

Umweltkosten verschiedener Verkehrsarten – Teil 1 in Augsburg

T.Hecht, Fachforum Verkehr der lokalen Agenda 21, Augsburg, September 2021

2020 hat das Umweltbundesamt (UBA) die Verkehrsarten ökologisch umfänglich bewertet. Insbesondere wurde dabei der gesamte Lebenszyklus von der Herstellung bis zur Entsorgung betrachtet und die Folgen in spezifische monetäre Faktoren übersetzt. Die Methodik ist im Abschlussbericht [1] ausführlich erläutert und am Ende dieses Artikels ansatzweise, als Erklärung zitiert. Kombiniert man diese Information mit typischen Transportleistungen in Augsburg ergeben sich Umweltkosten, z.t. getrennt nach Lebenszyklus, Personen- bzw. Warentransport, Binnenverkehr und Gesamtverkehr und Verkehrsart. Die Transportleistung für Augsburg ist nicht direkt zugänglich, zwei verschiedene Methoden erlauben diese abzuschätzen. Somit ergeben sich Personentransport Umweltkosten in Höhe von 100Mio€ die dem PKW zugeordnet werden kann, anteilig ca. 1/4 rein im Binnenverkehr verursacht. Der ÖPNV führt zu etwas weniger als 1/5tel der Kosten. Fahrräder nur ca. 1/100. Im Warentransport ergeben sich Umweltkosten von 50Mio€.

Das UBA betrachtet und vergleicht Verkehrsarten im sowohl Personenverkehr als auch Warentransport. Dies zeigen folgende Tabellen [5].

Am Beispiel PKW seien diese Zahlen erklärt: Je Person und km (Pkm = Personenkilometer) verursacht die Nutzung des PKW Belastungen, die mit 3,16ct bewertet werden. Lärmemissionen, Feinstaub usw. gehören dazu. Die Bereitstellung der Energie z.B. bei der Förderung von Öl zum Betrieb 0,65ct, die Herstellung 1,23ct und die Infrastruktur, z.B. Straßen 0,39ct. Weitere Erläuterungen finden sich am Ende des Artikels.

Mit der Bezugsgröße Personenkilometer (Pkm) wird die Vergleichbarkeit sichergestellt. Beim Warentransport wird statt Personenzahl, die transportierte Masse als Tonne angesetzt, Tonnenkilometer (tkm).

Bei der Bewertung ist selbstverständlich die Anwendungssituation zu betrachten. Nahverkehr ist nicht mit Fernverkehr zu vergleichen. Allerdings sollte bei Bewertungen auch Kombinationen wie z.B. Fahrradmitnahme oder Leihsysteme Berücksichtigung finden.

Hingewiesen sei auf die herausragende Rolle des Fahrrads beim Personenverkehr und die desaströse Bilanz der leichten Nutzfahrzeuge, wie sie z.B. bei den Lieferdiensten oft eingesetzt werden.

Zwar sind die Kosten je Person und km klein, doch ergeben sich durch die Anzahl der Fahrzeuge und der Kilometer sehr beträchtliche Gesamtkosten, wie die folgenden Ausführungen zeigen.

Transportleistung im Augsburger Personenverkehr

Kurz gesagt ergeben sich die Gesamtkosten jeweils als Transportleistung mal spezifischer Faktor. Um die Gesamtkosten für eine Stadt wie z.B. Augsburg zu ermitteln, bedarf es also der Kenntnis der Transportleistung. Hierzu wurde kein direkt zugänglichen Werte gefunden. Diese lassen sich aber abschätzen: zum Einen aus den

	Nutzung (TTW)	Energie (WTT)	Fahrzeuge	Infrastruktur	Fläche	Total
Fahrrad	0,00	0,00	0,29	0,01	0,06	0,36
Pedelec	0,00	0,09	0,44	0,01	0,04	0,58
Nahlinienbus	1,96	0,35	0,24	0,08	0,13	2,75
Straßen-/Stadt-/U-Bahn	0,00	1,31	0,15	0,40	0,17	2,03
Schiennahverkehr	0,60	0,97	0,04	0,38	0,46	2,46
Motorrad	5,16	0,31	0,61	0,07	0,08	6,22
Pkw	3,16	0,65	1,23	0,22	0,39	5,66
Fernlinienbus	0,59	0,13	0,08	0,01	0,03	0,83
Sonstiger Reisebus	0,73	0,14	0,10	0,01	0,03	1,01
Schienerfernverkehr	0,04	0,71	0,02	0,36	0,22	1,36

