den Verbindungen, Reisezeiten, Kosten und Buchungsmöglichkeiten von allen fünf Abgangsorten in Deutschland enthalten.

Mittelosteuropa

Ab Nord- und Westdeutschland ist Mittelosteuropa mit Umsteigen in Berlin zu erreichen. Ab Süddeutschland fehlt eine Fernverkehrsanbindung Richtung Prag und Südpolen, was einen Umweg über Berlin bedingt.

Südosteuropa

Durch die relativ häufigen Eurocity- und Nachtzugverbindungen sind viele Ziele bis einschließlich in Rumänien und Kroatien direkt oder mit einmal Umsteigen zu erreichen. Deutlich schwieriger gestaltet sich dagegen die Weiterfahrt nach Bulgarien, Istanbul oder in die Westbalkan-Länder.

Südeuropa

Der Hochgeschwindigkeitsverkehr in Italien ist nur auf das Inland ausgerichtet. Es entstehen oftmals längere Wartezeiten beim Umstieg von den internationalen Zügen ab Deutschland in Mailand, Verona oder Bologna. Positiv zu bewerten ist die ab 2023 neue Verlängerung der Nightjet-Züge von München nach Mailand jetzt bis Genua/La Spezia und ab dem Sommer auch von München nach Ancona. Damit werden die für deutsche Reisende wichtigen Abgangshäfen in Richtung Korsika/Sardinien bzw. nach Kroatien und Griechenland wenigstens über Nacht direkt ab Deutschland bedient.

Tabelle 1 zeigt die Zahl der Umsteigevorgänge bei Bahnreisen (z.T. in Kombination mit Bus und Fähre) von fünf verschiedenen deutschen Städten in die ausgewählten 22 Destinationen. Die Übersicht macht deutlich, dass bei durchschnittlichen Entfernungen von unter 1.000 km (z.T. unabhängig von der Reisezeit) meist nur ein bis zwei Umstiege nötig sind, um ans Ziel zu kommen. Slowenien, die Region Stockholm, die Toskana und Rom sind mit der geringsten Anzahl von Umsteigevorgänge zu erreichen. Alle vier Destinationen profitieren von langlaufenden Nachtzügen. Erst bei durchschnittlichen Entfernungen von über 1.000 km werden typischerweise drei und mehr Umstiege notwendig.

Tab. 1: Übersicht der durchschnittlichen Umsteigevorgänge ab Deutschland

	geringste Anzahl Umsteigevorgänge						Entf.	Reisezeit
	FFM	B	HH	M	K	Ø	km Ø	h
Slowenien	0	1	1	0	1	0,6	668	10,8
Region Stockholm	1	0	0	1	1	0,6	1058	15,6
Toskana	1	1	1	0	1	0,8	826	11,6
Rom	1	1	1	0	1	0,8	1048	13,3
London	1	2	2	2	1	1,6	742	8,4
Kampanien	1	2	2	1	2	1,6	1192	19,5
Dalmatien	2	2	2	1	1	1,6	982	22,8
Ermland-Masuren	2	1	2	2	2	1,8	786	12,5
Provence/C.d'Azur	1	2	2	2	2	1,8	864	17,3
Oslo	3	2	1	2	1	1,8	998	21,7
Katalonien	2	3	2	1	2	2,0	1246	13,9
Korfu	2	2	3	1	3	2,2	1494	37,8
Aquitaine	2	3	3	2	2	2,4	1070	9,6
Schottland	2	3	3	3	2	2,6	1050	14,0
Istanbul	3	3	3	2	3	2,8	1838	49,6
Schwarzmeerküste	3	3	3	3	3	3,0	1608	44,3
Andalusien	3	4	4	3	3	3,4	1988	28,8
Balearen	4	5	5	6	3	4,6	1416	30,8
Finnisch Lappland	5	4	4	5	5	4,6	1928	45,9
Region Athen	4	5	5	4	5	4,6	1814	47,1
Algarve	5	6	6	5	5	5,4	2102	35,7
Kanaren	6	7	7	7	6	6,6	3354	72,3

Quelle: eigene Berechnungen

Informationen über Fahrplandaten

Die Recherche der Fahrplandaten und Reisepreise hat die Unterschiede der Informationsbeschaffung bei den einzelnen Verkehrsträgern deutlich zu Tage treten lassen. Flugdaten und Flugpreise sind relativ einfach über diverse Flugportale innerhalb weniger Sekunden zu eruieren. Auch abgelegene Flughäfen wie zum Beispiel Rovaniemi in Finnland sind dabei in die Systeme eingespeist. Lediglich die Regelungen zur Gepäckmitnahme sind nicht unbedingt auf den ersten Blick zu erkennen und müssen etwas aufwändiger recherchiert werden.

Ebenso unkompliziert ist es, an die Daten für eine Urlaubsreise mit dem Auto heranzukommen. Beim ADAC-Routenplaner erhält man neben einer vorgeschlagenen Route auch eine detaillierte Aufstellung der Kosten vom Kraftstoffverbrauch über Vignettengebühr bis hin zu Mautgebühren. Erst bei der Nutzung von Fährverbindungen ist eine weitergehende Recherche bei den jeweiligen Fährgesellschaften über Abfahrtszeiten und Fahrpreise notwendig.

Anders stellt sich das bei einer Zugreise ins Ausland dar. Die Bahnen der europäischen Länder sind in der Regel auf den inländischen Verkehr ausgerichtet. Zwar besteht mit Hafas ein Fahrplanauskunftssystem, in das viele Länder Mitteleuropas ihre Fahrplandaten einspeisen, jedoch häufig ohne Details zu nennen. So speist z.B. Belgien keine Daten zur Fahrradmitnahme mit ein (obwohl die Mitnahme fast durchgängig möglich ist) oder in Spanien sind nur Fernverkehrszüge erfasst. Auch sind von einigen Ländern die Züge nur für einen kurzen Zeitraum zu erfragen, z.B. in Italien nur bis Ende Januar oder in Schweden bis Mitte März (Stand Ende Dezember). Da nicht nur die staatlichen Bahnen, sondern auch sonstige Internetportale (wie z.B. Trainline, Raileurope, Omio) auf diese Daten zurückgreifen, besteht dieser Informationsmangel generell. Bei weiteren Distanzen orientieren sich die Umsteigezeiten an einem Fahrplan ohne Verspätungen. Langlaufende internationale Züge liegen jedoch derzeit bei einer Pünktlichkeit von ca. 50%⁹, so dass in Regel für ein sicheres Ankommen am Zielort vor allem bei buchungspflichtigen Zügen mit größeren Umsteigepuffern gearbeitet werden müsste, als Hafas das momentan vorgibt. Eine intermodale Verknüpfung von Zug und Fähre gibt es derzeit bis auf wenige Ausnahmen gar nicht. Reisende, die nicht auf die Dienste eines auf Zug- und Fährreisen spezialisierten Reisebüros zurückgreifen wollen, müssen sich erst in sehr unterschiedlich strukturierte Fahrplanprogramme einarbeiten.

Im Vergleich zur Zugreise sind die Informationen für das Reisen mit Fernbussen einfacher zu erhalten. Diverse Busreiseportale bieten die Informationen für Fernbusse fast europaweit an. Da die Reiseweiten auch länger sind, ist das Problem des Erreichens des nächsten Anschlusses in der Reisekette nicht so vorhanden. Außerdem wird bei Umsteigeverbindungen öfters ein „Umsteigen unter Aufsicht des Busfahrers“ angeboten, womit wohl eine Anschlusssicherheit gegeben ist.

Reisezeiten

13 der 22 ausgewählten Destinationen sind innerhalb von 24 Stunden mit Zug und Fähre zu erreichen. Spitzenreiter ist London, das trotz eines Sicherheitscheck-Aufenthaltes in Brüssel selbst aus München, Berlin und Hamburg innerhalb von 10 Stunden erreichbar ist. Am selben Tag sind meist auch Aquitaine, Slowenien, die Toskana, Ermland-Masuren, Rom, Katalonien und Schottland zu erreichen. Mit einer Nachtfahrt im Zug oder auf der Fähre kommt man innerhalb von 24 Stunden auch in die Region Stockholm, die Provence/Côte d'Azur, nach Kampanien, Oslo und Dalmatien (siehe Tab. 2). Alle anderen Destinationen (mit Ausnahme der Kanarischen Inseln) sind innerhalb von 48 Stunden zu erreichen, sei es durch langlaufende Nachtzug- oder Nachtfährenverbindungen oder durch Zwischenübernachtungen in teils attraktiven Städten.

Schnellstes Verkehrsmittel ist auf der Mittelstrecke naturgemäß das Flugzeug. Die Flugreisezeit ab den fünf Abgangsorten zu den Zielorten in den 22 Regionen beträgt zwischen gut fünf und gut neun Stunden. Einen beträchtlichen Teil dieser Reisezeit macht das Ein- und Auschecken am Flughafen sowie zum Teil die Fahrt vom und zum Flughafen aus. Bei Reisen nach London und Aquitaine ist ein zeitlicher Vorteil durch das Flugzeug kaum gegeben.

Die Reisezeiten der Fernbusse bewegen sich in etwa im Bereich des PKW-Verkehrs. Busse haben gegenüber der Bahn allerdings den Vorteil, dass sie deutlich kostengünstiger sind.

⁹ Quelle: ÖBB-Verspätungsstatistik, August 2022

Im Vergleich zum PKW ist die Reise mit der Bahn und ggfs. Fähre fast immer schneller. Besonders groß ist der Zeitvorteil Richtung Südwesteuropa über die französischen und spanischen Hochgeschwindigkeitstrecken nach Aquitaine, Katalonien, Andalusien und Algarve sowie Richtung Großbritannien durch den Ärmelkanaltunnel nach London und besonders nach Schottland. Auch auf den Strecken über die Alpen in die Toskana und nach Rom sowie nach Ermland-Masuren und Stockholm ist der Zug deutlich schneller. Nur bei Reisen über den Balkan nach Istanbul, in die Region Athen und an die bulgarische Schwarzmeerküste ist man mit dem PKW schneller unterwegs (siehe Tab. 3). Hier macht sich die langsame Zugreisegeschwindigkeit bzw. das komplette Fehlen von Zugverbindungen (z.B. nach Griechenland) bemerkbar.

Tab. 2: Reisezeiten mit Bahn und ggf. Fähre

	schnellste Reisezeit in h						Entf. km Ø
	FFM	B	HH	M	K	Ø	
London	6,5	10	10	10	5,5	8,4	742
Aquitaine	7,5	11,5	11,5	11	6,5	9,6	1070
Slowenien	10,5	12	13,5	6	12	10,8	668
Toskana	11	13	14,5	7,5	12	11,6	826
Ermland/Masuren	13,5	8,5	11,5	14,5	14,5	12,5	786
Rom	12,5	14,5	16,5	9,5	13,5	13,3	1048
Katalonien	12,5	17,5	15,5	15	12	13,9	1246
Schottland	12	15,5	16,5	15,5	10,5	14,0	1050
Region Stockholm	17	13	10,5	19,5	18	15,6	1058
Provence/C.d'Azur	12,5	24	21	16	13	17,3	864
Kampanien	21,5	22	22	11	21	19,5	1192
Oslo	23	21	15	26	23,5	21,7	998
Dalmatien	23,5	24,5	24,5	18	23,5	22,8	982
Andalusien	27	31,5	30	27	28,5	28,8	1988
Balearn	23	33,5	33,5	41,5	22,5	30,8	1416
Algarve	33,5	38	36	35,5	33,5	35,7	2102
Korfu	37,5	39	41	32,5	39	37,8	1494
Schwarzmeerküste	42,5	49,5	47,5	36,5	45,5	44,3	1608
Finnisch Lappland	51	38	34,5	54	52	45,9	1928
Region Athen	46,5	48	50	43	48	47,1	1814
Istanbul	49,5	50,5	52,5	45	50,5	49,6	1838
Kanaren	70,5	75	73	72,5	70,5	72,3	3354

Quelle: eigene Berechnungen

Tab. 3: Vergleich der Reisezeiten zwischen den Verkehrsarten¹⁰

	Reisezeit in h				Entf.
	Bahn	PKW	Bus	Flug	km
London	8,4	16,5	18,6	5,3	742
Aquitaine	9,6	24,2	20,1	7,9	1070
Slowenien	10,8	11,4	14,8	6,7	668
Toskana	11,6	18,5	16,5	5,8	826
Ermland-Masuren	12,5	19,4	17,5	7,0	786
Rom	13,3	23,7	20,3	6,0	1048
Katalonien	13,9	29,1	23,2	5,9	1246
Schottland	14,0	31,0	29,8	6,6	1050
Region Stockholm	15,6	25,2	23,5	5,5	1058
Provence/Côte d'Azur	17,3	21,4	19,3	6,1	864
Kampanien	19,5	25,7	27,2	6,4	1192
Oslo	21,7	25,2	21,6	5,7	998
Dalmatien	22,8	23,9	21,4	6,6	982
Andalusien	28,8	49,5	35,8	7,5	1988
Balearn	30,8	37,6	41,6	5,9	1416
Algarve	35,7	53,7	40,3	7,9	2102
Korfu	37,8	39,0	30,6	9,2	1494
Schwarzmeerküste	44,3	38,8	38,9	6,9	1608
Finnisch Lappland	45,9	53,5	--	8,4	1928
Region Athen	47,1	45,1	50,2	7,5	1814
Istanbul	49,6	46,4	36,3	6,7	1838
Kanaren	72,3	88,1	74,0	8,8	3354

Quelle: eigene Berechnungen

Die Mobilitätsmöglichkeiten vor Ort stellen sich sehr unterschiedlich dar. Dort, wo Großstädte das eigentliche Reiseziel darstellen, ist der ÖPNV durchweg sehr gut ausgebaut. In den auch ländlich geprägten Destinationen konnten wir diesbezüglich in vielen Fällen keine genaueren oder gar keine Informationen bekommen. Es besteht jedoch immer die Möglichkeit, ein Auto zu mieten oder mit einem Reiseveranstalter zu reisen, falls die Mobilität vor Ort sonst nicht möglich ist. Einige Destinationen sind aber auch als vorbildlich zu bezeichnen, da sie sowohl für die An- und Abreise als auch für die lokale Mobilität detaillierte Informationen zur Verfügung stellen. Dazu zählen u.a. die beiden südfranzösischen Regionen und Katalonien.¹¹

Zusammenfassend kann man feststellen, dass im Vergleich zur relativ übersichtlichen Buchung einer Flug- oder auch Busreise sowohl die Informationsbeschaffung als auch die Buchung einer Reise mit

¹⁰ sortiert nach den durchschnittlichen Bahn-Reisezeiten von fünf deutschen Städten, ggfls. mit Fähre

¹¹ Kurze Informationen zu jeder einzelnen Destination können dem Handbuch entnommen werden.

