



Was ist schneller auf der letzten Meile: Lastenrad oder Auto?

Ausgangslage

Anz. Räder	Bautyp	Typisches Modell	Anz. Mod.	Anz. Fzg.
2	Lieferbike		1	8
	Long John		9	56
	Longtail		2	4
3	Trike		5	15
	Schwertransporter		1	1

Abbildung 1: Eingesetzter Fuhrpark mit fünf Lastenrad-Bautypen. Die meisten der 18 Modelle sind mit einer Tretkraftunterstützung bis 25 km/h (Pedelec-25) zulassungs- und führerscheinfrei nutzbar.

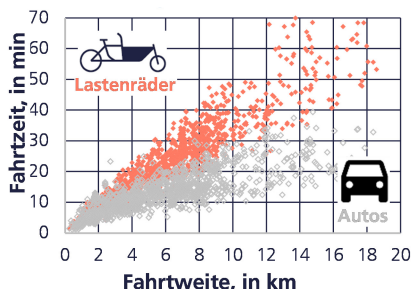


Abbildung 2: Verteilungen der Fahrtzeiten von Lastenrädern und Autos mit deutlichen Überlappungen im Bereich bis etwa drei Kilometer.

In Zeiten von Fahrverboten und Abgasmanipulationen gilt es neue Lösungen für den Verkehr zu finden, so etwa auch für den Lieferverkehr auf der letzten Meile. Dieser ist einerseits aufgrund des boomenden Onlinehandels ein Wachstumsmarkt, steht aber auch in Konflikt mit gesellschaftlichen Zielen wie Luftreinhaltung, Klimaschutz und urbane Lebensqualität. Für die Bundesregierung prüft das Institut für Verkehrsforschung im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) die Verwendung von Lastenrädern für Transporte und die Erbringung von Dienstleistungen auf der letzten Meile. Hunderte Unternehmen und öffentliche Einrichtungen beteiligen sich dafür an Europas größtem gewerblichem Lastenradtest „Ich entlaste Städte“. Sie wollen wissen: „Wie schnell sind wir im täglichen Einsatz mit einem Lastenrad im Vergleich zum Auto unterwegs?“. Das DLR-Team um Projektleiter Johannes Gruber hat dies beantwortet und kann die Faktoren benennen, welche die Fahrtzeitenunterschiede zwischen Lastenrad und Auto beeinflussen.

Daten und Methode

Für diesen Beitrag wurden die Daten von 84 Firmen, öffentlichen Einrichtungen und Organisationen aus ganz Deutschland ausgewertet, die im Rahmen des Projekts 1.421 gewerbliche Fahrten mit insgesamt 18 verschiedenen Lastenradmodellen unternommen haben (siehe Abbildung 1). Die Teilnehmer zeichneten die Fahrten dabei selbst per projekteigener App auf. Jeder Lastenradfahrt wurde anschließend mithilfe von Google Maps eine virtuelle Fahrt mit einem Pkw gegenübergestellt. Dies geschah unter Berücksichtigung von Start- und Zielort sowie der Verkehrssituation. Die teilweise überlappende Verteilung der Fahrtzeiten von Lastenrad und Auto ist in Abbildung 2 zu sehen. Unter drei Kilometer haben Lastenräder und Autos nahezu identische Fahrtzeitenbereiche, erst ab fünf Kilometer sind die Unterschiede deutlicher. Uns interessiert, wie diese Unterschiede zustande kommen, wie wir also einen systematischen Zusammenhang zwischen beobachteter Realität und messbaren Merkmalen beschreiben können. Dies ist Aufgabe der Regressionsanalyse. Die Verwendung von Standardmodellen war aufgrund der Herausforderungen des Datensatzes (Heteroskedastizität und Clustereffekte) erschwert. Am Ende eines mehrstufigen Verfahrens stand dann ein sogenanntes Random-Intercept-Modell, welches die beste Erklärungsgüte besitzt. Daher wird es im Folgenden zur Beschreibung der Fahrtzeitenunterschiede von Lastenrad und Auto vorgestellt.

Der hier vorgestellte Beitrag erhielt im Januar 2019 die Auszeichnung „Best Research Paper“, vergeben durch das Urban Freight Transportation Committee (AT025) des Transportation Research Board (TRB).

Der dazugehörige Fachartikel ist unter dem Namen „Travel Time Differences Between Cargo Cycles and Cars in Commercial Transport Operations“ in der Zeitschrift *Transportation Research Record* erschienen. Die Autoren des Papers sind Johannes Gruber vom DLR-Institut für Verkehrsforschung und Santhanakrishnan Narayanan von der TU München.

