TICKET TO RIDE

# Analyse der Publikumsmobilität

Im Rahmen des Projekts TICKET TO RIDE und der Sommertour 2023 der Band AnnenMayKantereit


| | |
|---|---|
| Autor*innen: | Julian Vogels, klimaklitsche GmbH |
| | Laura Kleber, klimaklitsche GmbH |
| | Niklas Mono, Universität Bremen |



| | |
|---|---|
| Datum: | 22. Mai 2024 |
| Version: | 1.0 |
| Website: | https://www.tickettoride.net |

# Inhaltsverzeichnis

**1. EINFÜHRUNG ..... 3**

**2. ÜBERSICHT DER ERHOBENEN DATEN ..... 4**

**3. FORSCHUNGSFRAGEN ..... 5**

3.1 Wie sieht das Anreiseverhalten der Besuchenden aus? ..... 5

3.2 Wie hängt das Anreiseverhalten mit der Infrastruktur zusammen? ..... 30

3.3 Welchen Anteil haben die Emissionen Publikums-Mobilität an der Klimabilanz der Tour? ..... 45

3.4 Wie wirken kommunikative und infrastrukturelle Maßnahmen auf das Mobilitätsverhalten? ..... 53

**4. STATISTIK UND DATENQUELLEN ..... 63**

4.1 Methodik ..... 63

4.2 Crowd Impact Daten ..... 66

4.3 Daten von Ticketing-Plattformen ..... 66

4.4 Umgang mit Ausreißern ..... 68

**5. APPENDIX ..... 71**

5.1 Emissionsfaktoren ..... 71

**6. REFERENZEN ..... 79**

# 1. Einführung

Im Rahmen des Projektes “Ticket To Ride” wurde das Anreiseverhalten der Besuchenden bei 10 Konzerten der AnnenMayKantereit Sommertour 2023 von durch Umfragen am Besuchendeneinlass mit der Crowd Impact App erfasst (Kleber und Vogels 2024).

Im Datensatz enthalten sind Umfrageergebnisse zum Anreiseverhalten bei folgenden Konzerten:

- Berlin 1 in der Parkbühne Wuhlheide am Freitag, den 18.08.2023
- Berlin 2 in der Parkbühne Wuhlheide am Samstag, den 19.08.2023
- Hamburg in der Trabrennbahn Bahrenfeld am Freitag, den 25.08.2023
- Hannover in der Expo Plaza am Samstag, den 26.08.2023
- Losheim am See im Strandbad am Sonntag, den 27.08.2023
- Wien in der Stadthalle am Donnerstag, den 31.08.2023
- Dresden in der Rinne am Freitag, den 01.09.2023
- Zürich im Hallenstadion am Dienstag, den 05.09.2023
- Frankfurt in der Festhalle am Mittwoch, den 06.09.2023
- Köln im Rhein Energie Stadion am Samstag, den 09.09.2023

Die Konzerte der Sommertour in den Städten Stuttgart und München wurden aus organisatorischen Gründen ausgeschlossen.

Insgesamt verzeichneten diese 10 Konzerte 215.482 Besuchende (Quelle: Ticketverkäufe), wovon 4.968 Personen zu ihrer Anreise befragt wurden. Erfasst wurden bei der Befragung der Anreiseweg und Verkehrsmittel inklusive Teilstrecken. Bei Autofahrten wurden ebenfalls die Anzahl der Mitfahrenden sowie Treibstoffe erfasst. Eine Zusatzfrage hielt zudem fest, ob die Besuchenden von Informationen zu nachhaltiger Anreise gehört hatten.

Annahmen:

- Die An- und Abreise sind identisch
- Anzahl der verkauften Tickets ist identisch mit Besuchendenanzahl
- Die verschiedenen Eingänge der Spielstätten können je nach Lage von einer unterschiedlichen Demographie Verkehrsmittelnutzender frequentiert werden
- Das jeweilige Konzert ist der Hauptanreisegrund für die Besuchenden

## 2. Übersicht der erhobenen Daten

Bei der Anreise der 10 Konzerte wurden für die An- und Abreise zusammengerechnet 47.883.755 Kilometer zurückgelegt – das entspricht 1.196 Weltumrundungen. Dabei sind 2680,95 t $CO_2$e entstanden. Ein Hektar deutscher Wald benötigt ca. 500 Jahre, um diese Emissionen auszugleichen (Stiftung Unternehmen Wald, o. J.).
Auf den einzelnen durchschnittlichen Besuchenden heruntergerechnet ergibt das im Durchschnitt 222,22 km zurückgelegte Kilometer und 12,44 kg $CO_2$e – in etwa so viel wie ein Baum in einem Jahr wieder aufnehmen kann. Denselben $CO_2$-Fußabdruck wie eine An- und Abreise hätten auch: 18 Waschgänge; 4 Liter Milch; 4 Cheeseburger; 77 km Autofahren.

| **Kennzahl** | **Wert** | **Kenngröße** |
|---|---|---|
| Besuchende gesamt | 215.482 | Personen |
| Emissionen gesamt | 2680,95 | t $CO_2$e |
| Emissionen pro Besucher*in | 12,44 | kg $CO_2$e |
| Emissionen pro Kilometer | 55,99 | g $CO_2$e |
| Durchschnittlich zurückgelegte Entfernung (hin- und zurück) | 222,22 | km |
| Durchschnitt Fahrzeuginsassen | 2,78 | Personen |
| Umfrageteilnehmende | 4.968 | Personen |

*Tabelle 1: Kennzahlen des Projekts TICKET TO RIDE und der AnnenMayKantereit Sommertour 2023*

| **Konzert** | **Besuchende** | **Fahrradanreize vorhanden** | **ÖPNV-Kombiticket vorhanden** | **E-Ladeinfrastruktur vorhanden** |
|---|---|---|---|---|
| Berlin 1 | 16.606 | Nein | Nein | Nein |
| Berlin 2 | 16.406 | Nein | Nein | Nein |
| Dresden | 36.095 | Ja | Ja | Nein |
| Frankfurt | 11.526 | Nein | Ja | Ja |
| Hamburg | 26.552 | Nein | Ja | Nein |
| Hannover | 26.239 | Ja | Ja | Nein |
| Köln | 40.209 | Ja | Ja | Nein |
| Losheim | 15.000 | Nein | Ja | Ja |
| Wien | 13.271 | Nein | Nein | Nein |
| Zürich | 13.578 | Nein | Nein | Nein |

*Tabelle 2: Übersicht über die analysierten Konzerte; Nachhaltigkeitskennwerte*

# 3. Forschungsfragen

## 3.1 Wie sieht das Anreiseverhalten der Besuchenden aus?

Zunächst wird die Verkehrsmittelnutzung, dann zurückgelegte Reisedistanzen ausgewertet, und schließlich die Emissionshöhe verschiedener Konzerte ins Verhältnis gesetzt.

Da bei der Befragung Teilstrecken erhoben wurden, liegen Daten sowohl zur *Hauptverkehrsmittelwahl* (= genutztes Verkehrsmittel der längsten Teilstrecke) als auch zur gesamten *Verkehrsleistung* (= genutzte Verkehrsmittel aller gefahrener Kilometer) vor. Die *Hauptverkehrsmittelwahl* exkludiert im Anreiseverhalten eines Besuchenden beispielsweise eine Autoanreise zum nächstgelegenen Bahnhof, um von dort dann die längste Strecke mit einem Fernverkehrszug zurückzulegen. Sie stellt somit eine Vereinfachung des Anreiseverhaltens dar. In der *Verkehrsleistung* werden beide Teilstrecken berücksichtigt.

Das Anreiseverhalten der Besuchenden erweist sich je Spielstätte als heterogen, da sich sowohl Einzugsgebiet, Infrastruktur als auch Anreize zur nachhaltigeren Anreise teilweise stark unterscheiden. Selbst zwei Konzerte derselben Spielstätte, wie in Berlin, weisen in Teilen unterschiedliches Anreiseverhalten und durch die Nutzung von Flügen einen hohen Unterschied der Emissionshöhe auf. Dazu später mehr.

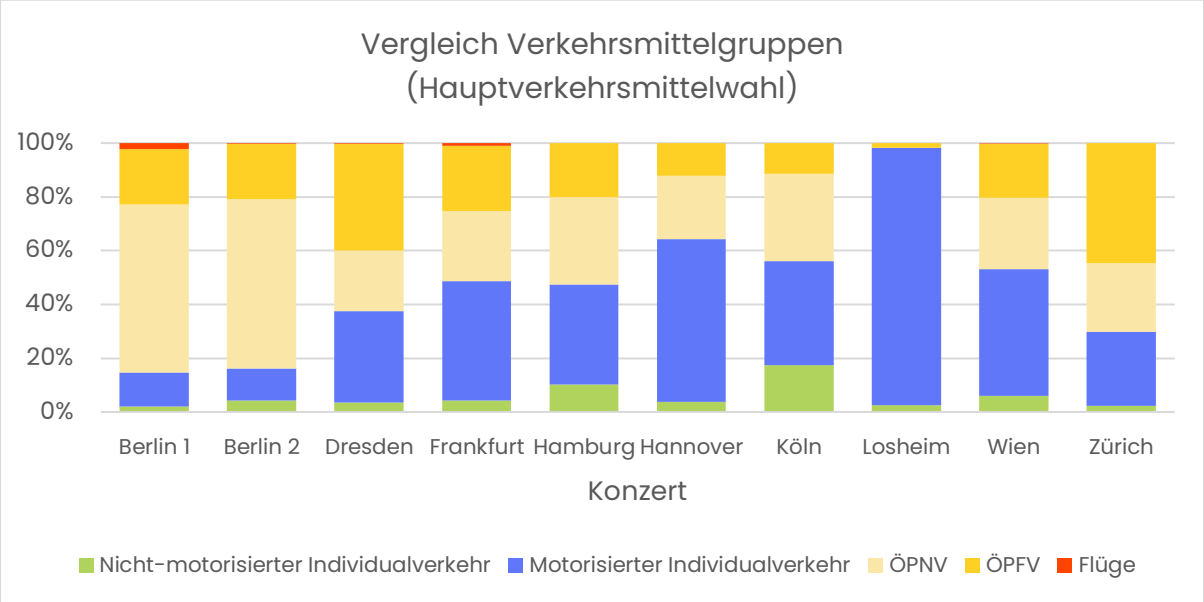



*Abbildung 1: Vergleich der Hauptverkehrsmittelwahl im Anreiseverhalten je Konzert. Verkehrsmittelgruppen sind unter „Berechnung der Stichprobengröße" definiert.*

Interessant ist der Sonderfall Losheim: Hier gibt es kaum ÖPNV-Infrastruktur, sodass fast alle Besuchenden über motorisierten Individualverkehr anreisen[1].

## Verkehrsmittelnutzung

### Verkehrsleistung

*Alle Konzerte*

Vereinfachte Darstellung Verkehrsmittelgruppen

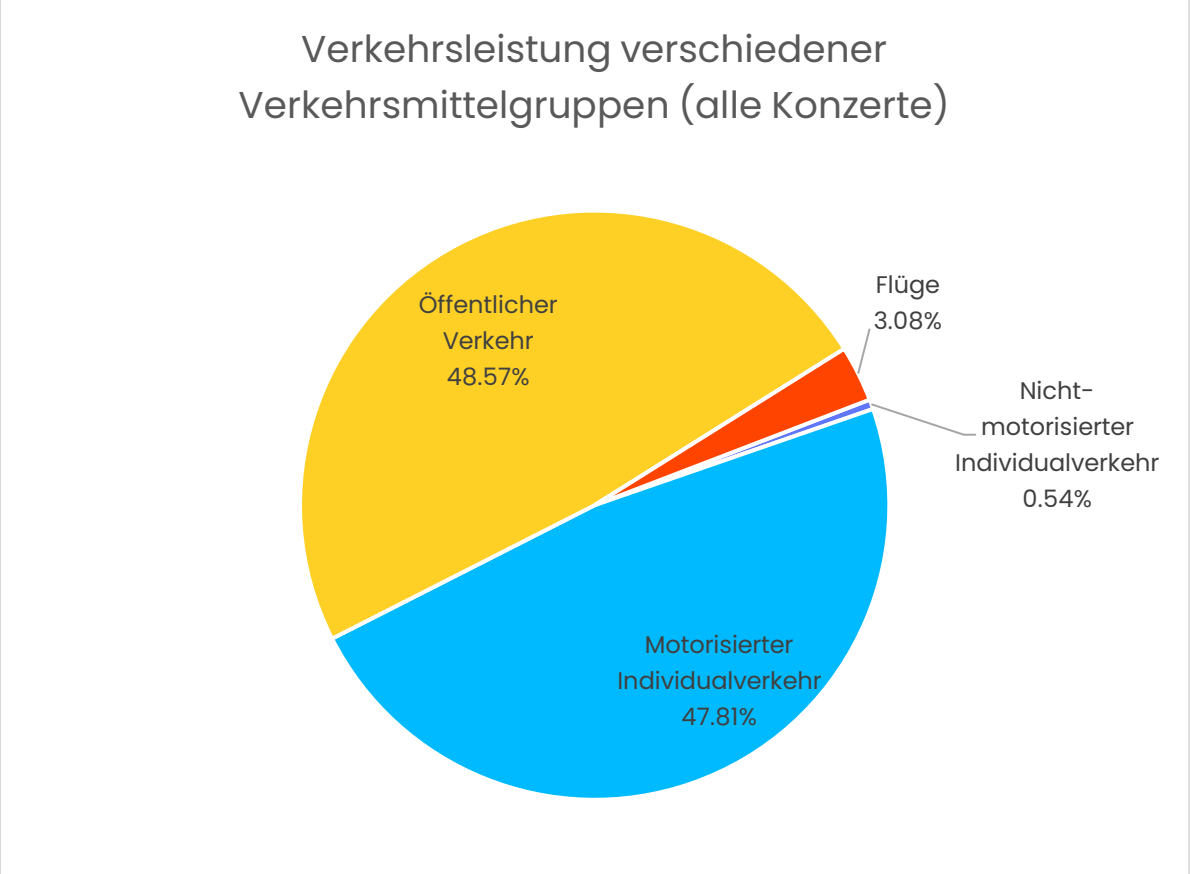



*Tabelle 3: Vergleich der Verkehrsleistung je Verkehrsmittelgruppe.*

Betrachtet man bei allen Konzerten zusammengerechnet die Verkehrsleistung – also die Verkehrsmittelnutzung aller zurückgelegten Kilometer – so überwiegt die Nutzung des Öffentlichen Verkehrs mit einem Gesamtanteil von 48,57 %, dicht gefolgt von der Nutzung motorisierten Individualverkehrs mit 47,81 %. Flüge liegen bei 3,08% Nutzung, gefolgt vom nicht-motorisierten Individualverkehr von 0,54%.
**Es gilt also: die meisten Kilometer wurden mit knappem Vorsprung mit den öffentlichen Verkehrsmitteln zurückgelegt.**

[1] Die Definitionen der Verkehrsmittelgruppen finden sich in „Einteilung der Verkehrsmittelgruppen“ auf Seite 49.

## Detaillierte Darstellung aller Verkehrsmittel

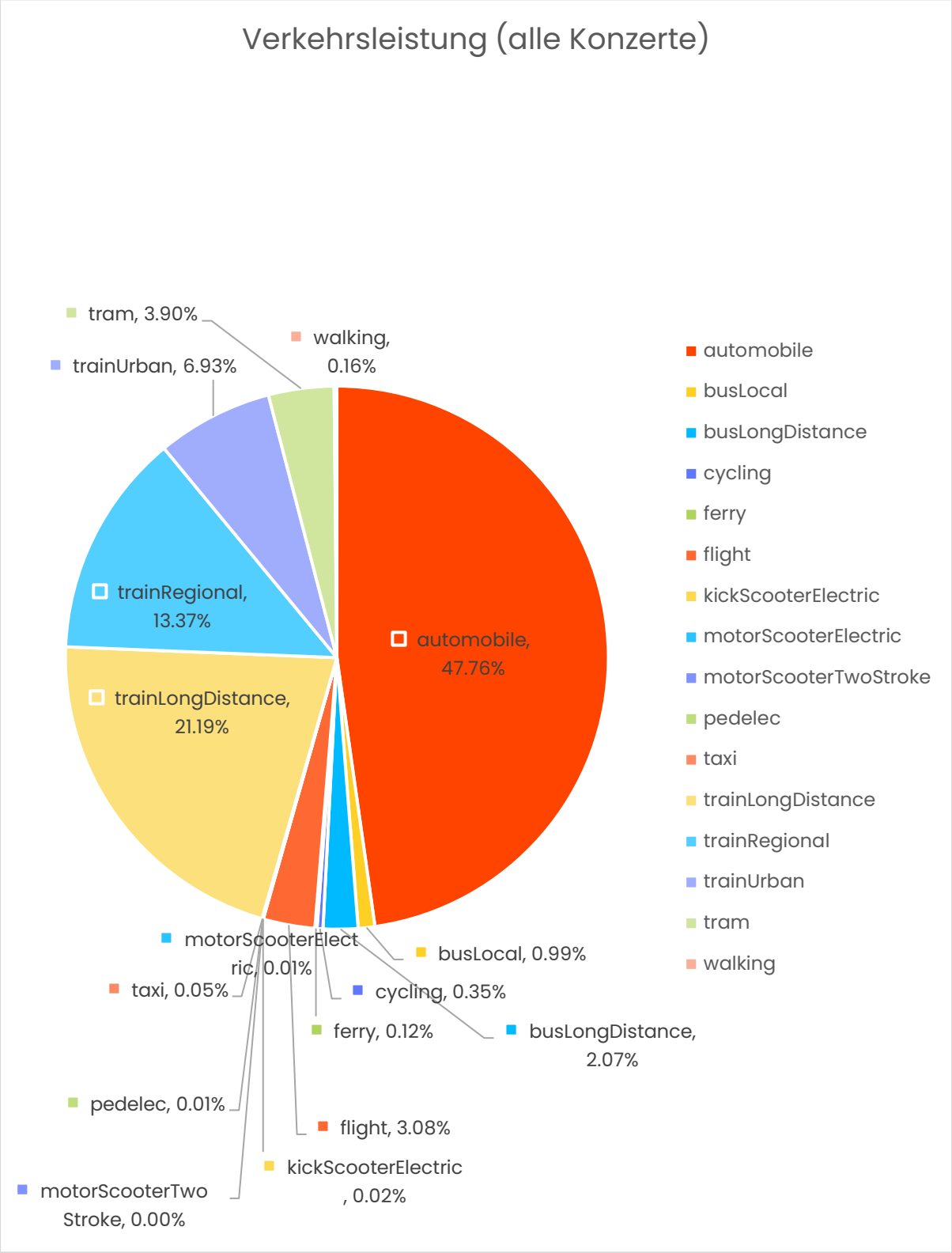



*Abbildung 2: Vergleich der Verkehrsleistung gesamt*

*Einzelne Konzerte*

## Vereinfachte Darstellung Verkehrsmittelgruppen

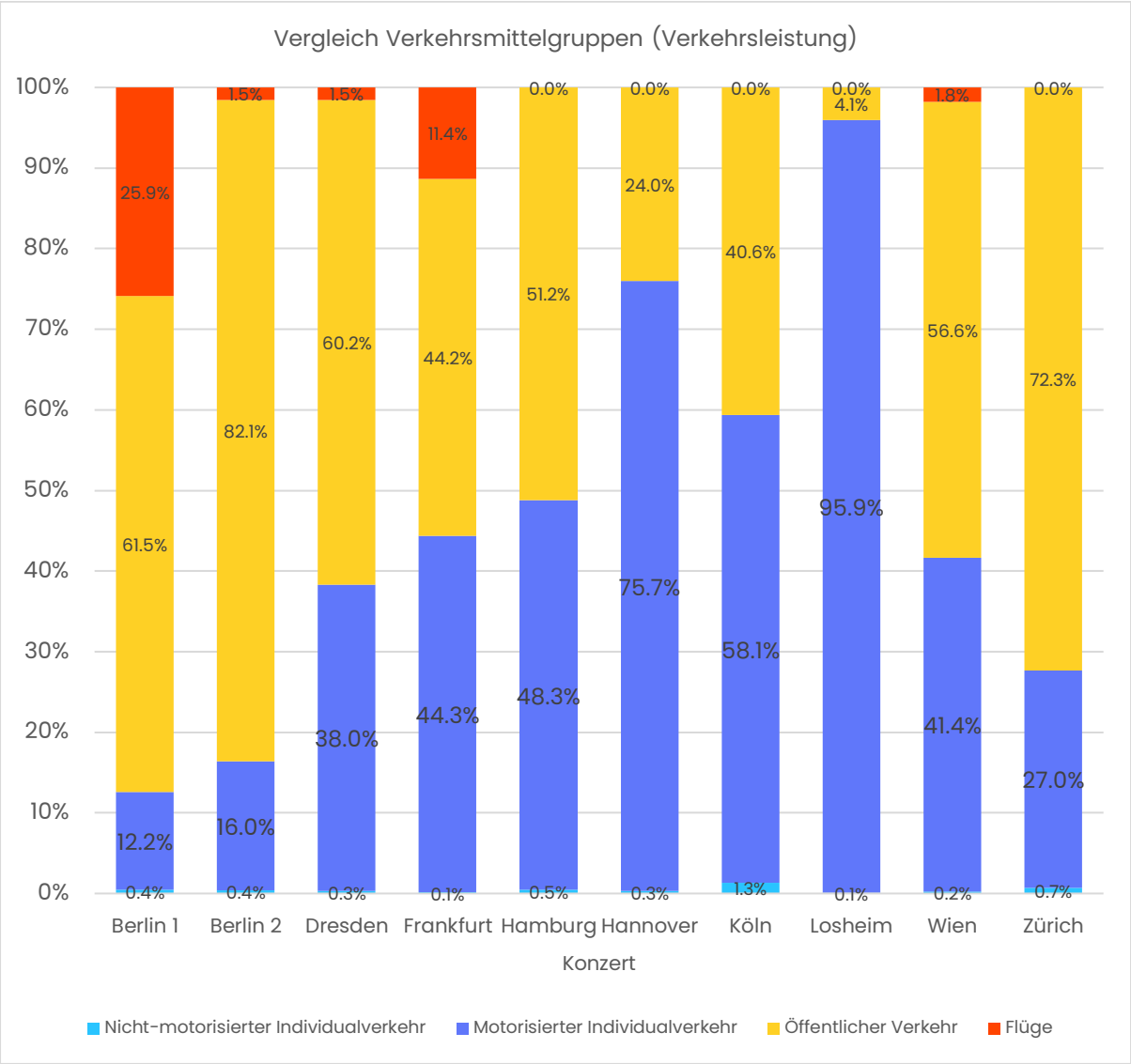



*Abbildung 3: Vergleich der Verkehrsleistung je Verkehrsmittelgruppe je Konzert*

Betrachtet man die Verkehrsleistung je Konzert, so ergibt sich ein sehr heterogenes Bild. Besonders hoch ist die Verkehrsleistung des motorisierten Individualverkehrs in Hannover und Losheim. Spitzenreiter der Verkehrsleistung des öffentlichen Verkehrs sind Berlin, Dresden und Zürich.

### Detaillierte Darstellung aller Verkehrsmittel

Aus der Betrachtung der Nutzung einzelner Verkehrsmittel können Lücken im Angebot deutlich werden, was besonders in Losheim, Hannover und Dresden zu sehen ist. In Losheim und zu geringerem Grad auch in Hannover zeigt sich, dass der ÖV fast gar nicht genutzt wird und das Auto scheinbar als einzig praktikables Verkehrsmittel wahrgenommen wird. In Dresden wiederum besteht die Lücke im Angebot eher darin, dass weniger Vielfalt in den Anreiseverkehrsmitteln besteht. Hier sind die zwei größten Gruppen das Auto und Linienbusse. Beide sind auf das Straßennetz angewiesen, was einen Hinweis darauf gibt, dass die Veranstaltung schlecht mit der Bahn erreichbar ist und nur ans Straßenverkehrsnetz angeschlossen scheint.

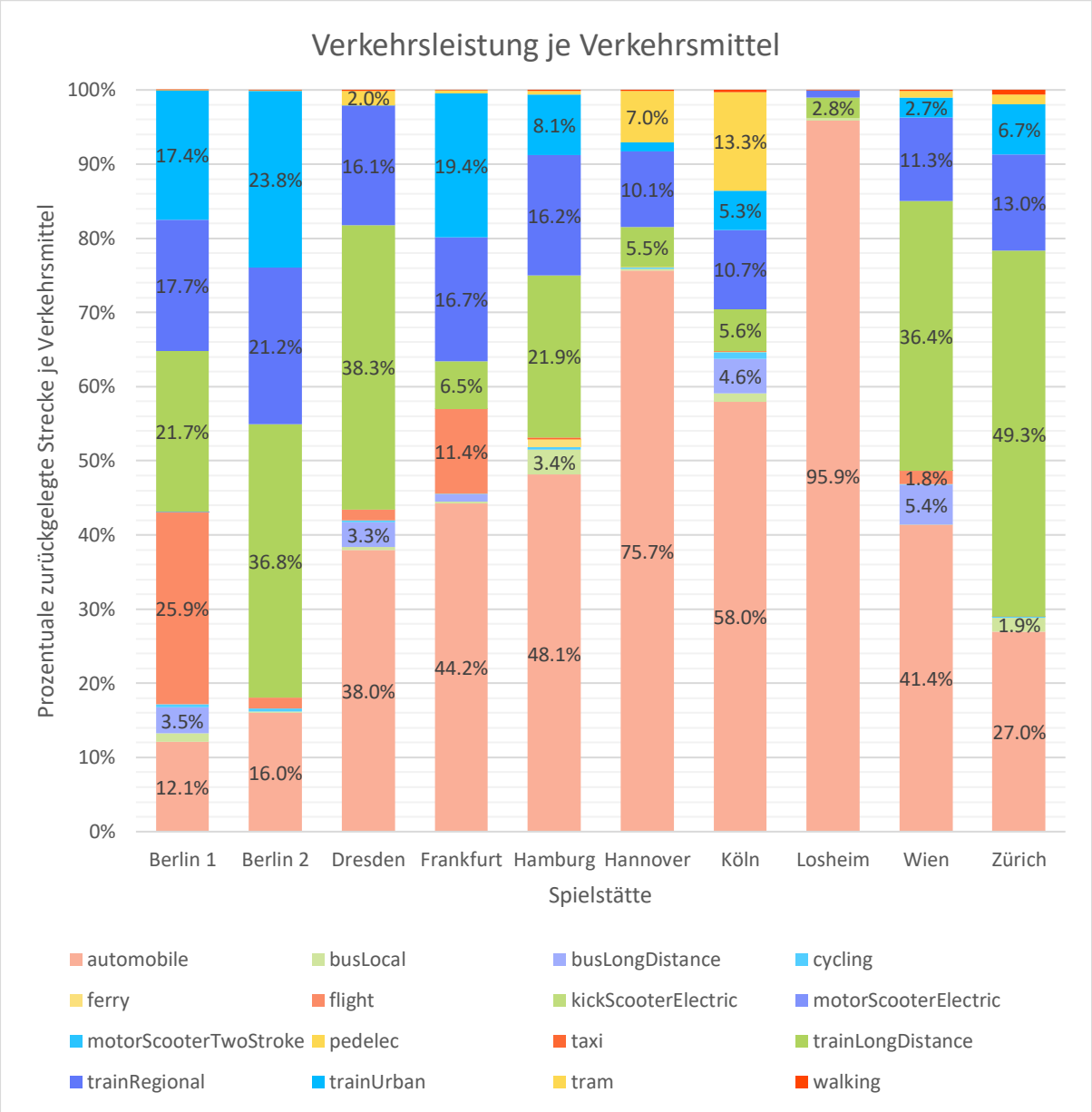



*Abbildung 4: Vergleich der Verkehrsleistung je Verkehrsmittel je Konzert*

## Hauptverkehrsmittelwahl

*Alle Konzerte*

Vereinfachte Darstellung Verkehrsmittelgruppen

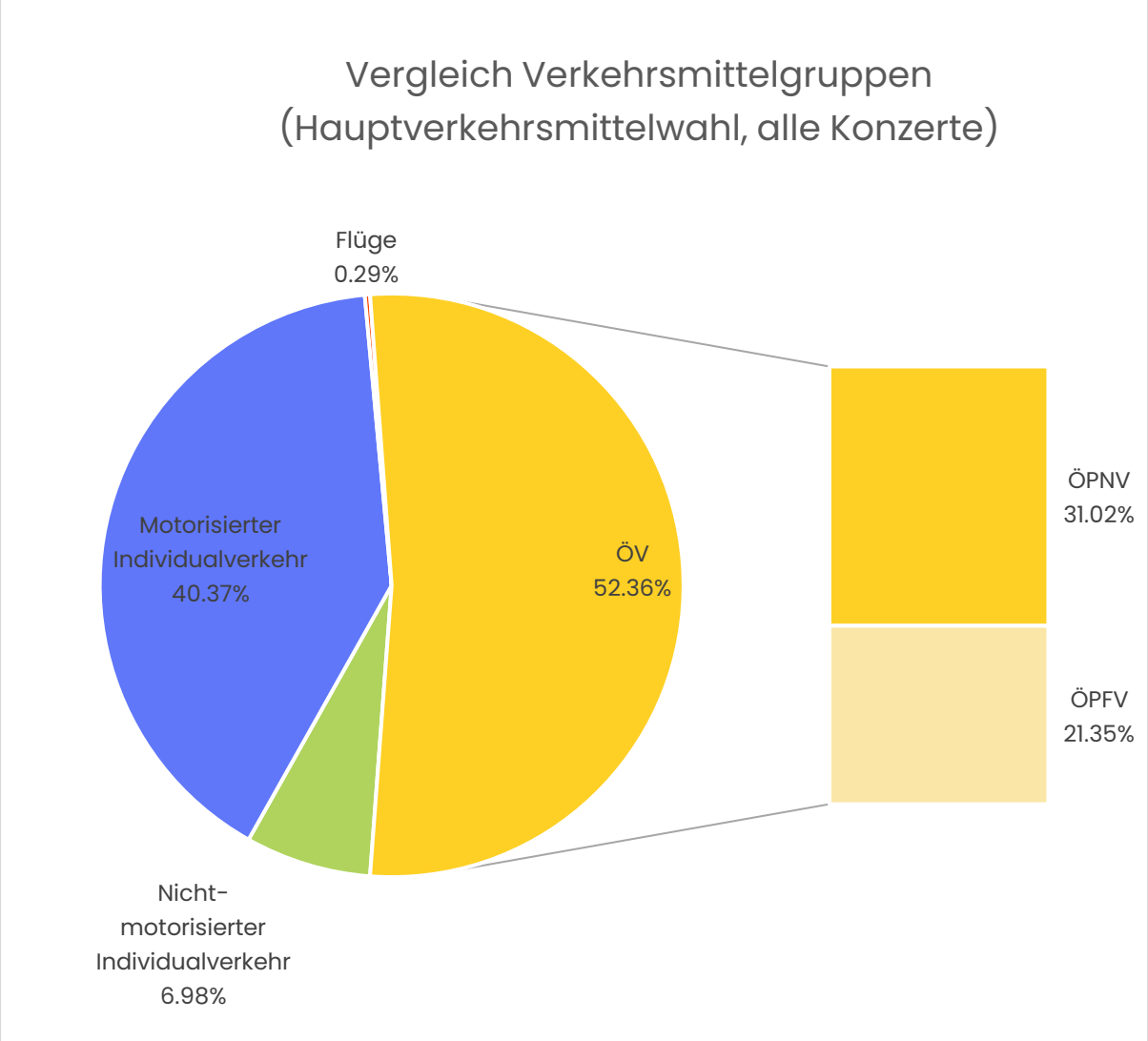



*Abbildung 5: Hauptverkehrsmittelwahl, gruppiert nach Verkehrsmittelgruppen, gesamt.*

Betrachtet man alle Konzerte zusammengefasst, so haben sich 52,36 % der Besuchenden für den Öffentlichem Verkehr als Hauptverkehrsmittel entschieden, während für 6,98 % der nicht-motorisierte Individualverkehr das Hauptverkehrsmittel darstellt.
**Es gilt also: es haben fast drei Fünftel (59,34 %) der Besuchenden ein nachhaltigeres Hauptverkehrsmittel gewählt.**