Bahn und ggf. Fähre schnell sehr komplex werden, wenn mehr als nur ein Beförderungsunternehmen daran beteiligt ist. Die Informationen von Buchungsportalen helfen nur bedingt weiter.

Gute Bedingungen herrschen dagegen bei Reisen, bei denen auf langlaufende Fern- und Nachtzüge bzw. Fähren zurückgegriffen werden kann und die Reisezeit überschaubar bleibt. Bei den für diese Studie ausgewählten Destinationen trifft das – auch abhängig vom deutschen Abgangsort – für Oslo, die Region Stockholm, London, Aquitaine, Toskana, Rom, Slowenien und Ermland-Masuren zu. Ebenfalls meist innerhalb 24 Stunden, wenn auch mit häufigeren Umsteigen, sind Provence-Côte d’Azur, Katalonien, Kampanien, Schottland und Dalmatien zu erreichen. Die Destinationen Finnisch-Lappland, Korfu und Istanbul profitieren trotz der weiten Entfernung von lang durchlaufenden Zügen und Fähren.

Bei Reisen zu den Destinationen Balearen, Andalusien, Algarve, Kanaren, Region Athen und Bulgarische Schwarzmeerküste kann der Mehrwert im Vergleich zur Flugreise aus Zwischenaufhalten in touristisch attraktiven Städten bestehen. Hier wären auch Reisebüros gefordert, interessante Routen zusammenzustellen. Für berufstätige Menschen mit begrenzter Urlaubszeit könnte die Rückreise bei so weiten Zielen dann auch mit dem Flugzeug erfolgen, wodurch es dennoch insgesamt zu einer Emissionsminderung käme.

2. Emissionsberechnungen¹²

Im zweiten Arbeitspaket wurden die Treibhausgasemissionen der verschiedenen Routen und Verkehrsmittel und Routen zu den ausgewählten Destinationen berechnet. Beim motorisierten Individualverkehr wurden definierte Passagierzahlen durchgerechnet; bei Bahn, Bus und Flugzeug wurde auf durchschnittliche Auslastungen zurückgegriffen. Besonderes Augenmerk galt den verschiedenen Situationen, die sich im Schiffsverkehr ergeben können, je nachdem ob Passagiere mit oder ohne Fahrzeug reisen. In diesem Zusammenhang stellte insbesondere die Allokation der Gesamtemissionen einer Schiffsreise auf Fracht und Passagiere eine methodische Herausforderung dar. In diesem Projekt wurde diesbezüglich methodisches Neuland betreten, da es dazu in der Literatur kaum bzw. keine einheitlichen Berechnungsmethoden gibt.

Insgesamt wurden die Treibhausgasemissionen der Verkehrsmittel bei der Anreise für 770 Reisevarianten berechnet: 22 Destinationen x 5 Abfahrtsorte x 7 Hauptverkehrsmittel (Bahn einschl. Nachtzüge, Fernbus, Flugzeug, PKW für zwei und vier Personen, Wohnmobil, Motorrad).

Die Emissionen wurden wo möglich als CO₂-Äquivalente berechnet und beinhalten somit neben CO₂ zusätzlich Methan (CH₄) und Stickstoffdioxid (N₂O). Dies ist insbesondere beim Flugverkehr von Bedeutung, wobei noch weitere Erwärmungseffekte durch Nicht-CO₂-Emissionen zu berücksichtigen sind. Die Emissionsfaktoren betreffen Well-To-Wheel (WTW). Das heißt neben den Emissionen der Verbrennung (Tank-To-Wheel, TTW) werden auch die Emissionen aus der Bereitstellung und Umwandlung der Energieträger in Strom, Benzin der Diesel (Well-To-Tank, WTT) berücksichtigt. Wenn wissenschaftliche Quellen Emissionsfaktoren für verschiedene Jahren anbieten, wurde – wenn möglich – das Jahr 2019 verwendet, da die Emissionsfaktoren verschiedener Verkehrsträger für 2020 bzw. 2021, bedingt durch die COVID-19 Pandemie, stark von niedrigeren Auslastungen beeinflusst sind.

¹² Autor: Eke Eijgelaar

2.1 Methodik

2.1.1 Emissionsfaktoren Straßenverkehrsmittel

PKW

Bei den PKW-Emissionen wurden die Werte des Umweltbundesamtes (UBA) benutzt, da sie Bezug nehmen auf den deutschen Fuhrpark und deshalb für diese Studie am meisten zutreffen. UBA (2022) verwendet als Durchschnitt 154 Gramm CO₂-Äq./pkm für PKW bei einer Auslastung von 1,4 Personen. Das ergibt **215,6 Gramm CO₂-Äq. pro Fahrzeugkilometer**. Dieser Wert wird durch die Zahl der Personen im PKW geteilt. In dieser Studie werden Elektroautos noch nicht separat berechnet, da sie in Deutschland bisher nur einen sehr geringen Anteil an der Gesamtzahl der PKWs ausmachen. Außerdem haben PKW im Urlaubsreiseverkehr häufig Aufbauten, die den Luftwiderstand und damit den Treibstoffverbrauch auf Autobahnen zwischen 10 und 30% erhöhen. Allerdings ist nicht klar, wie viele PKW über solche Aufbauten verfügen. Letztlich wird in Schulz et al. (2020) für den PKW-Urlaubsreiseverkehr ein pauschaler Zuschlag von 5% des Treibstoffverbrauchs empfohlen. Dies wird jedoch dadurch kompensiert, dass der vom Umweltbundesamt UBA (2022) vorgegebene Faktor etwas höher als der in Schulz et al. (2020) ist.

Wohnmobil

Für die Emissionen von Wohnmobilen sind die Studien des Instituts für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) europaweit maßgebend. Die letzte Studie stammt aus dem Jahr 2020 (Bergk et al., 2020). Die Autoren differenzieren nach den Kategorien „Kastenwagen“, „teilintegriert“ und „integriert“¹³. Verwendet wurde hier der Medianwert für die drei Typen. Es wird nur der Emissionsfaktor für die Anreise berücksichtigt, also ohne Vor-Ort-Mobilität. Diesen berechneten Bergk et al. (2020) mit **340 Gramm CO₂-Äq. pro Fahrzeugkilometer** (Kastenwagen: 323, Teilintegriert: 351, Integriert: 346), welcher geteilt wird durch die in dieser Studie angenommene Auslastung von zwei Personen.

Motorrad

Emissionsfaktoren für Motorräder sind in der wissenschaftlichen Literatur weniger vorhanden als für PKW. Zudem wird selten nach verschiedene Größenklassen unterschieden. Für die mittellangen Strecken dieser Studie werden nur große Motorräder in Betracht kommen. Das englische Umweltamt (DEFRA) – weltweit anerkannt für seine seit vielen Jahren öffentliche Emissionsfaktorenliste – benutzt **132,45 Gramm CO₂-Äq. pro Fahrzeugkilometer** für „large motorbikes“ (DBEIS & DEFRA, 2022).

Fernbus

Beim Fernbus wird auf durchschnittliche Auslastungen zurückgegriffen. Das UBA empfiehlt **29 Gramm CO₂-Äq./pkm** für Fernbusse im Linienverkehr bzw. 36 Gramm für sonstige Reisebusse (Gruppen- und Tagesfahrten, Rundreisen) (UBA, 2022). Linienverkehr ist für diese Studie zutreffender. In Allekotte et al. (2020) betragen die entsprechenden Werte 29 bzw. 31 Gramm CO₂-Äq./pkm. Vermutlich lässt sich der Unterschied durch die höhere Platzzahl in Linienbussen erklären (siehe Allekotte et al., 2020). Ob ein Unterschied in Abhängigkeit von der Auslastung gemacht wird,

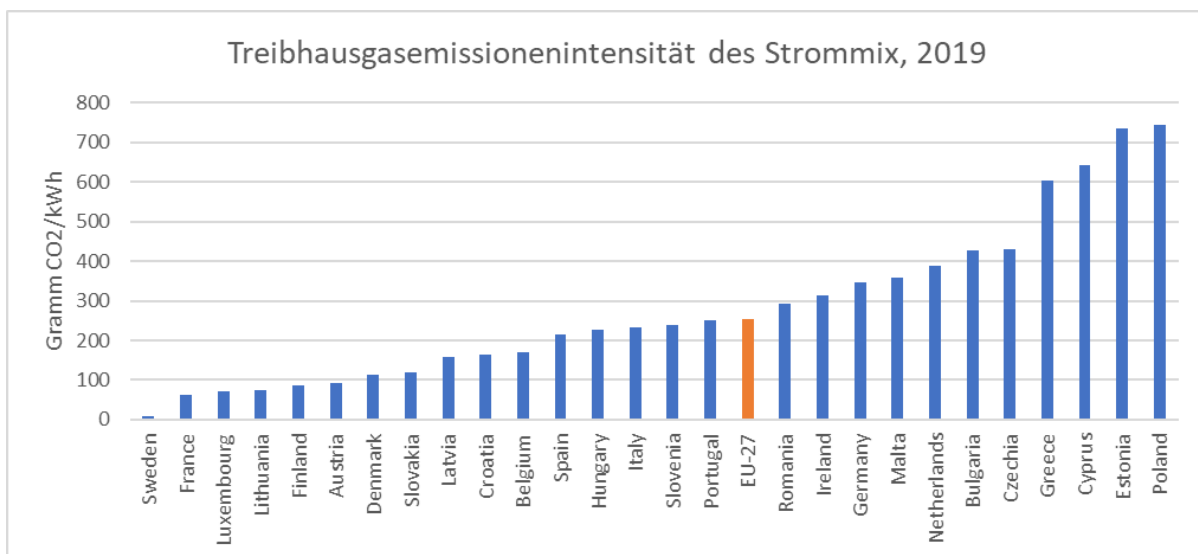
¹³ Für eine Beschreibung dieser Typen siehe z.B. <https://rs-reisemobile.de/blog/wohnmobil-typen/>

ist nicht bekannt. Das englische Umweltamt nimmt 27,3 Gramm für „Coaches“ an (DBEIS & DEFRA, 2022). In den Niederlanden wird ein Wert von 33 Gramm für Reisebusse verwendet, wobei sich dieser auf Gruppenfahrten bezieht (Otten et al., 2015). In vorliegender Studie wird der UBA-Wert für Fernbusse verwendet.

2.1.2 Emissionsfaktoren Bahn

Bahnfahrten wurden in fünf verschiedene Bahntypen differenziert. Berichte ohne Typendifferenzierung sind für diese Studie schlecht verwendbar, wie zum Beispiel der Landesdurchschnittswert von 32 Gramm CO₂-Äq./pkm für Italiens Züge im Jahr 2019 (FS Italiane, 2022), es sei sie sind über die ganze Typenbandbreite sehr niedrig wie in Schweden, Finnland oder Österreich. Die meisten Daten sind für nordwesteuropäische Länder verfügbar. Für Osteuropa ist die Datenlage schwierig, praktisch kaum vorhanden (die polnische PKP Intercity beispielsweise verwendet den Durchschnittswert der Europäischen Energieagentur – EEA – auf ihrer Webseite). Osteuropäischen Ländern werden wegen des älteren Materials oft höhere Emissionsfaktoren zugerechnet. Jedoch spielt die Treibhausgasemissionsintensität, also wie der Strom-Mix zusammengestellt ist, auch eine erhebliche Rolle. Diese Intensität ist im Osten Europas nicht pauschal höher, sondern in Europa sehr unterschiedlich (siehe Abb. 1). Dennoch weisen einzelne Literaturangaben auf höhere Faktoren für osteuropäische Züge hin (siehe Erklärungen in den folgenden Abschnitten). Deswegen werden bei Fern- und Nachtzügen unterschiedliche Faktoren für West- und Osteuropa verwendet.

