

Kostenvergleich Auto-Fahrrad, Deutschland: Berechnungsannahmen

Kosten-Nutzen-Analysen werden in aller Regel genutzt, um die Rentabilität von Investitionen in Verkehrsinfrastruktur zu beurteilen. In dieser vergleichenden Studie geht es um die Erfassung der Kosten von Fahrrad und Auto, auf der Basis eines umfassenden Sets von Parametern und den entsprechenden Faktorkosten. Daraus ergibt sich ein Bild der aktuellen Kosten und Nutzen der beiden Verkehrsträger, gerechnet pro Personenkilometer (pkm). Diese Analyse kann prinzipiell genutzt werden, um Investitionsentscheidungen zu unterstützen. Zu beachten ist allerdings, dass dieser Vergleich keine Aussagen über sekundäre Effekte der Verkehrsmittel zulässt, also ob z.B. ein Autofahrer durch seine Tätigkeit stärker zur wirtschaftlichen Entwicklung beiträgt als ein Radfahrer (oder umgekehrt). Eine vollständige Erklärung der Methodik findet sich in Gössling und Choi (2015).

Parameter und Faktorkosten: Auto und Fahrrad verursachen volkswirtschaftliche (soziale) und private Kosten und Nutzen. Die Europäische Kommission (2014) schlägt vor, bei Kosten-Nutzen-Analysen sieben Kriterien zu berücksichtigen, darunter Reisezeit, Betriebskostenänderungen (privat/kommerziell), Unfälle, Lärm, Luftverschmutzung und Klimagasemissionen. Eine umfassendere Analyse sollte allerdings weitere Parameter einbeziehen, also alle Aspekte, die volkswirtschaftliche oder private Kosten oder Nutzen verursachen. Dazu gehören:

1. Klimawandel
2. Luftverschmutzung
3. Lärm
4. Landnutzung und Infrastruktur
5. Infrastrukturinstandhaltung
6. Boden- und Wasserqualität
7. Up- and downstream (Ressourcengewinnung, Abfälle)
8. Werteverlust und Betriebskosten des Fahrzeugs
9. Reisezeit
10. Staus & stockender Verkehr
11. Gesundheitseffekte
12. Unfälle
13. Wahrgenommene Sicherheit und Unbehagen (Lärm, Abgase)
14. Lebensqualität, Image und Tourismus

Jede Zuweisung von Faktorkosten ist subjektiv. Daher sind die Faktorkosten nicht exakt, sondern beruhen auf Berechnungen, Schätzungen oder ökonomisch abgeleiteten Werten. Ein Beispiel: Die „Kosten“ eines Verkehrstoten sind hinsichtlich verlorener Produktivität quantifizierbar, aber nicht im Hinblick auf Trauer oder Traumata die durch den Verlust naher Angehöriger entstehen. Als Grundlage für die verwendeten Faktorkosten wurden drei Standardwerke herangezogen: Das Handbook on External Costs of Transport der Europäischen Kommission (European Commission

2014), die Transportation Cost and Benefit Analysis des kanadischen Transport Policy Institutes (VTPI 2017) sowie die sehr detaillierten Faktorkosten des dänischen Centre for Transport Analytics (Transport Analytics 2017). Spezifische Werte für Deutschland wurden dort verwendet, wo sie für die Berechnung zur Verfügung stehen.

Abbildung 1 zeigt die Übersicht der Ergebnisse, getrennt nach Sozialkosten und privaten Kosten für Fahrrad und Auto. Hinsichtlich der Sozialkosten ergibt sich folgendes Bild: Ein mit dem Fahrrad zurückgelegter km repräsentiert einen gesellschaftlichen Nutzen von etwa 30 Cent; ein mit dem Auto zurückgelegter km dagegen gesellschaftliche Kosten von 20 Cent pro pkm. In dieser Berechnung ist bereits berücksichtigt, dass Autofahrer erhebliche Steuern und Abgaben zahlen. Laut ADAC (2017) haben diese, je nach Fahrzeugmodell, einen Anteil an den Autokosten, der bei etwa 20-30% liegt. Unter dieser Annahme sind etwa 8 Cent der Betriebskosten von durchschnittlich 26,7 Cent/pkm Steuern und Abgaben. Werden diese von den sozialen Kosten abgezogen, sinken die Kosten pro Autopersonenkilometer von etwa 27 Cent/pkm auf rund 20 Cent/pkm. Auch Radfahrer zahlen Steuern und Abgaben, allerdings sind diese deutlich geringer. Die Tabelle zeigt auch, dass die größten Autokosten durch Lärm, den Ausbau von Verkehrsinfrastruktur, und den Erhalt bestehender Infrastruktur, sowie die Verfügbarkeit (kostenfreier) Parkplätze entstehen. Der größte Fahrradnutzen entsteht dagegen durch positive Gesundheitseffekte. Ein großer Teil der privaten Kosten von Radfahrern sind dagegen von Autofahrern verursacht.