## Detaillierte Darstellung aller Verkehrsmittel

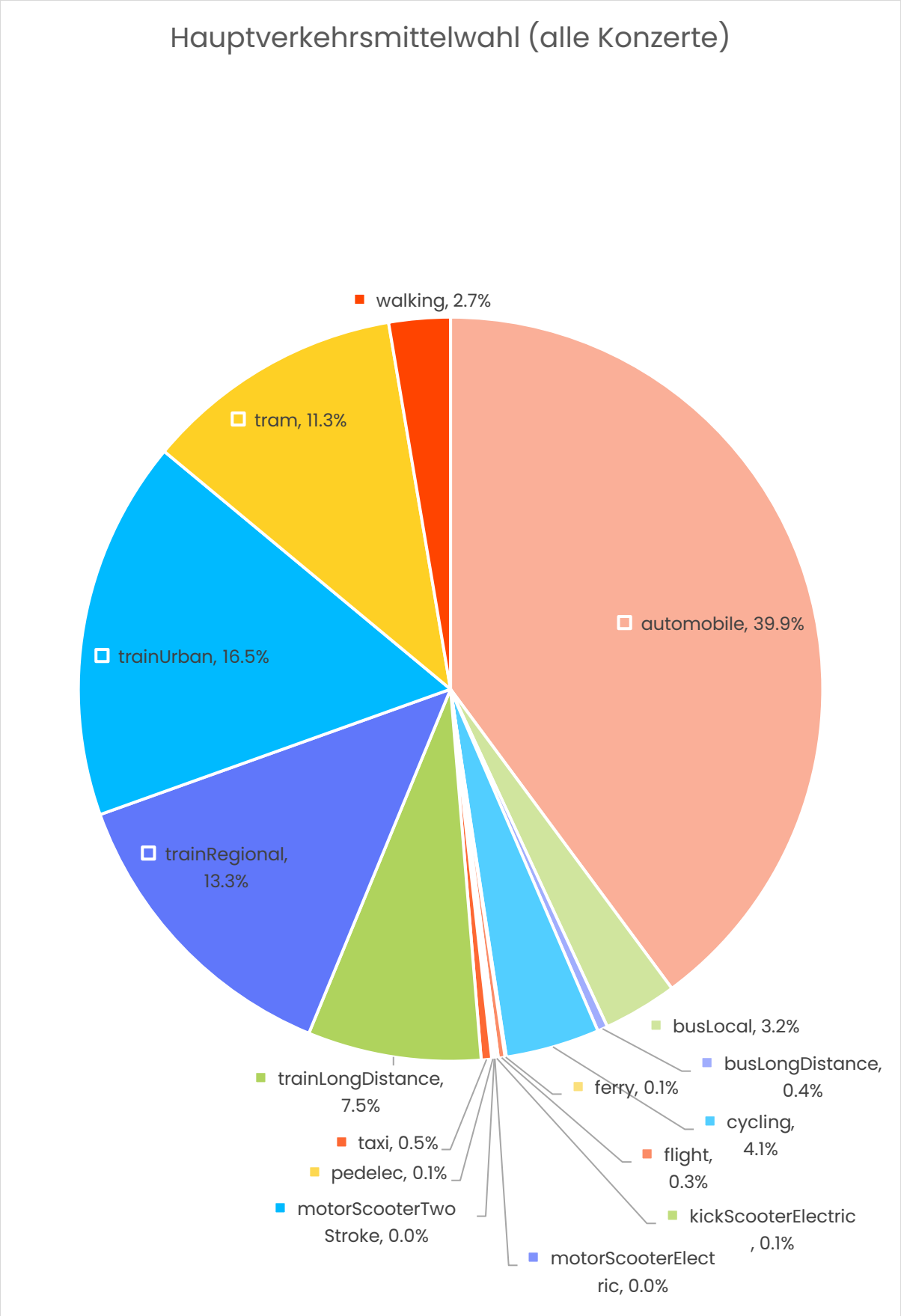



*Abbildung 6: Wahl des Hauptverkehrsmittels, gesamt.*

*Einzelne Konzerte*

## Vereinfachte Darstellung Verkehrsmittelgruppen

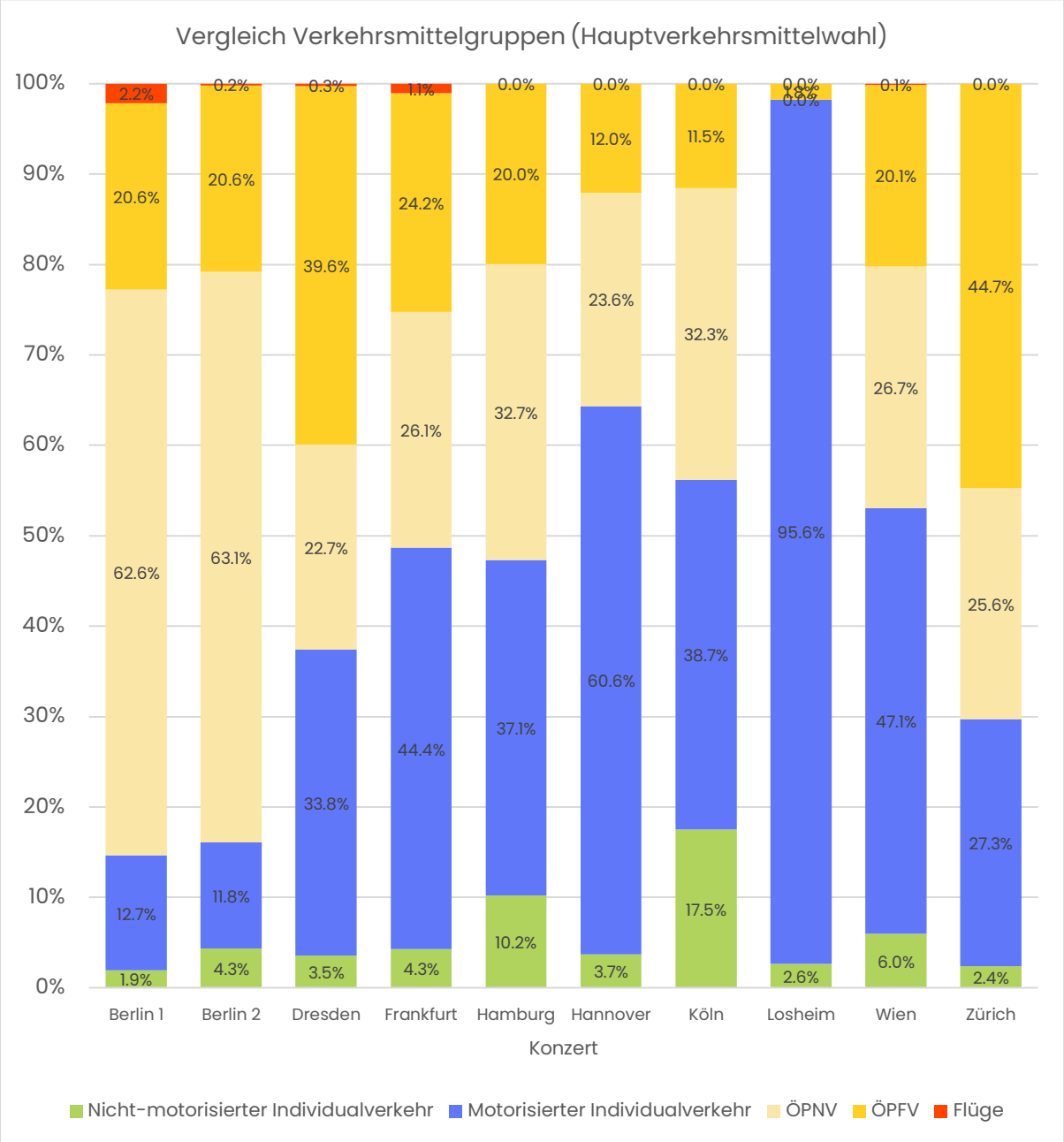



*Abbildung 7: Wahl des Hauptverkehrsmittels, gruppiert nach Verkehrsmittelgruppen, je Konzert.*

## Detaillierte Darstellung aller Verkehrsmittel

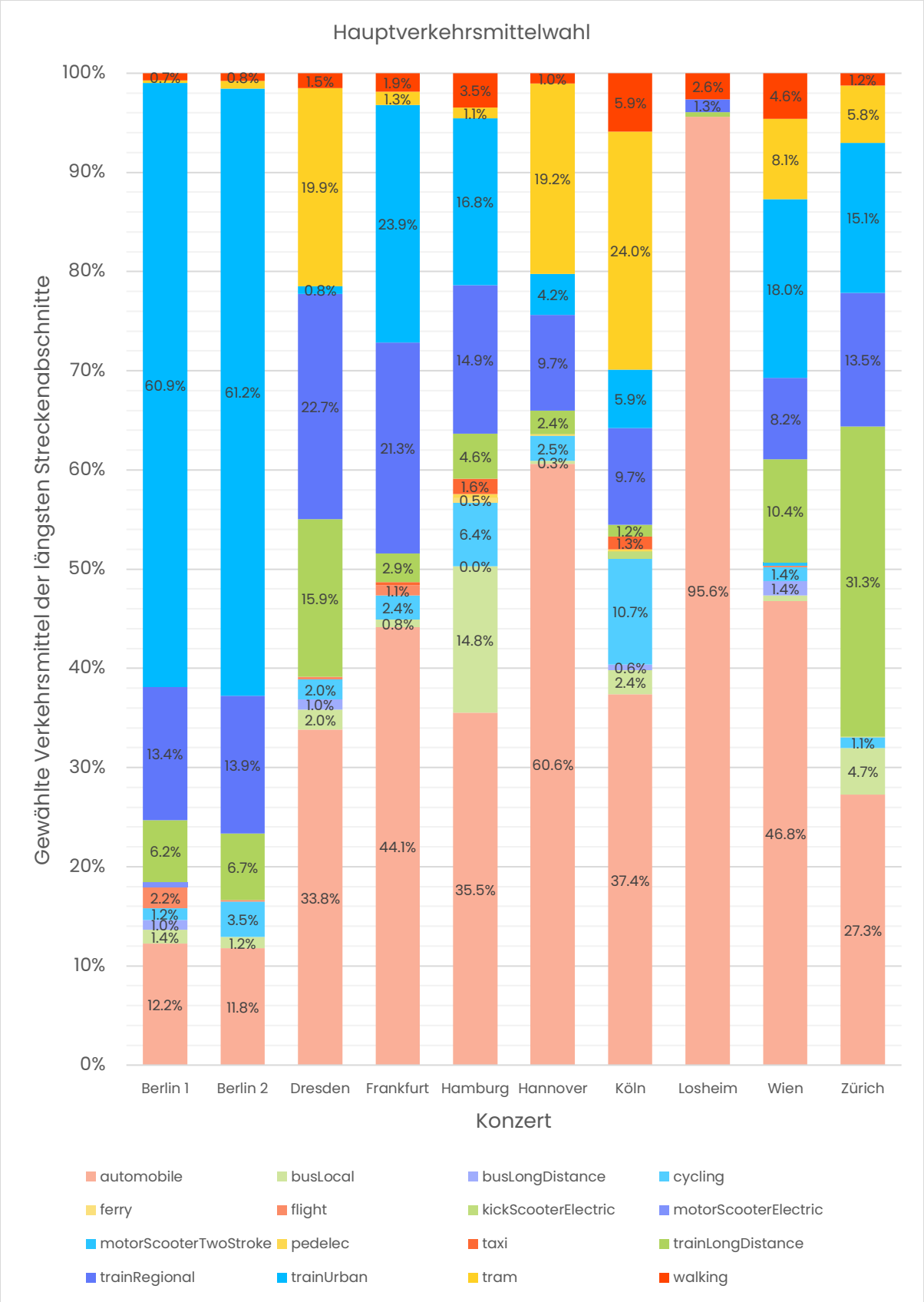



*Abbildung 8: Wahl des Hauptverkehrsmittels, je Konzert.*

### Zusammenfassung der Verkehrsmittelnutzung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Berlin, Dresden und Zürich die Spitzenreiter bei der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel sind, sowohl was zurückgelegte Kilometer als auch die Hauptverkehrsmittelwahl angeht. In Hannover und vor allem Losheim überwog die Nutzung des motorisierten Individualverkehrs bei zurückgelegten Kilometern und als Hauptverkehrsmittel. Köln verzeichnet bei beiden Betrachtungsweisen eine erhöhte Nutzung von nicht-motorisiertem Individualverkehr.

### Einordnung im deutschen Vergleich

Um einen direkten Vergleich mit dem Modal Split des Personenverkehrs in Deutschland herstellen zu können, wurden die vorherigen Verkehrsmittelgruppen und –benennungen in diesem Abschnitt auf die Daten von BALM u. a. 2023 (s.u.) angepasst. Dieser schließt auch den Pendelverkehr auf Arbeitswegen, Einkaufsfahrten, etc., mit ein. Nun wird ein starker Kontrast zum Anreiseverhalten der Konzertbesuchenden der AnnenMayKantereit Sommertour 23 deutlich. Der motorisierte Individualverkehr wird ca. 40 % weniger genutzt. Allerdings fanden alle Konzerte bis auf eines in Ballungszentren statt, sodass ein direkter Vergleich schwierig ist.

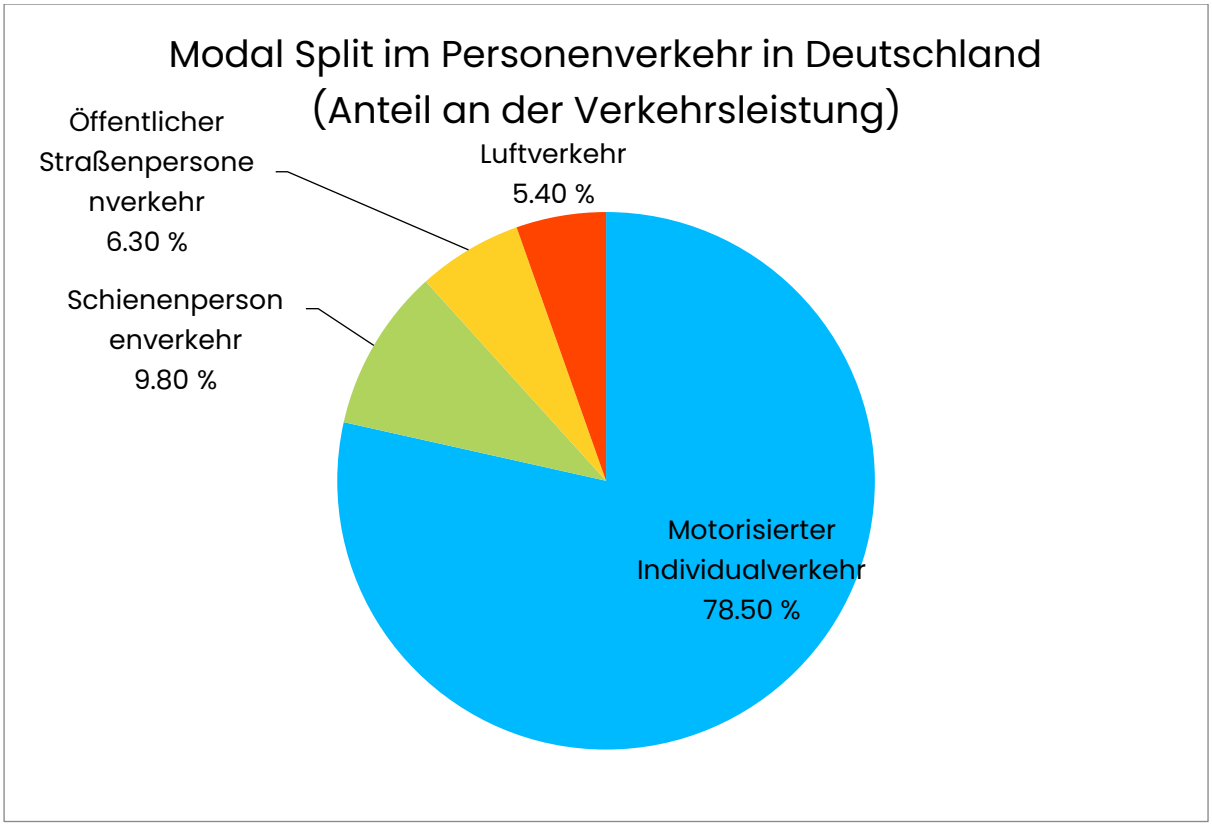



*Abbildung 9: Modal Split im Personenverkehr in Deutschland allgemein (BALM u. a. 2023).*

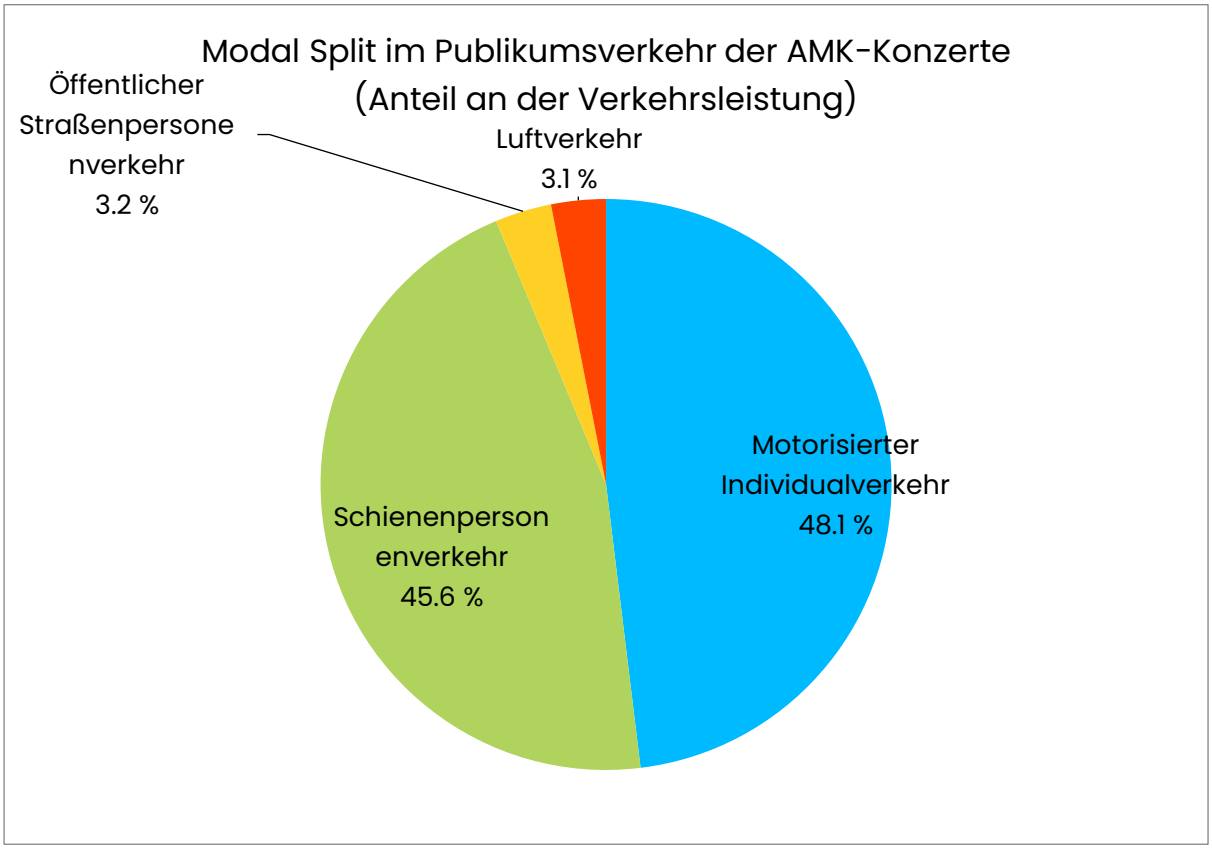



*Abbildung 10: Modal Split basierend auf den Anteilen der Verkehrsleistung aller betrachteten AnnenMayKantereit Konzerte.*

### ÖV-Anbindung in Deutschland

Über 90% der Bevölkerung verfügt über eine ÖV-Haltestelle mit mindestens 20 Abfahren pro Werktag in höchstens 600 m Laufweite (Pütz, o.J.). Dennoch beträgt der Anteil des ÖV nur 16,10 % an der Gesamtverkehrsleistung (BALM u.a. 2023).

### Verkehrsmittelwahl abhängig vom Herkunftsort

Es stellt sich die Frage, ob die Verkehrsmittelwahl vom Herkunftsort der Besuchenden beeinflusst wird. Dazu wird die Wahl des Hauptverkehrsmittels bei Personen aus Großstädten mit über 100.000 Einwohner*innen dem Rest der Besuchenden gegenübergestellt. Es werden die Anreiseentscheidungen aller Personen untersucht, die nicht aus der Stadt kamen, in der das Konzert stattfand.

| **Verkehrsmittel** | **keine Großstadt** | **Großstadt** | **Summe** |
|---|---|---|---|
| **Auto*** | 54.799 (59%) | 28.019 (51%) | 82.818 (56%) |
| **Rest** | 38.844 (41%) | 27.207 (49%) | 66.051 (44%) |
| **Summe** | 93.643 (100%) | 55.226 (100%) | 148.870 (100%) |
| **Zusammenhangsmaß Phi** | | 0,0742 | |

*Tabelle 4: Vierfeldertabelle zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Lage des Reisestartpunktes und der Verkehrsmittelwahl (spaltenprozentuiert), hochgerechnet auf alle Besuchenden, Zusammenhangsmaß Phi*

Die Stärke des Zusammenhangs zwischen der Herkunft aus einer Großstadt und der Anreiseentscheidung wird mithilfe des Phi-Koeffizienten gemessen, wobei ein Wert von 1 einen perfekten Zusammenhang und ein Wert von 0 keinen Zusammenhang anzeigt. Die Verkehrsmittelwahl wird in zwei Gruppen unterschieden: Öffentlicher Verkehr und nicht motorisierter Individualverkehr werden zusammengefasst und der Rest, also motorisierter Individualverkehr und Flüge, zusammen gruppiert.

Bei der Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Herkunftsort und Verkehrsmittelwahl gibt es nur bei Köln eine mittlere Assoziation (Phi=0,35). Bei der Zusammenfassung aller Spielstätten in Tabelle 5 lässt sich allerdings kein Zusammenhang erkennen, da Phi verschwindend gering ist. Bezogen auf die Herkunft besteht also kein erkennbarer Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl. Eine mögliche Erklärung dafür könnte sein, dass auch viele kleinere Herkunftsstädte mit unter 100.000 Einwohner*innen

ausreichend gut mit dem Öffentlichen Verkehr an umliegende Großstädte angebunden sind und somit eine Anreise mit dem ÖV gewährleisten.

| **Verkehrsmittel** | **keine Großstadt** | **Großstadt** | **Summe** |
|---|---|---|---|
| **Auto*** | 14.212 (98%) | 68.606 (51%) | 82.818 (56%) |
| **Rest** | 328 (2%) | 65.723 (49%) | 66.051 (44%) |
| **Summe** | 14.540 (100%) | 134.329 (100%) | 148.870 (100%) |
| **Zusammenhangsmaß Phi** | | | 0,2789 |

*Tabelle 6: Vierfeldertabelle zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Lage der Spielstätte und der Verkehrsmittelwahl (spaltenprozentuiert), hochgerechnet auf alle Besuchenden, Zusammenhangsmaß Phi*

In den Abbildungen 1, 3, 4, 7 und 8 lässt sich ein deutlicher Unterschied zwischen Losheim als einzige ländlich gelegenem Veranstaltungsort und den anderen Ausrichtungsstädten erkennen, welcher auch in der Zusammenfassung der Verkehrsmittelwahl festgestellt wurde. Die folgende Tabelle 7 stellt die Hauptverkehrsmittelnutzung in Bezug auf die rurale und urbane Lage des Veranstaltungsortes noch einmal in einer Vierfeldertabelle dar.

Der erste klare Hinweis auf einen Zusammenhang liegt in der Prozentsatzdifferenz welche sich aus der Differenz der spaltenprozentuierten Werte der Auto*nutzenden bildet. Sie beträgt 47 Prozentpunkte (98 – 51 =47) und bestätigt somit die Beobachtung, dass Losheim sich klar von den anderen Veranstaltungsorten unterscheidet. Der Phi Wert von 0,28 weist zwar einen eher geringen, aber dennoch klar vorhandenen Zusammenhang zwischen der Lage der Spielstätte und der Verkehrsmittelwahl aus.

Der Grund dafür liegt wahrscheinlich darin, dass Losheim (circa 16.000 Einwohner*innen) als Veranstaltungsort mit ÖV schwer erreichbar ist, was den großen Unterschied in der Anreisemobilität im Vergleich zu den größeren Ausrichtungsstädten darstellt.

**Zusammenfassend lässt sich also die Aussage treffen, dass kleine Ausrichtungsorte eine starke Autonutzung herbeiführen, während Konzerte in Großstädten einen höheren ÖV-Nutzungsanteil herbeiführen.**

## PKW: Fahrzeugbelegung und Kraftstoffe

### *Fahrzeugbelegung*

Die Anzahl der Mitfahrenden in einem PKW ist ausschlaggebend für die Klimawirkung, denn die Emissionen des Fahrzeugs werden durch die Anzahl der Mitfahrenden geteilt, um von den Emissionen per Fahrzeugkilometer auf die Emissionen per Passagier zu schließen.

Insgesamt kann gesagt werden, dass die Fahrzeugnutzung mit fast drei Personen im Auto weit über dem Bundesdurchschnitt für Freizeitwege von 1,9 Personen liegt (Gerike 2023).

Interessanterweise ist die Fahrzeugbelegung in Hannover und Losheim überdurchschnittlich hoch – beide Städte liegen auch bei der Nutzung des motorisierten Individualverkehrs vorn. Es lässt sich also festhalten: In Hannover und Losheim wurde zwar viel motorisierter Individualverkehr genutzt, aber es haben sich dort die Besuchenden eher zu Fahrgemeinschaften zusammengeschlossen.

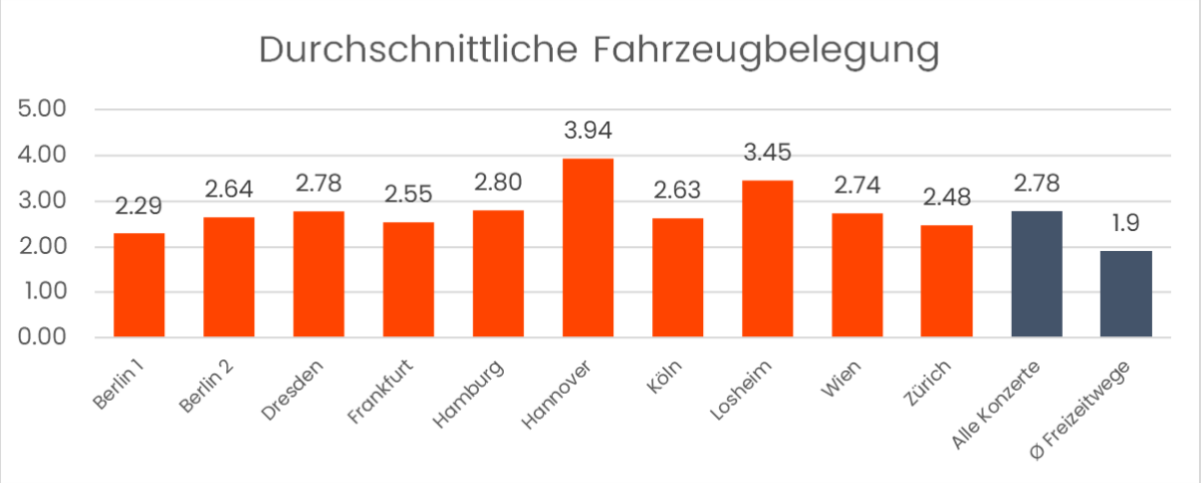



*Abbildung 11: Durchschnittliche Fahrzeuginsassen, inklusive Fahrer*in, je Konzert.*

Bei Taxifahrten wurde die Fahrzeugbelegung nicht abgefragt, sondern immer mit 1 Fahrgast pro Fahrzeug angenommen.

### *Kraftstoffe*

Die Kraftstoffnutzung lag bei allen Konzerten im Durchschnitt bei 53% Benzin, 36,65% Diesel, 5,83% Elektro, 3,61% Hybrid, 0,41% Erdgas und 0,03% Wasserstoff.

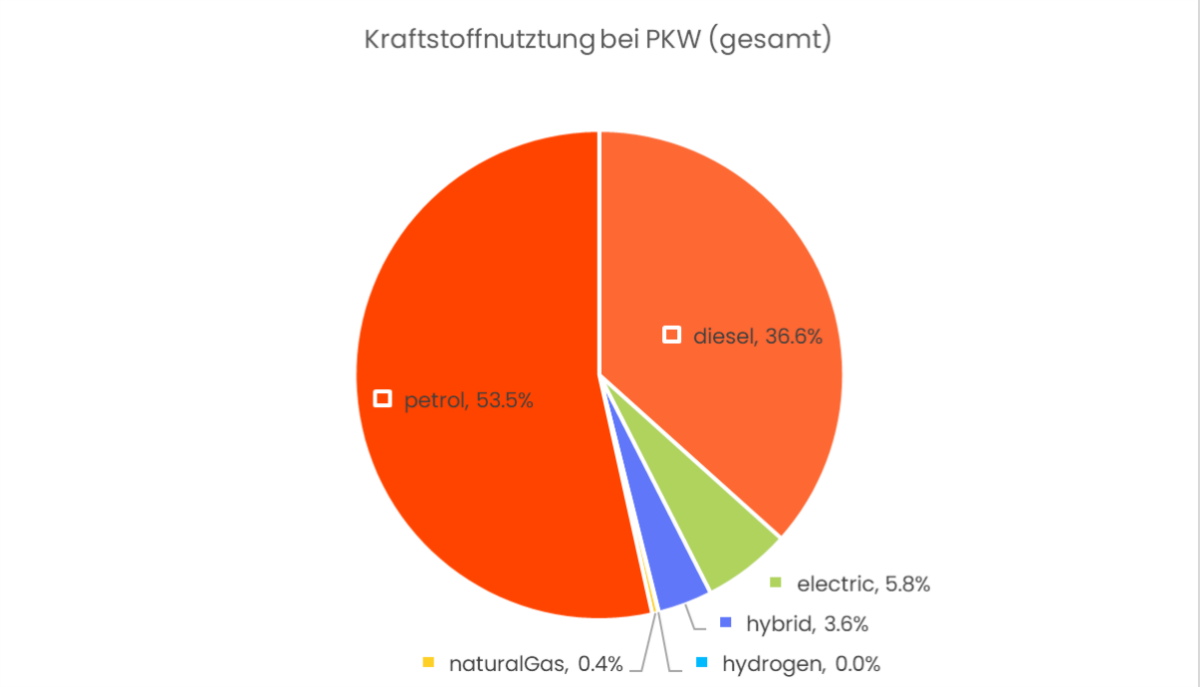



*Abbildung 12: PKW-Kraftstoffwahl aller mit einem PKW zurückgelegten Streckenabschnitte (außer Taxi) gesamt.*

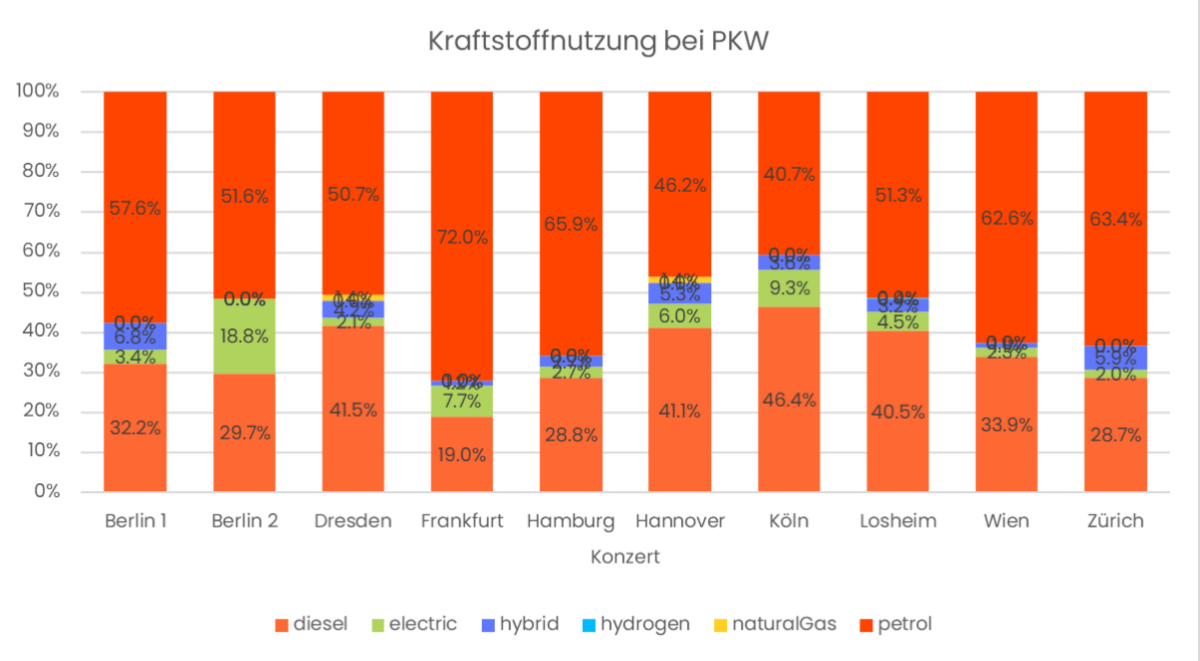



*Abbildung 13: PKW-Kraftstoffwahl aller mit einem PKW zurückgelegten Streckenabschnitte (außer Taxi) je Konzert.*

## Vergleich im bundesweiten Durchschnitt

Die Kraftstoffnutzung lag im Bundesdurchschnitt 2023 bei 62,7 % Benzin, 29,6 % Diesel, 4,8 % Hybrid, 2,1 % Elektro, 0,9 % Erdgas bzw. Flüssiggas (Wasserstoff nicht aufgeführt) (KBA 2023).