	Nutzung (TTW)	Energie (WTT)	Fahrzeuge	Infrastruktur	Fläche	Total
Lastenrad	0,00	2,79	8,08	0,24	1,07	12,18
Leichtes Nutzfahrzeug	48,87	8,24	10,32	1,40	4,64	73,48
Lkw 3,5–7,5 t	12,79	2,30	1,37	0,54	0,12	17,12
Lkw >7,5–12 t	8,19	1,60	0,57	0,35	0,12	10,84
Lkw >12–32 t	4,82	0,94	0,46	0,17	0,12	6,52
Last-/Sattelzug >34–40 t	1,83	0,41	0,28	0,15	0,12	2,79
Lkw mittel*	2,30	0,50	0,32	0,16	0,12	3,39
Schiengüterverkehr	0,08	0,37	0,07	0,32	0,18	1,01
Binnenschiff	1,30	0,15	0,07	0,26	0,05	1,84
Flug (national)	47,76	9,29	0,03	0,65	0,97	58,69
Flug (international)	28,50	3,22	0,04	0,65	0,03	32,44

Anmerkungen: Werte für 2017; Werte für Lastenrad und leichtes Nutzfahrzeug bei einer angenommenen Auslastung von 33 % (entspricht einer mittleren Zuladung von 67 kg beim Lastenrad und 367 kg beim leichteren Nutzfahrzeug); Umweltkosten aus Fahrzeugnutzung (TTW), Energiebereitstellung (WTT), Fahrzeugbereitstellung, Infrastrukturbeiträge, Flächenbelastung und zusätzliche Klimawirkung des Flugverkehrs (EWF); ohne Lärmkosten
*Lkw, Last- und Sattelzug mit mehr als 3,5 t zulässige Gesamtgewicht

Quelle: eigene Berechnungen

Zulassungszahlen in Augsburg [2] und bundesweite Transportleistungen je Fahrzeug zugänglich über Statista bzw. Kraftfahrt Bundesamt [3,4], zum Anderen die Daten der Untersuchung „Mobilität in Städten – SrV 2018“ der TU-Dresden [6]. Allerdings passen die Zuordnungen zu Verkehrsarten nur annähernd, SrV unterscheidet darüber hinaus Binnenverkehr und Gesamtverkehr (bis 100km) der auch aus Augsburg heraus führt. Das Ergebnis zeigt die Tabelle 1. Rechenbeispiel: Fahrrad im Gesamtverkehr bedeutet, dass im Schnitt jede*r Augsburger*in 2,1km zurücklegt. D.h. im Jahr 365 mal so viel und bei ca. 300.0000 Augsburgern entsprechend vervielfacht, insgesamt also 230Mio.km.

Augsburg, 2018	Binnenverkehr		Gesamtverkehr	
	<i>spezifisch</i>	Jährlich, gesamt	<i>spezifisch</i>	jährlich, gesamt
	<i>[km / P,d]</i>	Mio. km	<i>[km / P,d]</i>	Mio. km
zu Fuß	0,8	88	0,9	99
Fahrrad	1,6	175	2,1	230
MiV	4,5	493	15,3	1.675
ÖV	1,8	197	8,3	909

Tabelle 1: Transportleistung nach SrV2018 und daraus ergebende jährliche Gesamtleistung für ca. 300.000 Augsburgers.

Dass diese Überlegungen plausibel sind zeigt der Vergleich mit der alternativen Abschätzung aufgrund der Daten der Zulassungsstelle bzw. der bundesweit mittleren Fahrleistung: 138.000Pkw in Augsburg, multipliziert mit der bundesweit typischen Fahrleistung von 13.500km ergeben 1.863 Mio km, annähernd den Wert aufgrund der SrV von 1.675Mio km.