Abb 1: Treibhausgasemissionsintensität des Strommixes in Europa (Bezugsjahr: 2019)



Quelle: EEA (2022)

Fernzüge

Dies ist der in dieser Studie am meisten verwendete Typus. Zu den Emissionsfaktoren für Fernzüge sind einige Quellen vorhanden, welche sich oft auf ein Land beziehen (siehe Tab. 4). Emissionsfaktoren, welche auf einem Mix aus Fern- und Regionalzüge beruhen, wurden nicht berücksichtigt. Der Bericht von Doll et al. (2020) betrifft eine Studie im Auftrag der EEA. Er führt die Kategorie Fernzug nicht separat, dafür jedoch Hochgeschwindigkeitszüge. Diese haben sich in der EU bzgl. ihrer Emissionen verbessert von 20,9 Gramm CO₂e/pkm im Jahr 2014 auf 15,7 Gramm CO₂e/pkm 2018. Die

International Energy Agency (IEA) und die International Union of Railways (UIC) berichten, dass der Emissionsfaktor für alle Züge der EU-28 zusammen (also nicht nur Fern- und Hochgeschwindigkeitszüge) von ca. 46 Gramm 2005 auf 28 Gramm CO₂/pkm im Jahr 2015 gesunken ist (IEA & UIC, 2017). Die sehr niedrigen von DB (2022) und Lubach (2021) aufgeführten Werte sind auf die Verwendung von Ökostrom und damit hergehende extrem geringe Emissionsfaktoren für die Bereitstellung der Elektrizität zurückzuführen. UBA (2022) verwendet für den deutschen Fernverkehr dagegen den durchschnittlichen Strom-Mix in Deutschland.

Bei den Berechnungen wurde nicht nach spezifischen landbezogenen Faktoren differenziert. Dafür sind die Unterschiede in der Gesamtheit zu gering. Wenn zum Beispiel 800 Kilometer in einem Land per Fernzug zurückgelegt werden, würden bei 5 g/pkm insgesamt 4 Kg anfallen, bei 15 g/pkm 12 Kg. Der Unterschied von 8 Kg ist lediglich ein Bruchteil der beim Vergleich mit dem PKW oder dem Flugzeug entstehenden Emissionen. Hier zu differenzieren, führt für Tourismusunternehmen, und für Kund*innen, zu weit. Dennoch wird bei den Berechnungen differenziert in Ost- und West-Europa, denn hier zeigen sich deutliche Unterschiede zum Beispiel bei *Ecopassenger* und andeutungsweise bei Maier (2022).

Tab. 4: Emissionsfaktoren für Bahnverbindungen in verschiedenen Quellen

Land/Zugverbindung/Unternehmen	Emissionsfaktor (Gramm CO ₂ -Äq./pkm)	Quellen
Deutscher Strommix, Fernverkehr	29	UBA (2022)
Deutsche Bahn, Fernverkehr	0,9	DB (2022)
VK, International Rail	4,46	DBEIS and DEFRA (2022)
Frankreich, TGV	3,37	MTES (2019)
Frankreich, IC	5,11	MTES (2019)
Niederlande, IC	0	Lubach (2021)
Niederlande, International	26	Lubach (2021)
Österreich, alle Züge	5,8	ÖBB (2022)
Schweden, X-2000 High Speed Rail	0,0024	SJ (n.d.)
Schweden, alle SJ Züge, alle Strecken	0,0039	SJ (n.d.)
Finnland, alle VR Group Züge	1,3	VR Group (2022)
EU-28, High Speed Rail	15,72	Doll et al. (2020)
Angewandter Faktor West	10	
Angewandter Faktor Ost	20	

Quellen: siehe Spalte 3; eigene Zusammenstellung

Nahverkehrs- und Regionalzüge

Beim Nahverkehr sind erhebliche Unterschiede zu vermerken, welche durch die jeweilige Elektrizitätsversorgung (Öko-, Normal- oder Nuklearstrom) entstehen, aber auch dadurch, dass nicht ersichtlich ist, ob Dieselszüge miteinbezogen wurden oder nicht. Im Gegensatz zum Fernverkehr liegen die Werte von (DB, 2022) und (UBA, 2022) beim Nahverkehr weniger weit auseinander, da die Deutsche Bahn beim Nahverkehr auch mit dem durchschnittlichen Strom-Mix in Deutschland rechnet. Hier wird der EU-Durchschnittswert aus der Studie für die EEA als guter Mittelwert genommen. In der Datenbank der vorliegenden Studie sind jedoch insgesamt nur wenige Nahzugkilometer zu verzeichnen.

Tab. 5: Emissionsfaktoren im Nah- und Regionalverkehr der Bahnen

Land/Zugverbindung/Unternehmen	Emissionsfaktor (Gramm CO ₂ -Äq./pkm)	Quellen
Deutscher Strommix, Nahverkehr	54	UBA (2022)
Deutsche Bahn, Nahverkehr	48,9	DB (2022)
Frankreich, <i>Local express</i>	8,1	MTES (2019)
Niederlande, Regional-elektrisch	0	Lubach (2021)
Österreich, alle Züge	5,8	ÖBB (2022)
Schweden, alle SJ Züge, alle Strecken	0,0039	SJ (n.d.)
Finnland, alle Züge der VR Group	1,3	VR Group (2022)
EU-28, <i>Conventional train</i> (sehr wahrscheinlich inkl. Dieselszüge)	42	Doll et al. (2020)
Angewandter Faktor	42	

Quellen: siehe Spalte 3; eigene Zusammenstellung

Dieselszüge

Die zwei Quellen mit Dieselszug-Emissionsfaktoren liegen dicht zusammen. Es werden keine großen Unterschiede zu anderen Ländern erwartet. Daher wurde der Mittelwert zwischen den beiden Studien genommen.

Tab. 6: Emissionsfaktoren bei Dieselszügen

Land/Zugverbindung/Unternehmen	Emissionsfaktor (Gramm CO ₂ -Äq./pkm)	Quellen
Frankreich, Diesel	79,25	MTES (2019)
Niederlande, Diesel	90	Lubach (2021)
Angewandter Faktor	85	

Quellen: siehe Spalte 3; eigene Zusammenstellung

Nachtzüge

Frühere Studien/Vergleiche haben ergeben, dass bei Nachtzügen im Durchschnitt ein Multiplikator von 1,1945 (+/- 20%) auf den Emissionsfaktor von Fernzügen zutrifft (Maier, 2022; UIC & Logistics, 2013). In der vorliegenden Studie benutzen wir diesen Faktor für die Durchschnittsemissionen von Fernzügen in Ost- bzw. West-Europa (siehe oben).

Tab. 7: Emissionsfaktoren bei Nachtzügen

Land/Zugverbindung/Unternehmen	Emissionsfaktor (Gramm CO ₂ -Äq./pkm)	Quellen
Schätzung eines Nachtzuges London-Madrid	12	UIC and Logistics (2013)
Test 10 Nachtzugverbindungen in Ecopassenger; Osteuropa überrepräsentiert	15	ecopassenger in Maier (2022)
Empfohlener EU-Mittelwert (einer Nachtzug-Lobbyorganisation)	14	Maier (2022)
ÖBB Angaben Nightjet	14	
Angewandter Faktor West	12	
Angewandter Faktor Ost	24	

Quellen: siehe Spalte 3; eigene Zusammenstellung

Autoreisezüge

Zum Autoreisezug waren keine aktuellen Daten auffindbar, zum Beispiel zum ÖBB Nightjet. Einige ältere Internetseiten nennen frühere Angaben der DB. Eine Fahrt von Hamburg nach Innsbruck von 950 km ergäbe demnach Emissionen von 43 kg CO₂ (pro PKW, wird angenommen). Das würde einen Faktor von 45 Gramm CO₂/km bedeuten. Dieser Wert wird bestätigt mittels einer anderen Angabe des DB-Umweltzentrums in einigen Medien, welche aussagt, dass eine Fahrt mit dem Autozug ca. 68% an CO₂ Emissionen im Vergleich zur Autofahrt spart, bei durchschnittlicher Besetzung eines PKWs. Dieser Wert wird durch die relevante Personenzahl des Verkehrsmittels geteilt und schließlich wird der Emissionsfaktor pro Person eines (westeuropäischen) Nachtzugs dazugerechnet. Wie bei Fern- und Nachtzügen werden die Emissionen bei Autozügen in Ost-Europa verdoppelt.

Tab. 8: Emissionsfaktoren bei Autoreisezügen

Typus	Berechnung	Emissionsfaktor (Gramm CO ₂ -Äq./pkm)
Autozug 2 Pers. (2P)	$\Sigma = 0,045 \text{ Kg PKW/Km} / \text{Pers.-Zahl} +$ Nachtzugemissionen p.P.	34,5
Autozug 4 Pers. (4P)	$\Sigma = 0,045 \text{ Kg PKW/Km} / \text{Pers.-Zahl} +$ Nachtzugemissionen p.P.	23,25
Typus	Berechnung	Emissionsfaktor (Gramm CO ₂ -Äq./pkm)
Autozug Motorrad (M)	$\Sigma = 0,045 \text{ Kg PKW/Km} / 4$ (4 Motorräder/PKW Platz) + Nachtzugemissionen p.P.	23,25
Autozug 2P Ost	Verdopplung Autozug 2P (West)	69
Autozug 4P Ost	Verdopplung Autozug 4P (West)	46,5
Autozug M Ost	Verdopplung Autozug M (West)	46,5

Quellen: siehe Spalte 3; eigene Zusammenstellung

2.1.3 Emissionsfaktoren Flugzeug

Für die Emissionen der Flüge wurde auf Google Flights zurückgegriffen. Google Flights ermöglicht eine genaue Schätzung der CO₂ Emissionen eines Fluges, basierend auf dem Abflugort, dem Reiseziel, dem Flugzeugtyp und der Anzahl der Sitzplätze pro Buchungsklasse (Google, n.d.-a). Zusätzlich ermittelt Google Flights den Medianwert aller möglichen CO₂-Emissionen für eine gewählte Route. Dabei werden alle verfügbaren Daten und Flüge berücksichtigt (ebd.). Google verwendet Schätzungen der Europäischen Umweltagentur mit dem neuesten Algorithmus-Modell (2019). Für weitere Informationen zum Modell ist der EEA-Leitfaden zu betrachten (Winter & Rypdal, 2019). Bei dieser Methode wird auf durchschnittliche Auslastungen zurückgegriffen. Für einige wenige der 110 Flugverbindungen im vorliegenden Datenset lagen keine Daten zu den Emissionen vor. In diesen Fällen wurde der Medianwert verwendet. Der Medianwert wurde deshalb als Grundlage für die Flugemissionsberechnungen genommen, da einzelne Idealverbindungen in der Praxis selten buchbar sein werden.

Beachtet wurden auch die zusätzlichen Erwärmungseffekte, die sich durch Nicht-CO₂-Emissionen im Flugverkehr ergeben. Hierzu schreibt das UBA (Allekotte et al., 2020, p. 62): „Beim Flugverkehr gibt es neben den Treibhausgasemissionen noch einen weiteren Effekt, der zur Klimawirkung beiträgt und hier ebenfalls berücksichtigt wird. Bei Flugzeugen trägt auch der Ausstoß von Wasserdampf, Partikeln und Schwefel- sowie Stickoxiden in der oberen Atmosphäre zur Erwärmung des Klimas bei. Die genaue Höhe dieser zusätzlichen Klimawirkung ist nach aktuellem Wissenstand schwer zu quantifizieren, da sie vom Wetter, der Sonneneinstrahlung und der Hintergrundkonzentration einiger

Substanzen abhängig ist.“ In der Literatur werden daher unterschiedliche Faktoren (berechnet über den EWF = *emission weighting factor*) für diesen Effekt genannt, und einige Berichte differenzieren nach Flugdistanzen. Allekotte et al. (2020) zum Beispiel sprechen über eine (mehr als) Verdopplung der direkten Treibhausgasemissionen bei längeren Flügen, aber einen geringen Faktor bei Inlandsflügen. In einer spezifischen Studie zum Luftverkehr berichtet das UBA (Bopst et al., 2019, p. 33): „Der EWF wird bei Flughöhen größer 9 km angewendet und wird mit 1,2-2,7 quantifiziert. In TREMOD wird ein EWF von 2,4 für alle Flüge oberhalb 9 km verwendet. Das ergibt im Mittel einen EWF von etwa 2,0 für den gesamten Luftverkehr.“ Im letzten internationalen Standardwerk zu diesen Effekte empfehlen Lee et al. (2021) einen Faktor von 3,0. Der Kompensationsanbieter atmosfair nutzt auch einen **Multiplikator von 3,0** und begründet dies mithilfe diverser Studien, darunter die von Lee et al. (atmosfair, k.D.). Dieser Faktor soll auch für den KlimaLink Standard übernommen werden, der derzeit für die deutsche Reisebranche entwickelt wird. In der vorliegenden Studie wird dieser Multiplikator deshalb ebenfalls angewandt.