## Anreisedistanz

*Durchschnittlich zurückgelegte Strecke*

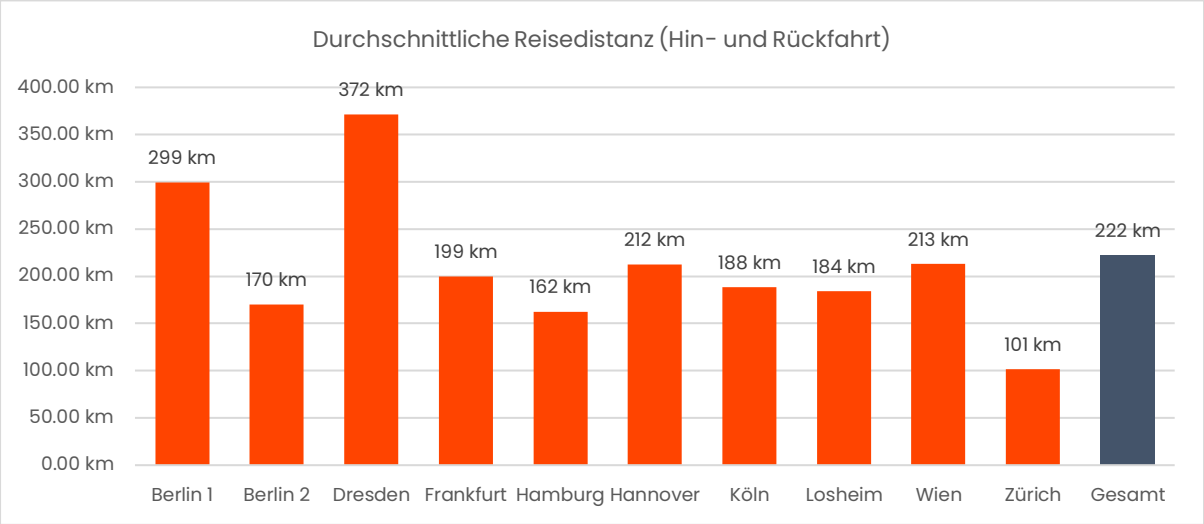



*Abbildung 14: Durchschnittliche Reisestrecke (Hin- und Rückfahrt) je Konzert.*

Die zurückgelegte Reisedistanz mit durchschnittlich 371,54 km ist bei dem Konzert in Dresden mit Abstand am höchsten. Diese lässt sich möglicherweise durch ein vergrößertes Einzugsgebiet durch fehlende Konzertabdeckung im benachbarten Bundesland Thüringen sowie großem Ticketkontingent erklären. Benachbarte Konzerte waren früh ausverkauft, während die Arena in Dresden bis zuletzt noch verfügbare Karten hatte, sodass Fans einen längeren Anreiseweg in Kauf nahmen. Das Konzert in Dresden hatte außerdem eine Besonderheit: Am gleichen Wochenende spielte auch Kraftklub, und es konnten Kombitickets erworben werden. Dies wurde ca. 11.000-mal in Anspruch genommen und motivierte Fans vermutlich zusätzlich, einen längeren Anreiseweg zu akzeptieren.

Ebenfalls viele Kilometer wurden bei der Anreise beim ersten Berlinkonzert am Freitag zurückgelegt, was sich auf die verzeichneten Langstreckenflüge zurückführen lässt. Ein ähnliches Flugaufkommen konnte beim zweiten Konzert am Samstag nicht festgestellt werden. Eine mögliche Erklärung für diese Diskrepanz ist, dass zwar Personen mit dem Flugzeug beispielsweise am Freitag angereist sind, bei der Befragung am Samstag den Anreiseweg der Unterkunft zum Konzert angegeben haben. Zwar wurde das Umfragepersonal geschult, den Anreiseweg so zu erfassen, dass Anreisen am Vortag nicht ausgeschlossen werden, jedoch können wir die korrekte Umsetzung nicht bezeugen. Weitere Informationen zu dieser Problematik werden im Kapitel „Allokation“ besprochen.

*Bildliche Darstellung der durchschnittlichen Anreisedistanz (Luftlinie)*

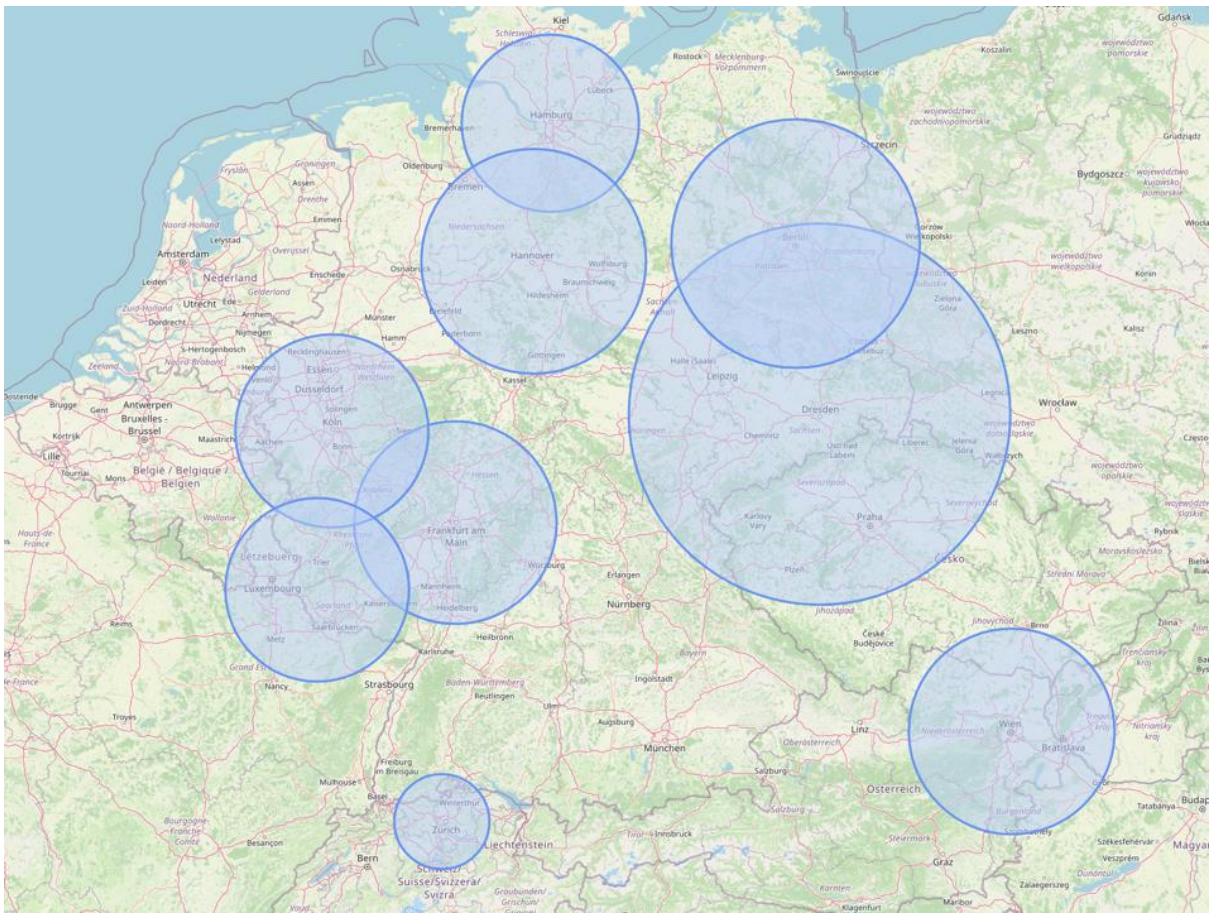



*Abbildung 15: Einzugsgebiete, dargestellt durch die mittlere Anreisedistanz zu den Spielstätten (Berlin: Mittelwert aus beiden Konzerten; nicht enthalten: Stuttgart und München); Erstellt mit Motjet (Engel 2020)*

## Verkehrsmittelwahl in Abhängigkeit von der Anreisedistanz

Bei der Betrachtung, welchen Einfluss die Anreisedistanz auf die Wahl des Verkehrsmittels hat, wird nur das Verkehrsmittel des längsten Streckenabschnitts betrachtet. Der Datensatz ist in

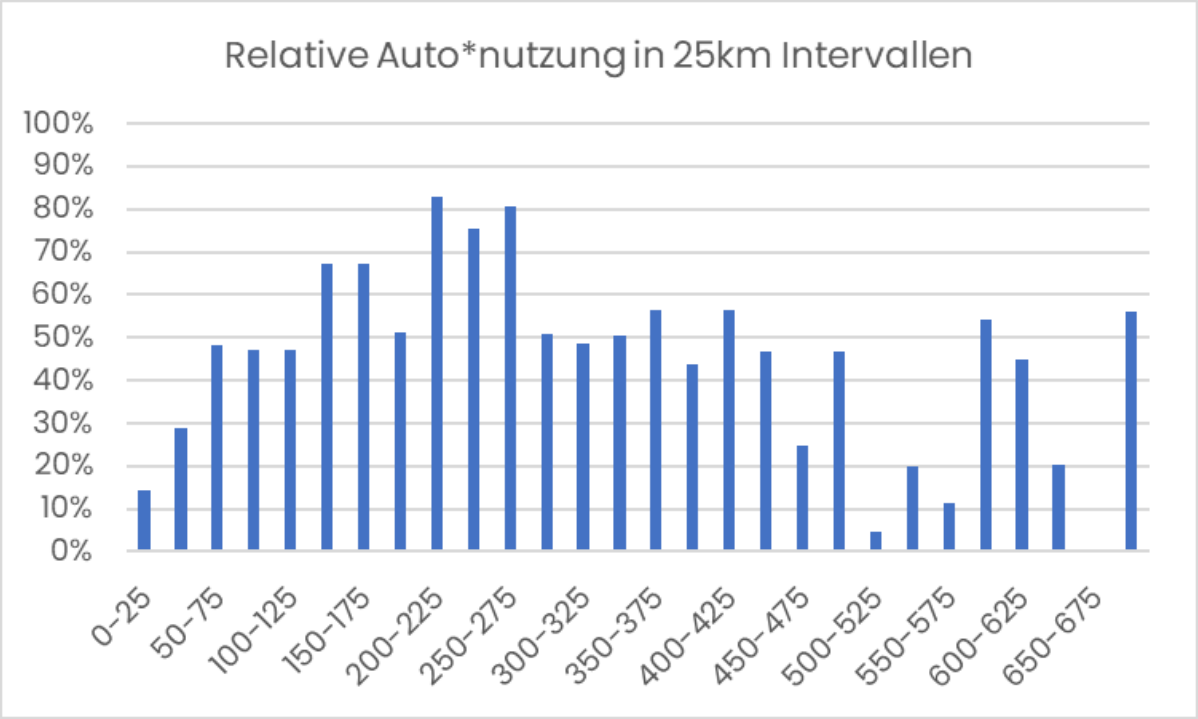



Abbildung 17 in 25 km Intervalle unterteilt. Innerhalb dieser wird dann der prozentuale Anteil von Auto-, Motorroller- und Flugreisenden (Auto*) berechnet und auf der y-Achse dargestellt. Die x-Achse zeigt die Gesamtanreiseentfernung der betrachteten Personen im jeweiligen Abschnitt. Das Diagramm visualisiert also den Zusammenhang zwischen Anreiseentfernung und Auto*-Nutzung. Es werden die Anreisestrecken bis 700 km dargestellt, was bedeutet, dass hochgerechnet 99,3% der Besucher*innen abgebildet sind. Dabei werden die Daten vom Konzert in Losheim nicht betrachtet, da dort unabhängig von der Anreiseentfernung fast alle Besuchenden das Auto* als Verkehrsmittel genutzt haben. Somit würde das Einbeziehen dieser Daten die Analyse der Anreiseentfernung eventuell verfälschen.

In Abbildung 16 ist zu erkennen, dass Auto*nutzungsanteil bis zu einer Anreisestrecke von 225 km auf den Maximalwert von 83% ansteigt. Der zweithöchste Wert mit 81% findet sich im Intervall von 250-275 km. Danach fällt die Nutzung der umweltschädlichen Verkehrsmittel drastisch ab und stagniert bis 450 km Distanz bei rund 50%. Daraufhin steigen die Schwankungen zwischen den einzelnen Datenpunkten, wobei auch hier die Auto*nutzung nie über 56% beträgt.

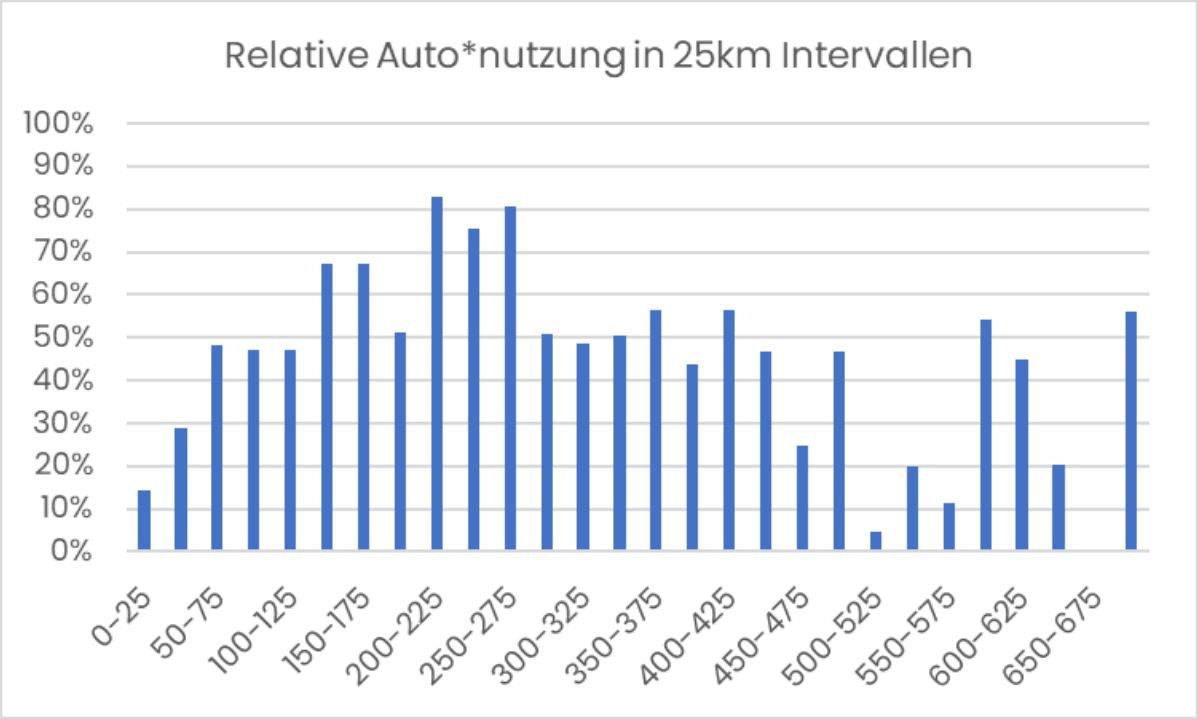



*Abbildung 17: Relative Häufigkeit der Nutzung von Autos, Motorollern und Flügen hochgerechnet auf die alle Besucher*innen der Konzerte, dargestellt in 25km Intervallen der Gesamtanreisedistanz aller Besucher*innen, bis 700km, entsprechend 99,3% der Gesamtbesuchendenzahl, ohne Losheim*

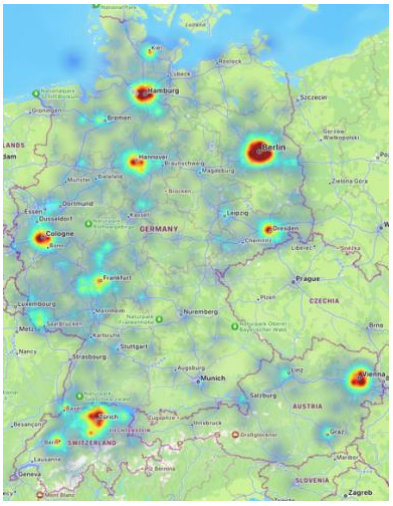
Ein Säulendiagramm, wie in Abbildung 18 kann zwar einen guten visuellen Eindruck vermitteln und mögliche Zusammenhänge vermuten lassen, ist allerdings noch kein statistischer Beweis eines Zusammenhangs. Deshalb wurden zwei logistische Regressionen zu den Abschnitten 0-275 km und mehr als 275 km durchgeführt. Mittels dieser Regression wird ein sogenannter AME-Wert (average marginal effect) berechnet. Dieser gibt die durchschnittliche Steigerung der Wahrscheinlichkeit (in Prozent) ein Auto* zu benutzen pro Verlängerung der Anreisedistanz um einen Kilometer an. Die statistische Güte der Regression, sowie die Signifikanz des Ergebnisses wurde dabei sichergestellt, was die Ergebnisse für den Nachweis eines Zusammenhangs geeignet macht.
Die Indikatoren, welche durch die Regression berechnet wurden, unterstreichen den Eindruck, den das Säulendiagramm erweckt hat. Bis 275 km Anreisedistanz ist ein klarer Anstieg der Wahrscheinlichkeit, dass Besucher*innen ein Auto* nutzen durch den AME zu erkennen. Dieser beträgt 0,14 Prozentpunkte pro Kilometer, was auf den gesamten Abschnitt bezogen eine Differenz von 77 Prozentpunkten ausmacht.
Die bessere ÖV-Infrastruktur, die oft in Städten vorhanden ist, erklärt ist diesen Effekt teilweise. Die Personen, die aus den Ausrichtungsorten

anreisen und somit eine kurze Anreisestrecke haben, präferieren wahrscheinlich den ÖV. Dies könnte auch dem erhöhten Autoverkehr in denselben Ballungsgebieten geschuldet sein, der für eine längere Anreisezeit sorgt und somit dieses Verkehrsmittel besonders für kürzere Strecken unattraktiver macht. Dass alle betrachteten Konzerte in Großstädten stattfanden, erklärt also das Steigen des Auto*nutzungsanteils im Bereich bis 275 km. In diesem Abschnitt zwischen 0-275 km Anreisedistanz befinden sich 90 % der Besuchenden, was bedeutet, dass die Aussage für die meisten Personen gilt:
**Mit steigender Anreiseentfernung steigt die Wahrscheinlichkeit das Auto* als Verkehrsmittel zu nutzen.**
Auf die gesamte Verteilung der Anreisedistanz verallgemeinert werden kann diese Aussage aber nicht, da sich der Zusammenhang bei einer größeren Distanz stagniert. Der AME zeigt zwar immer noch einen Anstieg an (0,001244 Prozentpunkte pro Kilometer), allerdings ist dieser kaum von Relevanz. Es ist erkennbar, dass die Auto*nutzung nach 275 km stark abfällt und sich danach kaum mehr ändert. Dieser Effekt könnte der zusätzlichen Anstrengung des stundenlangen Autofahrens geschuldet sein, welche die Anreiseentscheidung ab einer Fahrzeit von mehreren Stunden maßgeblich beeinflusst.

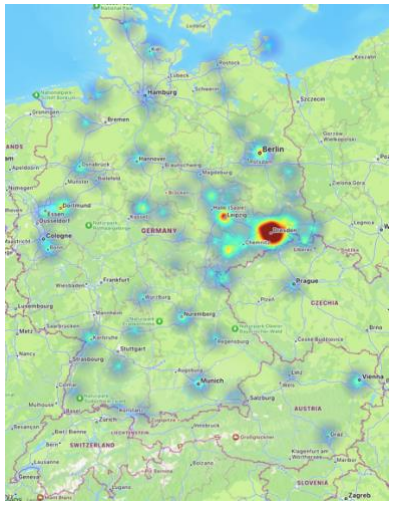
### Heatmaps

Diese Heatmaps zeigen die Ursprungsorte aller befragten Personen. Die Heatmap für alle Spielstätten ist nicht gewichtet nach Besuchendenaufkommen, sondern zeigt nur die Befragten. Das große Einzugsgebiet von Dresden im Vergleich zu Zürich wird hier auch klar sichtbar.

Hinweis zu Süddeutschland: es fanden im Rahmen der Sommertour auch Konzerte in München und Stuttgart statt, diese wurden aber nicht untersucht. Auf der Heatmap befinden sich in deren Einzugsgebiet entsprechend weniger Anreisende.



Alle Spielstätten



Dresden

Zürich

*Basiskarte © 2023 Apple Maps.*

## Treibhausgas-Emissionen

### *Berechnungsgrundlagen*

Eine detaillierte Auflistung der zur Berechnung der Treibhausgase verwendeten Emissionsfaktoren mit Quellen findet sich im Abschnitt „5.1 Emissionsfaktoren“ dieses Dokuments. Alle Werte sind in $CO_2$-Äquivalenten ($CO_2e$) angegeben.

### *Pro Kilometer*

Diese Metrik beantwortet die Frage, bei welchem Konzert das Publikum die nachhaltigsten Verkehrsmittel gewählt hat (inklusive Fahrzeugbelegung), schließt jedoch die Anreisedistanz als Kriterium aus. Berlin 1 und Frankfurt weisen hier mit Abstand die höchsten Emissionen aus, was sich auf eine erhöhte Anzahl von Flügen in diesen Städten zurückführen lässt.

Flüge emittieren pro Kilometer die meisten Treibhausgase (siehe „5.1 Emissionsfaktoren“). Die niedrigsten Emissionen pro Kilometer hat das Konzert in Zürich, jedoch bewegen sich die Hälfte der Konzerte in einem ähnlich niedrigen Bereich.

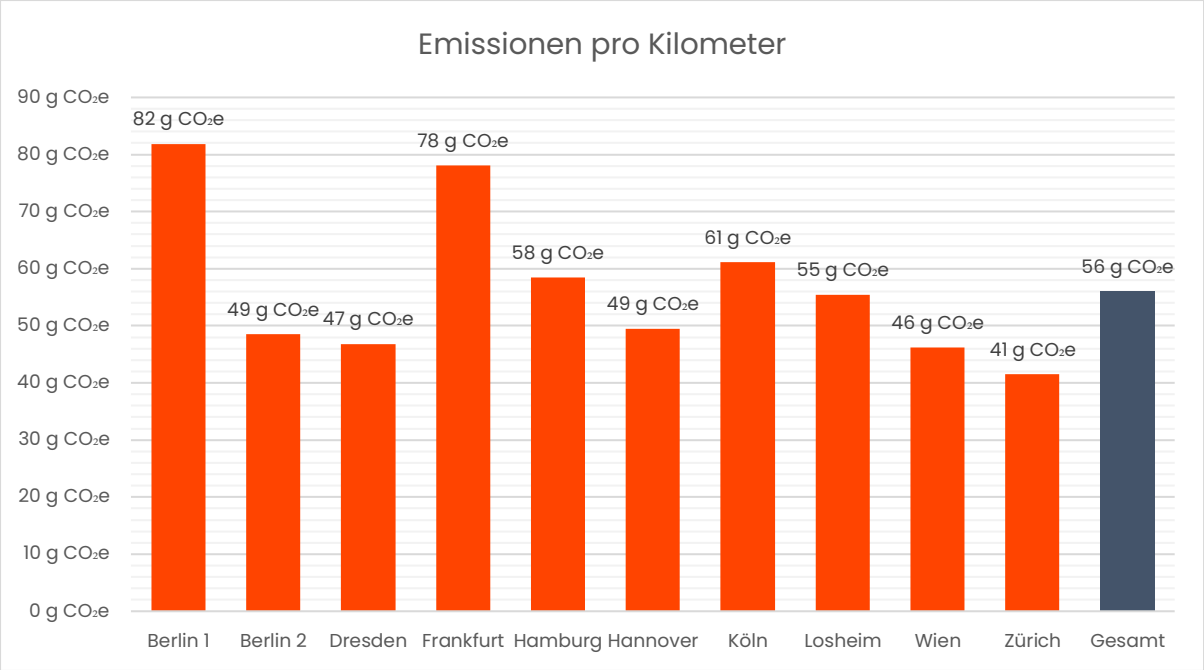



*Abbildung 19: $Co_2e$ Emissionen pro gereistem Personenkilometer*

### *Pro Kopf*

Bei den Pro-Kopf-Emissionen haben Berlin 1, Dresden und Frankfurt die höchsten Werte. Das liegt bei Berlin 1 und Frankfurt am erhöhten Flugaufkommen, während in Dresden vor allem die hohe durchschnittliche Anreisedistanz ausschlaggebend ist.

Besonders interessant ist, dass Losheim sich trotz fehlender ÖPNV-Infrastruktur im Mittelfeld befindet. Das liegt daran, dass die Fahrzeugbelegung höher war: Voll besetzte Fahrzeuge haben eine dem ÖPNV vergleichbare Klimawirkung. Es konnten hier außerdem keine Flüge festgestellt werden, die andernorts für hohe Pro-Kopf-Emissionen sorgen. Das Losheimer Konzert hatte zudem eine eher geringe durchschnittliche Anreisedistanz (= regionaler).

Die niedrigsten Pro-Kopf-Emissionen weist das Konzert in Zürich auf, was an einer geringen durchschnittlichen Anreisedistanz und auf einen hohen Anteil der Nutzung Öffentlichen Verkehrs zurückzuführen ist.

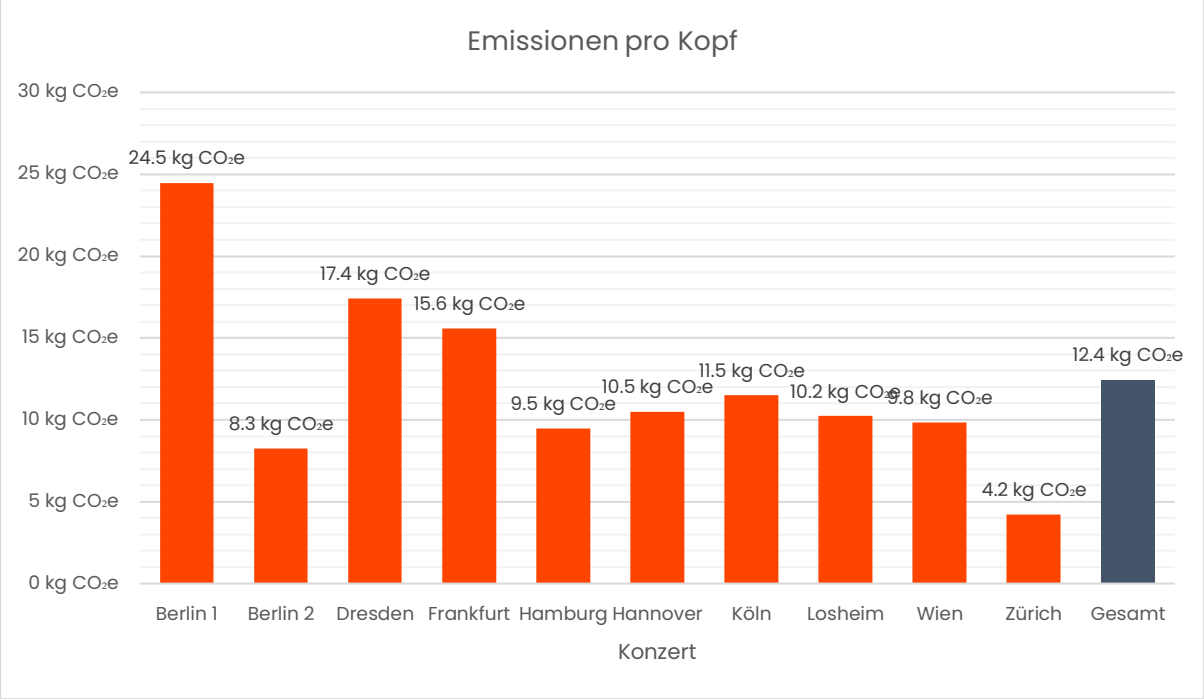



*Abbildung 20: $CO_2e$ Emissionen pro Besucher*in je Konzert*

## *Pro Verkehrsmittelgruppe*

Im Vergleich der Verkehrsmittelgruppen nach Emissionen wird deutlich, wie hoch die Emissionen aus dem Flugverkehr im Vergleich zu anderen Verkehrsmittelarten sind. So haben sich zum Beispiel in Berlin 1 nur 2,16 % der Besuchenden für einen Flug als Hauptverkehrsmittel entschieden, damit aber 50,06 % der Gesamtemissionen verursacht.

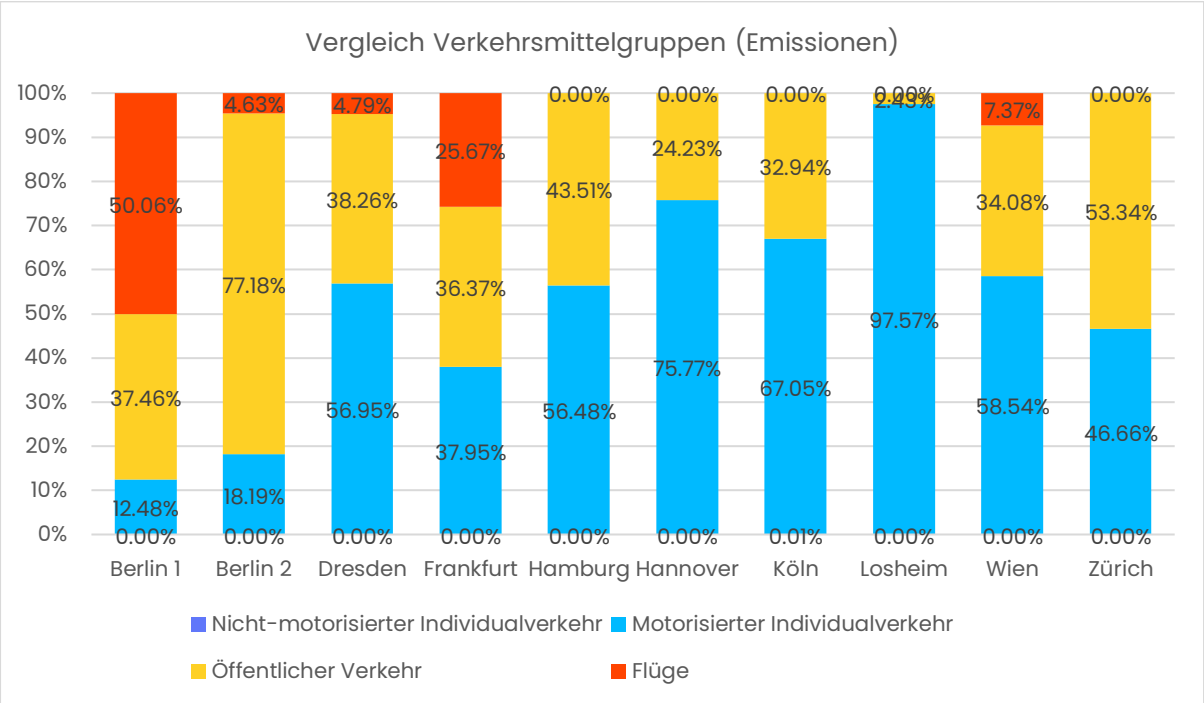



*Abbildung 21: Anteil der $CO_2e$-Emissionen je Verkehrsmittelgruppe (grob) je Konzert*

### *Gesamtemissionen je Konzert*

Die höchsten Gesamtemissionen verzeichnen die Arenen-Konzerte Dresden und Köln, was vor allem an der hohen Besuchendenanzahl liegt.