Parameter	Fahrrad, €/pkm		Auto, €/pkm	
	Soziale Kosten	Private Kosten	Soziale Kosten	Private Kosten
Klimawandel	<0,001	0	0,004	0
Subventionen	<0,001	0	0,003	0
Luftverschmutzung	<0,001	0	0,055	0
Lärm	<0,001	0	0,076	0
Infrastruktur (Ausbau)	0,004	0	0,086	0
Bestehende Infrastruktur	<0,001	0	0,002	0
Parken	<0,001	<0,001	0,027	0,027
Ökosystemdienstleistungen	?	0	?	0
Boden- und Wasserqualität	<0,001	0	0,006	0
Ressourcennutzung, Abfälle	<0,001	0	0,007	0
Betriebskosten	0	0,052	0	0,267
Reisezeit	0	0,291	0	0,093
Staus und stockender Verkehr	0	0,002	0	0,021
Gesundheitseffekte	-0,321	-0,223	0	0
Erhöhte Lebenserwartung	0,011	-0,534	0	0
Unfälle	0,001	?	0,003	?
Wahrgenommene Sicherheit, Unbehagen	0	0,110	0	?
Lebensqualität, Image, Tourismus	?	?	?	?
Gesamt	-0,305	-0,302	0,269	0,408

Tabelle 1: Übersicht der berücksichtigten Parameter und Faktorkosten

Parameter und Faktorkosten

1. Klimawandel

- Durchschnittliche Emissionen deutscher Pkw: 0,128 kg CO₂/km (VDA 2017)
- Bei durchschnittlicher Auslastung von 1.5 Personen/Auto: 0,085 kg CO₂/pkm (EEA 2010)
- Kosten CO₂: €42,5 pro Tonne (Rockström et al. 2016)
- Berechnung: €42,5/1000*0,085 = **€0,004/pkm**

Sozialkosten CO₂: **€0,004/pkm**

Dazu kommen die Subventionen fossiler Energieträger, Anteil Pkw: €62 Milliarden weltweit/Jahr (Coady et al. 2017), d.h. im Weltdurchschnitt bei Annahme von 22.5 Billionen insgesamt mit leichten Fahrzeugen gefahrener km (basiert auf EIA 2017): **€0,003/pkm**

2. Luftverschmutzung

Die Luftverschmutzung verursacht etwa 6% der Mortalität in Europa (Künzli et al. 2000). Der Verkehr verursacht davon 39% der NO_x, 11% des PM_{2.5}/PM₁₀, 10% der NMVOCs, 20% des CO, 29% des BC, sowie 1-16% der Schwermetalle (EU28; EEA 2017a).

Sozialkosten: €0,022/pkm (Benzin) bis €0,088/pkm (Diesel) (EC 2014).

Sozialkosten Luftverschmutzung: **€0,055/pkm** (Transport Analytics 2017, d.h. hier wurden die dänischen Durchschnittswerte zugrunde gelegt).

3. Lärm

- EU28: 16.000 vorzeitige Todesfälle/Jahr (EEA 2017b)
- Außerdem: Gesundheitskosten, Arbeitsausfälle, vorzeitige Todesfälle, reduzierte Immobilienwerte
- Sozialkosten Lärm: **€0,080/pkm** (Transport Analytics 2017, d.h. hier wurden die dänischen Durchschnittswerte zugrunde gelegt).

4. & 5. Landnutzung und Infrastruktur

- Bau neuer Infrastruktur inklusive Landerwerb
- Kosten bestehender Infrastruktur (Instandhaltung)
- Parkplätze im öffentlichen Raum

Auto:

Sozialkosten für neue Infrastruktur: **€0,086/pkm** (Investitionskosten; Berechnung nachstehend)

Sozialkosten bestehende Infrastruktur: **€0,002/pkm** (Instandhaltungskosten; Berechnung nachstehend)

Sozialkosten Parkplätze: **€0,027/pkm** (VTPI 2017, d.h. kanadische Werte wurden übernommen).