2.1.4 Emissionsfaktoren Fähren

Literaturlauswertung

Emissionsfaktoren von Seefähren sind eine komplexe Angelegenheit, da sehr wenig brauchbare Daten zur Verfügung stehen und in der Literatur sehr verschiedene Berechnungsarten verwendet werden. Der Energieverbrauch von Fähren wird von vielen Faktoren beeinflusst, zum Beispiel Gewicht, Geschwindigkeit, Brennstoff, Größe des Schiffes, durchschnittlicher Seegang, usw. (Mannarini et al., 2020). Das größte Problem ist aber die Allokation oder Zuordnung der Emissionen auf Passagiere einerseits und Fracht andererseits. Von Tourist*innen mitgeführte Fahrzeuge sind ein weiteres Element, welches zu berücksichtigen ist. In diesem Abschnitt werden verschiedene Herangehensweisen bezüglich der Allokation aus der Literatur beschrieben. Für die Reisevarianten mit Fähre in dieser Studie kommen ca. 20 verschiedene Schiffe und ggf. ihre Schwesterschiffe in Betracht. Praktisch alle sind vom Ro-Pax Typus, also einen Mix aus Passagieren und Fracht.

Das Umweltbundesamt benutzt in seinem Bericht zu den Emissionen des deutschen Reiseverkehrs (Schulz et al., 2020) als Grundlage für Emissionsfaktoren von Seefähren den Treibhausgasbericht der International Maritime Organization (IMO). Die Autoren legen dabei den Energieverbrauch und die Emissionen nur auf Passagiere um. Für Seefähren wurden die deutschen Flotten berücksichtigt, die insbesondere zwischen den Nord- und Ostseeinseln (Seefähren nur mit Passagierbeförderung) sowie Dänemark/Skandinavien verkehren (RoPax). Die Emissionsfaktoren der Seefähren sind relativ hoch, was teilweise auf den schlechteren Pax-Auslastungsgrad zurückgeführt wird (50 % bei reinen Personenfähren und 35% bei RoPax Fähren). Die schlechte Auslastung wird bestätigt in einer Studie zu zehn Ostsee-RoPax-Fähren, bei denen der Durchschnitt (wahrscheinlich im Jahr 2015) bei 33% lag (Pizzol, 2019). Die Allokation der Emissionen und des Energieverbrauchs der RoPax-Fähre auf den Güter- und Personenverkehr wurde auf jeweils 50% angepasst. Schulz et al. (2020) bemerken, dass für Deutschland keine umfassenden Daten für den Fährbetrieb aufgefunden werden konnten, und dass unter Berücksichtigung einer besseren Datenlage die Ergebnisse sich stark verändern könnten.

Die 50% Pax-Allokation könnte man auch beschreiben als eine *finanzielle Allokation*, wobei geschaut wird, wie sich der Umsatz der Reederei auf Passagiere bzw. Fracht verteilt. Larsson and Kamb (2022) verwendeten eine solche finanzielle Allokation für schwedische Fähren der Viking und Stena Line. Ihre Bandbreite betrug 200-300 Gramm CO₂/pkm, mit einem Mittelwert von 226 Gramm. Wie genau

allokiert wurde, und welche Rolle PKWs und Fracht dabei spielten, ist nicht bekannt. Larsson and Kamb (2022) berichten auch über den Emissionsfaktor, welchen die schwedische Umweltschutzagentur, auf Basis von 7 Fährverbindungen, für ihren Reise-Klimarechner verwendet, nämlich 274 Gramm/pkm und für einen PKW 500 Gramm/km. Hier wurde die *Allokation auf Basis von Raum* verwendet (wieviel Platz pro Pax/Fracht usw.). Zumindest wurde hier ein deutlicher Unterschied zwischen Passagieren und PKWs gemacht, allerdings nicht, welchen Faktor Fracht bekommt oder wem Kabinen und Restaurants zugerechnet wurden (nur Passagiere oder auch LKW-Personal zum Beispiel).

Andere Quellen benutzen die *gewichtsbasierte Allokation* und dabei sind die Emissionsfaktoren für Passagiere immer sehr niedrig und für Fracht entsprechend höher. Larsson and Kamb (2022) zeigen dies anhand des Beispiels einer schwedischen Reederei, die so auf 40 Gramm/pkm kommt. Die gewichtsbasierte Allokation wird auch vom Englischen Umweltbundesamt verwendet und ist daher für Passagiere vergleichsweise sehr niedrig (DBEIS & DEFRA, 2022). Diese Faktoren werden verständlicherweise gerne von Reedereien benutzt. Die Angemessenheit und Zuverlässigkeit dieser Methode ist jedoch in Frage zu stellen. Diese RoPax-Emissionsfaktoren werden bereits seit 2007 verwendet und wurden seitdem kaum angepasst. Sie stammen aus einer Studie von Best Foot Forward für die englische *Passenger Shipping Association* (BFF, 2007), welche die Faktoren aus Daten über Distanz, Passagier-, PKW- und Frachtmengen sowie den Energieverbrauch ableitet. Die wichtigsten Gewichtsannahmen sind folgende:

Tab. 9: Gewichtsannahmen für Schifffracht und -passagiere

Art der Fracht	Gewicht (Tonnen)
∅ PKW	1,250
∅ Passagier + Gepäck	0,100
∅ Fracht Einheit (inkl. Container und/oder LKW)	22,173
∅ Fracht Ladung (inkl. Container und/oder LKW)	13,624

Quelle: DBEIS (2022)

Der Gewichtsanteil des Schiffes, welcher für die Unterbringung von Personen (Kabinen, Möbel), deren Fracht und für Dienstleistungen (Geschäfte, Restaurants) zusammenkommt, scheint nicht in Betracht gezogen worden zu sein. Mit diesen Annahmen kommen somit knapp 12% des Gewichts auf das Konto von Passagieren, Gepäck und PKWs, und 88% auf Fracht (DBEIS, 2022). Das führt schließlich zu einem Fußpassagier-Emissionsfaktor von 19 Gramm/pkm und einem Passagier+PKW-Faktor von 130 Gramm/pkm. Eine griechische Studie, welche diese DBEIS/DEFRA Methodik verwendet, kommt auf sehr ähnliche Werte (Papagianni, 2017).

Rigot-Muller et al. (2013) bemerken zu den englischen Emissionszahlen, dass – obwohl ein Großteil der im Verhältnis zu anderen Schiffstypen schlechten Energieeffizienz der RoPax-Schiffe durch operationelle Faktoren (vor allem die meist höhere Geschwindigkeit) und den Bau des Schiffes (die vielen zusätzlichen Einrichtungen für Passagiere) für den Passagiertransport verursacht wird – der größte Teil der Emissionen der Fracht zugerechnet wird. RoPax-Fracht schneidet so zum Beispiel schlechter ab als RoRo-Fracht. Das bestätigt auch Pizzol (2019), der für seine Studie der Frachtemissionen im Fährverkehr gewichtsbasiert vorgeht, aber auch zugibt, dass eine Allokation per *Lane*

*Meter*¹⁴ in niedrigeren Emissionswerten für Fracht resultieren würde. Die *Lane Meters* verteilen sich auf Basis von Schiffstatistiken (Shippax, nicht kostenlos zugänglich), zu 41% auf PKWs und Wohnmobile, zu 2% auf Busse und zu 36% auf LKWs.

Die französischen Behörden schließlich verlangen in ihrem Treibhausgasemissionsprotokoll bei RoPax-Fähren eine *Allokation nach der Zahl der Decks* für Passagiere, PKW und Fracht (MTES, 2019). Dieser Bericht enthält jedoch keine Emissionsfaktoren.

Tab. 10: Allokation von Schiffsemissionen auf Passagiere und Fracht

Quelle	Land	Typ Fähre	Emissionsfaktor Pax (kg CO _{2e} /pkm)	Emissionsfaktor PKW (kg CO _{2e} /km)	Emissionsfaktor unspezifisch (kg CO _{2e} /pkm)	Methodik
DBEIS and DEFRA (2022)	UK		0,019	0,130	0,113	Gewicht-Allokation; UK/ Nordseefähren
UBA/(Schulz et al., 2020)	DE	nur Pax	0,140			50/50 Pax-Fracht-Allokation, 50% Auslastung; Nord-/Ostseefähren
UBA/(Schulz et al., 2020)	DE	Ro-Pax			0,280	50/50 Pax-Fracht-Allokation. 35% Auslastung. Nord-/Ostseefähren
Larsson and Kamb (2022)	SE	Ro-Pax			0,226	Finanzielle Allokation; Viking & Stena Lines
Schwedische Umweltagentur in Larsson and Kamb (2022)	SE		0,274	0,500		7 Fährverbindungen; Raum-Allokation
Gotlandsbolaget in Larsson and Kamb (2022)	SE		0,040			Gewicht-Allokation
Papagianni (2017)	GR	Ro-Pax	0,021	0,120		Gewicht-Allokation; griechische Fähren

Quellen: siehe 1. Spalte; eigene Zusammenstellung

Eigene Berechnungen

Für genauere Schiffsemissionsdaten wurde u.a. versucht, auf die EU Database THETIS-MRV zurückzugreifen (EMSA, 2023). Seit 2018 sind Reedereien verpflichtet, unter EU-Regulierung 757 „*Monitoring, Reporting, and Verification of CO₂ emissions (EU-MRV)*“ über die CO₂ Emissionen ihrer individuellen Schiffe (<5,000 GT), welche innerhalb der Europäischen Wirtschaftszone anlegen, zu berichten. Die Datenbank ist öffentlich und sollte das Monitoring erleichtern. Bislang haben nur Mannarini et al. (2020) einen Versuch gemacht, Ro-Pax Daten in THETIS-MRV näher zu analysieren. Diese Studie kommt zu diversen Faktoren, die die Emissionen beeinflussen (wie zum Beispiel, dass neuere Fähren

¹⁴ Ein *Lane Meter* (Spur-Meter) ist eine Einheit der Decksfläche, auf denen Container oder andere Ladung (z.B. PKW/LKW) gerollt oder gefahren werden können. Sie ist definiert als ein ein Meter langer Streifen Deck von normalerweise 2 Metern Breite, so dass ein Spur-Meter 2 Quadratmetern entspricht. Als Faustregel gilt, dass ein Auto auf einer Autofähre 6 Spur-Meter und ein europäischer Sattelzug 18 Spur-Meter benötigt.

nicht unbedingt weniger Emissionen produzieren, weil sie schneller sind), macht aber keine klaren Aussagen zu den Emissionen selbst. Interessant ist noch zu erwähnen, dass nahezu alle Emissionen der Ro-Pax Fähren in der EU von Schweröl (HFO), Dieselöl (LFO) und, etwas weniger, von Marine-dieselöl (MDO) als Brennstoff stammen. LNG spielt nur eine winzige Rolle auf der Nord- und Ostsee.

Für die vorliegende Studie wurden mit THETIS-MRV Tests für 12 der 20 Schiffe (acht auf dem Mittelmeer, vier auf der Ostsee) ausgeführt. Für diese Schiffe wurden mittels diverser Internetseiten Daten über Baujahr, Gewicht, max. Passagierzahl, PKWs, LKWs und Fracht gesammelt¹⁵, damit die Schiffe einigermaßen verglichen werden können (siehe Tab. 11). Für LKW bzw. Fracht waren diese Daten nicht immer vorhanden. Die Zahl der Decks pro Zweck (Fracht oder PKWs) wurde nur für wenige Schiffe gefunden. Somit konnte die „Französische Methode“ zum Beispiel nicht getestet werden. Neun der Schiffe sind in diesem Jahrhundert gebaut worden. Die Bandbreite des Gewichts ist nicht enorm; die Mehrheit der Schiffe wiegt zwischen 26.000 und 35.000 GT. Die Pax-Kapazitäten schwanken zwischen 550 und 2.800; der Durchschnitt beträgt 1.460. Dieser Wert ist vergleichbar mit dem Durchschnitt von 1.561 Pax (und 33% Auslastung) von den zehn nordischen RoPax-Fähren bei Pizzol (2019). Die PKW-Kapazitäten liegen zwischen 170 und 780; durchschnittlich 450. Allerdings wird manchmal nicht zwischen PKW und LKW differenziert.