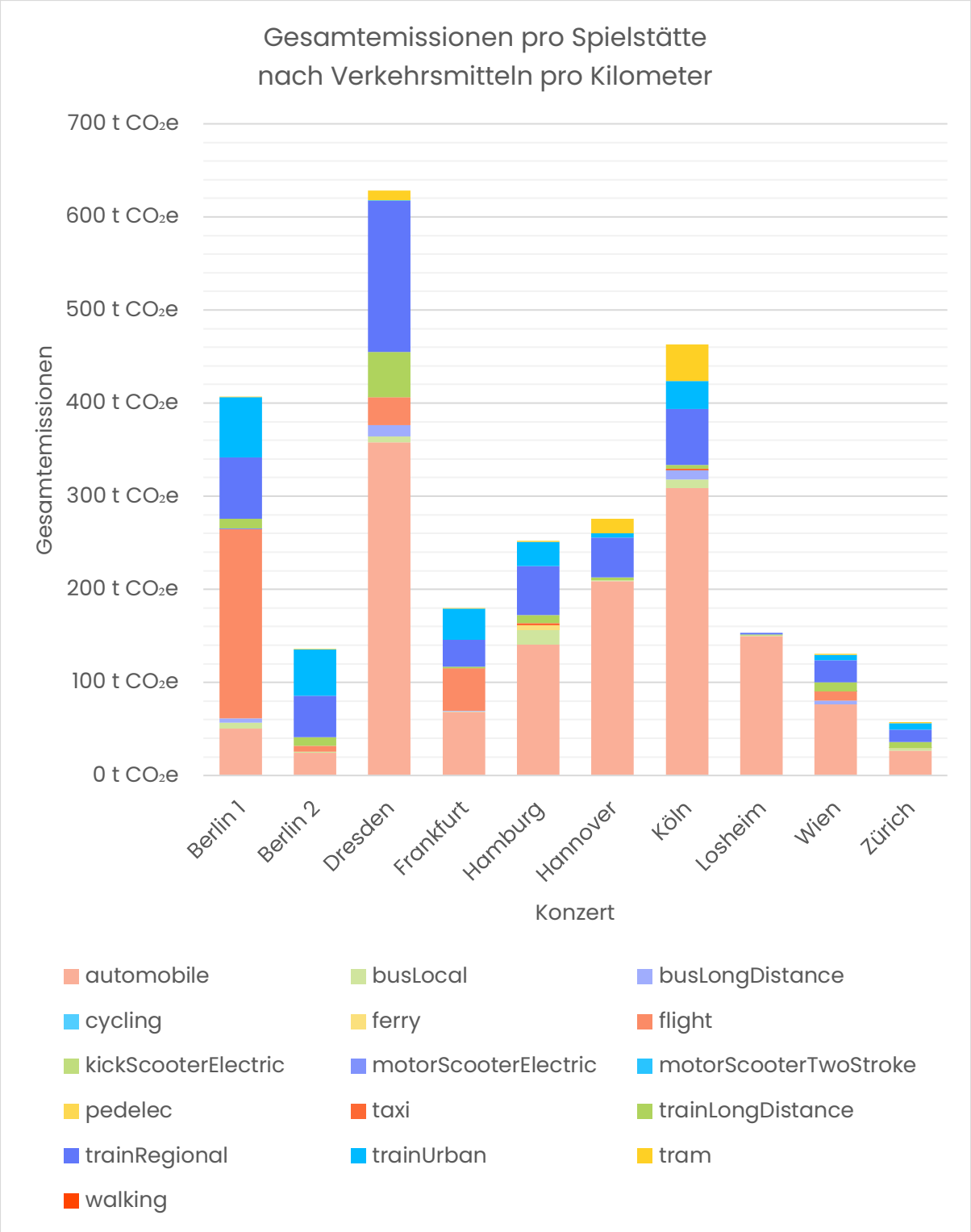



*Abbildung 22: Absolute Gesamtemissionen in Tonnen $CO_2e$ je Konzert*

## *Emissionen je Verkehrsmittel*

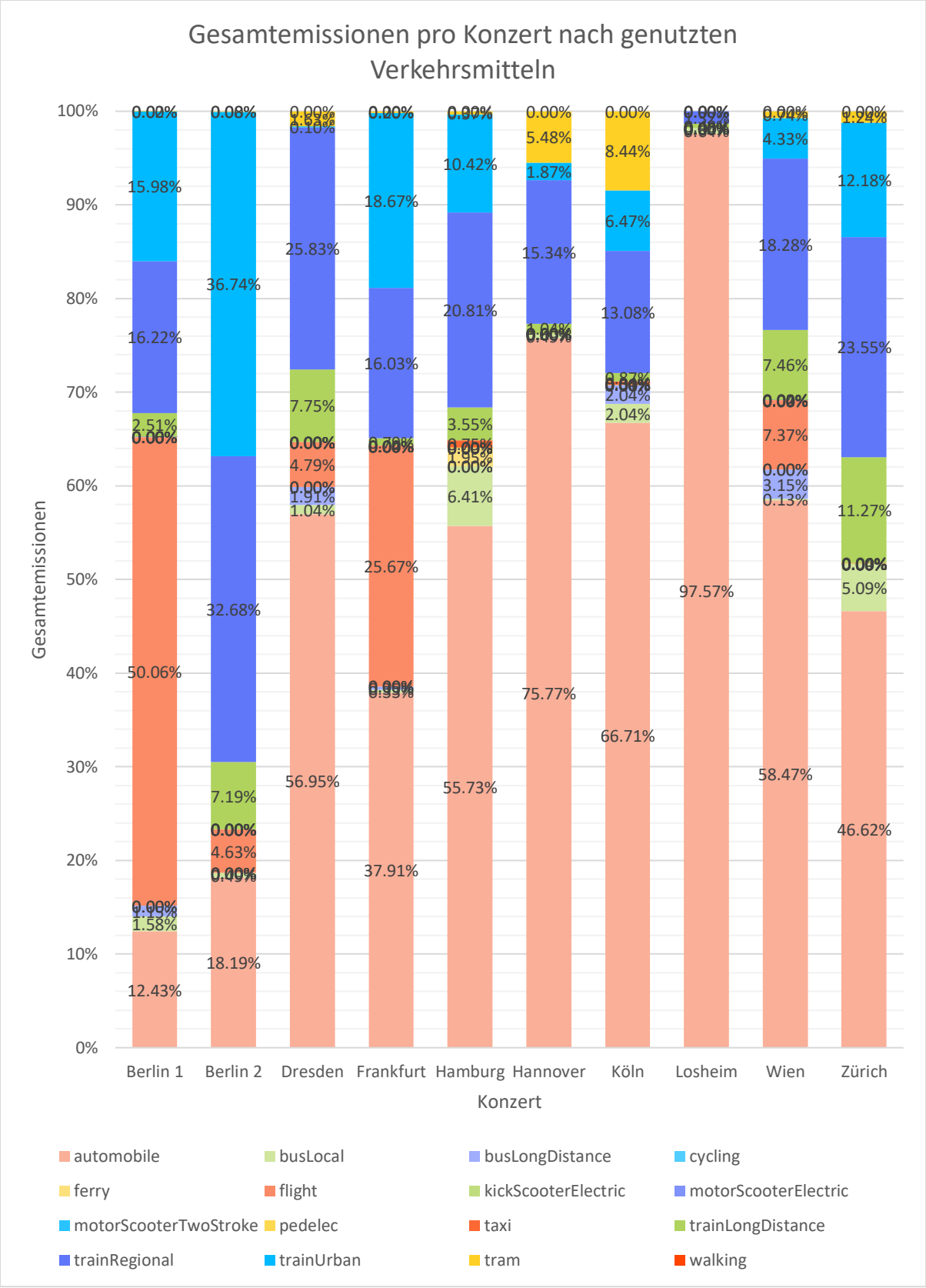



*Abbildung 23: Anteil der $CO_2e$-Emissionen je Verkehrsmittel je Konzert*

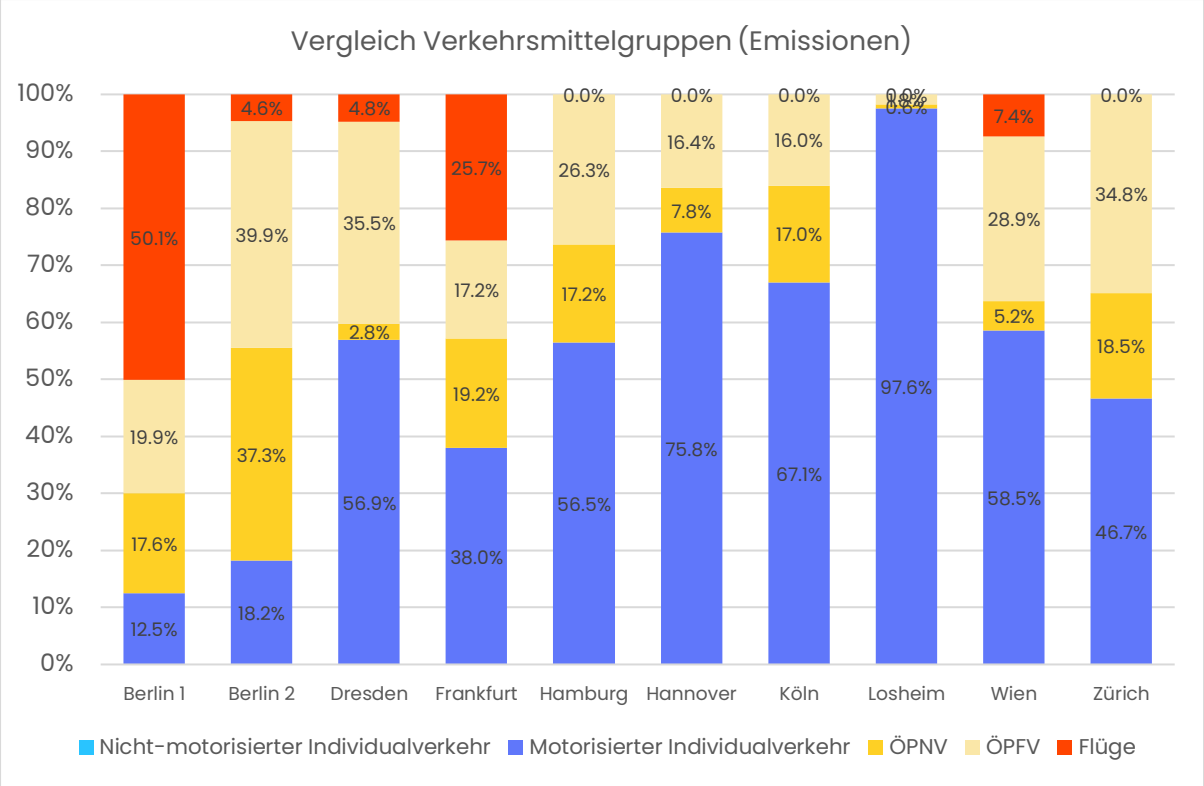



*Abbildung 24: Anteil der $CO_2e$-Emissionen je Verkehrsmittelgruppe je Konzert*

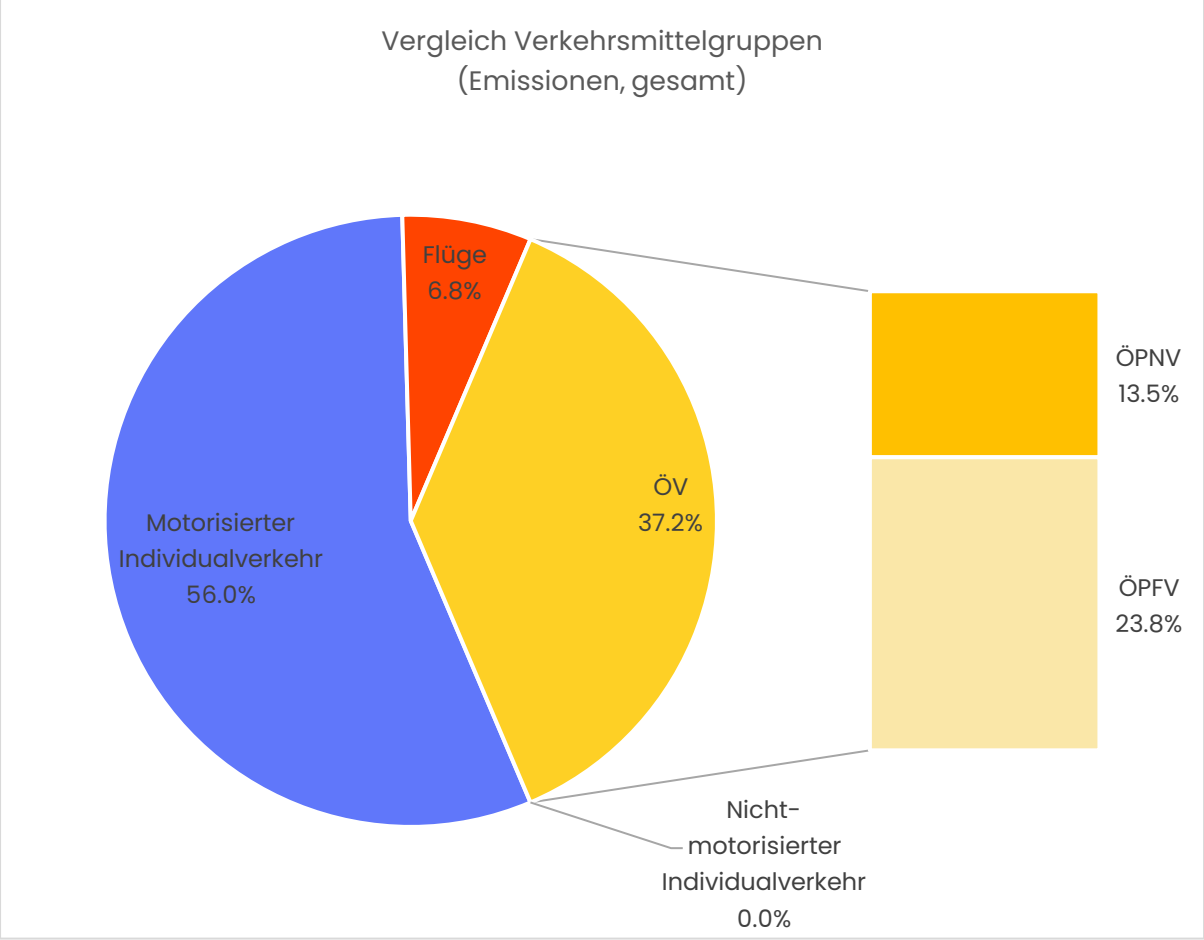



*Abbildung 25: Anteil der $CO_2e$-Emissionen je Verkehrsmittelgruppe gesamt*

## 3.2 Wie hängt das Anreiseverhalten mit der Infrastruktur zusammen?

Sehen wir uns zunächst die ÖV-Infrastruktur der jeweiligen Konzertspielstätten an. Als Berechnungsgrundlage eines Punktevergabesystems wurde das Bewertungssystem „Nachhaltiges Bauen BNB_BK 6.1.4“ herangezogen, allerdings ohne Berücksichtigung der Fuß- und Radwege. (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2017). In diesem Bewertungssystem werden Punkte für die folgenden Faktoren vergeben:

- Fernverkehrscore: Erreichbarkeit des Haupt-/Fern-Bahnhofs in Minuten, sowie Taktfrequenz der Anbindung (max. 30 Punkte)
- Nahverkehrscore: Erreichbarkeit der nächstgelegenen Haltestelle des Öffentlichen Personennahverkehrs ÖPNV (Bus, S-Bahn, Tram etc.) in Minuten, sowie Taktfrequenz der Anbindung (max. 30 Punkte)
- Ausbau des Fuß- und Radwegenetzes (40 Punkte)

Das Bewertungssystem wurde von uns an den Veranstaltungskontext durch eine Erweiterung angepasst. Im Bereich ÖV vergeben wir Zusatzpunkte für die Anzahl der Linien im Umkreis von 1 km vom Veranstaltungsort, die eine Taktung von mehr als zweimal pro Stunde aufweisen. Außerdem vergeben wir Bonuspunkte für eine veranstaltungsbedingt erhöhte Taktung zu Stoßzeiten und den Einsatz von Shuttles / Sammeltaxis.

| Anzahl der Linien in 1 km Umkreis | | Weitere Bonuspunkte | |
|---|---|---|---|
| **Punkte** | **Anzahl** | **Punkte** | **Eigenschaft** |
| 7 | mehr als 10 | 1 | erhöhte Taktung bei Großveranstaltungen |
| 6 | bis 7 | 1 | Einsatz Shuttles / Sammeltaxis zu ÖPNV |
| 5 | bis 5 | | |
| 4 | 4 | | |
| 3 | 3 | | |
| 2 | 2 | | |
| 1 | 1 | | |
| 0 | 0 | | |

*Tabelle 8: Erweiterung des Bewertungssystems BNB_BK 6.1.4 durch die Vergabe von Bonuspunkten*

Eine nennenswerte Kritik am verwendeten Bewertungssystem ist die Auslassung der Bevölkerungsdichte und infolgedessen, der Menge an Personen, die von den betrachteten ÖV-Anbindungen erreicht werden können. Die Fuß- und Radwegbeurteilung wurde von uns zwar konzeptioniert und durchgeführt, allerdings konnten keine aussagekräftigen Ergebnisse generiert werden. Eine ausführlichere Betrachtung wäre in unserem Rahmen zu Zeitintensiv gewesen und die Aufschlüsselung der Bevölkerungszahlen nach Gemeindekennziffern waren für die genaue Erreichbarkeitsbetrachtung zu ungenau.
Eine weitere Anmerkung zur Bewertung der Infrastruktur anhand der BnB Vorlage ist, dass die Gewichtung von 40/100 Punkten bei der Fuß- und Radweginfrastruktur für den Anwendungsbereich bei Konzerten etwas zu hoch angesetzt ist. Faktoren, wie Alkoholkonsum, Wetter, Outfits u.v.m. können bei der Verkehrsmittelwahl eine Rolle spielen und das Fahrrad als weniger ideale Verkehrsmittelwahl erscheinen lassen.
Die Ergebnisse der Infrastrukturbewertung nach Punktevergabesystem ergeben Folgendes:

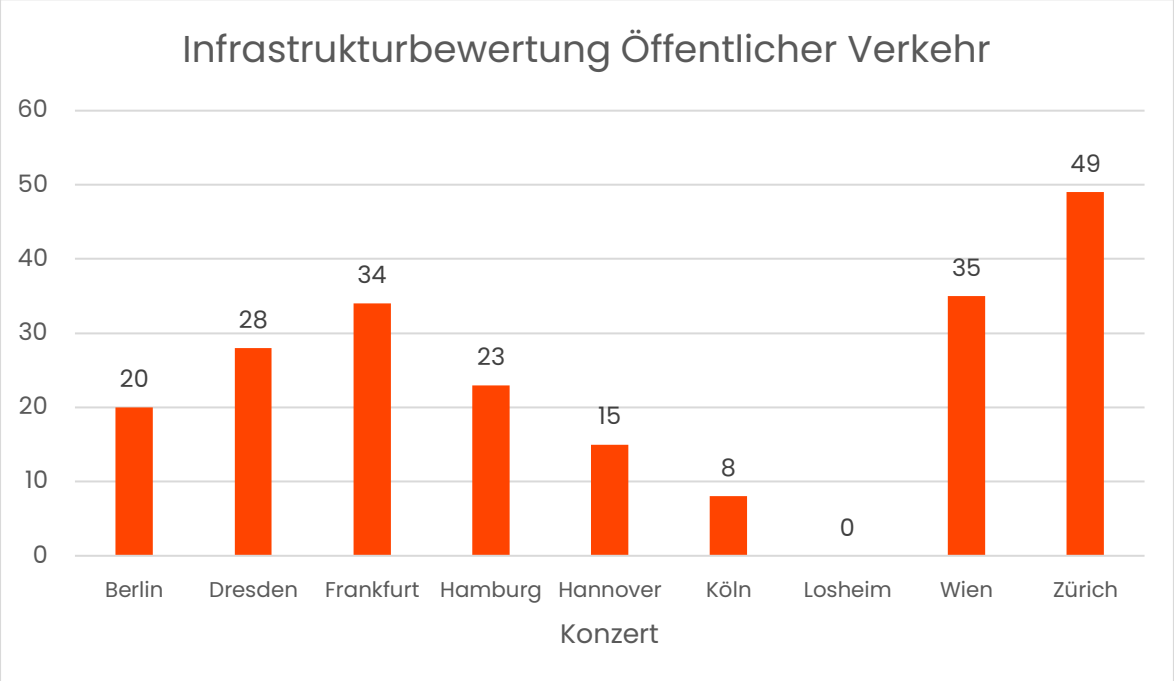



*Abbildung 26: Ergebnisse einer Infrastrukturbewertung nach einer erweiterten Methodik des BNB_BK 6.1.4*

Ein Isochron weist das Gebiet aus, von dem Besuchende innerhalb einer bestimmten Zeit den Veranstaltungsort mit einem bestimmten Verkehrsmittel erreichen können. Zunächst analysieren wir die Isochrone der Anreise mit dem Öffentlichen Verkehr. Die Fläche eines erstellten ÖV-

Isochrons repräsentiert 45 Minuten Fahrt inklusive maximal 15 Minuten Fußweg zur ÖV-Station ankommend um 19 Uhr.

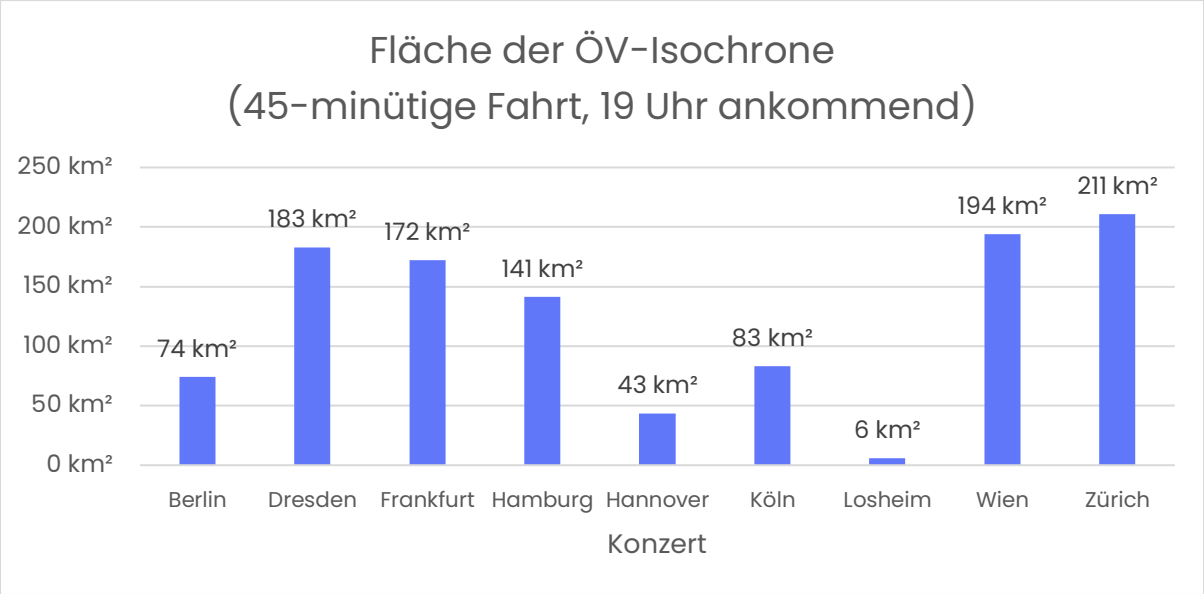



*Abbildung 27: Fläche der Isochrone der Anreise mit dem Öffentlichen Verkehr um 19 Uhr ankommend. Ein höherer Wert bedeutet, dass Menschen aus einem größeren Gebiet innerhalb 45 Minuten mit dem ÖV zur Spielstätte anreisen können.*

In Abbildung 28 kann man erkennen, dass gut angebundene Spielstätten über eine hohe ÖV-Isochron-Fläche verfügen. Der Vergleich der Spielstätten zueinander deckt sich in etwa mit der qualitativen Infrastruktur-Recherche mit Punktesystem.

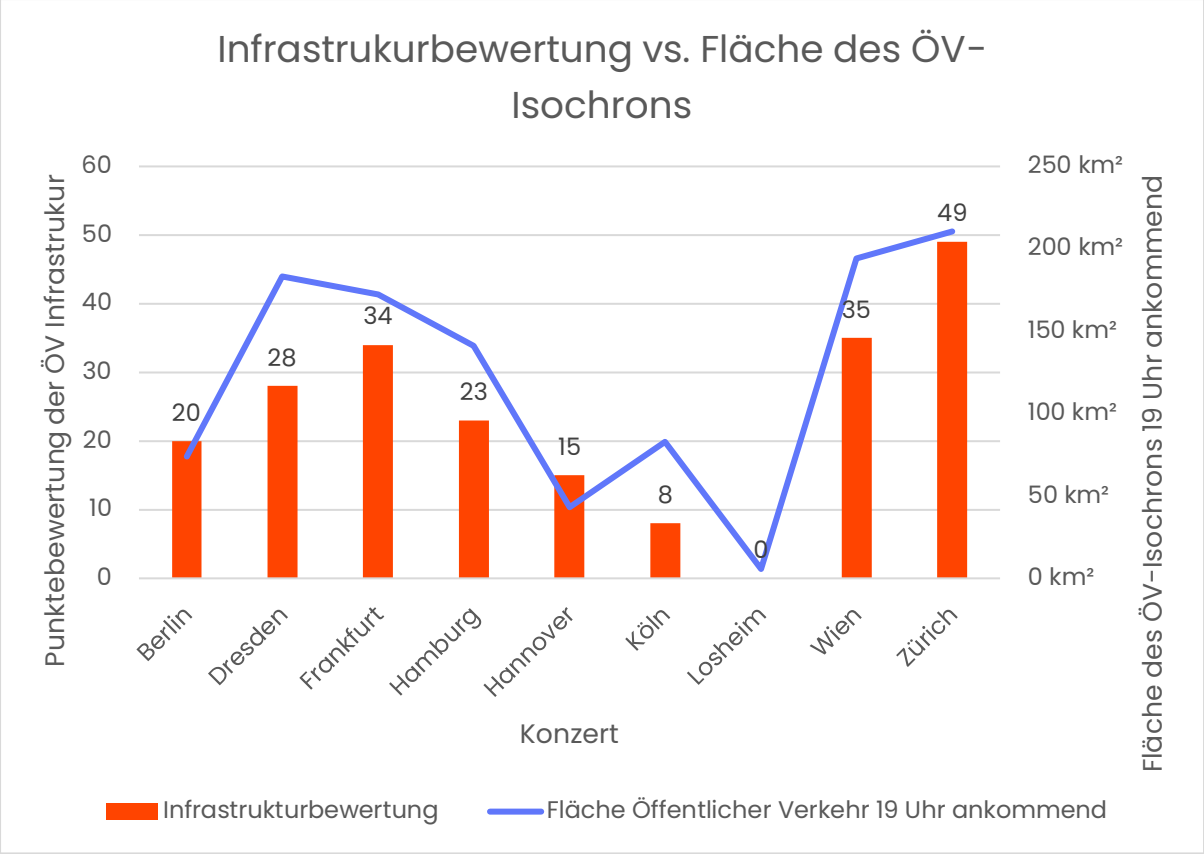



*Abbildung 28: Infrastrukturbewertung zur Fläche des Öffentlichen Verkehr Isochrons, um 19 ankommend, jeder Datenpunkt steht für eine Spielstätte*

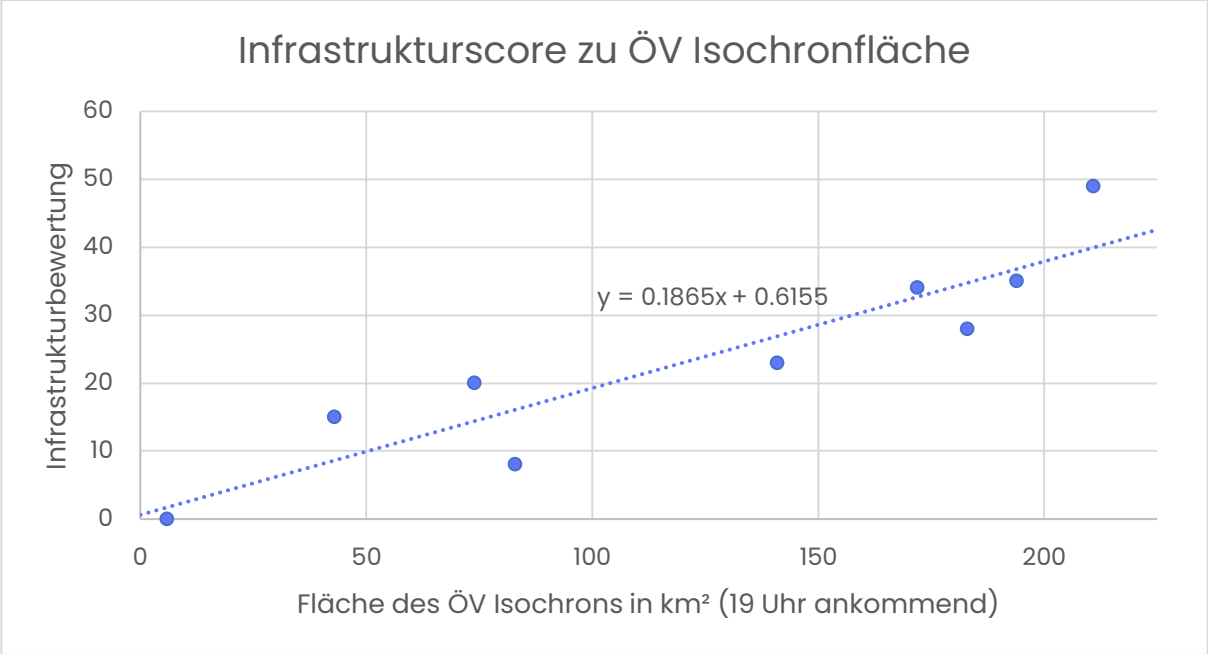



*Abbildung 29: Infrastrukturscore im Vergleich zur Fläche des ÖV-Isochrons*

Die beiden Indikatoren für die Erreichbarkeit der Veranstaltungsorte, also die Infrastrukturbewertung und die Isochron-Fläche (19 Uhr ankommend), für die Anbindung an den ÖV, wurden in Abbildung 29 in Zusammenhang

gesetzt. Es zeigt sich bei einer starken Korrelation von R=0,92, dass für die beiden Werte gilt: Je größer die ÖV-Isochron-Fläche, desto größer die Infrastrukturbewertung. Dies unterstreicht die Aussagekraft des ÖV-Bewertungssystems.