Diese Daten, zusammen mit den Gewichtungsfaktoren des UBA ergeben im Prinzip die Umweltkosten im Personenverkehr in Augsburg.

Umweltkosten beim Personenverkehr

Leider passen die Gliederungen der SrV und des UBA nicht zusammen. So ist ÖV beim Binnenverkehr wohl Nahlinienbus, Straßen und U-Bahn und Schienennahverkehr, im Gesamtverkehr zusätzlich Fernlinienbus und Schienenfernverkehr, deshalb in der unteren Tabelle als ÖPNV bezeichnet. Aber Auch die Unterscheidung Pedelec und Fahrrad ist bei der SrV nicht gemacht. Als Abschätzung wurden hier Mittelwerte genutzt die auch aufgelistet sind. Das bedeutet das die Zahlen zu genau sind und noch sinnvoll gerundet werden sollten. Das ändert aber nichts an der Größenordnung.

Gesamtverkehr		Nutzung (TTW)	Energie (WTT)	Fahrzeuge	Infrastruktur	Fläche	Total
Fahrrad/ Pedelec	[ct / P km]	0,00	0,05	0,37	0,01	0,05	0,47
	Mio €	0,0	0,1	0,8	0,0	0,1	1,1
ÖPNV	[ct / P km]	0,64	0,69	0,11	0,25	0,20	1,89
	Mio €	5,8	6,3	1,0	2,2	1,8	17,1
PKW	[ct / P km]	3,16	0,65	1,23	0,22	0,39	5,66
	Mio €	52,9	10,9	20,6	3,7	6,5	94,8

Tabelle 2: Umweltkosten des Verkehrs in Augsburg. Hellgrau die genutzten Faktoren nach UBA

Nur Binnenverkehr		Nutzung (TTW)	Energie (WTT)	Fahrzeuge	Infrastruktur	Fläche	Total
Fahrrad/ Pedelec	[ct / P km]	0,00	0,05	0,37	0,01	0,05	0,47
	Mio €	0,0	0,1	0,6	0,0	0,1	0,8
ÖPNV	[ct / P km]	0,85	0,88	0,14	0,29	0,25	2,41
	Mio €	1,7	1,7	0,3	0,6	0,5	4,8
PKW	[ct / P km]	3,16	0,65	1,23	0,22	0,39	5,66
	Mio €	15,6	3,2	6,1	1,1	1,9	27,9

Tabelle 3: Umweltkosten nur des Binnenverkehrs. Hellgrau die genutzten Faktoren nach UBA

Man erkennt, dass die PKW in Augsburg fast 100Mio € Umweltkosten jährlich verursachen und davon der Binnenverkehr ca. 28Mio € ausmacht. Der ÖV hat Umweltkosten die deutlich kleiner sind (weniger als 1/5) doch

nicht vernachlässigbar. Auffallend auch, dass Nutzung beim PKW nur für ca. die Hälfte der Kosten verantwortlich sind. Im Vergleich dazu, sind die Belastungen durch Fahrrad/Pedelec minimal.

Umweltkosten beim Warentransport

Hierfür ist die Datenbasis schlechter. Eine Möglichkeit ist, zunächst die mittlere Transportleistung eines LKW zu ermitteln und dann diese mit der Anzahl der in Augsburg gemeldeten LKW zu multiplizieren. Auf diese Art wurde als bundesweite mittlere Transportleistung je LKW: 147.000 tkm gefunden. Das bedeutet ein Transporter würde im Jahr 5t über 30.000km transportieren.

Da in Augsburg 10.927 LKW gemeldet waren [2] führt dies zu jährlichen Kosten in Augsburg. Um genauere Angaben zu machen, sollte nach Art der LKW unterschieden werden. Diese Zahlen liegen aber nicht vor, und so wird die Werte „LKW mittel“ des UBA genutzt.