In der MRV-Datenbank wird auch ein Emissionsfaktor „kg CO₂/Pax/Nautische Meile“ berichtet. Leider stellte sich dieser nicht als zuverlässig heraus. Die Bandbreite bei den 12 untersuchten Schiffen reicht von 10 Gramm bis 1 kg, wobei sich diese Diversität in den sonstigen Schiffsdaten nicht widerspiegelt (siehe Anhang 1). Sehr wahrscheinlich wird die enorme Bandbreite bedingt durch verschiedene Arten der Allokation, aber diese ist der Datenbank nicht zu entnehmen. Viel glaubwürdiger ist der berichtete Faktor „kg CO₂/Schiffsmeile (NM)“. Hier ist die Bandbreite relativ klein: 366 bis 766; Durchschnitt 585.

Das Hauptproblem ist nun, wie dieser Wert zu allokalieren ist. Die Datenlage ermöglichte eigentlich nur eine Allokation auf Basis von Pax-PKW Verteilung (zu wenig Daten zu Fracht/LKW). Wir weichen ab von der gewichtsbasierten Allokation, da aus den Daten und der Literatur deutlich hervorgeht, dass Passagiere einen erheblichen Einfluss auf die Emissionen haben, vor allem durch den an ihnen orientierten Bau der Schiffe. Ganz ausschließen wollen wir das Gewicht jedoch nicht. Somit testen wir mit einer Allokation von jeweils 25% an Passagiere und an PKWs, welche laut Pizzol (2019) einen größeren Platz in den unteren Decks einnehmen als LKWs. Um die Rolle des Gewichts zu berücksichtigen, allokalieren wir 50% an Fracht/LKWs. Bei Passagiere rechnen wir mit einer Auslastung von 50%. Das ist mehr als der berichtete Durchschnittswert (Pizzol, 2019; Schulz et al., 2020), aber wir nehmen an, dass die Passagierauslastung in Haupturlaubsreisezeiten höher ist. Bei PKWs gehen wir von einer hundertprozentigen Auslastung aus, auch in Anbetracht der Urlaubszeit.

Der Emissionsfaktor „kg CO₂/Schiffsmeile (NM)“ aus THETIS-MRV ist somit, nach Umrechnung auf km, für jede einzelne dieser 12 Fähren zu 25% an Pax allokiert (ohne PKW) und durch die Hälfte der maximalen Passagierzahl geteilt (entspricht 50% Auslastung). Dies ergab eine Bandbreite von 37 bis 418 Gramm CO₂/pkm, mit einem Mittelwert von 142 Gramm/pkm. Beim PKW ist der Durchschnitt pro PKW 214 Gramm/km. Der pkm-Faktor ist fast genau der gleiche wie bei Schulz et al. (2020). Der errechnete PKW Faktor liegt in etwa mittig zwischen den verschiedenen gewichts-, raum- und

¹⁵ zum Beispiel Reedereiwebseiten, www.vesselfinder.com, www.marinetraffic.com.

finanzbasierten Faktoren in der Literatur. Die Methodik ist noch nicht ausgefeilt genug, und die Datenlage zu durchwachsen, um für jedes Schiff einen eigenen Faktor zu verwenden.

Schlussfolgerungen

Der Unterschied zwischen der gewichtsbasierten Allokation und den anderen Methoden ist sehr groß. In der Literatur gibt es keine klare Stellungnahme, welche Methode als die beste anzusehen ist. Es fehlt dazu eine Reihe von Daten (siehe auch López-Navarro, 2014). Wir kommen in dieser Studie zu der Schlussfolgerung, dass die gewichtsbasierte Allokation aufgrund der hohen Pax-Kapazität der hier untersuchten Schiffe nicht zu rechtfertigen ist. Sogar eine 10% Pax-Allokation und 100% Auslastung bei den 12 Schiffen unseres Tests führte nicht zu den niedrigen Emissionsfaktoren der gewichtsbasierten Allokation (z.B. DBEIS & DEFRA, 2022), obwohl die englische Studie in ihrer 12% Pax-Allokation sogar PKWs mit einschließt. Wir nehmen in dieser Studie die von uns berechneten Faktoren, welche denen des Umweltbundesamtes (Schulz et al., 2020) nahekommen.

Für Wohnmobile rechnen wir aufgrund des höheren Platzbedarfs zweimal den PKW-Faktor; für das Motorrad ein Viertel des PKW-Faktors (analog zum Autoreisezug). Zu den Faktoren für PKW, Wohnmobil und Motorrad kommt zusätzlich der Faktor der Passagiere. Beim PKW (2P/4P) und beim Wohnmobil wird der reine Passagierfaktor halbiert pro Person, da eine bessere Auslastung der Kabinen (meist 2-Bett-Kabinen) zu erwarten ist.

Tab. 11: Emissionsfaktoren für die touristische Nutzung von Seefähren

Typus	Berechnung/Quelle	Emissionsfaktor nur Verkehrsmittel (Gramm CO ₂ -Äq./pkm)	Emissionsfaktor inkl. Person (Gramm CO ₂ -Äq./pkm)
Fähre Fusspassagier (Pax)	Schulz et al. (2020) und Test	-	142
Fähre PKW (ohne Pax)	Schulz et al. (2020) und Test; pro pkm PKW-Faktor + 50% Pax-Faktor	214	285
Fähre Wohnmobil (ohne Pax)	2 x PKW; pro pkm Wohnmobil-Faktor + 50% Pax-Faktor	428	499
Fähre Motorrad (ohne Pax)	4 Motorräder/PKW-Platz; pro pkm Motorrad-Faktor + Pax-Faktor	53,5	195,5

Quelle: eigene Berechnungen

2.2 Ergebnisse

Im Ergebnis wurden die folgenden Emissionen für die verschiedenen Verkehrsmittel im Bereich der Mittelstrecke errechnet (siehe Tab. 12).

Insgesamt hat die Berechnung der Klimawirkung der verschiedenen Reisevarianten zu den 22 Destinationen klare Unterschiede ans Licht gebracht. Egal, in welcher Konstellation – ob mit oder ohne Benutzung von Fähren: Bahn- und Busverbindungen schneiden für das Klima viel besser ab als alle anderen Verkehrsmittel. An dritter Stelle steht, aber oft bereits mit erheblich höheren Werten pro Person, der Pkw mit vier Passagieren.

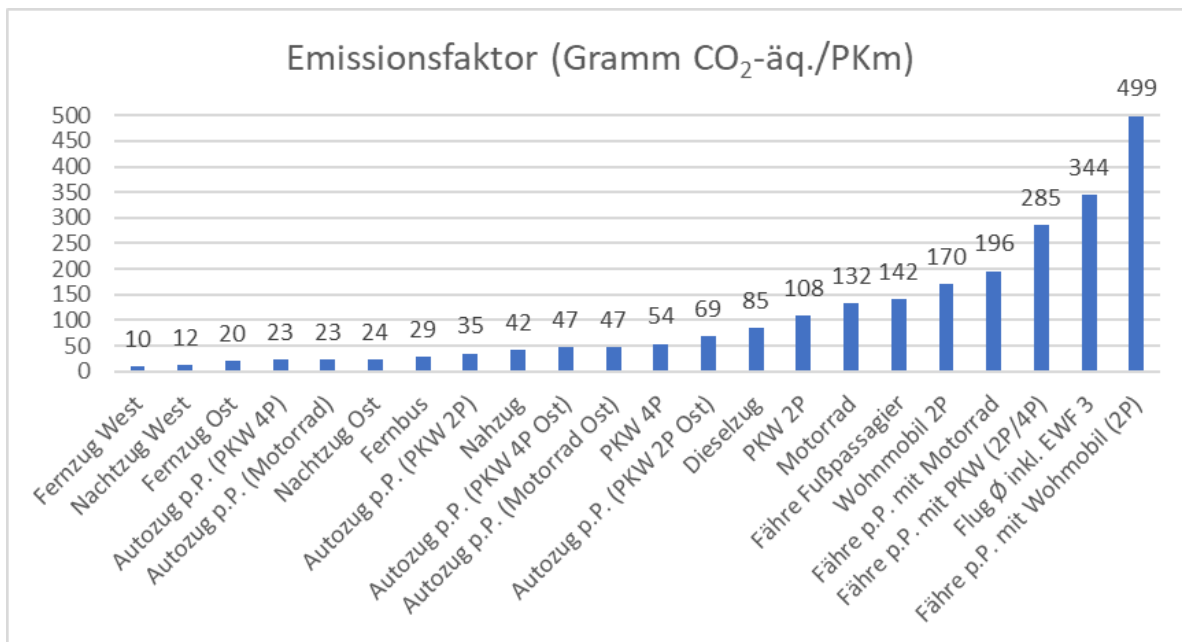
Tab. 12: Übersicht der Emissionen pro pkm für die verschiedenen Verkehrsmittel

Verkehrsmittel	Emissionen pro Personenkilometer (kg CO ₂ -Äq./pkm)
PKW 2P	0,1078
PKW 4P	0,0539
Wohnmobil 2P	0,17
Motorrad (1P)	0,13245
Fernbus	0,029
Fernzug West	0,01
Fernzug Ost	0,02
Nahverkehrs zug	0,042
Dies elzug	0,085
Nachtzug West	0,012
Nachtzug Ost	0,024
Autozug 2P West	0,0345
Autozug 4P Ost	0,02325
Autozug Motorrad Ost	0,02325
Autozug 2P Ost	0,069
Autozug 4P Ost	0,0465
Autozug Motorrad Ost	0,0465
FFUSS (Fähre Fußpassagier)	0,142
FPKW (Fähre PKW)	0,285
FWOM (Fähre Wohnmobil)	0,499
FMOT (Fähre Motorrad)	0,1955
Flugzeug	Median CO ₂ Google Flights pro Flugverbindung x EWF 3,0

Quelle: eigene Berechnungen

Am unteren Ende der Skala befinden sich Wohnmobil und Flugzeug, aber auch Fährverbindungen bei Mitnahme von Fahrzeugen. Zwischen Fernzug im Westen Europas und PKW mit Zweierbesetzung nehmen die Emissionen bereits um einen Faktor 10 pro Personenkilometer zu. In der folgenden Graphik sind diese Unterschiede anschaulich gemacht. Bei den Reisevarianten kommt dann der Faktor Distanz dazu.

Abb. 2: Rangfolge der Verkehrsmittel nach Emissionen pro pkm



Quelle: eigene Berechnungen

Auf den folgenden Seiten werden abschließend die Resultate für alle Destinationen und Verkehrsmittel miteinander verglichen. Die durchschnittliche Klimawirkung aller 770 Reisen zusammen beträgt 429 kg CO₂-Äq./Person. Die individuellen Unterschiede wurden mittels einer Farbskala sichtbar gemacht. Diese Skala ist arbiträr in Kategorien von 200 kg eingeteilt. Die Farben sind lediglich zum Vergleich da und haben keine Beziehung zu bestimmten klimapolitischen Aussagen. Nicht vergessen werden sollte, dass es sich in diesem Projekt immer nur um die Klimawirkung der An- und Abreise handelt, und dass oft noch eine erhebliche Klimawirkung von Übernachtungen und Aktivitäten dazukommt. Eine „grüne“ Anreise kann mit einem zweiwöchigen Aufenthalt in einem Luxushotel ohne Umweltmanagement und einigen motorisierten Freizeitaktivitäten durchaus noch zu einer „rötlich gefärbten“ Urlaubsreise werden.

<200 Kg CO₂-Äq./Person	401-600 Kg CO₂-Äq./Person	801-1000 Kg CO₂-Äq./Person
201-400 Kg CO₂-Äq./Person	601-800 Kg CO₂-Äq./Person	>1000 Kg CO₂-Äq./Person
kV = keine Verbindung		

Südwest-Europa

Die Resultate für Südwest Europa bestätigen die o.g. Unterschiede. Dazu ist noch die ungünstige Klimawirkung der Fähre zu vermerken, zum Beispiel bei der extrem langen Fährüberquerung bei der Bahnreise von München nach Andalusien sowie die von Frankfurt und München nach Katalonien (Barcelona). Die Fähre macht die Anreise zu den Kanaren mit eigenem Fahrzeug fast so klimawirksam wie die per Flugzeug, und im Falle des Wohnmobils noch wirksamer.