### Infrastrukturbewertung und ÖV-Nutzung

Um den Zusammenhang zwischen der Infrastrukturbewertung des öffentlichen Verkehrs und der Nutzung desselben zu überprüfen wurden die Abbildung 30 - 31 auf der Basis von Tabelle 9 erstellt. Die Werte von Berlin und Losheim sind als Ausreißer einzuordnen. Losheim ist mit Abstand der kleinste Ausrichtungsort und weist den geringsten ÖV Nutzungsanteil mit 2% auf, was der mangelhaften Infrastruktur vor Ort zuzurechnen ist. Die Konzerte in Berlin weisen mit 83% den Höchstwert der ÖV-Nutzung bei vergleichsweise mittelmäßiger Anbindung der Spielstätte auf. Dies ist wahrscheinlich auf Besonderheiten von Berlin selbst zurückzuführen. Die Stadt ist nach Einwohnern circa doppelt so stark bevölkert, wie die nächstgrößere Stadt des Datensatzes und ist auch flächenmäßig am größten. Dies resultiert in längeren Reisezeiten, welche die Bedeutung der 45-minütigen Reisedauer, auf der die ÖV-Isochron-Fläche basiert, einschränkt. Der ÖV-Score hat ebenfalls eine geringere Bedeutung für die Spielstätte in Berlin, da die S3, die in Laufweite der Parkbühne Wuhlheide hält, eine enorme Kapazität aufweist. Diese ist nicht mit einer Buslinie in anderen Orten vergleichbar, welche die gleiche Auswirkung auf den ÖV-Score hat. Berlin und Losheim werden aus diesen Gründen als Sonderfall in dieser Betrachtung ausgeklammert. Farblich sind die Werte orange in den folgenden Abbildungen eingetragen.
Um den Einfluss der ÖV-Bewertungen einzuschätzen, werden basierend auf den Daten in Tabelle 10 lineare Regressionsanalysen durchgeführt. Die Methode der linearen Regression ermittelt die Gerade, welche die bereitgestellten Daten am genausten abbildet und den Zusammenhang am besten voraussagen kann. Dabei ist vor allem der Steigungskoeffizient von Bedeutung, der angibt um wie viele Prozentpunkte sich die ÖV-Nutzung verändert, wenn die ÖV-Bewertung um eine Einheit ansteigt. Außerdem wird der $R^2$-Wert ermittelt. Dieser sagt aus, wie viel Prozent der Varianz von der ÖV-Nutzung durch die ÖV-Bewertung erklärt werden kann.

| Stadt | Fläche ÖV Isochron (19 Uhr ankommend) in km² | ÖV Score | ÖV Nutzung | ÖPNV Score | ÖPNV Nutzung von innerhalb der Stadt | ÖPFV Score | ÖPFV Nutzung nicht aus der Stadt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Berlin** | 74 | 20 | 83% | 5 | 88% | 15 | 78% |
| **Dresden** | 183 | 28 | 62% | 8 | 82% | 20 | 56% |
| **Frankfurt** | 172 | 34 | 50% | 4 | 50% | 30 | 50% |
| **Hamburg** | 141 | 23 | 53% | 8 | 59% | 15 | 48% |
| **Hannover** | 43 | 15 | 36% | 10 | 81% | 5 | 27% |
| **Köln** | 83 | 8 | 42% | 3 | 57% | 5 | 30% |
| **Losheim** | 6 | 0 | 2% | 0 | 2% | 0 | 0% |
| **Wien** | 194 | 35 | 63% | 20 | 73% | 15 | 53% |
| **Zürich** | 211 | 49 | 74% | 19 | 81% | 30 | 73% |

*Tabelle 11: Übersicht der ÖV-Bewertung der Spielstätten in den verschiedenen Städten nach ÖV Isochronfläche, ÖV Score, ÖPNV Score und ÖPFV Score und die Nutzungsanteile des ÖVs, ÖPNVs und ÖPFVs*

Die blau dargestellten Punkte in Abbildung 32 repräsentieren Daten von Spielstätten in 7 der 16 größten Städte im deutschsprachigen Raum. Somit kann eine generelle Aussage über Spielstätten in deutschsprachigen Städten ab 400.000 Einwohner*innen, mit der Ausnahme von Berlin, getroffen werden. Bei der Regression wurden die blau dargestellten Punkte entsprechend der Besucher*innenzahl gewichtet und die Regressionsgerade ist schwarz in den folgenden Abbildungen eingetragen.

Der Steigungskoeffizient sagt aus, dass die Zunahme von einem Punkt im ÖV-Score in einer Steigerung des ÖV Nutzungsanteils von 0,8% resultiert. Mithilfe der Regressionsgerade ($y = 0{,}801x + 34{,}038$) kann abgeschätzt werden, welcher Anteil Besucher*innen bei Konzerten in deutschsprachigen Großstädten (über 400.000 Einwohner*innen, Ausnahme Berlin) in Abhängigkeit von der Infrastrukturbewertung nach dem oben erläuterten Schema, den ÖV als Hauptanreisemittel wählen wird. Der Zusammenhang könnte also in kleineren Städten anders ausgeprägt sein und Bedarf Überprüfung durch weitere Erhebungen. Der $R^2$-Wert besagt, dass durch den ÖV-Score 75% der Varianz des ÖV-Nutzungsanteils erklärt wird, was der Regressionsgerade eine beachtliche Modellgüte bescheinigt.

**Der ÖV-Score ist folglich ein verwendbares Maß zur Einschätzung der ÖV-Nutzung von Spielstätten.**

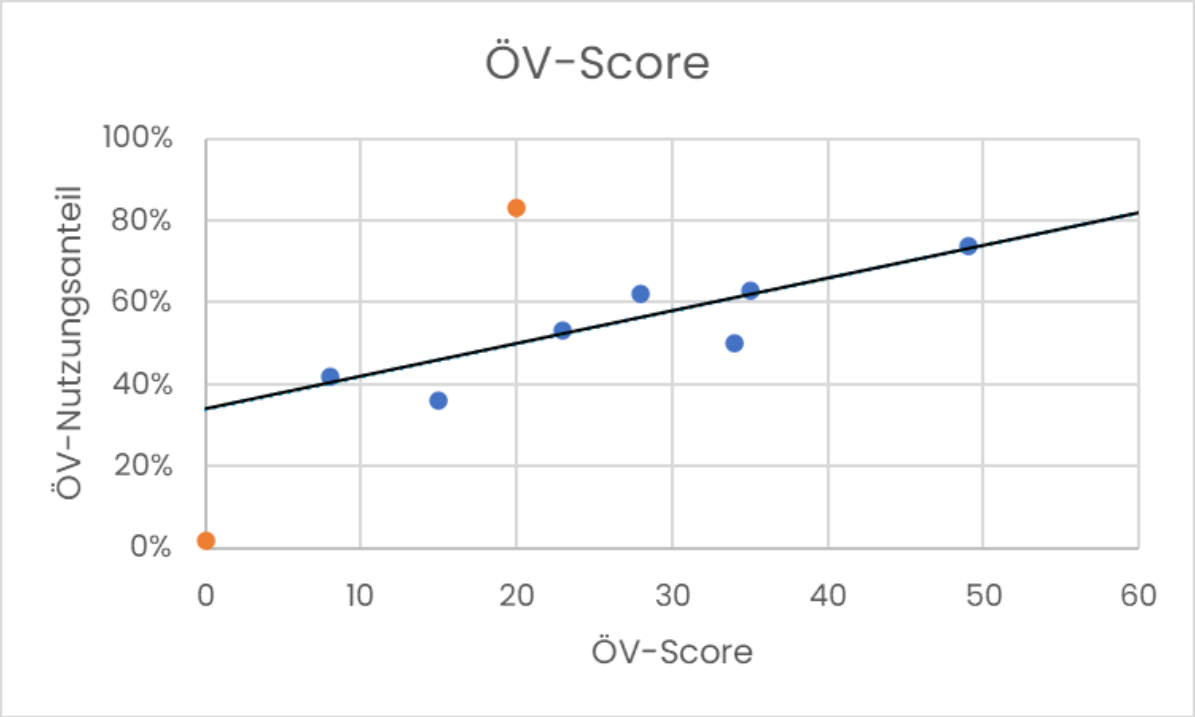



*Abbildung 32: Streudiagramm Anteil der Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln in Bezug auf die längste Strecke aller Besucher*innen zum ÖV-Score der Spielstätten, orange: Ausreißer Berlin und Losheim, schwarz: Regressionsgerade der hochgerechneten, gewichteten Daten, blau: hochgerechnete Daten*

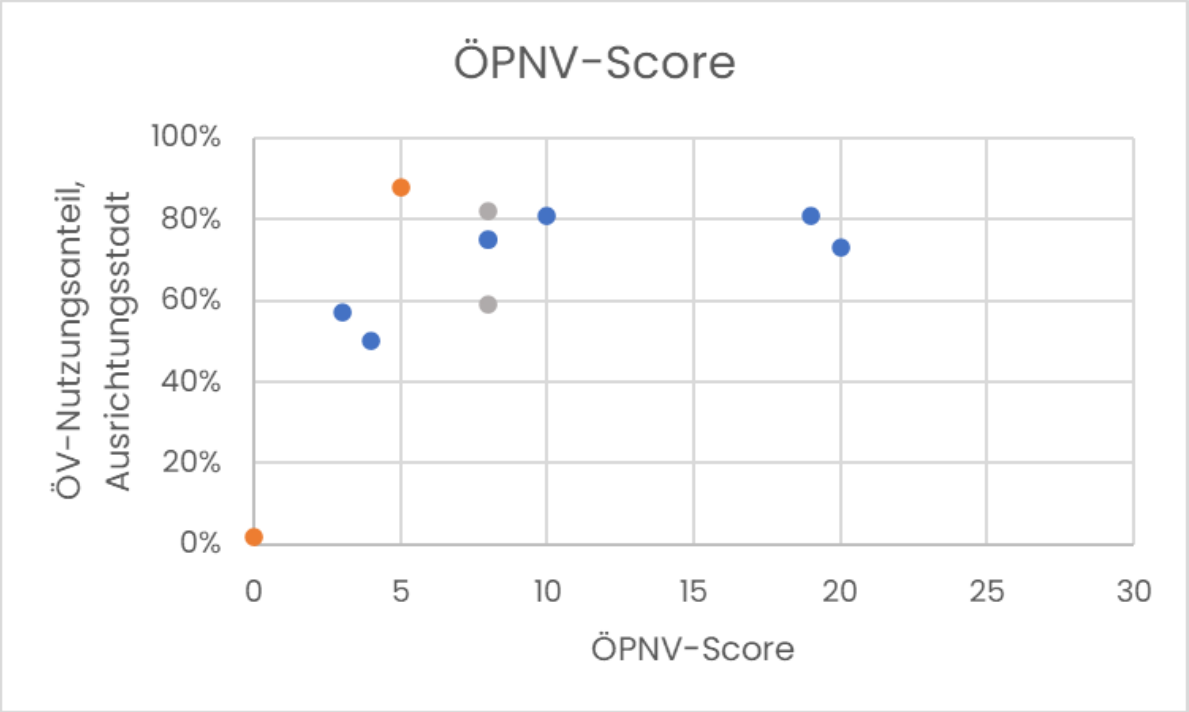



*Abbildung 33: Streudiagramm Anteil der Nutzung von öffentlichem Nahverkehr in Bezug auf die längste Strecke der Besuchenden aus der Ausrichtungsstadt zum Nahverkehrscore der Spielstätten, orange Ausreißer Berlin und Losheim, grau zusammengefasste Daten mit gleichem x-Wert, blau endgültiger, hochgerechneter und gewichteter Datensatz*

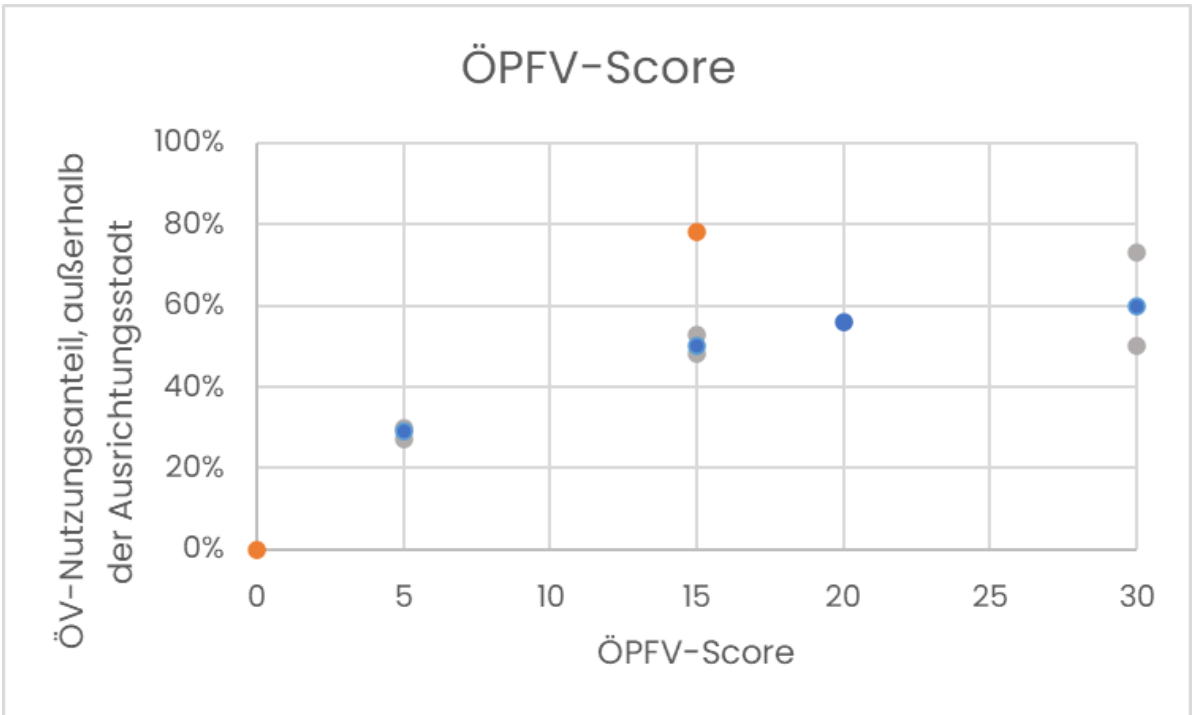



*Abbildung 34: Streudiagramm Anteil der Nutzung von öffentlichem Fernverkehr in Bezug auf die längste Strecke aller Besucher*innen von außerhalb der Ausrichtungsstadt zum Fernverkehrscore der Spielstätten, orange Ausreißer Berlin und Losheim, grau zusammengefasste Daten mit gleichem x-Wert, blau endgültiger, hochgerechneter und gewichteter Datensatz*

Leider konnte nicht überprüft werden, ob die Quantität der Nahverkehrslinien in Nähe der Spielstätte (ÖPNV-Score) oder die Anbindung an den Bahnhof (ÖPFV-Score) einen stärkeren Einfluss auf die ÖV-Nutzung hat. Die zugrundeliegenden Daten reichen in ihrer Qualität nicht für die Überprüfung mittels Regressionsanalyse aus. Stattdessen sind sie in Abbildung 33 und Abbildung 34 visuell aufbereitet. Außerdem wurde der Korrelationskoeffizient R der hochgerechneten, nicht gewichteten Daten berechnet, welcher angibt wie stark die Änderung des ÖV-Nutzungsanteils mit einer Änderung der ÖV-Bewertung zusammenhängt. Er kann Werte von –1 bis 1 annehmen, wobei ein das Vorzeichen die Richtung des Zusammenhangs angibt und der Betrag des Wertes die Stärke des Zusammenhangs bewertet. Der R-Wert für den ÖPNV-Score beträgt 0,7 was einen mittelmäßig bis starken positiven Zusammenhang zwischen dem OPNV-Score und der ÖV-Nutzung von Personen aus der Ausrichtungsstadt nachweist. Beim ÖPFV-Score ist dieser, bezogen auf den ÖV-Nutzungsanteil der Besuchenden von außerhalb, noch deutlich stärker ausgeprägt, da der R-Wert bei 0,93 liegt. Das Bewertungssystem ist also ebenfalls ein brauchbarer Indikator für die ÖPNV- und ÖPFV-Anbindung der Spielstätten.

### Kartenausschnitte

Im Folgenden zeigen wir Kartenausschnitte der Isochrone zur Einordnung. Wir haben Isochrone für 45 Minuten Fahrt hin zur jeweiligen Spielstätte jeweils an einem Freitag um 19 für je Autofahrten (rot), ÖV (blau), und Fahrradfahrten (grün) erstellt. Sie wurden in QGIS mithilfe des „TravelTime“ Plugin erstellt und im Maßstab 1:550.000 abgebildet (TravelTime 2023).
Es konnte in Stichproben kaum eine Varianz zwischen Isochronen verschiedener Wochentage zur selben Uhrzeit festgestellt werden.

Ein Vergleich der Anzahl der in der jeweiligen ÖV-Isochron-Fläche lebenden Bevölkerung würde den Vergleich noch genauer machen, jedoch konnten Bevölkerungszahlen nur für Gemeindekennschlüssel gefunden werden, sodass eine Auswertung zu aufwendig würde. Dieses Problem tritt sowohl bei den Isochron-Flächen, wie auch schon oben beschrieben, als auch bei unserer eigenen Infrastrukturbewertung auf.

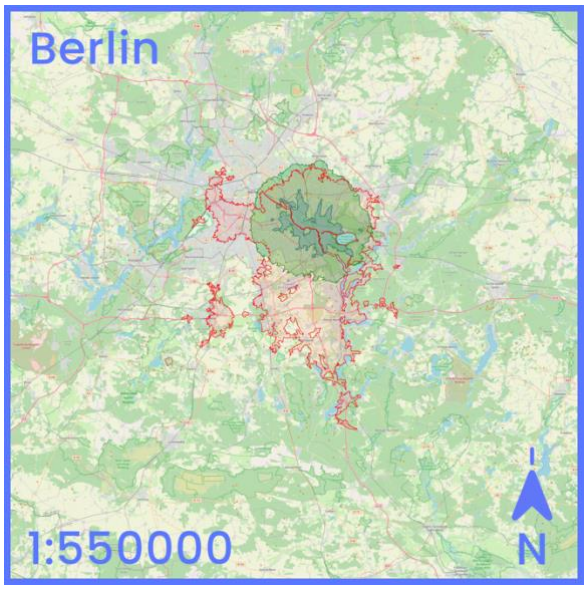



*Abbildung 35: Isochrone Berlin*

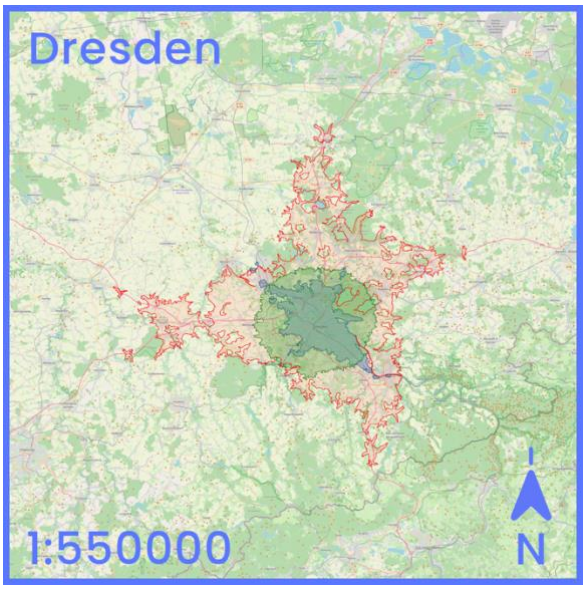



*Abbildung 36: Isochrone Dresden*

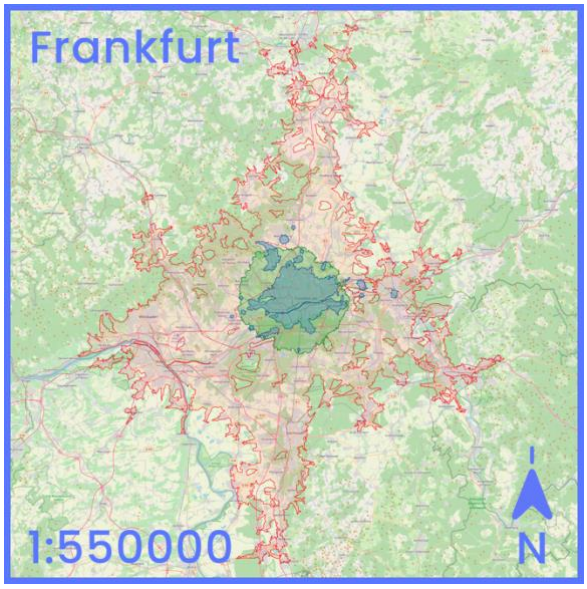



*Abbildung 38: Isochrone Frankfurt*

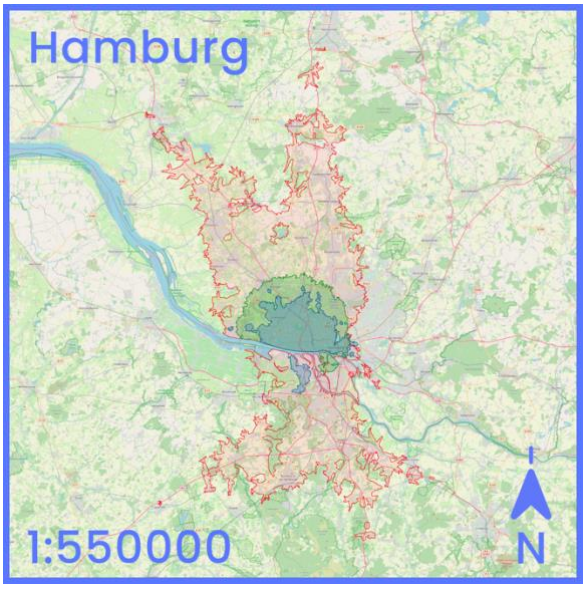



*Abbildung 37: Isochrone Hamburg*

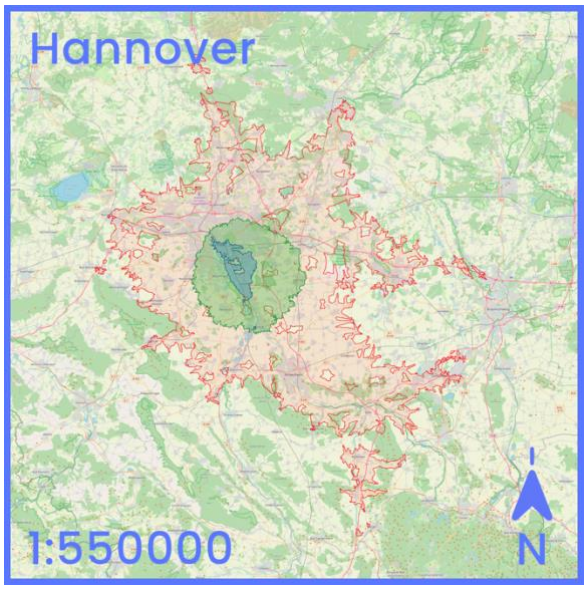



*Abbildung 42: Isochrone Hannover*

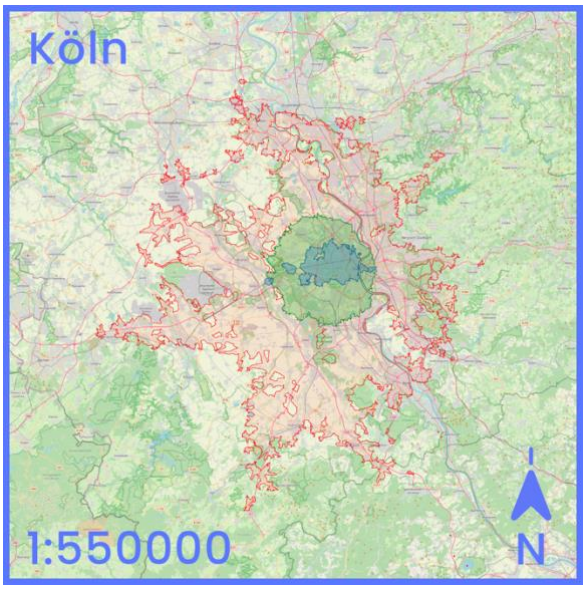



*Abbildung 41: Isochrone Köln*

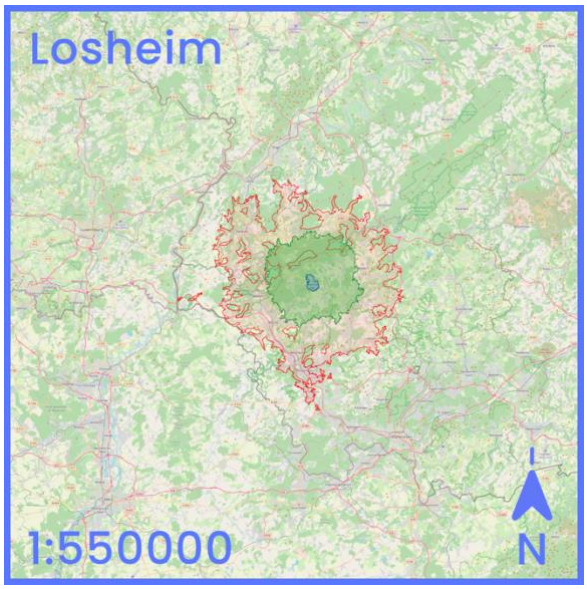



*Abbildung 40: Isochrone Losheim*

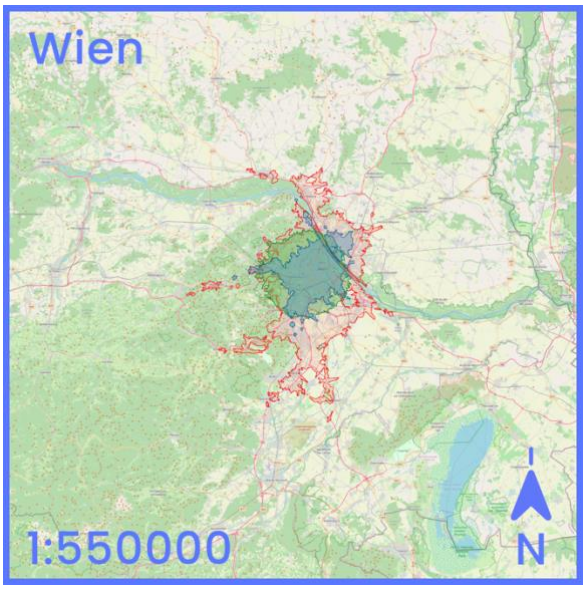



*Abbildung 39: Isochrone Wien*

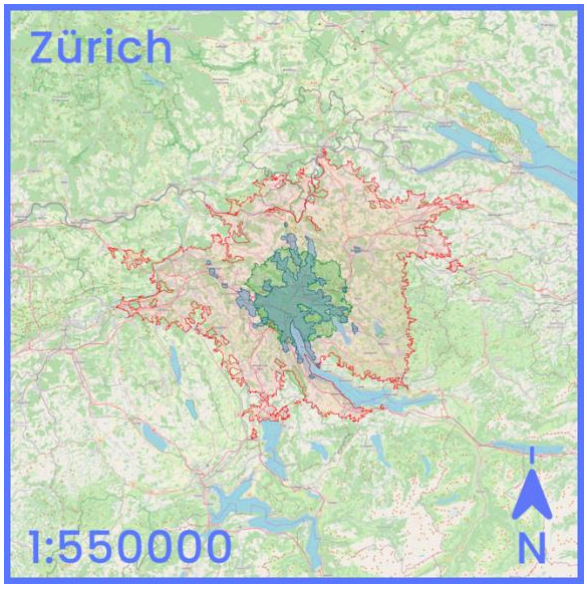



*Abbildung 43: Isochrone Zürich*

*Basiskarten © 2023 OpenStreetMaps*

## Isochrone im Vergleich zur ÖV-Nutzung

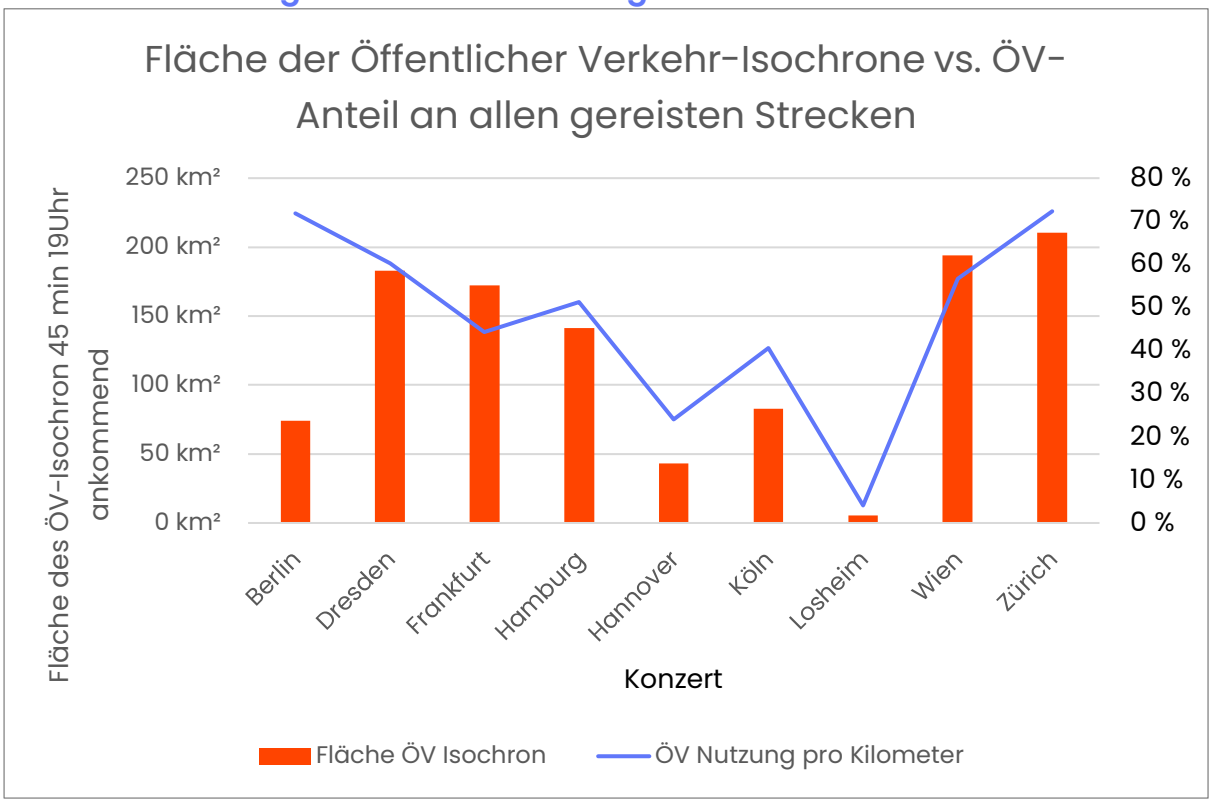



*Abbildung 44: Fläche der ÖV-Isochrone gegenüber der Anteiligen Nutzung des Öffentlichen Verkehrs an allen gereisten Personenkilometern*

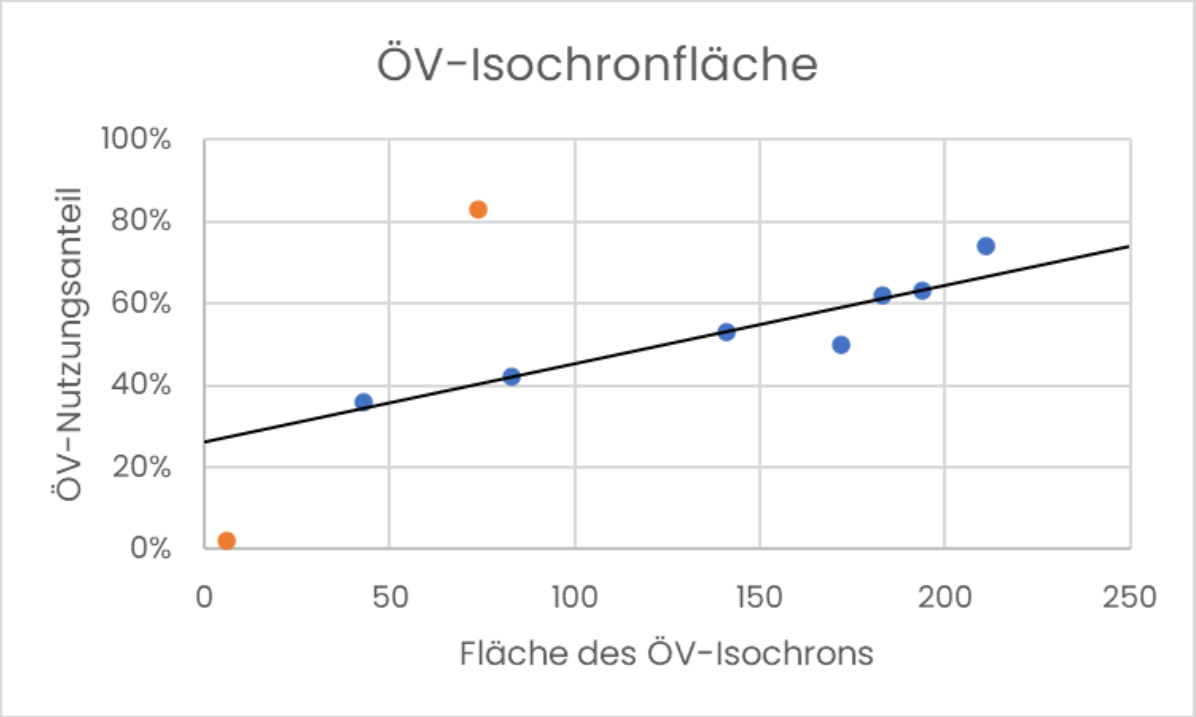



*Abbildung 45: Streudiagramm Anteil der Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln in Bezug auf die längste Strecke aller Besucher*innen zur Fläche der Öffentlicher Verkehrs-Isochrone der Spielstätten, orange: Ausreißer Losheim und Berlin, schwarz: Regressionsgerade der hochgerechneten, gewichteten Daten, blau: hochgerechnete Daten*

Da die Infrastrukturbewertung und die Fläche der ÖV-Isochrone vor Konzertbeginn stark korreliert sind (siehe Abbildung 46), zeigt sich bei Betrachtung des Zusammenhangs von der Fläche des ÖV-Isochrons vor Konzertbeginn zur Nutzung des ÖV ein ähnliches Bild, wie in Abbildung 32. In Abbildung 44 ist wieder das Streudiagramm des Datensatzes aus Tabelle 11 mit orangen Ausreißern, blauen Datenpunkten und einer schwarzen Regressionsgerade dargestellt. Der $R^2$-Wert von 0,911 bescheinigt der Regression der Isochron-Flächen hervorragende Güte. Die Regressionsgerade erklärt über 90% der Varianz der ÖV-Nutzungsanteile auf Basis der Kenntnis des ÖV-Isochrons.