Private Kosten Parkplätze: **€0,027/pkm** (VTPI 2017, d.h. kanadische Werte wurden übernommen). Vergleich: €0.044/pkm auf der Basis von Inrix (2017), darin Parkplatzsuche, Kraftstoff, Kosten Parken, Überzahlungen, Bußgelder.

Fahrrad:

Sozialkosten zusätzlicher Fahrradwege: **€0,004/pkm** (auf Basis von VTPI 2017, d.h. kanadischer Werte)

Andere Kosten sind insignifikant, d.h. **<€0,001/pkm**

Berechnung: Die Kosten neuer Infrastruktur in Deutschland werden beziffert mit €95 Milliarden (2015-2030; BMVI 2016). Geteilt durch 15 Jahre = €6,3 Milliarden/Jahr, davon 75% aufgewendet für den Personenverkehr, basierend auf der Annahme, dass Tonnen- und Personenkilometer gegeneinander gewichtet werden können (305 Mrd tkm zu 917 Mrd pkm in 2015; KBA 2015, basierend auf der Annahme dass 611 Milliarden Autokilometer im Jahr 917 Mrd pkm entsprechen, bei Belegung mit 1.5 Personen). Damit werden für den Personenverkehr €4.725 Milliarden/Jahr aufgewendet. Mit diesen Infrastrukturmaßnahmen soll die zusätzliche Fahrleistung in Deutschland aufgefangen werden, pro Jahr sind dies +0.6% (BMVI 2016), entsprechend 55 Mrd. km im Jahr). Berechnung: €4.725 Mrd /55 Mrd pkm = €0,086/pkm.

Die Kosten der Erhaltung bestehender Infrastruktur wurden folgendermaßen berechnet: 15 Mrd./Jahr (BMVI 2016), davon 49% Straße, also rund 7.5 Milliarden, davon wird ein Anteil des PKW von 20% angenommen, da die Abnutzung von Verkehrsinfrastruktur durch Schwerkrafttransporte deutlich größer ist. Dies entspricht €1.5 Milliarden, geteilt durch 917 Mrd. pkm/Jahr entspricht dies Kosten von €0,002/pkm.

6. Boden- und Wasserqualität

- Auslaufendes Öl, Enteisung, Herbizide (Straßenränder), Leckagen, etc.

Sozialkosten Auto: **€0,006/pkm** (VTPI 2017)

7. Ressourcennutzung und Abfälle

- Umweltkosten der zum Autobau benötigten Materialien und Transportinfrastruktur (LCA). Außerdem die Umweltkosten der Instandhaltung von Fahrzeugen und deren Entsorgung.
- €0,007/vkm bis €0,010/vkm. Abhängig von Autogröße, Euronorm und Fahrumgebung, d.h. Stadt, Land bzw. Autobahn (EU28; EC 2014).

Sozialkosten Auto: **€0,007/pkm**

8. Werteverlust und Betriebskosten

- Abschreibung
- Kraftstoffkosten
- Fixkosten (Versicherungen, Kfz-Steuer, Parkgebühren, Navigation, Abgasuntersuchung, Zubehör)
- Werkstatt-/Reifenkosten
- <30% der Betriebskosten sind Fixkosten (Haftpflicht, Vollkasko, Kfz-Steuer), d.h. max. €0,080/pkm
- Nur ein kleiner Teil der Parkkosten sind Gebühren und Abgaben, d.h. entsprechend €0,010/pkm

Kostenspektrum der Autokosten basieren auf der Studie des ADAC (ADAC 2017): Spektrum privater Kosten: €0,26/km (Citroen C1) bis €2,20/km (Audi R8 Coupé o.ä.), maximale Kosten Maybach G650, mit €5,90/km.

Die **privaten Kosten des Autos** werden angenommen mit **€0,267/pkm** (Annahme: durchschnittliche Kosten von €0.40/km, d.h. €0.267 pro Personenkilometer bei durchschnittlich 1.5 Reisenden (EEA 2010), inkl. Steuern).

Die **privaten Kosten des Fahrrades** werden angenommen mit **€0,052/pkm** (inkl. Steuern; Transport Analytics 2017, d.h. auf der Basis der Werte für Dänemark)

9. Reisezeitkosten

- Kosten der Zeit, die für Reisen aufgewendet wird, auf der Basis von Zeitstudien für Deutschland (Ehreke et al. 2015).