Tab. 13: Gesamtemissionen Südwest-Europa

Algarve	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	82	kV	1122	798	649	325	1024
Frankfurt	58	146	984	668	544	272	857
Hamburg	76	kV	1104	796	648	324	1022
Köln	62	148	1020	674	548	274	865
München	69	kV	996	696	567	283	894
Andalusien	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	64	kV	1074	761	619	310	976
Frankfurt	47	135	1050	615	500	250	789
Hamburg	66	kV	1074	715	582	291	918
Köln	52	137	1128	624	508	254	801
München	532	kV	984	625	509	254	802
Aquitaine	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	33	95	888	453	369	184	581
Frankfurt	23	76	822	440	358	179	564
Hamburg	30	87	840	397	323	162	510
Köln	22	64	996	318	259	129	408
München	27	75	720	344	280	140	442
Balearen	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	108	180	732	593	544	342	883
Frankfurt	103	231	720	502	549	433	920
Hamburg	118	175	768	578	532	336	863
Köln	97	149	654	459	436	288	711
München	111	156	576	459	436	288	711
Kanaren	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	495	kV	1524	1188	1341	1094	2263
Frankfurt	502	575	1338	1259	1427	1168	2408
Hamburg	519	kV	1476	1388	1531	1220	2573
Köln	480	598	1476	1234	1379	1113	2322
München	512	kV	1380	1273	1438	1173	2425
Katalonien	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	45	110	660	497	404	202	638
Frankfurt	224	77	570	352	287	143	452
Hamburg	45	105	696	481	392	196	618
Köln	33	79	618	363	295	148	466
München	216	86	558	363	295	148	466
Provence	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	31	81	798	371	302	151	476
Frankfurt	24	58	666	257	209	105	330
Hamburg	34	91	786	384	313	156	493
Köln	30	70	528	299	244	122	384
München	18	46	510	212	172	86	272

Quelle: eigene Berechnungen

Süd/Südost-Europa

Bei einigen Reisen in süd(ost)europäische Destinationen fällt ebenfalls die negative Klimawirkung der Fähre auf. Auch ist die positive Wirkung eines Autoreisezuges festzustellen, wenn man unbedingt ein Fahrzeug mitnehmen möchte, zum Beispiel wenn man eine Motorradreise von Köln (mit Autoreisezug) und Hamburg (ohne) nach Rom vergleicht.

Tab. 14: Gesamtemissionen Süd- und Südost-Europa

Athen	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	214	234	996	617	502	251	792
Frankfurt	210	224	822	680	691	501	1144
Hamburg	270	259	948	821	854	638	1418
Köln	213	233	870	724	528	331	1200
München	204	200	702	585	566	384	927
Dalmatien	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	100	84	762	395	321	161	507
Frankfurt	96	74	636	393	385	266	633
Hamburg	112	100	696	450	367	183	578
Köln	128	85	618	244	294	232	450
München	81	50	594	248	202	101	319
Istanbul	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	111	127	726	580	472	236	745
Frankfurt	119	133	900	376	390	227	508
Hamburg	92	144	792	657	535	267	843
Köln	123	kV	792	425	430	247	571
München	111	110	666	272	305	184	374
Kampanien	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	36	99	876	450	367	183	578
Frankfurt	32	87	804	379	308	154	486
Hamburg	44	110	858	503	410	205	646
Köln	38	98	780	231	219	121	544
München	23	64	702	294	240	120	378
Korfu	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	132	197	1158	587	489	257	775
Frankfurt	126	187	1110	536	518	351	848
Hamburg	233	223	1236	680	732	567	1224
Köln	295	196	1158	420	551	489	1137
München	275	163	990	510	646	585	1110
Rom	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	32	87	762	397	323	162	510
Frankfurt	25	72	594	328	267	134	422
Hamburg	40	96	714	440	358	179	564
Köln	34	81	570	180	177	100	476
München	18	53	498	244	198	99	313

Schwarzmeerküste	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	94	124	1110	519	423	211	666
Frankfurt	97	137	1068	407	415	239	547
Hamburg	97	171	1104	596	485	243	765
Köln	102	146	1020	609	496	248	782
München	70	107	1020	471	383	192	604
Slowenien	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	20	58	816	265	216	108	340
Frankfurt	16	49	606	215	175	87	275
Hamburg	25	74	936	321	261	131	412
Köln	21	58	kV	265	216	108	340
München	8	24	600	110	89	45	141

Quelle: eigene Berechnungen

Nördliches Europa

Bei den Nordeuropareisen fällt unter anderem die Anreise von Frankfurt nach Stockholm auf, egal welches Verkehrsmittel (außer Fernbus) benutzt wird. Hier wurde aus Komfortgründen immer die lange (Nacht-) Fährfahrt von Rostock nach Stockholm inkludiert, anstatt die kurze über Fehmarn zu nehmen, die jedoch zu einer Zwischenübernachtung geführt hätte.

Tab. 15: Gesamtemissionen Nördliches Europa

Ermland/Mas.	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	42	36	924	166	135	67	213
Frankfurt	35	67	804	301	245	122	386
Hamburg	30	52	858	242	197	99	311
Köln	37	67	840	309	251	126	396
München	88	68	720	311	253	127	400
Finn.Lapland	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	73	kV	1542	636	522	267	826
Frankfurt	178	kV	1404	811	945	795	1602
Hamburg	126	kV	1524	585	532	329	861
Köln	178	kV	1404	697	623	375	1005
München	355	kV	1620	709	888	777	1479
London	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	82	68	444	304	297	204	488
Frankfurt	15	46	306	208	180	102	287
Hamburg	78	58	432	255	257	184	424
Köln	12	46	354	162	142	83	228
München	23	70	420	307	261	142	415
Oslo	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	47	68	654	305	248	124	391
Frankfurt	51	102	666	371	302	151	476
Hamburg	42	54	678	241	196	98	309
Köln	197	80	960	392	484	429	829
München	149	102	660	445	405	250	655

Schottland	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	36	106	822	477	399	211	633
Frankfurt	28	84	720	366	308	166	490
Hamburg	165	96	786	367	422	350	713
Köln	27	84	654	343	290	157	461
München	39	107	660	489	408	216	648
Stockholm	Bahn	Fernbus	Flugzeug	Motorrad	PKW 2P	PKW 4P	Wohnmobil
Berlin	34	71	726	326	270	141	428
Frankfurt	420	92	864	730	950	878	1638
Hamburg	22	56	744	265	221	116	350
Köln	36	82	660	375	310	161	491
München	42	107	720	469	387	199	612

Quelle: eigene Berechnungen

Beschränkungen

In diesem Projekt wurde der Versuch unternommen, im Vergleich zu existierenden Rechnern, die meist mit Pauschalwerten arbeiten, eine größere Vielfalt an Transportmöglichkeiten für den Urlaubsreiseverkehr auf der Mittelstrecke in Bezug auf ihre Treibhausgasemissionen durchzurechnen. Dies ist größtenteils gelungen, indem z.B. differenziert wird nach urlaubsgerechten PKW-Auslastungen, freizeitspezifischen Fahrzeugen wie Wohnmobilen und Motorrädern sowie einer Reihe unterschiedlicher Bahntypen, einschl. einer Ost-West Differenzierung. Auch wurden die Nicht-CO₂-Emissionen des Flugverkehrs miteinbezogen. Eine weitere Differenzierung in zum Beispiel verschiedene PKW- oder Wohnmobiltypen wäre durchaus möglich. Die Zielgruppe dieser Studie – vor allem Reisebüros und Reiseveranstalter – wäre damit aber überfordert, und die Unterschiede sind auch meist zu klein, um die Verkehrsmittelwahl in Richtung Nachhaltigkeit zu beeinflussen. Die Berechnung der Emissionen von Seefähren erwiesen sich als problematisch. Die erhoffte Differenzierung pro Schiff mittels der EU-MRV Datenbank war nicht umsetzbar, jedoch wurden plausible Durchschnittswerte für diese Transportart ermittelt. Um eine differenziertere Grundlage bezüglich Seefährenemissionen zu bekommen, ist ein zusätzlicher Forschungsaufwand notwendig. Ebenfalls ist eine genauere Einsicht in den Bahnemissionen osteuropäischer Länder wünschenswert.

3. Analyse der Reiseangebote des forum anders reisen und spezialisierter Buchungsplattformen¹⁶

In diesem Arbeitspaket wurden zum einen die bestehenden Reiseangebote von Veranstaltern des forum anders reisen (FAR) in die ausgewählten Destinationen bzgl. der darin enthaltenen oder kommunizierten Anreisearten und -routen untersucht. Dabei ging es auch um eine Einschätzung der potenziellen Kundennachfrage nach klimaschonenden Reiseformen und möglicher Hinderungsgründe. Methodisch wurden zunächst die Webseiten der FAR-Veranstalter untersucht. Zusätzlich wurde eine quantitative Befragung mittels Online-Fragebogen durchgeführt.

¹⁶ Autorinnen: forum anders reisen

Zweitens erfolgte eine summarische Bestandsaufnahme (Internet-Recherche) von Reisebüros und Online-Buchungsplattformen, die sich auf die Buchung von land- und seegebundenen Reisen spezialisiert haben.

Die Vorgehensweise und die Ergebnisse dieses Arbeitspaketes sind in einem separaten Bericht umfassend und detailliert dargestellt. An dieser Stelle werden lediglich die Kernaussagen und Schlussfolgerungen wiedergegeben.

3.1 Reiseangebote des forum anders reisen

- Die untersuchten Reiseveranstalter haben vor allem Reisen in den Regionen Süd- und Nordeuropa in ihrem Produktportfolio.
- 60 % der analysierten Reiseveranstalter bieten die Anreise bei ihren Europareisen mit an. Dabei ist das Reiseangebot häufiger nur als Information verfügbar (58 %). Es ist eher auf Anfrage buchbar, daher oftmals nicht Teil des beworbenen Gesamtleistungsbündels, so dass die Organisation der Anreise oftmals auf den Reisenden übertragen wird.
- Zu den am häufigsten angebotenen Anreiseformen der Veranstalter gehört die Anreise mit dem Flugzeug, gefolgt von der Anreise mit der Bahn oder der Eigenanreise. Die Anreise mit dem Bus stellt das Schlusslicht dar.
- Die Reiseangebote bzw. -informationen enthalten in den meisten Fällen keine Fahrtzeiten und keine Preise.
- In der Umfrage gaben 36% der Veranstalter an, dass sie aktiv Bahn- oder Busreisen anbieten (davon 59% nur als Information verfügbar; 41% direkte Buchbarkeit).
- Die Ergebnisse der Umfrage haben gezeigt, dass die meisten Veranstalter bei den Transportgesellschaften im jeweiligen Land direkt buchen. Am häufigsten wurde die Deutsche Bahn für Recherchen bzw. Buchungen genannt, gefolgt von der B2B-Plattform Viator (einem Kooperationspartner der Deutschen Bahn, der Tickets mit touristischem Pricing für Veranstalter anbietet), aber auch länderspezifische Transportunternehmen (SNCF, Trenitalia, ÖBB und Flixbus) gefolgt von Online Travel Agencies (OTAs) wie rome2rio und Trainline.
- Je weiter entfernt das Reiseziel von Deutschland ist und je mehr Bahnanbieter herangezogen werden müssen, desto seltener wird die Anreise mit der Bahn angeboten oder kommuniziert.

Nachfrage der Gäste

- Die Nachfrage nach alternativen Anreisemöglichkeiten ist nach Aussage der Veranstalter (64 % aus Umfrage) seitens der Reisenden gestiegen.
- Durch die Pandemie und die gestiegenen Flugpreise ist die Bereitschaft der Kunden, alternative Anreisen zum Flugzeug zu nutzen, hoch.
- Gute 48% der Veranstalter gaben an, dass sich zwischen 0-30% der Gäste zu alternativen Anreisemöglichkeiten melden. Bei Zielen, die sehr gut mit der Bahn erreichbar sind (z.B. Wien, Venedig, Paris, Kopenhagen, Amsterdam etc.) fragen Kunden häufig nach Alternativen zum Flug. Sobald die Anreise sehr lange dauert (Athen, Lissabon, Barcelona, Neapel, Helsinki etc.) ist der Anteil der Anfragen sehr gering.
- Sinkende Flugpreise, schnelle unkomplizierte Buchung und Zuverlässigkeit von Fluganreisen stehen einer Verschlechterung der DB-Konditionen gegenüber und lassen somit Kund*innen auf Flüge umsteigen.

- Einige Destinationen sind in der Wahrnehmung der Kund*innen günstiger, schneller und zuverlässiger mit dem Flugzeug erreichbar (Italien, Griechenland, z.T. Südfrankreich, Großbritannien) und werden daher von Reisenden besser angenommen.
- Reisende weichen aufgrund von Unsicherheiten (Buchung usw.) teilweise auf das Flugzeug aus.
- Ein Teil der Kundschaft lässt sich durch gute Beratung von alternativen Anreisen wie mit der Bahn – auch in entlegene Zielgebiete – überzeugen.
- Die Darstellung des Reiseangebots auf den veranstaltereigenen Webseiten ist für Gäste überwiegend gut verständlich oder ausbaufähig verständlich.
- Viele Bahnverbindungen sind unattraktiv für Familien mit viel Gepäck.