	Spez. Kosten in ct / tkm	jährliche Kosten je LKW	jährliche Gesamtkosten
Nutzung (TTW)	2,3	3.381,00 €	36,9 Mio €
Energie (WTT)	0,5	735,00 €	8,0 Mio €
Fahrzeuge	0,32	470,40 €	5,1 Mio €
Infrastruktur	0,16	235,20 €	2,6 Mio €
Fläche	0,12	176,40 €	1,9 Mio €
Total	3,4	4.998,00 €	54,6 Mio €

Tabelle 4: Umweltkosten bei LKW-transporten

Bemerkenswert sind die die Daten des UBA bezüglich leichter Nutzfahrzeuge wie sie z.B. bei Lieferdiensten eingesetzt werden. Die Belastungen durch leichte Nutzfahrzeuge sind enorm.

Schlussbemerkung

Durch die Arbeit des UBA, in Kombination mit statistischen Daten war es möglich die Umweltkosten der verschiedene Verkehrsträger zu vergleichen. Dabei müssen aufgrund fehlender Daten an verschiedenen Stellen sinnvolle Abschätzungen getroffen werden.

Die Ergebnisse lassen aber keine Zweifel, dass um Umweltkosten im Verkehr zu senken es dringend geboten ist weniger Verkehr und sich auf effektive, die Umwelt möglichst gering belastende Verkehrsträger umzustellen. Im Nahverkehr ist hier das Fahrrad zu nennen. Beim Lieferdienst im Nahbereich ist letztlich nur das Lastenrad akzeptabel.

Weitere, insbesondere über die Stadtgrenzen hinausgehende Überlegungen liegen nahe aber sind hier nicht das Thema.

Zusätzlich zu bestehenden Stadtratsbeschlüssen verpflichten diese Ergebnisse zu einer Umorientierung in der Verkehrspolitik Augsburg und zeigt auch, dass dies wirtschaftlich schlicht notwendig ist: die ermittelten jährlichen Kosten sind ca. 167Mio€ (=94,8Mio€_{PKW}+54,6Mio€_{LKW}+17,1Mio€_{ÖV}) 1/7 des städtischen Etats!

Quellen (Abruf aus dem Internet jeweils 26.August 2021):

[1] Ökologische Bewertung von Verkehrsarten, Michel Allekotte, Fabian Bergk, Kirsten Biemann, Carolin Derogowski, Wolfram Knörr ifeu, Heidelberg - Hans-Jörg-Althaus, Daniel Sutter INFRAS, Zürich - Thomas Bergmann Öko-Institut.

TEXTE 156/2020 Ressortforschungsplan des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit ; Forschungskennzahl 3716581060 FB000202, Berlin Im Auftrag des Umweltbundesamtes <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/oekologische-bewertung-von-verkehrsarten>

[2] Die Entwicklung des Kfz-Bestands in der Stadt Augsburg, ePaper vom 7.Mai 2021, https://www.augsburg.de/fileadmin/user_upload/buergerservice_rathaus/rathaus/statistiken_und_geodaten/statistiken/kurzmitteilungen/KM_2021_04_Entwicklung_des_Kfz-Bestands_in_Augsburg.pdf

[3] Kraftfahrt Bundesamt https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk_inlaenderfahrleistung/vk_inlaenderfahrleistung_inhalt.html;jsessionid=DC3DD0F5A1988FDF5D1280D9C1F7F045.live21304?nn=2351536

[4] Statista https://de.statista.com/themen/735/lastkraftwagen-lkw/#dossierSummary__chapter3 (Stand 28.07.2020) (

[5] Umweltfreundlich mobil!Ein ökologischer Verkehrsartenvergleich für den Personen- und Güterverkehr in Deutschland, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021_fb_umweltfreundlich_mobil_bf.pdf

[6] <https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/srv/srv-2018#intro>

Anhang

Lebenswegbetrachtung, zitiert nach UBA [1]:

Auf welche Weise schadet Verkehr der Umwelt? Für die meisten beantwortet sich diese Frage im Wesentlichen mit der Menge an Schadstoffen und Treibhausgasen, die aus dem Auspuff eines Fahrzeugs kommen. Doch das ist zu kurz gegriffen. Umweltwirkungen entstehen nicht nur beim Fahrzeugbetrieb, sondern über den gesamten Lebensweg – von der Energie-, Infrastruktur- und Fahrzeugbereitstellung über die Auspuffemissionen bis zur Entsorgung von Fahrzeugen („Von der Wiege bis zur Bahre“) [...].