Private Kosten:

- Auto: €4,66/h, d.h. **€0,093/pkm** bei einer angenommenen Durchschnittsgeschwindigkeit von 50 km/h.
- Fahrrad: €4,66/h, d.h. **€0,291/pkm** bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 16 km/h (Durchschnittsgeschwindigkeiten aus Transport Analytics (2017)).

10. Staus und stockender Verkehr

- Definiert als Zeitverlust aufgrund gleichzeitiger Nutzung der Straße

Private Kosten Auto: **€0,021/pkm** (VTPI 2017, d.h. Übernahme kanadischer Werte)

Private Kosten Fahrrad: **€0,002/pkm** (VTPI 2017, d.h. Übernahme kanadischer Werte)

11. Gesundheitseffekte

- Radfahren hat positive Gesundheitseffekte und erhöht die Lebenserwartung. Tabelle 2 zeigt die Kostenverteilung positiver Gesundheitseffekte sowie erhöhter Lebenserwartung. Hier ist darauf hinzuweisen, dass eine erhöhte Lebenserwartung zwar einen privaten Nutzen darstellt, aber gesellschaftliche Kosten impliziert. Alle Werte repräsentieren die dänischen Annahmen (Transport Analytics 2017).

Tabelle 2: Gesundheitseffekte und erhöhte Lebenserwartung

Fahrrad	Sozialkosten	Private Kosten	Quelle
Positive Gesundheitseffekte	€-0,321/pkm	€-0,223/pkm	Transport Analytics 2017
Erhöhte Lebenserwartung	€0,011/pkm	€-0,534/pkm	Transport Analytics 2017

12. Unfälle

Kosten von Polizei, Rettungsdiensten, medizinischer Versorgung und Behandlung, verlorener Produktivität, frühzeitigen Todes, Schmerzen, Trauer & Trauma.

- 1531 Tote in Autounfällen, 393 tote Fahrradfahrer (im Jahr 2016).
- Schwere Unfälle : 222.252 Pkw, 80.881 Fahrradfahrer (BAst 2017).
- Unfallhauptverursacher in 47.414 Unfällen zwischen Autos und Radfahrern: Autofahrer 75%, Radfahrer 25% (Statistisches Bundesamt 2017).
- Personenschadenkosten Getöteter in Deutschland: €1.19 Mio. pro Person; Kosten Schwerverletzte: €0.12 Mio. (BAst 2016).
- Annahme VTPI (2017): 37% nicht durch Versicherungen gedeckt. Im Vergleich nimmt die Europäische Commission (EC 2014) an, dass nur Schmerzen, Trauer und Trauma nicht gedeckt. In der Berechnung (Tabelle 3) werden die von der EC (2014) vorgeschlagenen Werte für das Auto angenommen, für das Fahrrad die kanadischen Werte des VTPI (2017).

Tabelle 3: Kosten von Unfällen

Auto	Sozialkosten*	Private Kosten	Quelle
	€0,041/pkm €0,003/pkm	€0,054/pkm o.A.	VTPI 2017 * EC 2014*
Fahrrad			
	€0,001/pkm	€0,054/pkm	VTPI 2017

13. Wahrgenommene Sicherheit und Unbehagen

- Eigene Studie in Zusammenarbeit mit ADFC (Deutschland) und VCÖ (Österreich), Februar/März 2018 (n=493), noch unveröffentlicht, nicht repräsentativ für die Bevölkerung, aber Indikation für Radfahrer.
- Befragte fahren im Schnitt 11 km Rad pro Tag (Freizeit & Arbeit)
- 76% fahren Umwege, um Verkehrsrisiken, Lärm oder Abgase zu vermeiden
- Durchschnittlich 6,5% aller gefahrenen Strecken sind Umwege
- Radfahrer verlangen €0,23/pkm als Kompensation für Abgasbelastung (WTA) bzw. sind bereit, €0,11/pkm für einen abgasfreien Verkehr zu zahlen (WTP).