**Es gilt also die Aussage für Konzerte von vergleichbarer Größe (Mittelwert: 24.000 Besuchenden): Der Anteil der ÖV-Nutzer*innen kann durch die Fläche des ÖV-Isochrons von Konzertspielstätten in Großstädten über 400.000 Einwohner*innen (Ausnahme Berlin), entlang der Regressionsgerade y = 0,191x + 26,206 ermittelt werden.**

Diese Gerade beschreibt den Zusammenhang zwischen der Isochron-Fläche und dem Anteil der ÖV-Nutzer*innen. Der Steigungskoeffizient gibt an, dass mit jedem Quadratkilometer mehr, den die Isochrone einschließt,

0,191% mehr Besucher*innen den ÖV nutzen. Das genutzte *Google Maps* Plugin, sowie QGIS sind kostenlos online verfügbar und können relativ einfach genutzt werden, um ebensolche ÖV-Isochrone zu ermitteln. Veranstalter*innen sind somit befähigt, anhand der Isochron-Flächen den voraussichtlichen ÖV-Nutzungsanteil zu errechnen und anhand dieser Information eine nachhaltige Spielstättenwahl zu treffen. Auch kann die Nutzung der Regressionsgerade bei der groben Klimabilanzierung von Konzerten eingesetzt werden. Es wäre weiterführend von Interesse, bei nachfolgenden Studien diese Zusammenhänge zu überprüfen und mit mehr Daten zu unterfüttern. Die Größe der Ausrichtungsstadt könnte ein weiterer Faktor bei der Infrastrukturanbindung sein und somit das Reiseverhalten bestimmen. Hier wäre eine Untersuchung von Großstädten zwischen 100.000 bis 400.000 Einwohner*innen von Interesse. Durch die Erfassung von Daten an verschiedenen Standorten innerhalb der gleichen Stadt kann des Weiteren festgestellt werden, ob die geografische Lage und die Verkehrsanbindung innerhalb der Stadt Einfluss auf das Anreiseverhalten haben. Außerdem kann durch die Datenerhebung bei anderen Touren und Konzerten überprüft werden, ob die Zusammenhänge auch auf das Publikum anderer Musikgenres und Bands zutreffen.
Unsere Schlussfolgerung ist demnach: **Die ÖV-Infrastruktur ist ein ausschlaggebender Faktor, was den Anteil der Nutzung bei der Anreise der Besuchenden betrifft. Diese kann durch die Fläche des ÖV-Isochrons sehr gut erfasst werden.**
Da ÖV-Verkehrsmittel einen geringeren Treibhausgas-Fußabdruck aufweisen, bedeutet eine bessere ÖV-Infrastruktur demnach eine bessere Klimabilanz der Spielstätte. Es haben jedoch auch Faktoren wie Fahrzeugbelegung und Regionalität einen großen Einfluss auf die Pro-Kopf-Emissionen.

### *ÖV-Erreichbarkeit nachts*

Die Erreichbarkeit einer Spielstätte mit dem ÖV zu Beginn der Veranstaltung ist eigentlich gar nicht die ausschlaggebende Information. Nur wenn ein*e Besucher*in auch nach dem Konzert wieder mit dem ÖV nach Hause fahren kann, wird diese Verkehrsmittelwahl in Betracht gezogen.

Ein Vergleich der ÖV-Isochron-Flächen um 19 Uhr (ankommend) und um 23 Uhr (abfahrend) zeigt große Unterschiede. Beispielsweise lässt sich so erklären, warum in Hannover so wenige mit dem ÖV angereist sind. Nicht

nur ist die Erreichbarkeit um 19 Uhr bereits nicht besonders gut – um 23 Uhr kann man noch 11 % der Fläche des 19-Uhr-Isochron innerhalb derselben Zeit erreichen. Fazit: Die Spielstätte Hannover hat nachts so gut wie keinen funktionierenden ÖV mehr.

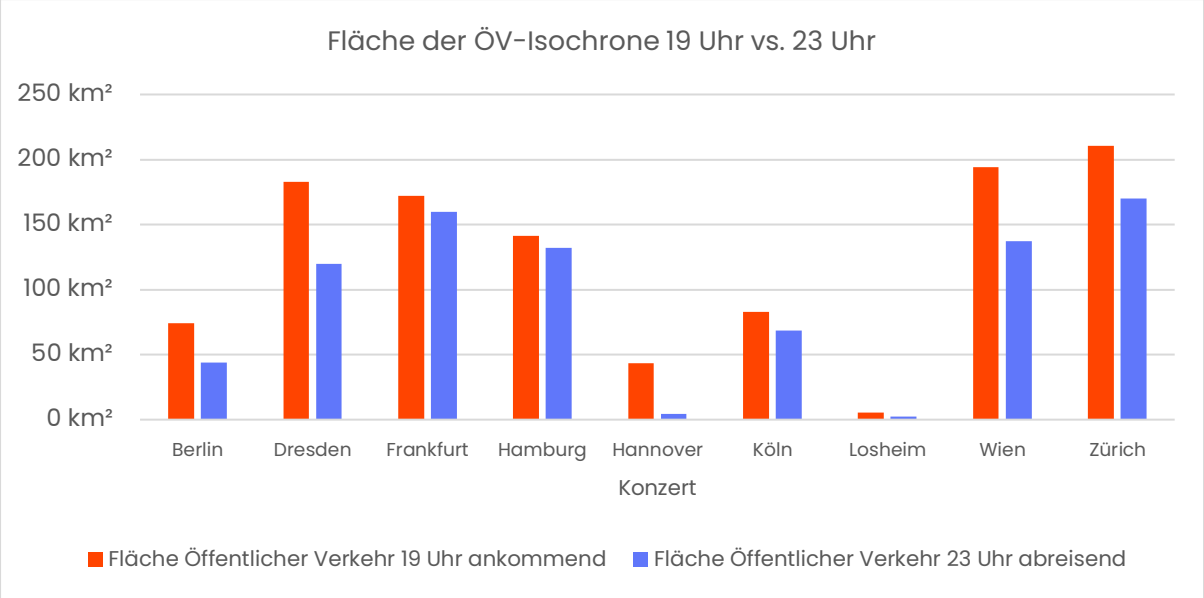



*Abbildung 47: Fläche des ÖV-Isochron um 19 Uhr ankommend, sowie um 23 Uhr. Nachts verringert sich die Fläche, die Besuchende innerhalb von 45 Minuten erreichen können.*

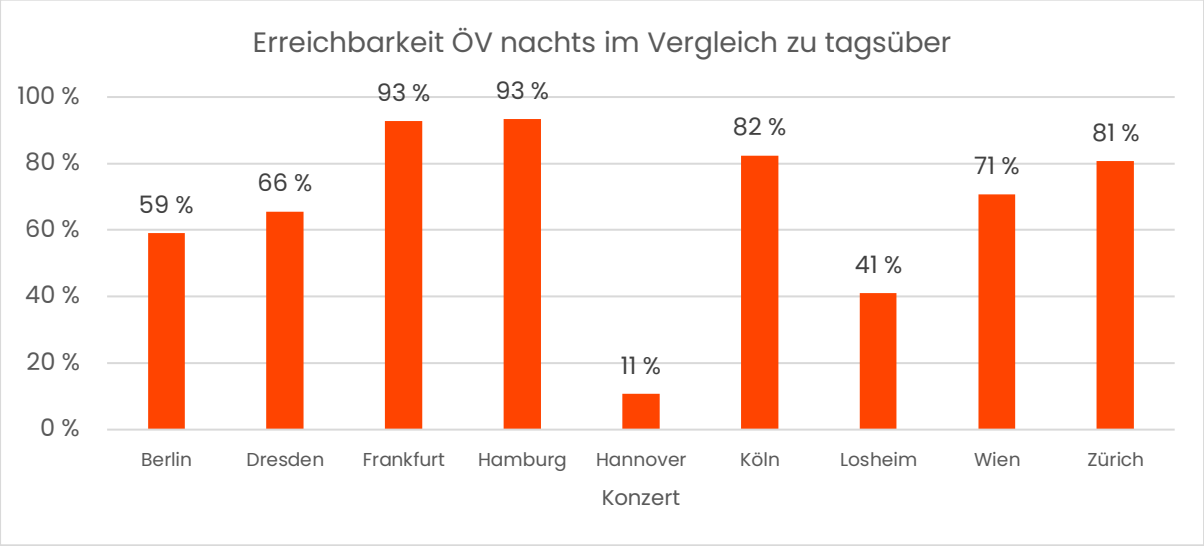



*Abbildung 48: Fläche des ÖV-Isochron um 23 Uhr abfahrend als Anteil an der Fläche des ÖV-Isochron um 19 Uhr ankommend. Nachts verringert sich die Fläche, die Besuchende innerhalb von 45 Minuten erreichen können.*

Im Durchschnitt ist nach Konzertende innerhalb 45 Minuten nur noch ca. 75 % der ursprünglichen Fläche zu erreichen.

## 3.3 Welchen Anteil haben die Emissionen Publikums-Mobilität an der Klimabilanz der Tour?

Die Klimabilanz der AMK-Sommertour für alle Emissionsquellen außer der Publikumsmobilität wurde von Katrin Wipper (The Changency) erstellt. Sie erfasste Emissionen etwa aus Gastronomie/Catering, Grundversorgung mit Elektrizität, Wärme und Wasser, Logistik & Tourplanung, Abfall, Fuhrpark, uvm. Emissionen aus dem Verkauf von Merchandisingprodukten konnten nicht erfasst werden.
Die Gesamtemissionen aller Emissionsquellen der untersuchten 10 Konzerte belaufen sich auf 3.647 Tonnen $CO_2e$ – inklusive eines 20%igen Sicherheitsaufschlages. Davon entfallen 88,2 % auf die Publikumsmobilität.

**88,2 %**

der Emissionen entfallen auf die Publikumsmobilität

Es gibt einen spannenden Zusammenhang zwischen den Emissionen der Publikumsmobilität und den Emissionen des Fuhrparks der Band: Je mehr Konzerte gespielt werden, desto mehr Emissionen entstehen aus der Mobilität der Band und der Produktion, jedoch gibt es gleichzeitig auch weniger Emissionen aus der Publikumsmobilität, da die Anreisen regionaler sind. Diesen Zusammenhang beleuchten wir im Folgenden.
Tabelle 12 stellt die nach Anreisedistanz geordnete Liste aller Besucher*innen der Konzerte dar. Hierbei wurden diese in Quartile, gemäß der Personenmenge und der $CO_2$-Emissionen in Kilogramm, aufgeteilt. Für jedes dieser Viertel ist außerdem die Spannweite der Anreiseentfernung und die mittlere Emission pro Person und zurückgelegtem Kilometer angegeben.

### Emissionen und Anreisedistanz

| | Anreisedistanz in km | Anteil an Gesamt-besuchenden | Anteil an Emissionen | Durchschnittliche Emissionen in g $CO_2e$ / Personen-kilometer |
|---|---|---|---|---|
| **Quartile der Besucher*innen** | 0 - 13,35 | 25,0 % | 1,6 % | 1,5555 |
| | 13,35 - 46,66 | 25,0 % | 8,5 % | 1,81235 |
| | 46,66 - 127,38 | 25,0 % | 22,1 % | 1,28086 |
| | 127,41 - 7472,4 | 25,0 % | 67,8 % | 0,88326 |
| **Quartile der Emissionen** | 0 - 99,98 | 68,2 % | 25,0 % | 1,58546 |
| | 99,98 - 199,98 | 17,7 % | 25,0 % | 0,99276 |
| | 199,98 - 505,48 | 10,3 % | 25,0 % | 0,79123 |
| | 507,62 - 7472,4 | 3,8 % | 25,0 % | 0,97197 |

*Tabelle 12: Darstellung der nach Gesamtanreisedistanz sortierten Liste, die auf die Gesamtbesucher*innenzahl hochgerechnet wurde, Aufteilung in Quartile nach Anteil der Personen, Emissionen und Angabe der durchschnittlichen Emissionen in g $CO_2e$ / Personenkilometer für die jeweiligen Teilbereiche*

Bei Betrachtung der Quartile der Besuchenden zeigt sich, dass die Hälfte aller Personen aus weniger als 50 km Entfernung angereist sind. Diese Hälfte ist, nur für 10 % der Gesamtemissionen verantwortlich. Das Viertel, welches den längsten Anreiseweg hatte, verantwortet hingegen über zwei Drittel der ausgestoßenen $CO_2$-Menge. **Nur knapp 4 % der Personen sind aus über 500 km Entfernung angereist, sie verursachen allerdings ein Viertel der Emissionen, was dem Ausstoß von den 70 % aller Besuchenden gleichkommt, die aus unter 100 km angereist sind.** Die Hälfte der Emissionen werden von Personen mit einem Anreiseweg von unter 200 km verursacht, was über 85 % aller Besucher*innen einschließt.
Bei der Betrachtung der durchschnittlichen Emissionen fällt allerdings auf, dass die zunehmende Entfernung von der Spielstätte nicht bedeutet, dass durch die Anreise pro zurückgelegtem Kilometer einer Person mehr $CO_2$ emittiert wird. Die geringsten Quartilwerte stammen aus den Abschnitten zwischen 127,41 bis 7472,4 km und 199,98 bis 505,48 km. Im Gegensatz dazu liegen die drei Quartile mit den höchsten Durchschnittswerten unter 100 km Anreisedistanz. Somit ist der durchschnittliche Emissionswert des Quartils zwischen 507,62 bis 7472,4 km, welches die höchsten Pro-Kopf-Emissionen aufweist, bedeutend geringer als der des Quartils von 0 bis 99,98 km. Die letzte Beobachtung lässt sich durch die Effizienz von Langstreckenflügen bei der Maßeinheit von g $CO_2e$ / Personenkilometer zurückführen. Die enorme Länge der Strecke von, in diesem Extremfall, 7472,4 km führt zu einem

moderaten Durchschnittswert. Dieser täuscht aber über die realen verursachten $CO_2$ Mengen hinweg, die emittiert werden.
Die Anreiseentfernung scheint also enorm ausschlaggebend auf die Gesamtemissionen zu sein. Durchschnittlich $CO_2$-neutralere Anreisemodi können die Emissionen, die aufgrund von weiten Anreisewegen entstehen, nicht abfedern. Veranstalter*innen sollten also im Sinne der Emissionsreduzierung darauf achten, besonders regionales Publikum anzusprechen.

*Distribution der Anreisedistanz und ihre Emissionen*

**3,1 %**

der Befragten sind für

**30,5 %**

der Anreise-Emissionen verantwortlich

In Abbildung 49 ist, ähnlich wie in Tabelle 12, der Zusammenhang zwischen Anreiseentfernung, prozentualem Anteil der Besuchenden (rot) und prozentual verursachten Emissionen (blau) dargestellt. Die Anreiseentfernung auf der x-Achse weist zwar immer die gleichen Intervallgrößen von 25 km auf, allerdings sind die Intervalle ohne Datengrundlage nicht eingetragen und die Darstellung somit gestaucht. Die Erkenntnisse aus Tabelle 12 werden hier noch einmal visuell dargestellt.
Die Hälfte der Emissionen werden von Personen mit einem Anreiseweg von unter 200 km verursacht, was über 85 % aller Besucher*innen einschließt. Allerdings ist der Wert der durchschnittlichen Emissionen bei den Quartilen mit längerer Anreisedistanz bedeutend geringer als die Werte der Quartile welche die Reisen mit weniger als 200 km Anreiseweg betrachten. Diese Beobachtung lässt sich durch die Effizienz von Langstreckenflügen oder langen Autofahrten mit mehreren Personen in Bezug auf die Maßeinheit von g $CO_2e$ / Personenkilometer zurückführen. Die enorme Länge der Strecke von 7.472,4 km im Extremfall des Datensatzes führt zu einem moderaten Durchschnittswert. Dieser täuscht aber über die real verursachten $CO_2$ Mengen hinweg, die emittiert werden. $CO_2$-neutralere Anreisemodi können die Emissionen, die aufgrund von weiten Anreisewegen entstehen, nicht abfedern. Veranstalter*innen sollten also im Sinne der Emissionsreduzierung darauf achten, besonders regionales Publikum anzusprechen.

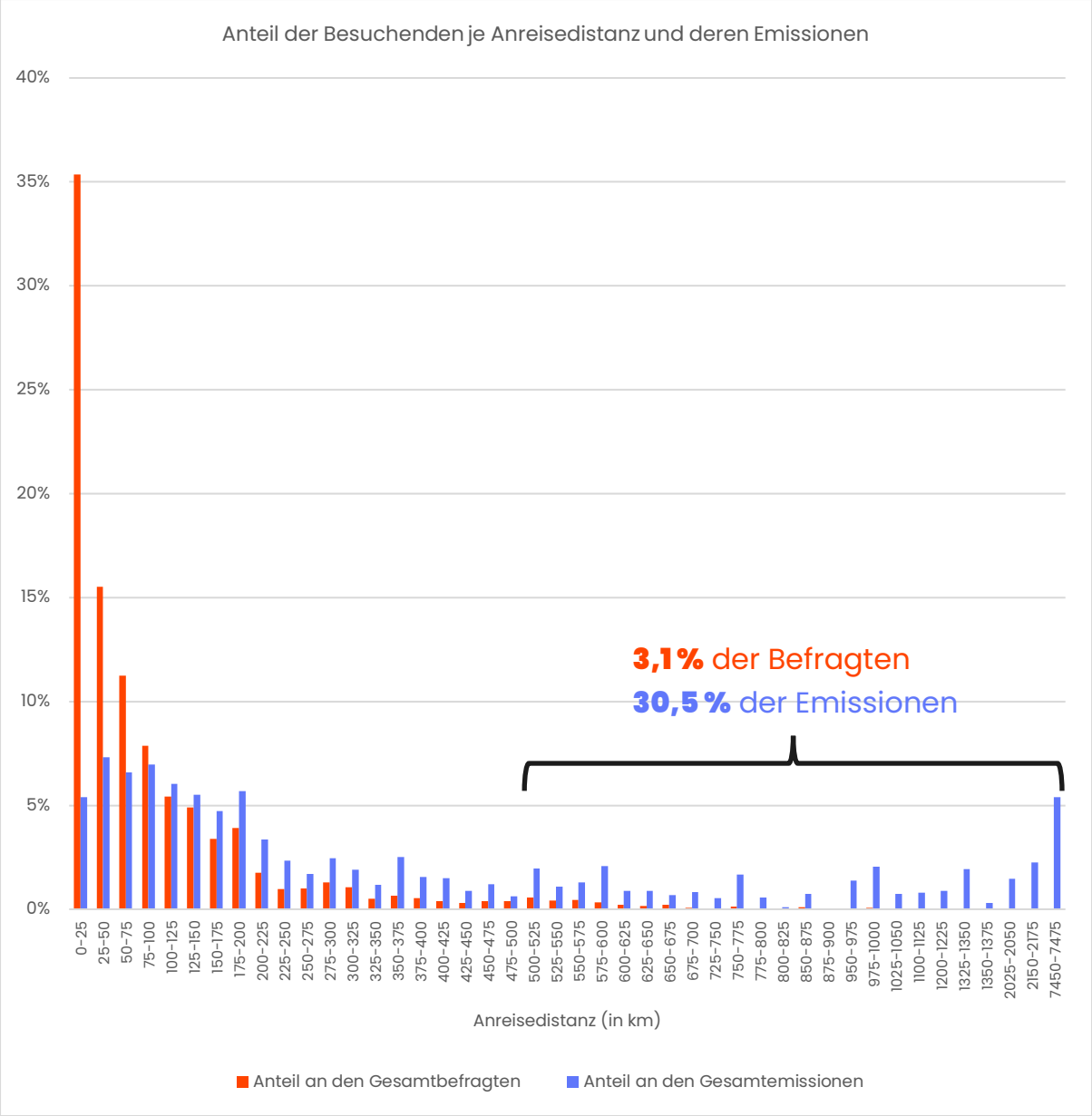



*Abbildung 49: Anteil der Besuchenden im Vergleich zu Anreisedistanz und der zugehörigen Emissionen*

Wenn man sich die Anreisedistanzen im Vergleich zu den Emissionen der Anreise ansieht, wird die Wichtigkeit regionaler Konzerte überdeutlich. Nur 3,1 % der Befragten reisen von über 500 km Entfernung an, sind aber für 30,5 % der Gesamtemissionen verantwortlich. Im Gegensatz reisen 87,6 % der Besuchenden von unter 200 km an und sind nur für 48,2 % der Gesamtemissionen verantwortlich.

## Regionalität

Ist es vorteilhaft, mehrere Konzerte an einem Ort nacheinander zu spielen, und so die Reise- und Aufbauemissionen der Band zu verringern, oder Konzerte in mehr Städten zu spielen, und so die Anreiseemissionen der Besuchenden zu verringern?
Diese Frage erörtern wir beispielhaft in einem Vergleich der Spielstätten Dresden und Zürich. Dresden weist eine hohe durchschnittliche Reiseentfernung auf (371,54 km) – das Einzugsgebiet ist größer als bei allen anderen Spielstätten. Das kann zum Beispiel daran liegen, dass es keine Konzerte in Thüringen oder Sachsen-Anhalt gab, und das Publikum sich dort nach Dresden orientiert hat und längere Anreisen in Kauf nahm. Zudem hatte die Arena in Dresden bis zuletzt noch verfügbare Karten, sodass Fans einen längeren Anreiseweg in Kauf nahmen.
Im Gegensatz dazu weist Zürich eine besonders geringe durchschnittliche Reiseentfernung auf (101,27 km), vermutlich weil die deutschsprachige Schweiz nicht besonders groß ist und das Anreiseaufkommen aus benachbarten deutschsprachigen Gebieten aufgrund höherer Preise in der Schweiz eher klein ausfällt.

Dresden hat hohe Pro-Kopf-Emissionen von 17,4 kg CO2e, während Zürich Pro-Kopf-Emissionen von nur 4,2 kg CO2e aufweist. Zwar weisen Dresden und Zürich einen unterschiedlichen Modal Split auf, aber ein signifikanter Faktor scheint auch die Anreisedistanz zu sein. Welcher dieser Faktoren hat nun den größeren Einfluss? Zur Beantwortung dieser Frage stellen wir ein fiktives Rechenbeispiel auf und nehmen an, dass in Zürich alle Besuchenden einzeln mit dem Auto angereist wären. Ergebnis: selbst dann hat das Konzert in Zürich immer noch geringere Pro-Kopf-Emissionen verursacht als das in Dresden.
**Es gilt also: Regionalität hat einen größeren Einfluss auf die Emissionshöhe als die Verkehrsmittelwahl an sich.**

### *Regionaler Ticketverkauf*

Die britische Trip-Hop-Band Massive Attack plant für die Sommertour 2024 in Bristol Anreize für die regionale Anreise zu schaffen – durch einen Presale-Ticketverkauf ausschließlich an lokale Fans (Minsker 2023).
Der große Einfluss der Regionalität wird durch den Vergleich Dresden-Zürich deutlich. In einer Beispielrechnung wollen wir untersuchen, welchen Einfluss ein regionaler Presale-Ticketverkauf an Fans im Umkreis von 100

km der Spielstätten auf die Gesamtemissionen der Sommertour von AnnenMayKantereit gehabt haben könnte.

Zur Veranschaulichung legen wir fest, dass 50 % aller Tickets an Besuchende verkauft wurden, die eine Anreise in einem Umkreis bis zu 100 km zurückgelegt haben. Dazu wurden aus den erhobenen Daten alle Anreisen über 100 km ausgeschlossen und die Gesamtemissionen auf dieser Datenbasis auf die Hälfte der Besuchenden hochgerechnet. Wir legen fest, dass die anderen 50 % der Tickets an Besuchende mit dem exakt gleichen Anreiseverhalten verkauft wurden, wie in den Umfragen erhoben wurde. Die Gesamtemissionen beider Datensätze wurden im Anschluss zusammengerechnet und mit den Gesamtemissionen des Original-Datensatzes verglichen.

**Das Ergebnis der Beispielrechnung zeigt, dass ein regionaler Ticketverkauf, der von 50 % der Besuchenden wahrgenommen wird, in unserem Szenario 33,93 % der Emissionen einsparen könnte.**

### *Modal Split innerstädtischer Anreisen*

Es gibt jedoch auch Handlungsbedarf bei regionalen, kurzen Anreisen. Obwohl die Anreise per ÖPNV möglich ist, nehmen über 20 % der Besuchenden, die einen Anreiseweg von unter 20 km haben, dennoch ein Auto (oder anderes motorisiertes Verkehrsmittel).

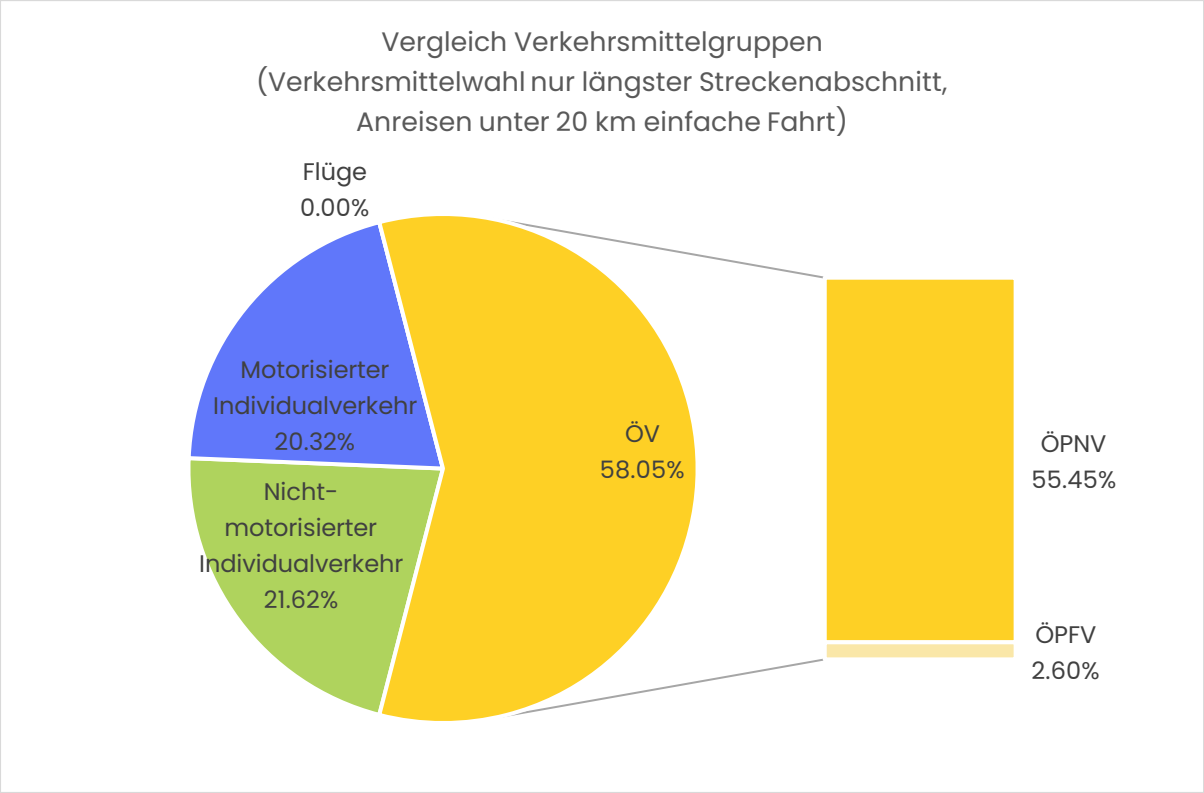



*Abbildung 50: Vergleich der Wahl des Hauptverkehrsmittels (längster Streckenabschnitt) bei Anreisen unter 20 Kilometern einfache Fahrt*

### Band-Mobilität

Im Vergleich der Emissionen aus der Anreise der Besuchenden bleibt der Fuhrpark der Band und die Reise von einer Spielstätte zur nächsten verschwindend gering.

Von den gesamten Emissionen der 10 Konzerte (3.619 t $CO_2e$) sind 88,2 % durch die Publikums-Anreise entstanden, aber nur 3,1 % durch die Logistik und Reise der Travel Party (reisende Crew und Band).

Es lohnt sich also, mehr Konzerte und regionalere Konzerte zu spielen, sodass zwar die Emissionen aus der Band-Mobilität etwas steigen, aber die Emissionen aus der Anreise der Besuchenden signifikant reduziert werden. Weitere Konzerte bedeuten auch mehr Emissionen in der Produktion, wie zum Beispiel im Bühnenbau, aber auch diese sind im Vergleich gering.

## 3.4 Wie wirken kommunikative und infrastrukturelle Maßnahmen auf das Mobilitätsverhalten?

### Kommunikative Maßnahmen

Wenige Tage vor den Konzerten hat die Band AnnenMayKantereit über ihren Instagram Kanal über das Projekt informiert und Informationen zur nachhaltigen Anreise bereitgestellt. Ferner weisen vereinzelte Spielstätten auf ihrer Anreiseseite auf das Thema Mobilität und Nachhaltigkeit hin. Zusätzlich ging über die Ticketing-Plattform eine E-Mail an die Besuchenden heraus, wie am nachhaltigsten angereist werden kann.

Im Rahmen der Mobilitätsbefragung wurde ein zusätzlicher Befragungsschritt eingebaut, der die Besuchenden nach Eingabe der Verkehrsmittel und Anreisewege per Multiple Choice (Ja / Nein / Keine Angabe) fragt: "Hast du gehört, wie du umweltfreundlich zu diesem Konzert anreisen kannst?". Diese Frage wurde von 3029 der insgesamt 4968 Befragten beantwortet.