Dabei gilt: Pauschale Aussagen zur Bedeutung einzelner Lebenswegphasen über alle Verkehrsarten sind kaum möglich, da die Umweltauswirkungen stark von Verkehrsmittel zu Verkehrsmittel variieren. Bei einem Flugzeug, das 30 Jahre im Dienst steht, fällt die Herstellung relativ gesehen sehr wenig ins Gewicht, die ökologischen Auswirkungen werden vielmehr durch die Nutzung des Flugzeugs – vor allem dessen Kerosinverbrauch – dominiert. Anders beispielsweise bei einem Pkw, der als Zweit- oder Drittfahrzeug nur wenig gefahren wird. Auch hier spielt die Nutzungsphase eine entscheidende, wenn auch geringere, Rolle, aber zusätzlich fallen die anderen Phasen der Lebenswegbetrachtung stärker ins Gewicht.

Nutzung: Die Betriebsphase eines Verkehrsmittels wird als „Tank-to-Wheel“ (TTW) bezeichnet. Relevante Größen für diese Phase sind der (End-)Energieverbrauch des Fahrzeugs, Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen durch die Verbrennungsmotoren und Lärmemissionen durch Motoren, Wind- und Rollwiderstände. Die Nutzungsphase ist der einzige Lebenswegabschnitt, bei dem die Umweltwirkungen direkt an den Nutzen gekoppelt sind: Je höher die Verkehrsleistung, umso schädlicher sind hier die Wirkungen. Datenquelle ist vor allem das etablierte Verkehrsinventarmodell TREMOD.

Energiebereitstellung: Diese Phase beschreibt den „Well-to-Tank“-Teil (WTT) der Prozesskette. Neben der Nutzung ist die Bereitstellung der benötigten Energie, also von Kraftstoffen und Strom, für die Umweltwirkungen relevant. Dazu gehören Extraktion der Rohstoffe, Kraftwerke und Raffinerien sowie die Energieverteilung. Durch den Zuwachs der E-Mobilität wächst die Bedeutung der Stromerzeugung für die ökologischen Auswirkungen. Basis sind Datensätze des Umweltbundesamtes und anderer Fachinstitute, die auch in TREMOD verwendet werden. Unternehmensspezifisch abweichende Strom-Mixe werden hierbei nicht berücksichtigt.

Infrastrukturbereitstellung: Kein Verkehr ohne Straßen, Schienen, ausgebauten Flüsse und Flughäfen. Auch die Umweltwirkungen von Bau, Unterhalt und Entsorgung der Verkehrsinfrastrukturen sind für die verschiedenen Verkehrsarten sehr unterschiedlich. Datengrundlagen für die Ermittlung der Materialströme im Rahmen des Verkehrsartenvergleichs sind detaillierte Statistiken zu den Netzlängen und Flächen sowie deren Änderungen im Zeitverlauf.

Fahrzeugbereitstellung: Dazu gehören sowohl die Aufwendungen für die Herstellung der Fahrzeuge (Material, Herstellungsprozesse) als auch Fahrzeugwartung und Entsorgung. Entscheidend für die Bewertung dieser Phase sind verlässliche Datenbanken, die für alle benötigten Vorketten transparente, gut dokumentierte und unabhängig geprüfte Datensätze liefern.

Mit der Bilanzierung dieser vier Abschnitte geht dieser Verkehrsartenvergleich deutlich über die derzeit meist üblichen Well-to-Wheel Betrachtungen der reinen Verkehrsmittelnutzung hinaus. Sie eröffnet den Blick auf die gesamten Umweltwirkungen einer Verkehrsart über ihren Lebensweg und erlaubt eine Bewertung und Einschätzung der Bedeutung einzelner Phasen im Vergleich.