Private Kosten Fahrrad: **€0,110/pkm** (d.h. entsprechend der berichteten WTP)

14. Lebensqualität, Image und Tourismus

- noch unklar -

Schlussfolgerungen

- Kosten-Nutzen Berechnungen werden nicht konsequent genutzt, um gesellschaftliche Kosten verschiedener Verkehrsträger zu erheben und zu vergleichen. Dadurch wird das Auto subventioniert, während der gesellschaftlich ‚gewinnbringende‘ Fahrradverkehr nicht adäquat durch Investitionen gefördert wird.
- Pro Auto und Jahr entstehen nicht durch Versicherungen, Steuern und Abgaben gedeckte Kosten von rund €4.000/Jahr. Diese Berechnung beruht auf der Annahme sozialer Kosten von €0.20/pkm, d.h. abzüglich gezahlter Steuern und Abgaben, und einer Autonutzung von 20,000pkm/Jahr.
- Als politische Forderung aus diesen Berechnungen könnte abgeleitet werden, dass das Fahrrad proportional zum Auto gefördert werden sollte.

Quellen:

ADAC (2017). Autokosten.

https://www.adac.de/_mmm/pdf/autokostenuebersicht_47085.pdf

BASt (2016). Volkswirtschaftliche Kosten von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland.

https://www.bast.de/BASt_2017/DE/Statistik/Unfaelle/volkswirtschaftliche_kosten.pdf?__blob=publicationFile&v=10

BASt (2017). Verkehrs- und Unfalldaten.

https://www.bast.de/BASt_2017/DE/Statistik/Unfaelle/volkswirtschaftliche_kosten.pdf?__blob=publicationFile&v=10

BMVI (2016) Bundesverkehrswegeplan 2030.

https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/BVWP/bvwp-2030-gesamtplan.pdf?__blob=publicationFile

BMVI (2016). Bundesverkehrswegeplan 2030.

https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/BVWP/bvwp-2030-gesamtplan.pdf?__blob=publicationFile

Coady, D., Parry, I., Sears, L., & Shang, B. (2017). How large are global fossil fuel subsidies?. *World Development*, 91, 11-27.

EEA (2010) Occupancy rates of passenger vehicles:

Available <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/occupancy-rates-of-passenger-vehicles/occupancy-rates-of-passenger-vehicles>

EEA (2017a). Air quality in Europe 2017. Available:

<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017> Accessed 10 February 2018.

EEA (2017b). Noise. Available:

<https://www.eea.europa.eu/themes/human/noise/noise-2> Accessed 10 February 2017.

Ehreke et al. 2015. Ermittlung von Bewertungsansätzen für Reisezeiten und Zuverlässigkeit auf der Basis eines Modells für modale Verlagerungen im nicht-gewerblichen und gewerblichen Personenverkehr für die Bundesverkehrswegeplanung. TNS Infratest und IVT, ETH Zürich.

EIA 2017. International Energy Outlook 2017. Available:

[https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2017\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2017).pdf) Accessed 23 November 2017.

European Commission (2014) Guide to cost-benefit analysis of investment projects.

Available:

http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf.

European Commission 2014. Update of the Handbook on External Costs of Transport.

Final Report. <http://ec.europa.eu/transport/themes/sustainable/studies/doc/2014-handbook-external-costs-transport.pdf>

Gössling, S. and Choi, A. 2015. Transport transitions in Copenhagen: Comparing the cost of cars and bicycles. *Ecological Economics*, DOI: 10.1016/j.ecolecon.2015.03.006.

https://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2011_2015/2015/Allgemein/pm15_15_jaehrliche_fahrleistung_deutscher_pkw.html

Inrix (2017). Smart parking. <http://inrix.com/blog/2017/07/parkingsurvey/>

KBA (2015). Pressemitteilung Nr. 15/2015 - 14.259 Kilometer: Die jährliche Fahrleistung deutscher Pkw.

http://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2011_2015/2015/Allgemein/pm15_15_jaehrliche_fahrleistung_deutscher_pkw.html

Künzli, N., Kaiser, R., Medina, S., Studnicka, M., Chanel, O., Filliger, P., ... Sommer, H., 2000. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet* 356 (9232), 795–801. ^[L]_[SEP]

Statistisches Bundesamt 2017. Verkehr.

https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/VerkehrsunfaelleJ2080700167004.pdf?__blob=publicationFile

Transport Analytics (2017). Transportøkonomiske Enhedspriser.

<http://www.modelcenter.transport.dtu.dk/noegletal/transpotoekonomiske-enhedspriser>

VDA (2017). CO₂-Entwicklung. <https://www.vda.de/de/themen/umwelt-und-klima/co2-entwicklung/co2-entwicklung-in-deutschland.html>

VTPI (2017). Transportation cost and benefit analysis. www.vtpi.org/tca

Stefan Gössling, PhD, Professor
School of Business and Economics
Linnaeus University
Sweden

Ph: +46-70-4922634

Web: www.stefangossling.de