*Antworten*

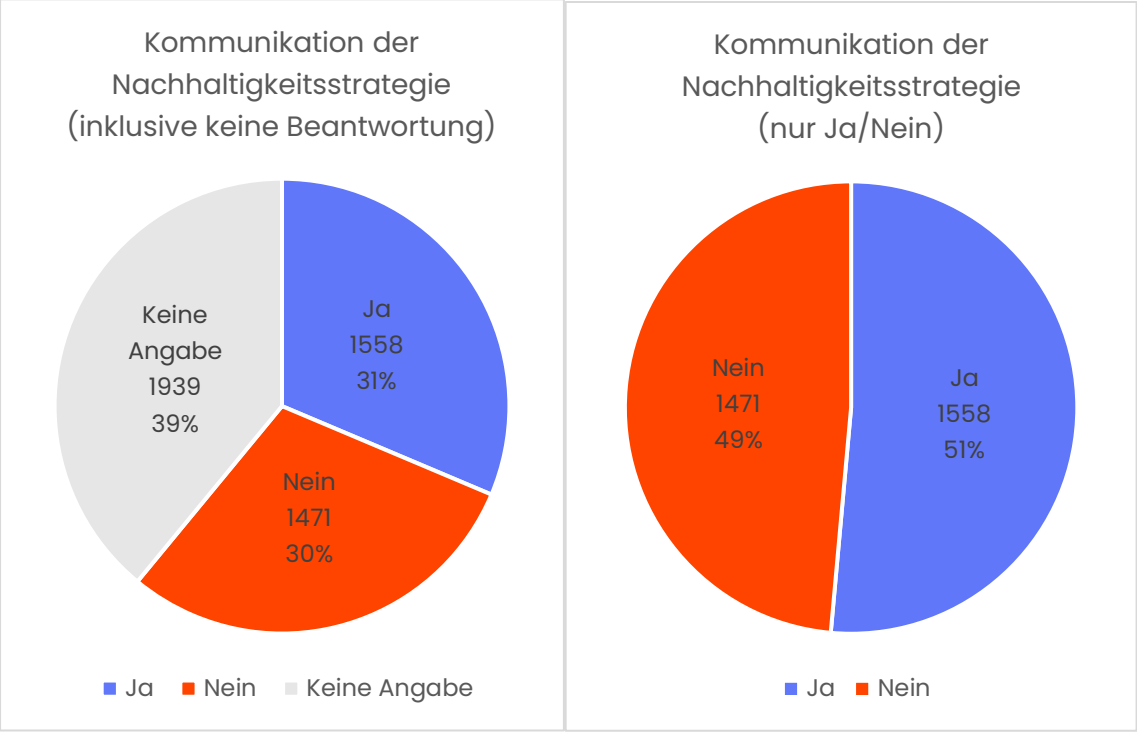



*Tabelle 13: Wahrnehmung der Informationen zur nachhaltigen Anreise*

*Unterscheidet sich das Anreiseverhalten der Gruppe, die die Informationen zur nachhaltigen Anreise gehört haben?*

Diejenigen, die diese Frage mit „Ja“ beantwortet haben, wiesen ein signifikant anderes Anreiseverhalten auf als jene, die diese Frage mit „Nein“ beantwortet haben:

- 19,04 % weniger Anreise-Emissionen pro Person
- 9,19 % weniger Anreise-Emissionen pro Kilometer
- 10,85 % kürzere Anreise
- 16,88 % höhere Fahrzeugauslastung
- 20,43 % mehr Personen haben den öffentlichen Verkehr als Hauptverkehrsmittel gewählt

Wenn alle Besuchenden ihr Anreiseverhalten so verbessert hätten, wie es die „Ja“-Gruppe gegenüber der „Nein“-Gruppe getan hat, hätten 655,95 t CO2e eingespart werden können. Das ist vergleichbar mit den Gesamtemissionen des emissionsstärksten Konzerts in Dresden (628,11 t CO2e).

| Kennzahl | NEIN | JA | Verbesserung | Kenngröße |
|---|---|---|---|---|
| Emissionen pro Besucher*in | 15.99 | 12.95 | -19.04 % | kg $CO_2e$ |
| Emissionen pro Kilometer | 59.56 | 54.08 | -9.19 % | g $CO_2e$ |
| Durchschnittlich zurückgelegte Entfernung (hin- und zurück) | 268.50 | 239.38 | -10.85 % | km |
| Durchschnitt Fahrzeuginsassen | 2.34 | 2.74 | 16.88 % | Personen |
| Umfrageteilnehmende | 1471 | 1558 | | Personen |

*Tabelle 14: Einfluss der Wahrnehmung der Informationen zur nachhaltigen Anreise auf verschiedene Nachhaltigkeitsindikatoren*

Menschen, die die Informationen zur nachhaltigen Anreise wahrgenommen haben, wiesen Pro-Kopf-Emissionen aus, die im Schnitt 3 kg geringer waren als jene, die die Informationen nicht wahrgenommen

haben. **Die Emissionen pro zurückgelegten Kilometer sind fast 10 % geringer als bei den uninformierten Besuchenden.**

### *Verkehrsmittelnutzung*

| **Verkehrsmittelgruppe des längsten Streckenabschnitts** | **NEIN** | **JA** | **Veränderung** |
|---|---|---|---|
| Nicht-motorisierter Individualverkehr | 8.12% | 7.40% | -8.80% |
| Motorisierter Individualverkehr | 46.64% | 38.68% | -17.07% |
| Öffentlicher Verkehr | 44.69% | 53.81% | 20.43% |
| Flüge | 0.55% | 0.10% | -81.53% |

*Tabelle 15: Einfluss der Wahrnehmung der Informationen zur nachhaltigen Anreise auf die Verkehrsmittelwahl des Hauptverkehrsmittels (längster Streckenabschnitt).*

### *Flugzeug*

Es sind dennoch einige Menschen mit dem Flugzeug angereist, obwohl sie die Informationen gelesen haben. Eine Erklärung könnte sein, dass die Informationen kurz vor Veranstaltung geteilt wurden, Flugtickets jedoch oft lange vor der Veranstaltung gebucht werden. Es stellt sich außerdem die Frage nach der Vermeidbarkeit. Einige Flüge waren von Inseln wie Malta, oder weit entfernten Orten wie den Seychellen.
Diese Flüge scheinen nicht vermeidbar, da eine alternative Verkehrsmittelwahl unpraktikabel wäre. Allerdings stellt sich hier jedoch auch die Frage nach der Allokation: Ist die befragte Person nur für die Veranstaltung aus z.B. den Seychellen angereist, oder verbindet sie die Reise mit weiteren Aktivitäten in Deutschland? Mehr dazu im Abschnitt „Allokation“.

### *Fahrradanreise*

Der Anteil der Fahrradnutzung ist höher bei Menschen, die die Informationen zur nachhaltigen Anreise nicht wahrgenommen haben. Eine Erklärung könnte sein, dass sie als lokale Bevölkerung sowieso schon wissen, wie sie zur Spielstätte anreisen und sich deshalb nicht zur nachhaltigen Anreise informiert haben. Jedoch verhält es sich bei zu Fuß zur Spielstätte angereisten Personen nicht ebenso. Abschließend können wir diese unintuitive Datenlage nicht erklären. Sie könnte auf uns unbekannte weitere Faktoren oder auf eine hohe Variabilität der Befragungsergebnisse zurückzuführen sein.

### *Auto*

Im Falle der Spielstätte in Losheim, die sich durch fehlende ÖPNV-Infrastruktur auszeichnet, sind alle Personen, die die Informationen zur nachhaltigen Anreise nicht wahrgenommen haben, mit dem Auto angereist. Im Gegensatz dazu haben immerhin 9,25 % der Leute, die die Informationen wahrgenommen haben, den größten Teil der Strecke mit dem öffentlichen Verkehr zurückgelegt. Die Fahrzeugauslastung ist bei den informierten Besuchenden um 16,88 % höher als bei den uninformierten.

Im Rahmen des Konzerts in Losheim wurden die Besuchenden in einer Informationskampagne über die Bildung von Fahrgemeinschaften informiert. Daraufhin wurde eine zusätzliche Befragung zur Nutzung von Mitfahrgelegenheiten durchgeführt, um deren Erfolg zu überprüfen. 126 Personen haben die Umfrage vor Ort beantwortet. Nur 7,9 % der Befragten hatten nichts von der Informationskampagne mitbekommen, und 23,8 % sagten aus, der Aufruf habe ihre Entscheidung beeinflusst, Fahrgemeinschaften zu bilden. 88,9 % der Befragten bildeten Fahrgemeinschaften mit ihren Freund*innen, nur ein geringer Anteil mit fremden Personen.

### *Fahrzeugbelegung und Kraftstoffe*

Die Analyse der Kraftstoffe ist in diesem Fall nicht relevant, da wir davon ausgehen, dass eine kurzfristige Kommunikation keinen Einfluss auf den Antrieb des eigenen Fahrzeugs hat und die Stichprobe dafür vermutlich auch zu klein ist.

## Infrastrukturelle Maßnahmen

Klare Aussagen zur Reduktion durch infrastrukturelle Maßnahmen können wir leider nicht machen, da wir Daten nicht für dasselbe Konzert einmal mit und einmal ohne Maßnahmen erhoben haben. Es spielen zu viele andere Faktoren in das Anreiseverhalten hinein, sodass wir Spielstätten mit und ohne umgesetzte Maßnahmen schwer miteinander vergleichen können. Versuchen wir es aber trotzdem einmal.

## Anreize zur ÖPNV-Anreise

Einige Spielstätten inkludierten ein ÖPNV-Ticket in die Eintrittskarte, sodass sie auch als Fahrausweis für die Hin- und Rückfahrt mit den örtlichen Verkehrsbetrieben gütig war. Wir vergleichen den Anteil der zurückgelegten

Strecken mit dem ÖPNV an der Gesamtstrecke aller Konzerte inklusive und aller Konzerte exklusive eines ÖPNV-Tickets in der Eintrittskarte. ÖPNV bezieht sich hier auf die Nutzung von Linienbussen, S- und U-Bahnen sowie Straßenbahnen.

| | **ÖPNV-Streckenanteil** |
|---|---|
| ÖPNV nicht inklusive | 11,3 % |
| ÖPNV inklusive | 12,5 % |
| Verbesserung | 10,8 % |

*Tabelle 16: Vergleich des ÖPNV-Streckenanteils als Anteil an den insgesamt zurückgelegten Personenkilometern im Vergleich zwischen Spielstätten mit und ohne inkludiertem ÖPNV-Ticket in der Eintrittskarte*

Wir können feststellen, dass der ÖPNV bei Spielstätten, die ein ÖPNV-Kombiticket anboten, ca. 10 % mehr genutzt wurde. Diese durchschnittliche Verbesserung ist unerwartet niedrig. Wenn man sich die Spielstätten genauer ansieht, wird der Grund offensichtlich: Eine Spielstätte wie Berlin, die einen hohen Anteil an ÖPNV-Nutzung aufweist, weil die Spielstätte gut angebunden ist und wenig Parkplatzfläche aufweist, bietet jedoch kein ÖPNV-Kombiticket an. Andererseits gibt es Spielstätten wie Hannover, wo es ein ÖPNV-Kombiticket gibt, aber vor allem nachts keine ausreichende ÖPNV-Infrastruktur vorhanden ist. Dadurch verzerrt sich der Vergleich.

Die Schlussfolgerung ist also, dass weitere Faktoren einen höheren Einfluss auf das Anreiseverhalten haben, und wir daher keine eindeutige Aussage zur Effektivität von ÖPNV-Kombitickets treffen können. Eine eindeutigere Aussage können wir erst treffen, wenn das Anreiseverhalten am selben Standort einmal mit und einmal ohne Kombiticket erhoben wird.

Um die Infrastruktur als einflussnehmenden Faktor herauszunehmen, vergleichen wir nun nur die Spielstätten miteinander, die eine gute ÖV-Infrastruktur aufweisen (definiert als ÖV-Isochron-Fläche über 100 km² bei 45 Minuten Fahrt ankommend um 19 Uhr). Dann zeigt sich ein anderes Bild:

| | ÖPNV-Streckenanteil |
|---|---|
| ÖPNV nicht inklusive | 6,8 % |
| ÖPNV inklusive | 11,5 % |
| Verbesserung | **69,9 %** |

Der Vergleich der ÖPNV-Infrastrukturstarken Spielstätten Dresden, Frankfurt, Hamburg, Wien, und Zürich zeigt, dass fast 70 % mehr Kilometer mit dem ÖPNV zurückgelegt wurden in Städten, wo das ÖPNV-Ticket im Konzertticket inklusive war. Dennoch können wir hier keine Kausalität ableiten.

### Anreize zur Fahrradanreise

Die Spielstätten bieten unterschiedliche Voraussetzungen für die Anreise per Fahrrad.
Im Rahmen der Tour wurden für einige Konzertlocations (Köln, Hannover, Dresden) unabhängig zur vorhandenen Infrastruktur zusätzliche Anreize für die Fahrradanreise geschaffen. Dresden hat bereits eine hohe Anzahl an fest installierten Fahrradstellplätzen, während Hannover keine festen Fahrradstellplätze besitzt. In Dresden wurden 6.000 temporäre Fahrradstellplätze installiert und als Belohnung Äpfel an die Fahrradfahrenden verteilt. In Hannover wurden 350 temporäre Fahrradparkplätze zur Verfügung gestellt. In Köln wurden Fahrrad Stencils auf Radwege gesprüht.
Leider macht auch ein Vergleich zwischen den Spielstätten mit und ohne besondere Fahrradanreize keinen Sinn. Um herauszufinden, ob der Anreiz effektiv war, muss am gleichen Ort mit und ohne Anreiz gemessen werden, was im Rahmen dieser Studie nicht möglich war. Zwar können wir eine Verbesserung von 123,8 % des Anteils der mit dem Fahrrad zurückgelegten Strecken an der Gesamtstrecke bei Spielstätten mit besonderen Anreizen zur Fahrradnutzung gegenüber solchen, die diese nicht anboten, feststellen. Jedoch können wir hieraus keine Kausalität ableiten.

Im Rahmen der Konzerte in Dresden und Hannover wurden weitere Detailbefragungen zum Anreiseverhalten mit dem Fahrrad durchgeführt.

Untersucht wurde hierbei unter anderem, ob die Kommunikation der zusätzlichen Fahrradparkplätze das Publikum erreicht hatte. Nur 14,1 % der Hannoveraner Befragten gaben an, diese Informationen erhalten zu haben. Im Gegensatz dazu wussten 86,8 % der Befragten in Dresden, dass es zusätzliche Fahrradstellplätze gibt. In Dresden gaben außerdem 30,3 % der Befragten an, die Information habe sie beeinflusst, mit dem Fahrrad zu kommen, während es in Hannover nur 9,5 % waren.

### *Bewertung der Fahrradinfrastruktur*

Wir haben auch eine Bewertung der Fahrradinfrastruktur in den verschiedenen Städten vorgenommen. Diese sollte darstellen, wie schnell und sicher die jeweilige Veranstaltungsstätte mit dem Fahrrad oder E-Scooter erreichbar ist. Dabei gilt es verschiedene Faktoren zu berücksichtigen. Als ausschlaggebende Faktoren haben wir die Anreisedistanz und die innerhalb dieser Distanz erreichbare Menge an Personen ins Verhältnis zur Qualität des Radwegnetzes gesetzt.
Die Grundlage, auf die wir uns stützen, sind Fahrradnetzkarten, die von den verschiedenen Städten selbst herausgegeben werden, um die Qualität und Quantität der Infrastruktur bewerten zu können. Auffällig ist, dass manche Städte sehr ausführliche Karten anbieten, andere allerdings nur sehr rudimentäre Informationen bereitstellen. Dies erschwert die Vergleichbarkeit des Aspektes der Quantität von Fahrradwegen. Für die Radwegqualität relevante Faktoren, wie Beleuchtung, Verkehrsaufkommen, Untergrundbelag und Trennung der Radwege vom Kraftverkehr sind schlecht verfügbar, was die Bewertung der Radwegqualität ebenfalls erschwert.
Für die Bewertung der Menge von angebundenen Personen nutzten wir Satellitenbilder von Google Maps, um das Maß der Bebauung zu bewerten. Eine Alternative hätte die deutlich arbeitsintensivere Nutzung der veröffentlichten Bevölkerungsdaten der verschiedenen Stadtviertel geboten.

Innerhalb der Fahrradnetz- und Satellitenkarten haben wir zwei Kreise um den Veranstaltungsort gezogen. Der erste hat einen Radius von 4 km und der zweite von 8 km. Der Ring zwischen 4 und 8 km Entfernung wird dann in vier gleich große Sektoren aufgeteilt, jeweils ein Sektor pro Himmelsrichtung. Aus der Summe der Bewertung aller fünf Sektoren erhalten wir die finale Bewertung der Fahrraderreicharkeit. Die vier äußeren

Sektoren können sowohl bei der Bewertung der Bebauung auf den Satellitenbildern als auch für das Vorhandensein von gut ausgebauten Fahrradrouten jeweils zwischen 0 und 1,5 Punkte erhalten (0,5 Punkte Schritte). Diese zwei Scores werden dann miteinander multipliziert. Diese Art der Bewertung basiert auf der Annahme, dass ein perfekter Fahrradweg mit dem Score von 1,5, aus einem nicht bebauten Sektor mit dem Score 0, keinen Mehrwert in der Anbindung bietet, da dieser Fahrradweg nicht von Personen genutzt werden wird. Der Sektor erhält dann in diesem fiktiven Bespiel eine Bewertung von null Punkten (1,5x0=0). Die Maximalpunktzahl pro äußeren Sektor beträgt also 2,25 Punkte und die minimale 0 Punkte, während der gesamte Bereich zwischen 4 und 8 km Entfernung von der Spielstätte einen Höchstwert von 9 Punkten erreichen kann. Die innere Kreisfläche mit dem Radius von 4 km hat einen ungleich höheren Anteil an der Gesamtbewertung, was auf unserer Annahme beruht, dass deutlich mehr Menschen bereit sind eine kurze Distanz mit dem Fahrrad zurückzulegen. Somit wird die Bebauung mit maximal 4 Punkten bewertet. Außerdem gilt bei der Bewertung der Infrastruktur anhand der Radwegnetzkarten nicht nur die Existenz weniger guter Routen, sondern auch die Dichte und Engmaschigkeit des Netzes, die dann ebenfalls mit einem Maximum von 4 Punkten bewertet wird. Die Multiplikation dieser Scores resultiert in einem Maximum von 16 und einem Minimum von 0 Punkten. Der innere Kreis und der äußere Ring kommen zusammen dann auf eine Gesamtpunktzahl von 27. Extrapunkte können noch vergeben werden für organisierte Gruppenfahrradanreise, beleuchtete Abstellplätze, ausführliche Anreiseinformationen und vieles mehr.
Die Ergebnisse dieser Fahrradinfrastruktureinschätzung ließen leider keine oder kaum Korrelation mit dem Anteil, der Personen erkennen, die zu den betrachteten Konzerten mit dem Fahrrad angereist sind. Allerdings ist es vorstellbar, dass der Rahmen eines Konzerts, welches oft Alkoholkonsum, eine späte Abreisezeit, gemeinsame Gruppenanreise und Faktoren wie Outfits und das Wetter einschließt, insgesamt nicht besonders fahrradfreundlich zu bewerten ist. Das Bewertungsschema selbst könnte auch zu ungenau, subjektiv und somit unbrauchbar konzeptioniert worden sein. Trotzdem denken wir, dass ein derartig strukturiertes Bewertungsschema für viele Events und auch Stadtplanung und Stadtteilentwicklung benutzt werden und zu weiteren Erkenntnissen führen könnte.

Mit einer ähnlichen Herangehensweise haben wir darauf basierend ein zweites Bewertungsschema konzeptioniert. Dieses stützt sich auf die Einwohnerzahlen von Vierteln, die von den verschiedenen Städten typischerweise auf den Informationswebsites veröffentlicht werden. Somit werden die Ungenauigkeiten minimiert, die auftreten, wenn subjektiv von der erkennbaren Bebauung auf Satellitenbildern ein Rückschluss zur Bevölkerungszahl getroffen wird. Zur Verbesserung der Bewertung der Fahrradinfrastruktur wird nun ein Routenplaner, wie *Komoot*, *Google Maps* oder das fahrradspezifische *cycle.travel* verwendet. Besonders fahrradfokussierte Routenplaner enthalten zusätzlich Informationen, wie Steigung, Untergrundbelag und Anteil der Radwege auf der Strecke, die eine bessere und vergleichbarere Darstellung der Radwegqualität ermöglichen. Statt entfernungsbasierte Radien zu verwenden kann jetzt die Fahrzeit genommen werden, um die Erreichbarkeit einzugrenzen. Unser Vorschlag für eine weiterführende, aufwendigere Fahrradinfrastrukturbewertung ist also:
Die Verwendung der Einwohnerzahlen von Quartieren als erster Faktor. Die Berechnung der besten Fahrradroute aus der Mitte des Viertels und die Bewertung anhand von Fahrzeit und Qualität der Radwege, basierend auf den Informationen aus Fahrradroutenplanern. Die Multiplikation dieser zwei Faktoren für jedes einzelne Viertel der Stadt und das Addieren aller einzelnen Scores für die Viertel resultiert dann in der endgültigen Bewertung.

### *Einfluss von Niederschlägen auf die Fahrradanreise*

Regen und schlechtes Wetter beeinflussen die Wahl des Verkehrsmittels. Dadurch können unsere Umfrageergebnisse verzerrt sein, und sollten im Kontext der Wetterdaten analysiert werden. Die Konzerte Hamburg und Wien wiesen am selben Tag einem hohen Niederschlag auf, was zu einer geringeren Nutzung von Fahrrädern geführt haben könnte.

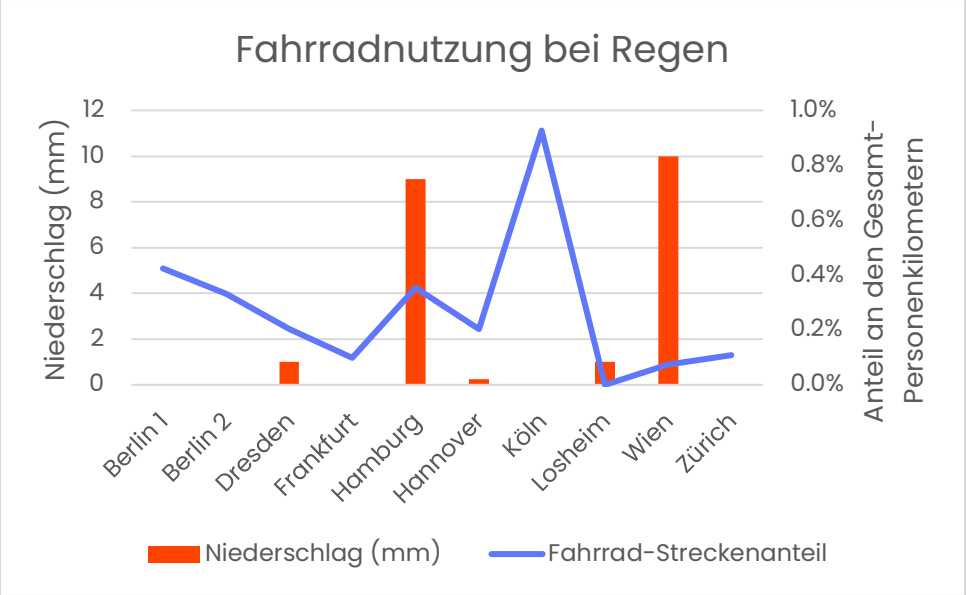



*Tabelle 17: Fahrradnutzung im Anteil an allen gereisten Strecken im Vergleich mit den gemessenen Niederschlägen am Konzerttag*

# 4. Statistik und Datenquellen

## 4.1 Methodik

Wir sind eine Gruppe ambitionierter Nachhaltigkeitsberater*innen, aber keine ausgebildeten Statistiker*innen. Deshalb haben wir zu aller Anfang des Projekts einige Fehler gemacht. Aus Gründen der Transparenz ist hier die Methodik aufgeführt.

Wir hatten zunächst nicht daran gedacht, dass verschiedene Einlässe verschieden frequentiert werden, und auch eine unterschiedliche Demographie aufweisen können. So kann etwa ein Eingang näher an der ÖPNV-Haltestelle liegen, oder aber näher am Parkplatz. Wir haben dieses Problem erst gelöst, nachdem ca. die Hälfte der Befragungen abgeschlossen waren.

Auch wurden für die verschiedenen Konzerten unterschiedlich viele Tickets verkauft. Wir nehmen an, dass die No-Show-Rate bei allen Konzerten gleich ist, und rechnen auf die verkaufte Ticketzahl hoch (tatsächliche Besuchendenanzahl wurde nicht festgestellt). Die Umfrageergebnisse der gesamten Tour wurden gewichtet nach Besuchendenzahlen der einzelnen Konzerte berechnet.

| Konzert | Methodik |
|---|---|
| Berlin 1 | Umfragen wurden am Haupteingang durchgeführt. Hier hatten wir die Problematik verschiedene Zugänge zur Spielstätte (und die damit verbundene Gewichtung) noch nicht bedacht. Die bedeutet, dass die Stichprobe ggf. Richtung ÖPNV verzerrt ist. |
| Berlin 2 | Umfragen wurden am Haupteingang durchgeführt. Hier hatten wir die Problematik verschiedene Zugänge zur Spielstätte (und die damit verbundene Gewichtung) noch nicht bedacht. Die bedeutet, dass die Stichprobe ggf. Richtung ÖPNV verzerrt ist. |
| Dresden | Umfragen wurden am Haupteingang durchgeführt. Alle Besuchenden kamen durch den Haupteingang. |
| Frankfurt | Umfragen wurden am Einlass Süd durchgeführt. Alle Besuchenden kamen durch Einlass Süd. |
| Hamburg | Ein Haupteingang und ein Eingang barrierefrei. Anweisung: 2 Personen haben am Haupteinfluss, 1 am Nebeneinlass. Hier hatten wir die Problematik verschiedene Zugänge zur Spielstätte (und die damit verbundene Gewichtung) noch nicht bedacht. Das Ergebnis ist dadurch vermutlich geringfügig verzerrt. |

| | |
|---|---|
| Hannover | Nordeingang: vermutlich viele Fahrradfahrenden, Eingang Ost vermutlich viele Bahnfahrenden, Eingänge Süd vermutlich PKW. Methode: 17-18 Uhr 1 Person Süd, 1 Person Nord, 1 Person Ost, restliche Zeit innerhalb der Expo Plaza befragen (z.B. Schlangen der Getränkeausgabe). Hier hatten wir die Problematik verschiedene Zugänge zur Spielstätte (und die damit verbundene Gewichtung) noch nicht bedacht. Das Ergebnis ist dadurch vermutlich geringfügig verzerrt. |
| Köln | 4 Eingänge, mit jeweils unterschiedlicher Erreichbarkeit was Parkplätze, ÖPNV etc. angeht.<br><br>Methode:<br>Es wurde an allen Einlässen befragt. Um 19:30 wurde für genau 10 Minuten an jeden Eingang die Zahl der ankommenden Menschen gezählt. Nach dieser Zahl wurden später die Eingänge zueinander gewichtet.<br>Einlass Nordwest: 827, Nord-Ost 760, Südwest 121 |
| Losheim | Die Umfrage wurde am Haupteingang durchgeführt. Losheim hat keine separaten Einlässe. |
| Wien | 1 Haupteingang, 1 Nebeneingang zur Garage mit 700 Parkplätzen Konzerthalle Wien. Durch Garageneingang wäre das Umfrageergebnis bei einer Befragung nur am Haupteingang stark zum ÖPNV hin verzerrt.<br><br>Methode:<br>3 Menschen haben überwiegend am Haupteinlass befragt<br>1 Person hat 70 Menschen (10% der geschätzten Parkhaus-Kapazität) beim Parkhaus-Einlass befragt. Die Anzahl der Autos im Parkhaus wurden bei Ankunft der Volunteers gezählt (ca. 250) und direkt nach Konzert (ca. 700). Dadurch konnten wir schließlich über die Fahrzeugauslastung der befragten 70 Personen auf die Gesamtanzahl der über den Parkhauseingang angekommenen Menschen extrapolieren und dieses separate Ergebnis anteilig gewichtet zum Gesamtergebnis rechnen. |

| | |
|---|---|
| Zürich | Die Zürcher Stadthalle hat zwei Haupteingänge: Einer davon ist näher am ÖPNV und der andere näher am Parkhaus.<br><br>Methode:<br>Beide Einlässe wurden befragt, laut Briefing 200 je Eingang.<br>Um 19:30 wurde für genau 10 Minuten an jeden Eingang die ankommende Personenanzahl gezählt, um die Ergebnisse entsprechend gewichten zu können.<br>Einlass ÖV: ca. 1000, Einlass Parkhaus ca. 700 Menschen. |

*Tabelle 18: Beschreibung der verwendeten Umfragemethodik aller Konzerte*

### Berechnung der Stichprobengröße

Bei einem Standard-Konfidenzniveau $\alpha$ von 95 % (entspricht einem **z**-Wert von 1.96), einer Fehlermarge **e** von 5 %, dem Populationsanteil **p** von 50 % und der Population **N** von bspw. 1000 Besucher*innen wird die nötige Stichprobengröße **n** so berechnet:

$$\boldsymbol{n} = \frac{z^2 \times p \times (1 - p) / e^2}{1 + (z^2 \times p \times (1 - p) / (e^2 \times N))} = \frac{384{,}16}{1{,}38416} \approx \mathbf{278}$$

*Formel 1: Berechnung der Stichprobengröße*

Nachdem 278 Besucher*innen befragt wurden, kann man mit 95 % Sicherheit sagen, dass die Umfragewerte mit den tatsächlichen Werten aller Besucher*innen übereinstimmen.

| Konzert | Population (N) | Errechnete Stichprobengröße (n) | Tatsächliche Stichprobengröße | Anteil an der Population |
|---|---|---|---|---|
| Berlin 1 | 16606 | 376 | 417 | 2,5 % |
| Berlin 2 | 16406 | 376 | 510 | 3,1 % |
| Dresden | 36095 | 381 | 396 | 1,1 % |
| Frankfurt | 11526 | 372 | 376 | 3,3 % |
| Hamburg | 26552 | 379 | 636 | 2,4 % |
| Hannover | 26239 | 379 | 673 | 2,6 % |
| Köln | 40209 | 381 | 367 | 0,9 % |
| Losheim | 15000 | 375 | 457 | 3,0 % |
| Wien | 13271 | 374 | 517 | 3,9 % |
| Zürich | 13578 | 374 | 619 | 4,6 % |

*Tabelle 19:Stichprobengrößen der durchgeführten Umfragen*

### Einteilung der Verkehrsmittelgruppen

Zur Vereinfachung der gewonnenen Ergebnisse fassen wir die verschiedenen Verkehrsmittel in folgende vier Kategorien zusammen:

- **Nicht-motorisierter Individualverkehr**
  - Zu Fuß
  - Fahrrad
  - E-Bike
  - E-Tretroller
- **Motorisierter Individualverkehr**
  - Auto
  - Motorisiertes Zweirad
  - Taxi
- **Öffentlicher Verkehr**
  - Linienbus
  - Fernbus
  - Fähre
  - Fernverkehrszug
  - Nahverkehrszug
  - S- und U-Bahn
  - Straßenbahn
- **Flüge**

## 4.2 Crowd Impact Daten

Die Umfragen wurden mittels mehrerer iPads und der Crowd Impact App[2] durchgeführt. Die App erlaubt es, in kurzer Zeit viele Menschen zu befragen, da pro Befragung durchschnittlich nur 36 Sekunden benötigt werden. Durch die automatische Berechnung von Emissionswerten und Aufbereitung der Daten werden Fehlerquellen minimiert.

## 4.3 Daten von Ticketing-Plattformen

Auch Daten aus dem Ticketverkauf standen zur Verfügung. Von Eventim standen Daten zur Anreisedistanz für jedes Konzert in Deutschland zur Verfügung, sowie Postleitzahlen der Rechnungsadressen. Auch von Ticketing-Anbieter Krasser Stoff standen die Postleitzahlen der Rechnungsadressen für jedes Konzert zur Verfügung.

---

[2] https://www.crowdimpactapp.com

Über Ticketing-Plattformen können keine Informationen zu verwendeten Verkehrsmitteln erhalten werden, sodass wir uns auf einen Vergleich der Anreisedistanzen beschränken. Die Daten enthielten außerdem ausschließlich Postleitzahlen für die Konzerte, die in Deutschland stattfanden, sodass hier die Konzerte Zürich und Wien nicht verglichen werden und auch aus dem Datensatz von Crowd Impact entfernt wurden.