Chancen und Hürden aus Sicht der Veranstalter

- Erdgebundene Reisen haben Vorteile, die in der Argumentation und Kommunikation gegenüber den Kund*innen genutzt werden können.
- Nach Aussage der Reiseveranstalter wissen die Gäste meistens nicht, dass eine Anreise per Zug möglich ist und wie diese im zeitlichen Rahmen liegt. Dies zeigt das große Potenzial von alternativen Anreisen auf der Mittelstrecke.
- Eine Anreise mit der Bahn muss allerdings individuell für die/den Reisende*n organisiert werden, wegen der verschiedenen möglichen Startpunkte, Bahncards, Altersunterschiede, etc. Daher kann weder eine allgemeine Information noch ein fester Preis für die Bahnreise im Preis inkludiert werden. Dies hat zur Folge, dass die/der Reisend*e nicht umfassend informiert wird über mögliche Anreisen mit der Bahn und sich proaktiv Angebote vom Veranstalter geben lassen muss.
- Fehlende Kooperationen der Deutschen Bahn mit weiteren Bahnanbietern Europas sorgen für ein eingeschränktes Angebot.
- Busfahren hat generell ein schlechtes Image und ist meist nicht attraktiv.
- Infrastruktur für eine Anreise mit der Bahn ist in vielen Zielgebieten nicht vorhanden oder nicht verlässlich.
- Mit knapp 19% sind die vergleichsweise hohen Preise die größte Hürde für die Veranstalter, gefolgt von dem komplizierten Buchungsangebot in Bezug auf die Logistik und das Buchungssystem. In der Vergangenheit existierende Verbindungen auf der Mittelstrecke wurden abgeschafft und es gibt zu viele Umstiege.
- Es stehen zu wenige, zu kurzfristige Kontingente für die Buchung zur Verfügung. Die Buchbarkeit von und die Preisauskunft bei Bahnverbindungen ist mit einem Zeithorizont von maximal sechs Monaten vor dem Reisedatum zu kurzfristig ausgerichtet.
- Bahnbuchungen stellen ein hohes Risiko für den Veranstalter dar (geringe, kurzfristige Kontingente, verpasste Umstiege und Zugausfälle).
- Sind Züge buchbar, sind diese schnell ausgebucht (insbesondere Nachtzüge).
- Die Organisation von Reisen mit der Bahn ist arbeitsintensiv für die Reiseveranstalter.
- Die Konditionen für Reiseveranstalter im Hinblick auf die Buchung von Bahntickets haben sich verschlechtert.

Hürden für die Gäste

- Für die Gäste wurden von den Veranstaltern als die größte Hürde die Zeit/Reisedauer sowie die Umstiege genannt.
- Ein ebenso großes Hindernis seien fehlende oder schlechte Verbindungen sowie Unzuverlässigkeit und Umständlichkeit gefolgt von fehlendem Komfort (Gepäck, Unbequemlichkeit, schlechte Erfahrungen), hohen Preisen und komplizierten Tarifen.
- Schließlich spielen auch die schlechte Verfügbarkeit und Buchbarkeit bei den Rückmeldungen seitens der Reisenden eine Rolle.
- Eine Reise mit alternativen Anreisen weiter als ein halbes Jahr im Voraus zu planen, geht mit einer Planungsungewissheit und einem gewissen Risiko einher – auch für den Gast.

3.2 Buchungsportale

Tab. 16: Vor- und Nachteile der untersuchten Online-Buchungsplattformen

	Vorteil	Nachteil
Omio	Deutsche und ausländische Rabattkarten/Abos lassen sich hinzufügen	Eingeschränkte Auswahl von Bahnverbindungen, insbes. von kleineren Bahnhöfen; keine Filtermöglichkeit bzgl. Umstiegszeiten, Umstiegsort etc.
rome2rio	Jegliche (theoretische) Möglichkeit an ein Ziel zu kommen, wird angezeigt	Eher zur groben Routenplanung geeignet, zur Buchung wird auf andere Portale weitergeleitet; einige vorgeschlagene Routen sind nicht mehr aktuell; Preisschätzungen sind sehr grob
The Trainline	Deutsche und ausländische Rabattkarten/Abos lassen sich hinzufügen; große Auswahl an Verbindungen; alle Bahnhöfe wählbar	Keine Filtermöglichkeit bzgl. Umstiegszeiten, Umstiegsort etc.
Rail Europe	Zwischenstopps und Umstiegszeiten können individuell angegeben werden bei Suche	Bei Umstiegen keine Gesamtstrecken buchbar
Interrail	Bahnpass einigermaßen weit im voraus zu erwerben; große Auswahl an Verbindungen	Keine Buchungsmöglichkeit einzelner Strecken, nur bei Reservierungspflicht (jedoch kompliziert)
Deutsche Bahn	Einfache Buchung einer direkten Fahrt von DE in ein Nachbarland	Wenn, um an das Ziel zu kommen, ein Umstieg im Ausland notwendig ist, ist Verbindung nicht buchbar
Viator Workspace	B2B-Tool für Veranstalter	Laut Aussage einiger interviewter Veranstalter: Kleinere Bahnhöfe, insbesondere im Ausland, können nicht eingegeben werden. Zudem: Umsteigebahnhof kann nicht angepasst werden und die Umsteigezeit auch nicht, was besonders schwierig für Familien und Ältere ist.

Quelle: eigene Zusammenstellung

Die Analyse der Buchungs- und Informationsportale hat gezeigt, dass nur wenige der Portale in ihren verfügbaren Funktionen umfänglich sind, was bspw. das Buchen eines einzelnen Tickets mit Teilstrecken verschiedener Bahnunternehmen sowie die individuelle Auswahl der Umsteigebahnhöfe und der Umsteigezeit betrifft. Jedes der analysierten Portale bringt bestimmte Vor- und Nachteile mit sich, welche im Folgenden zusammengefasst werden.¹⁷ Es fehlt zudem an einem Portal im B2B-Bereich, welches das Angebot von mehreren Bahnunternehmen vereint.

Zusammenfassend sind Omio, The Trainline und Rail Europe als Good Practice Beispiele für Buchungsportale im B2C-Bereich zu nennen. Rail Europe überzeugt als einzige Plattform mit der Funktion, individuelle Zwischenstopps bzw. Umsteigebahnhöfe und die Dauer der Stopps einstellen zu können. Omio punktet mit der einfachen Vergleichbarkeit von Bahn-, Bus- und Flugverbindungen, sowohl was die Dauer der Verbindungen, als auch den Preis betrifft. The Trainline überzeugt mit der größten Auswahl an Bahnverbindungen und der Buchbarkeit von komplexen Verbindungen auf einem Ticket. Eine ideale Best Practice Buchungsplattform würde die Vorteile dieser drei Plattformen vereinen.

4. Handbuch für Reisebüros, Reiseveranstalter und andere Multiplikatoren

Das digitale Handbuch (siehe separate Datei) enthält eine Übersicht der klimafreundlichen An- und Abreiseoptionen zu den ausgewählten 22 Destinationen, Reisezeiten, Emissionsvergleiche sowie praktische Tipps für Reiseveranstalter und Reisebüros, DMOs und andere Multiplikatoren wie Verbraucher- und Umweltorganisationen. Insbesondere werden auch Hinweise zu Buchungsmöglichkeiten gegeben – ein zentrales Hindernis, welches der Entscheidung für eine Anreise mit der Bahn häufig entgegensteht.

Das Handbuch steht als pdf zum Download bereit und kann jederzeit aktualisiert oder um weitere Destinationen erweitert werden. Die dazugehörigen Profilblätter für jede Destination werden so angelegt, dass sie auch ausgedruckt werden können. Reiseveranstalter und Reisebüros können ihren Kund*innen so zielgenau Informationen zur Reiseplanung mit den Reiseunterlagen zuschicken. Neben den reinen Reiseinformationen soll auch die Botschaft vermittelt werden, dass es zahlreiche attraktive und günstige Alternativen zum Flugverkehr für die Mittelstrecke gibt.

5. Zentrale Erkenntnisse und erforderliche Veränderungen

Die Recherchen im Rahmen dieses Projektes haben gezeigt, dass trotz teils widriger Rahmenbedingungen klimaschonendes Reisen auf der Mittelstrecke in Europa mit akzeptablen Reisezeiten, mit befriedigendem Komfort und zu angemessenen Preisen möglich ist. 13 der 22 ausgewählten Destinationen können dank Hochgeschwindigkeitszügen und teils Nachtzügen innerhalb von 24 Stunden erreicht werden. Alle anderen Zielgebiete, mit Ausnahme der Kanarischen Inseln – sind innerhalb von 48 Stunden erreichbar. Auch in diesen Fällen spielen die o.g. Züge und ggf. langlaufende Fährverbindungen eine zentrale Rolle. In anderen Fällen kann die Reise durch Zwischenübernachtungen in attraktiven Städten wie Barcelona unterbrochen werden.

¹⁷ Trainxurope wird für die weitere Betrachtung aufgrund seiner eingeschränkten Vergleichbarkeit außer Acht gelassen, da es sich um ein Serviceangebot und nicht um ein Buchungsportal handelt.

Hinsichtlich der Emissionen liegen Bahn und Bus erwartungsgemäß mit weitem Abstand vorn. Fernbusse haben den Vorteil, dass sie i.d.R. sehr kostengünstig und leicht buchbar sind, wofür jedoch längere Reisezeiten und ein deutlich geringerer Komfort in Kauf genommen werden müssen.

Reisen mit dem eigenen Fahrzeug liegen bzgl. der Treibhausgasemissionen im Mittelfeld, solange keine durchgreifende Elektrifizierung stattgefunden hat. Falls dennoch mit dem PKW gereist werden soll, sollte dieser möglichst mit vier Passagieren ausgelastet werden. Zu beachten sind hier jedoch die im Vergleich zur Bahn deutlich längeren Reisezeiten und der geringere Komfort. Fahrten mit dem Wohnmobil sind generell klimaschädlicher.

Bei Inseledestinationen sind Fähren naturgemäß unvermeidbar, wenn auf das Flugzeug verzichtet werden soll. In Bezug auf die Emissionen von Seefähren ist die Datenlage noch unübersichtlich und lückenhaft. Probleme bereitet insbesondere die Allokation (Zuordnung) der Emissionen auf einzelne Passagiere, wenn die Fähren gleichzeitig Fracht und Fahrzeuge transportieren. Insgesamt lässt sich aber festhalten, dass in der Schifffahrt (vor allem auf dem Mittelmeer) weiterhin mit besonders klimaschädlichen Treibstoffen gefahren wird. Der Energieverbrauch wird in vielen Fällen außerdem durch erhöht, dass die Schiffe zusätzlich über touristische Einrichtungen wie Kabinen, Restaurants, Geschäfte und Veranstaltungsräume verfügen. Aus Klimaschutzgründen ist bei Inseledestinationen eine Seereise dem Flugzeug dennoch vorzuziehen, allerdings sollten dann keine Fahrzeuge, insbesondere keine Wohnmobile, mittransportiert werden und die Überfahrt sollte möglichst vom nächstgelegenen Ausgangshafen angetreten werden. Diese Situation kann sich ändern, wenn es in der Schifffahrt zu einem erhöhten Einsatz weniger klimaschädlicher Kraftstoffe kommt.

Das Flugzeug ist auf der Mittelstrecke wegen des längeren Reiseflugs (im Vergleich zur Start- und Landephase) treibstoffeffizienter als auf der Kurzstrecke. In Bezug auf die reinen CO₂-Emissionen pro pkm ist das Flugzeug den Seefähren überlegen, selbst ohne Fahrzeugbeförderung, und kaum klimaschädlicher als eine lange PKW-Fahrt mit zwei Passagieren. Allerdings kommt auf der Mittelstrecke auch die Erwärmungswirkung der Nicht-CO₂-Emissionen, die beim Flug in großen Höhen entstehen, stärker zum Tragen, so dass das Flugzeug insgesamt auch auf der Mittelstrecke die klimaschädlichste Anreiseform bleibt (mit Ausnahme des Transportes von Wohnmobilen auf Schiffen).

Die Recherchen, insbesondere die Befragung der Reiseveranstalter des Forums anders reisen, haben aber auch deutlich gemacht, dass noch eine Reihe von Hindernissen aus dem Weg zu räumen sind, wenn Reisen mit der Bahn auf der Mittelstrecke in Europa für mehr Menschen attraktiv werden soll. Dies betrifft neben dem Preis vor allem die verlässliche Buchbarkeit durchgehender und ggf. intermodaler Reisedrecken. Es mangelt an einem umfassenden Zugang zu allen Bahn- und z.T. auch Busverbindungen durch Europa. Weder Informationen zu Verbindungen noch Buchungsmöglichkeiten sind leicht zugänglich, da die Daten auf verschiedenen Portalen und Systemen verteilt sind. Ein wichtiger Schritt auf EU-Ebene wäre es, für die Freigabe aller Daten in den Mitgliedsstaaten zu sorgen, um eine Gesamtübersicht aller Verbindungen zu ermöglichen und dadurch eine Mobilitätsveränderung zu unterstützen.

Aus Sicht der Branche bedarf es darüber hinaus einfacher Tarife und Buchungsmöglichkeiten, die das Angebot der alternativen Anreisen ermöglichen (wie z.B. das alte Rail Inclusive Tours-Ticket mit einheitlichen Preisen nach Entfernungen). Ein erweitertes Angebot über die Deutsche Bahn oder einen anderen Technikpartner ist dringend notwendig, um das Bahn- und Bus-Angebot analog zur einfachen Buchbarkeit von Flügen vermitteln zu können. Hierbei spielt neben der Harmonisierung

von Fahrplänen vor allem das Anrecht eine Rolle, bei Verspätungen alternative Verbindungen nutzen zu dürfen. In einem weiteren Schritt könnte ein solches System auch auf Fähren ausgedehnt werden.

Auch für Reisende ist der Wissensstand zu den alternativen Reisemöglichkeiten bislang sehr gering. Ein Mobilitätsportal sowie eine Informationskampagne der EU zu klimafreundlicher Mobilität innerhalb Europas könnte hier Abhilfe schaffen. Auch könnten Mitarbeitende von Reisebüros und -veranstaltern in dieser Hinsicht gezielt weitergebildet werden.

Wenn man – wie in den meisten klimapolitischen Zielen (einschl. der EU) formuliert – einen massenhaften Umstieg auf klimafreundliche Verkehrsmittel in Europa erreichen möchte, müsste auch mehr in langlaufende, grenzüberschreitende Zugverbindungen, klimaschonende Hochgeschwindigkeitszüge in Osteuropa und häufigere und schnellere Nachtzugverbindungen investiert werden, die umstiegsfreie Mittelstreckeverbindungen (z.B. von London nach Madrid) ermöglichen würden, die es auch zeitlich mit dem Flugzeug aufnehmen könnten.

Schließlich sind in Europa viele Regionen jenseits der Metropolen nur unzulänglich erreichbar. Es bedarf daher eines weiteren Netzausbaus innerhalb der EU, um auch in entlegene und ländliche Regionen anreisen und sich dort flexibel bewegen zu können, denn Tourismus findet oft außerhalb der Städte statt.

Quellenverzeichnis

- Allekotte, M., Bergk, F., Biemann, K., Deregowski, C., Knörr, W., Althaus, H.-J., Sutter, D., & Bergmann, T. (2020). *Ökologische Bewertung von Verkehrsarten*. Umweltbundesamt.
- atmosfair (k.D.). *Klimawirkung des Flugverkehrs*. Retrieved 11.1.2023 from https://www.atmosfair.de/de/fliegen_und_klima/flugverkehr_und_klima/klimawirkung_flugverkehr/
- Bergk, F., Biemann, K., Kämper, C., Kräck, J., & Knörr, W. (2020). *Klimabilanz von Reisen mit Reisemobilen und Caravans*. ifeu. https://www.civd.de/wp-content/uploads/2019/05/2020_ifeu_Klimabilanz-von-Reisen-mit-Reisemobilen.pdf
- BFF (2007). *Carbon Emissions of Mixed Passenger and Vehicle Ferries on UK and Domestic Routes*. Best Foot Forward for the Passenger Shipping Association (PSA).
- Bopst, J., Herbener, R., Hölzer-Schopohl, O., Lindmaier, J., Myck, T., & Weiß, J. (2019). *Umweltschonender Luftverkehr. lokal – national – international*. Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-11-06_texte-130-2019_umweltschonender_luftverkehr_0.pdf
- DB (2020). *Grundlagenbericht zum UmweltMobilCheck*. Deutsche Bahn. <https://www.bahn.de/wmedia/view/mdb/media/intern/umc-grundlagenbericht.pdf>
- DB (2022). *Kennzahlen 2021 für mehr Nachhaltigkeit*. Deutsche Bahn. Retrieved 9.1.2023 from <https://nachhaltigkeit.deutschebahn.com/de/kennzahlen>
- DBEIS (2022). *2022 Government Greenhouse Gas Conversion Factors for Company Reporting. Methodology Paper for Conversion factors. Draft Report*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1083857/2022-ghg-cf-methodology-paper.pdf
- DBEIS, & DEFRA (2022). *UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting. Year 2022. Condensed set*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1083854/ghg-conversion-factors-2022-condensed-set.xls
- Doll, C., Brauer, C., Köhler, J., Scholten, P., Schrotten, A., & Otten, M. (2020). *Methodology for GHG Efficiency of Transport Modes. Final Report*. Fraunhofer ISI. https://www.eea.europa.eu/publications/rail-and-waterborne-transport/rail-and-waterborne-best/d3b-eea-ghg-efficiency-indicators/at_download/file
- EEA (2022, 26.10.2022). *Greenhouse gas emission intensity of electricity generation in Europe*. Retrieved 9.1.2023 from <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1>
- EMSA (2023). *THETIS-MRV*. European Maritime Safety Agency. Retrieved 9.1.2023 from <https://mrv.emsa.europa.eu/#public/emission-report>
- FS Italiane (2022). *Sustain Movement. GHG report 2021*. Ferrovie dello Stato Italiane. https://fsitaliane.it/content/dam/fsitaliane/en/Documents/sustainability-report-2021/FS_GHGreport_ENG_webdoppie.pdf
- FUR (2023). *RA Reiseanalyse 2023*. Kiel
- Google (n.d.-a). *CO2-Emissionen bei Google Flüge prüfen*. Retrieved 22.12.2022 from https://support.google.com/travel/answer/9671620?ref_topic=2475360&hl=de
- Google. (n.d.-b). *Wie werden CO2-Emissionen geschätzt?* Retrieved 22.12.2022 from <https://support.google.com/travel/answer/11116147>

- Gössling, S., Lohmann, M., Grimm, B. and Scott, D. (2017). *Leisure travel distribution patterns of Germans: Insights for climate policy*. Case studies on transport policy, Vol. 5, Issue 4, December 2017
- IEA, & UIC (2017). *Railway Handbook 2017. Energy consumption and CO₂ emissions*. International Energy Agency & International Union of Railways.
- Larsson, J., & Kamb, A. (2022). *Methodology Report for www.travelandclimate.org Version 3.0*. Chalmers University of Technology.
https://travelandclimate.org/sites/default/files/methodology_report_for_travelandclimate_version3.pdf
- Lee, D. S., Fahey, D. W., Skowron, A., Allen, M. R., Burkhardt, U., Chen, Q., Doherty, S. J., Freeman, S., Forster, P. M., Fuglestvedt, J., Gettelman, A., De León, R. R., Lim, L. L., Lund, M. T., Millar, R. J., Owen, B., Penner, J. E., Pitari, G., Prather, M. J., Sausen, R., & Wilcox, L. J. (2021). The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018. *Atmospheric Environment*, 244, 117834.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117834>
- López-Navarro, M. Á. (2014). Environmental Factors and Intermodal Freight Transportation: Analysis of the Decision Bases in the Case of Spanish Motorways of the Sea. *Sustainability*, 6(3), 1544-1566. <https://www.mdpi.com/2071-1050/6/3/1544>
- Lubach, S. (2021). *CO₂ emissiefactoren Openbaar Vervoer. Actualisatie 2021*. Rijkswaterstaat-Duinn.
<https://www.co2emissiefactoren.nl/wp-content/uploads/2021/02/CO2emissiefactoren-Openbaar-Vervoer-2021-v2.pdf>
- Maier, J. (2022). *The global warming reduction potential of night trains*. Back-on-Track.eu.
https://back-on-track.eu/wp-content/uploads/2022/09/220915_B-o-T_GHG-Potential-1.pdf
- Mannarini, G., Carelli, L., & Salhi, A. (2020). EU-MRV: an analysis of 2018's Ro-Pax CO₂ data. In J. E. Guerrero (Ed.), *2020 21st IEEE International Conference on Mobile Data Management (MDM) Proceedings* (pp. 287-292). The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
<https://doi.org/10.1109/MDM48529.2020.00065>
- MTES (2019). *GHG information for transport services. Application of Article L. 1431-3 of the French transport code. Methodological guide. Updated version resulting 67 article of the law n° 2015-992*. Ministère de la Transition écologique et solidaire.
- ÖBB (2022). *Nachhaltigkeitsbericht 2021. ÖBB-Holding AG*.
https://presse.oebb.at/dam/jcr:8068de46-06cf-4681-89d8-4ada004c577c/OEBB_CSR2021.pdf
- Otten, M. B. J., 't Hoen, M. J. J., & den Boer, L. C. (2015). *STREAM personenvervoer 2014, versie 1.1. Studie naar Transport Emissies van Alle Modaliteiten. Emissiekentallen 2011*. CE Delft.
- Papagianni, S. (2017). *LIFE CLIM'FOOT DELIVERABLE C2.2: METHODOLOGY FOR CONSTITUTING THE NATIONAL DATABASE, GREECE*. Centre for renewable energy sources and saving.
- Pizzol, M. (2019). Deterministic and stochastic carbon footprint of intermodal ferry and truck freight transport across Scandinavian routes. *Journal of Cleaner Production*, 224, 626-636.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.270>
- Rigot-Muller, P., Lalwani, C., Mangan, J., Gregory, O., & Gibbs, D. (2013). *Optimising end-to-end maritime supply chains: a carbon footprint perspective*. The International Journal of Logistics Management, 24(3), 407-425. <https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2013-0002>
- Schulz, A., Kuhnimhof, T., Nobis, C., Chlond, B., Magdolen, M., Bergk, F., Kämper, C., Knörr, W., Kräck, J., Jödden, C., Sauer, A., Führer, M., & Frick, R. (2020). *Klimawirksame Emissionen des deutschen Reiseverkehrs*. Umweltbundesamt.

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-07-20_texte_141-2020_emissionen-reiseverkehr_0.pdf

SJ (n.d.). *Travel climate-friendly with SJ*. Retrieved 9.1.2023 from <https://www.sj.se/en/about/about-sj/climate-friendly.html>

UBA (2022). *Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr*. Umweltbundesamt.
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/bilder/dateien/uba_emissionstabelle_personenverkehr_2020.pdf

UIC, & Logistics, D. M. N. (2013). *UIC-Study Night Trains 2.0 New opportunities by HSR?* Union Internationale des Chemins de Fer.

UNWTO/UNEP (2008): *Climate Change and Tourism - Responding to Global Challenges*. Madrid/Paris

VR Group. (2022). *Corporate responsibility report 2021*. VR Group.
https://vrgroup.studio.crasman.cloud/file/dl/a/cdTscw/KLjPFdeD7YhiBWK50VnMvA/VR_Group_Corporate_Responsibility_Report_2021.pdf

Winter, M., & Rypdal, K. (2019). *1.A.3.a Aviation 2019*. EMEP-EEA.
<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-a-aviation/view>

Anhang 1: Übersicht Emissionsfaktoren bei individuellen Schiffen

Strecke	Reederei	Schiffsname	Typ	Baujahr	GT	Max. Pax	Max. PKW	oder max. LKW	Linear meters freight	Test Ratio Pax-PKW	Pax-Decks	PKW + LKW decks	THETIS -MRV kg CO ₂ /pax/NM	THETIS -MRV kg CO ₂ /ship NM	Test Pax 25% allok., 50% Ausl. (Kg CO ₂ /pkm)	Test PKW 25% allok., 100% Ausl. (Kg CO ₂ /Km)
Cadiz-Gran Canaria	Armas	Ciud. de Valencia	Ro-Pax	2020	32581	605	240	116	2564	2,5	?	4	0,017	584	0,328	0,328
Huelva-Cran Canaria	Fred Olsen / Balearia	Marie Curie	Ro-Pax	2019	26375	880	167	128	2194	5,3			0,189	517	0,418	0,418
Genua-Barcelona/Tanger	GNV	Excellent / Excelsior	Ro-Pax	1998	39777	2230	760	150		2,9			1	650	0,079	0,115
Barcelona-Mallorca	Trasmed	Ciud. de Palma	Ro-Pax	2007	27105	878	190	?		4,6			0,221	520	0,160	0,369
Toulon-Alcudia	Corsica Ferries	Mega Express Two	Ro-Pax	2001	26024	1800	550	?		3,3			0,12	766	0,115	0,188
Ancona-Igoumen./Korfu & Vened.-Korfu		Hellenic Spirit	Ro-Pax	2001	32694	1850	670	yes		2,8	4	4	0,016	760	0,111	0,153
Bari-Patras/Korfu	Anek Lines	Superfast I	Ro-Pax	2008	25757	938	783	yes	2500	1,2			0,113	545	0,157	0,094
Ancona-Split	Jadrolinja	Marko Polo	Ro-Pax	1973	10154	1100	270	?		4,1	3	1	0,01	366	0,090	0,183
Travemünde-Helsinki	Finnlines	Finnstar /-lady	Ro-Pax	2006	45923	554	366	280		1,5			0,116	706	0,344	0,260
Stockholm-Helsinki	Viking Line	Gabriella	Ro-Pax	1992	35492	2400	400		900	6,0	6	2	0,096	482	0,054	0,163
Stockholm-Turku	Viking Line	Viking Grace	Ro-Pax	2013	57565	2800	550		1275	5,1	6,5	2,5	0,056	381	0,037	0,094
Rostock-Nynäshamn	Hansa Dest.	Drotten	Ro-Pax	2003	29746	1500	500	120		3,0	2	2	0,598	747	0,134	0,202
Durchschnitt						1460	450							585	0,142	0,214

Quelle: THETIS-MRV, eigene Zusammenstellung und Berechnungen