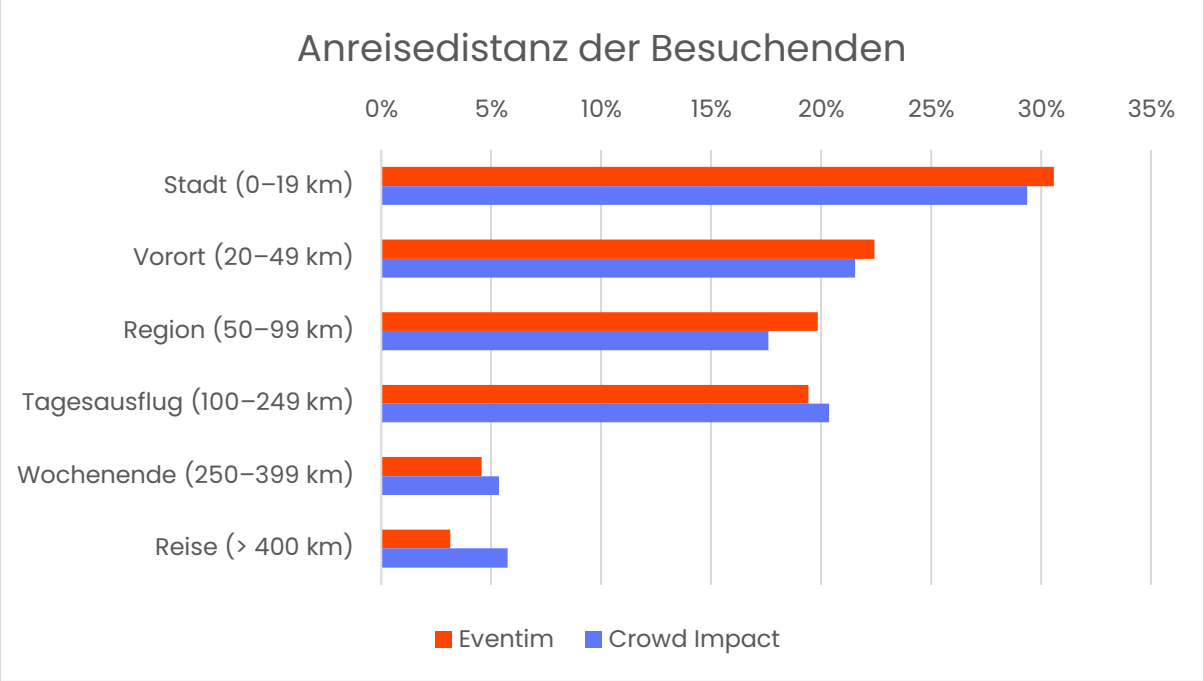



*Tabelle 20: Vergleich der Anreisedistanz aus den Umfrageergebnissen von Crowd Impact mit den Luftlinie-Entfernungen der Rechnungsadressen eines Ticketinganbieters*

Im Vergleich der Anreisedistanzen der Befragungen von Crowd Impact und den Ticketing-Daten von Eventim zeigen sich Abweichungen. Eine Korrelation lässt sich allerdings auch erkennen (R=0.992).

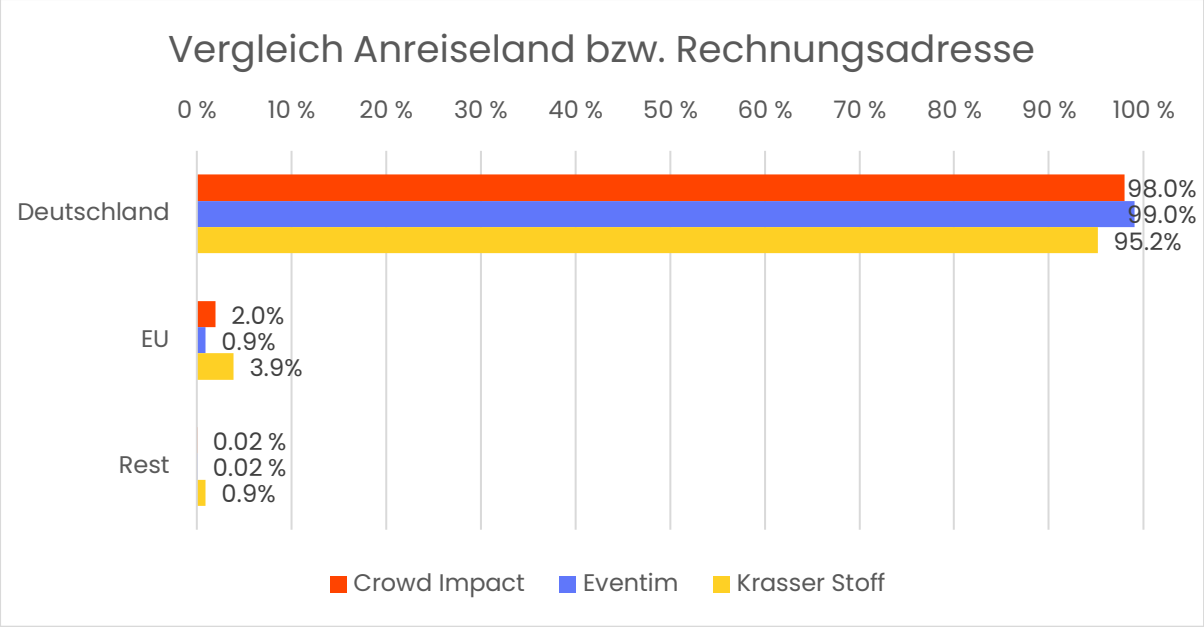



*Tabelle 21: Vergleich des Ursprungsortes der Crowd Impact Umfrageergebnisse mit der Rechnungsadresse verschiedener Ticketinganbieter nach Gebiet*

Über eine Analyse der exportierten Postleitzahlen der Ticketing-Anbieter Eventim und Krasser Stoff, sowie der Koordinaten der eingegebenen Adressen der Startpunkte der Befragungen von Crowd Impact konnten wir einen Vergleich der jeweiligen Anreiseländer bzw. des Landes der Rechnungsadresse ziehen. Auch hier kann eine Korrelation festgestellt werden (R=0.999), allerdings gibt es klare Abweichungen: Die Ticketing-Daten von Krasser Stoff verzeichnen einen signifikant höheren Anteil an Besuchenden von außerhalb Deutschlands.
Eine Erklärung für diese Diskrepanz könnte sein, dass Rechnungsadresse und Anreiseadresse nicht identisch sein müssen. Entweder ist die Rechnungsadresse veraltet, oder aber es wurden Tickets für eine andere Person gekauft.

## 4.4 Umgang mit Ausreißern

Bei der Auswertung der Umfrageeinträge stellte sich die Frage nach dem Umgang mit Ausreißern. Sie verzerren das Bild und können sich negativ auf die Aussagekraft der gewonnenen Daten auswirken. Andererseits sind diese Umfrageeinträge real und wir möchten sie deshalb nicht außer Acht lassen. Beispielsweise hat ein*e Umfrageteilnehmer*in angegeben, zum Konzert Berlin 1 aus den Seychellen angereist zu sein – mit dem Flugzeug. Dieser Eintrag hat mit Abstand die längste Anreise und die höchsten Emissionen. Diese werden nun auf die Grundgesamtheit hochgerechnet. So ergibt sich, dass zu diesem Konzert statistisch fast 40 Personen einen Flug

aus den Seychellen genommen haben, was sich drastisch auf die Gesamtemissionen auswirkt. Kann dieser Flug dann ausgeklammert werden? Wir haben uns entschieden, dies nicht zu tun, denn diese Flüge existieren real, wenn auch vielleicht nicht in diesem Ausmaß für dieses Konzert.
Dass Fans für ihre*n Lieblingskünstler*in durchaus um die Welt fliegen, ist spätestens seit den Recherchen von Clarissa Brooks zur Beyoncé Tour 2022 bekannt, zu deren Konzerten in Europa sehr viele US-amerikanische Fans reisten (Brooks 2023).

### Allokation

Die Frage, die sich zudem stellt, ist, ob der Seychellen-Flug nur für das AnnenMayKantereit Konzert gebucht wurde, und dieses deshalb für die gesamten Emissionen des Flugs verantwortlich ist. Das ist unwahrscheinlich, aber sicher wissen können wir es nicht. Die Frage der Allokation von Flugreisen wird in Nachhaltigkeitskreisen heiß diskutiert – schließlich werden sie bei Befragungen als Anreiseweg angegeben, auch wenn die Veranstaltung oft nicht der einzige Grund für die Anreise war.

Das Elf zu Null Projekt veröffentlichte eine Reihe von Klimabilanzen von Hamburger Museen (Thema1 2023). Im Zuge dieses Projektes wurde auch eine Product Category Rule (PCR) entwickelt, die auch den Versuch eines Standards zur Allokation von Flugreisen enthält. Es wird hier davon ausgegangen, dass je nach Fluglänge zwischen 1/3 und 1/8 der Emissionen der Veranstaltung zugeordnet werden. Jedoch wurde keine Methodologie oder Herangehensweise veröffentlicht, wie die Autor*innen zu diesen Allokationsfaktoren gelangt sind.
Um diese Lücke zu schließen, wird die Crowd Impact App in Zukunft um eine Zusatzfrage erweitert, mit der Veranstaltende die Allokation einer längeren Anreise abfragen können. So können mittelfristig präzisere Daten und ein von realen Daten untermauerter Standardwert festgestellt werden, auf den alle Kulturbetriebe zurückgreifen können.

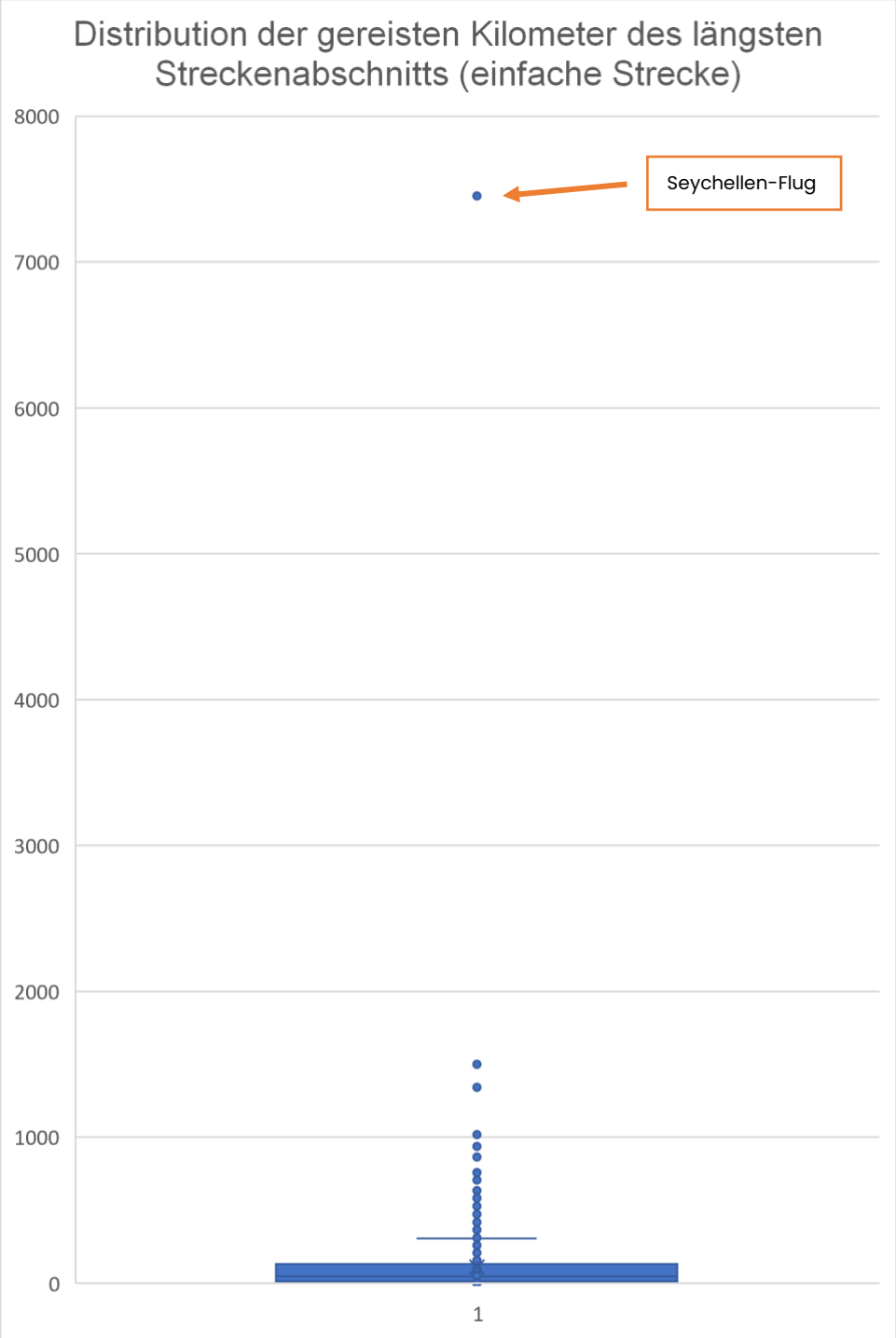



*Abbildung 51:Ausreißer Seychellen-Flug*

# 5. Appendix

## 5.1 Emissionsfaktoren

Die Emissionsfaktoren der meisten genutzten Verkehrsmittel kommen vom Umweltbundesamt. Für E-Roller und Motorroller wurden die Emissionsfaktoren einer Studie von „Green Delta“ entnommen, da das Umweltbundesamt hier keine offiziellen Faktoren herausgegeben hat. Vermutlich aufgrund anderer Systemgrenzen ist der Emissionsfaktor eines E-Motorrollers sogar etwas höher als der eines mittelgroßen E-Autos. Diese Abweichungen können wir leider nicht beeinflussen und können nur mit der aktuell öffentlich verfügbaren Datengrundlage arbeiten. Auch für Flüge bietet das Umweltbundesamt keine detaillierten Emissionsfaktoren an, sodass die des „Department for Business, Energy & Industrial Strategy“ (BEIS) aus Großbritannien verwendet werden. Diese Emissionsfaktoren wurden für Großbritannien entwickelt und weichen von den tatsächlichen Werten in Deutschland ab. Jedoch fällt der Großteil der Emissionen des Flugverkehrs durch die Verbrennung von Kerosin an, weswegen wir annehmen, dass die Abweichung geringfügig ist. Für Flugemissionen verwenden wir Emissionsfaktoren, die den „Radiative Forcing Index“ (RFI) Faktor miteinschließen. Dieser Faktor ist in seiner Höhe bislang wissenschaftlich umstritten, und wird vom BEIS mit 1,891 angegeben (Department for Business, Energy & Industrial Strategy und Department for Energy Security and Net Zero 2022). Das Umweltbundesamt hatte in einer älteren Veröffentlichung einen Wert von 3 bis 5 angegeben (Umweltbundesamt 2012).

Die hier angegebenen Emissionsfaktoren wurden ausgewählt, um der Verkehrsmittelwahl am besten zu entsprechen. Für manche Verkehrsmittel konnten keine exakt passenden Emissionsfaktoren gefunden werden, was dann in „Annahme“ dokumentiert wurde.

| Verkehrs-mittel | Wert | Mess-größe | Behörde | Jahr | Region | Beschreibung | Annahme | Quelle |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Langstreckenflug, First Class** | 0.5915 | kg $CO_2e$ / pkm | Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS) | 2022 | UK | Emission intensity of long-haul (>3700) international first class flights to/from the UK including fuel combustion and radiative forcing (RF) effect reflecting impact of contrails and high-altitude release of GHGs but not upstream fuel emissions. 8% distance uplift applied for indirect nature of flights. Retrieved from the Conversion Factors 2022: flat file published by the UK BEIS/Defra at the source URL. | | https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022 |
| **Langstreckenflug, Business Class** | 0.4288 | kg $CO_2e$ / pkm | Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS) | 2022 | UK | Emission intensity of long-haul (>3700) international business class flights to/from the UK including fuel combustion and radiative forcing (RF) effect reflecting impact of contrails and high-altitude release of GHGs but not upstream fuel emissions. 8% distance uplift applied for indirect nature of flights. Retrieved from the Conversion Factors 2022: flat file published by the UK BEIS/Defra at the source URL. | | https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022 |
| **Inlandsflug** | 0.2459 | kg $CO_2e$ / pkm | Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS) | 2022 | UK | Emission intensity of domestic flight (within UK) for average passenger including fuel combustion and radiative forcing (RF) effect reflecting impact of contrails and high-altitude release of GHGs but not upstream fuel emissions. 8% distance uplift applied for indirect nature of flights. Retrieved from the Conversion Factors 2022: flat file published by the UK BEIS/Defra at the source URL. | Dieser Wert wird für alle Flugklassen verwendet, da BEIS keine separaten Werte für Flugklassen bei Inlandsflügen angibt. Wir gehen davon aus, dass dies darauf zurückzuführen ist, dass es auf den meisten Inlandsflügen keine Business- und First-Class-Flugklassen gibt. | https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022 |
| **Kurzstreckenflug, Business Class** | 0.2265 | kg $CO_2e$ / pkm | Department for Business, Energy & Industrial | 2022 | UK | Emission intensity of short-haul (<3700) international business class flights to/from the UK including fuel combustion and radiative forcing (RF) effect reflecting | Dieser Wert wird auch verwendet, wenn der Nutzer die "First Class" auswählt, da BEIS für Kurzstreckenflüge keine | https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas- |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Strategy (BEIS) | | | impact of contrails and high-altitude release of GHGs but not upstream fuel emissions. 8% distance uplift applied for indirect nature of flights. Retrieved from the Conversion Factors 2022: flat file published by the UK BEIS/Defra at the source URL. | separaten Werte für First Class vorsieht. Wir gehen davon aus, dass dies darauf zurückzuführen ist, dass die First Class auf den meisten Kurzstreckenflügen nicht existiert. | reporting-conversion-factors-2022 |
| **Großer PKW, Kraftstoff Diesel (vkm)** | 0.221 | kg $CO_2e$ / vkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2020 | DE | Emission intensity of diesel passenger car large. Upstream and fuel combustion LCA activity is included. | | https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/prozessdetails.php?id={E1DD63C6-D2F5-4BA3-9EB5-F1F0CB0BA734} |
| **Mittelgroßer PKW, Kraftstoff Erdgas (vkm)** | 0.21 | kg $CO_2e$ / vkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2020 | DE | Emission intensity of CNG passenger car medium. Emissions from fuel combustion only. | | https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/prozessdetails.php?id={99B03BC3-8F22-4A26-9DC3-ADE662A254F3} |
| **Taxi (vkm)** | 0.2083 | kg $CO_2e$ / pkm | Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS) | 2022 | UK | Emission intensity of business travel by land. Land-based conversion factors should be used for travel for business purposes in assets not owned or directly operated by a business. This includes mileage for business purposes in cars owned by employees/public transport/hire cars/and so on. Retrieved from the Conversion Factors 2022: flat file published by the UK BEIS/Defra at the source URL. | | https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022 |
| **Mittelgroßer PKW, Kraftstoff Diesel (vkm)** | 0.185 | kg $CO_2e$ / vkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2020 | DE | Emission intensity of diesel passenger car medium. Upstream and fuel combustion LCA activity is included. | | https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/prozessdetails.php?id={8B2BD122-F6B8-432F-A348-AE1D3FF80772} |
| **Großer PKW, Kraftstoff** | 0.184 | kg $CO_2e$ | Umweltbundesamt (UBA) | 2020 | DE | Emission intensity of petrol passenger car large. Emissions from fuel combustion only. | | https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/prozessdetails.ph |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Benzin (vkm)** | | / vkm | | | | | | p?id={4BF3BE4E-88D1-4FDD-B73D-01E16F9F9DE3} |
| **Großer PKW, Hybridmotor (vkm)** | 0.155 | kg $CO_2e$ / vkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2020 | DE | Emission intensity of petrol PHEV passenger car large. Emissions from fuel combustion only. | | https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/prozessdetails.php?id={989AAA73-FD0D-403E-AA7D-AC8D83783A55} |
| **Kurzstreckenflug, Economy Class** | 0.151 | kg $CO_2e$ / pkm | Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS) | 2022 | UK | Emission intensity of short-haul (<3700) international economy class flights to/from the UK including fuel combustion and radiative forcing (RF) effect reflecting impact of contrails and high-altitude release of GHGs but not upstream fuel emissions. 8% distance uplift applied for indirect nature of flights. Retrieved from the Conversion Factors 2022: flat file published by the UK BEIS/Defra at the source URL. | | https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022 |
| **Langstreckenflug, Economy Class** | 0.1479 | kg $CO_2e$ / pkm | Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS) | 2022 | UK | Emission intensity of long-haul (>3700) international economy class flights to/from the UK including fuel combustion and radiative forcing (RF) effect reflecting impact of contrails and high-altitude release of GHGs but not upstream fuel emissions. 8% distance uplift applied for indirect nature of flights. Retrieved from the Conversion Factors 2022: flat file published by the UK BEIS/Defra at the source URL. | Wir stellen keine Benutzeroberfläche zur Verfügung, um die Premium-Economy-Flugklasse festzulegen. Daher gehen wir davon aus, dass die meisten Reisenden auf Langstreckenflügen Economy wählen, selbst wenn sie Premium Economy gebucht haben. | https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022 |
| **Mittelgroßer PKW, Kraftstoff Benzin** | 0.147 | kg $CO_2e$ / vkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2020 | DE | Emission intensity of petrol passenger car medium. Emissions from fuel combustion only. | | https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/prozessdetails.php?id={56740D43-276B-491E-8B91-A7C696112038} |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Mittelgroßer PKW, Hybridmotor** | 0.114 | kg $CO_2e$ / vkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2020 | DE | Emission intensity of petrol PHEV passenger car medium. Emissions from fuel combustion only. | | https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/prozessdetails.php?id={5CFB7AAC-ABEC-4DC7-A738-BE2433A6F8BF} |
| **Fähre** | 0.1129 | kg $CO_2e$ / pkm | Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS) | 2022 | UK | Emission intensity per passenger on a ferry (fuel combustion only) across all passenger types. Retrieved from the Conversion Factors 2022: flat file published by the UK BEIS/Defra at the source URL. | | https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022 |
| **Linienbus** | 0.111 | kg $CO_2e$ / pkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2020 | DE | Linienbus, Nahverkehr (km) | | https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten |
| **Mittelgroßer PKW, Kraftstoff Wasserstoff** | 0.106 | kg $CO_2e$ / vkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2020 | DE | Emission intensity of hydrogen passenger car medium. Upstream and fuel combustion LCA activity is included. | | https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/prozessdetails.php?id={3234C6FC-8626-4B4C-8B04-C3A2FEF81D2D} |
| **Motorroller (vkm)** | 0.0907 | kg $CO_2e$ / pkm | GreenDelta GmbH | 2020 | DE | Emission intensity of a two-stroke motor scooter, including upstream emissions from manufacturing and transportation, emissions from use (burning fuel), and downstream emissions from dismanteling. Retrieved from a study "Comparison of the Life Cycle of different scooters used in Berlin" by Thaís Veiga Barreiros / GreenDelta GmbH. | | https://www.openlca.org/wp-content/uploads/2021/10/Report_Scooters_in_Berlin.pdf |
| **Regionalzug** | 0.075 | kg $CO_2e$ / pkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2020 | DE | Straßen-, Stadt- und U-Bahn (km) | Behandlung wie urbaner Zug; es konnte kein spezifischer Emissionsfaktor für regionale Züge (Mix aus elektrischen und oft Dieselzügen) in öffentlichen Quellen gefunden werden. | https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **S- und U-Bahn** | 0.075 | kg $CO_2e$ / pkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2020 | DE | Straßen-, Stadt- und U-Bahn (km) | | https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten |
| **Elektrischer Motorroller (vkm)** | 0.0645 | kg $CO_2e$ / pkm | GreenDelta GmbH | 2020 | DE | Emission intensity of an electrical motor scooter (vespa type), including upstream emissions from manufacturing (including battery and charger) and transportation, emissions from use, and downstream emissions from dismanteling. In this scenario (ES-1) the battery is based on the model from ecoinvent and the electricity consumption is also based on the German Mix from the same database. Retrieved from a study "Comparison of the Life Cycle of different scooters used in Berlin" by Thaís Veiga Barreiros / GreenDelta GmbH. | | https://www.openlca.org/wp-content/uploads/2021/10/Report_Scooters_in_Berlin.pdf |
| **Großer PKW, Kraftstoff Elektrisch (vkm)** | 0.0621 | kg $CO_2e$ / vkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2020 | DE | Emission intensity of electric passenger car medium. Direct electricity consumption and upstream LCA activity is included. | Behandlung wie mittelgroßer PKW elektrisch, da kein Emissionsfaktor für große Elektrofahrzeuge in öffentlichen Quellen gefunden werden konnte. | https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/prozessdetails.php?id={D8D60864-21D9-42A2-9E56-2C1AD4D9CBC5} |
| **Mittelgroßer PKW, Kraftstoff Elektrisch (vkm)** | 0.0621 | kg $CO_2e$ / vkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2020 | DE | Emission intensity of electric passenger car medium. Direct electricity consumption and upstream LCA activity is included. | | https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/prozessdetails.php?id={D8D60864-21D9-42A2-9E56-2C1AD4D9CBC5} |
| **Straßenbahn** | 0.0388 | kg $CO_2e$ / pkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2000 | CZ | Emission intensity of urban tramway. Upstream and fuel combustion LCA activity is included. | | https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/prozessdetails.php?id={CC0E4CEC-80DA-11D4-9E81-0080C8426C9A} |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Fernbus** | 0.027 | kg $CO_2e$ / pkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2020 | DE | Linienbus, Fernverkehr (km) | https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten |
| **Fernzug, elektrisch** | 0.0095 | kg $CO_2e$ / pkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2020 | DE | Emission intensity of electric long-distance passenger train. Direct electricity consumption and upstream LCA activity is included. | https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/prozessdetails.php?id={A4FFA0CD-2550-4435-BBDE-00C6F1A0B22F} |
| **E-Bike** | 0.0056 | kg $CO_2e$ / pkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2011 | DE | Pedelec electric energy consumption per km. | https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/hgp_electric_bikes_get_things_rolling.pdf |
| **Elektro-Tretroller** | 0.0056 | kg $CO_2e$ / pkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2011 | DE | Pedelec electric energy consumption per km. | https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/hgp_electric_bikes_get_things_rolling.pdf |
| **Fahrrad** | 0 | kg $CO_2e$ / pkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2022 | DE | Riding a bike. Embodied emissions are neglected. | |
| **Zu Fuß** | 0 | kg $CO_2e$ / pkm | Umweltbundesamt (UBA) | 2022 | DE | Human muscle power | https://en.wikipedia.org/wiki/Walking |

*Tabelle 22: Liste der verwendeten Emissionsfaktoren*

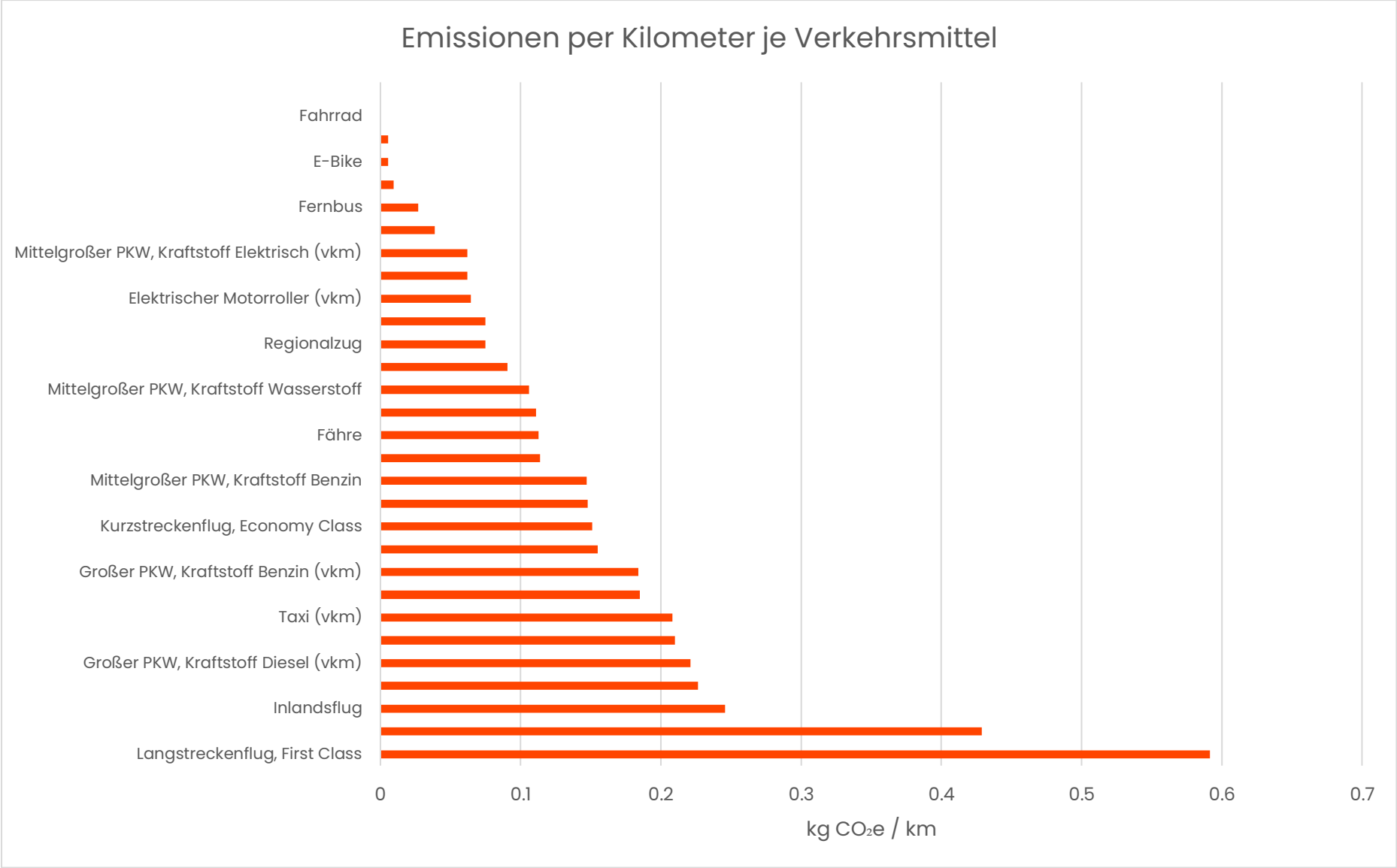



*Tabelle 23: Vergleich der Werte verschiedener Emissionsfaktoren. Wenn nicht anders angegeben beziehen sich die Werte auf Personenkilometer.*

## 6. Referenzen


**BALM, DIW Berlin, Statistisches Bundesamt, und ITP. 2023.** „Personenverkehr in Deutschland - Modal Split bis 2026“. Statista. Mai 2023. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/168397/umfrage/modal-split-im-personenverkehr-in-deutschland/.

**Brooks, Clarissa. 2023.** „Beyoncé’s Renaissance Tour Has American Fans Flying Across the World for Cheaper Tickets, Better Seats“. Teen Vogue. 19. Mai 2023. https://www.teenvogue.com/story/beyonce-renaissance-tour-american-fans-europe.

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. 2017.** „Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB), Büro- und Verwaltungsgebäude, Modul Komplettmodernisierung, 6.1.4 Verkehrsanbindung“.

**Department for Business, Energy & Industrial Strategy und Department for Energy Security and Net Zero. 2022.** „Greenhouse Gas Reporting: Conversion Factors 2022“. GOV.UK. 20. September 2022. https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022.

**Engel, Oliver. 2020.** „Umkreissuche - Ermitteln Sie den Radius um einen Ort - Umkreissuche Maps“. *Motjet* (blog). 13. Dezember 2020. https://motjet.de.

**Gerike, Regine. 2023.** „Pkw-Besetzungsgrad bei der privaten Autonutzung“. Forschungsinformationssystem. 10. August 2023. https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/79638/.

**KBA. 2023.** „Verteilung der Personenkraftwagen in Deutschland nach Kraftstoffarten von 2019 bis 2023.“ Statista. 8. März 2023. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/994393/umfrage/verteilung-der-kraftstoffarten-zugelassener-pkw-in-deutschland/.

**Kleber, Laura, und Julian Vogels. 2024.** „Crowd Impact“. Crowd Impact. 19. Januar 2024. https://crowdimpactapp.com/.

**Minsker, Evan. 2023.** „Massive Attack Announce First UK Show in 5 Years, Touting “Unprecedented Decarbonization Measures””. Pitchfork. 5. Dezember 2023. https://pitchfork.com/news/massive-attack-announce-first-uk-show-in-5-years-touting-unprecedented-decarbonization-measures/.

**Pütz, Thomas. o. J.** „Erreichbarkeit des Öffentlichen Verkehrs (Haltestellen)“. Deutschlandatlas. Zugegriffen 26. Januar 2024. https://www.deutschlandatlas.bund.de/DE/Karten/Wie-wir-uns-bewegen/103-Erreichbarkeit-Nahverkehr-Haltestellen.html#_lblcv8zd5.

**Stiftung Unternehmen Wald. o. J.** „Wie viel Kohlendioxid ($CO_2$) speichert der Wald“. Zugegriffen 24. April 2024. https://www.wald.de/waldwissen/wie-viel-kohlendioxid-co2-speichert-der-wald-bzw-ein-baum/.

**Thema1. 2023.** „Elf zu Null-Standard“. https://aktionsnetzwerk-nachhaltigkeit.de/projekte/elf-zu-null-hamburger-museen-stellen-klimabilanzen-vor/.

**TravelTime. 2023.** „TravelTime - Calculate Travel Times to Thousands of Locations“. TravelTime. 2023. https://traveltime.com/.

**Umweltbundesamt. 2012.** „Klimawirksamkeit des Flugverkehrs“.