Alle Infos zum Projekt „Ich entlaste Städte“ auf www.lastenradtest.de.

Determinanten der Fahrtzeitenunterschiede

In Abbildung 3 werden diejenigen Variablen aufgeführt, die den Fahrtzeitenunterschied zwischen Lastenrad und Auto im urbanen Wirtschaftsverkehr bis 20 Kilometer Distanz maßgeblich prägen. Die Variablen lassen sich in vier Kategorien gliedern: räumliche Variablen, zeitliche Variablen, Fahrzeugvariablen und fahrtspezifische Variablen.

Der Wert der Konstante lässt sich als „eingebaute“ Überlegenheit des Autos gegenüber dem Lastenrad in Höhe von 2,3 Minuten je Fahrt interpretieren. Längere Wege sprechen ebenfalls für das Auto: Jeder Kilometer mehr Fahrtweite gibt dem Auto einen Vorteil von 1,7 Minuten. Vorteile für das Lastenrad ergeben sich insbesondere bei vorhandenen Abkürzungen für Fahrräder, etwa durch Parks oder freigegebene Einbahnstraßen, ebenso wie Fahrten im morgendlichen Berufsverkehr. Dort haben Autos einen Nachteil von 1,3 Minuten. Schnelle Motorisierungen bis 45 km/h ermöglichen weitere Zeitvorteile für das Lastenrad. Ein Einfluss von fahrtspezifischen Variablen wie Wetter, Wegezweck oder der Füllgrad der Transportkiste konnten bei dieser Auswertung nicht belastbar nachgewiesen werden.

Variable	Koeff.	Signif.
Konstante	2.318	***
Raum		
Fahrtweite Lastenrad in km	1.696	***
Höhenunterschied (ohne E-Motor) in m	0.129	***
Höhenunterschied (mit E-Motor) in m	0.020	***
Abkürzungen für Fahrräder in km	-1.665	***
log(Motorisierung in Pkw je 1000 E.)	-0.512	***
Zeit		
Fahrtbeginn zwischen 6 und 10 Uhr	-1.318	***
Fahrtbeginn zwischen 10 und 19 Uhr	-0.993	***
Fzg.		
Dreirädriges Lastenrad	2.066	***
Schnelles E-Bike (45 km/h)	-1.292	*
Standardabweichung der Konstante	1.126	
Fahrt	Insignifikant: z.B. Wetter, Wegezweck, Füllgrad der Cargobox	

Abbildung 3: Einflussfaktoren auf die Variable „Unterschied der Fahrtzeit von Lastenrad gegenüber Auto in Minuten“. Negative Koeffizienten (in orange) zeigen Fahrtzeitenvorteile für Lastenräder, positive Koeffizienten solche für Autos.

Anwendung des Modells: Autokurier-Datensatz und Stau-Szenario

Wir haben des Weiteren untersucht, wie sich die Fahrtzeitenunterschiede zwischen Lastenrad und Auto verändern, wenn andere Verkehrsbedingungen vorliegen, etwa aufgrund von Stau oder Verkehrsberuhigung. In Abbildung 4 sind die Fahrtzeitenunterschiede zwischen Lastenrad und Auto als Wahrscheinlichkeitskurve aufgetragen. Die blaue Kurve stellt als Basisverteilung die Daten aus dem untersuchten *Sample* dar. Die Hälfte der Fahrten (gestrichelte Linie bei 50 %) dauern auf dem Lastenrad höchstens sieben Minuten länger, 10 % sind bereits jetzt schneller. Diesen Daten werden nun zwei weitere Verteilungen gegenübergestellt:

Mithilfe der Modellergebnisse wurden für rund 10.000 *Autokurier-Fahrten* hypothetische Lastenrad-Fahrtzeiten berechnet. Das Ergebnis ist eine Verschiebung der S-Kurve nach rechts, also längere Fahrtzeiten bei Lastenradnutzung.

In einem *Stau-Szenario* mit schlechteren Verkehrsbedingungen für Autos ergeben sich ebenfalls neue Werte für die Fahrtzeitenunterschiede. Die Verschiebung der S-Kurve nach links zeigt hier eine für Lastenräder deutlich vorteilhaftere Situation: Bei knapp 40 Prozent der Fahrten wäre man mit einem Lastenrad schneller als mit dem Auto unterwegs.

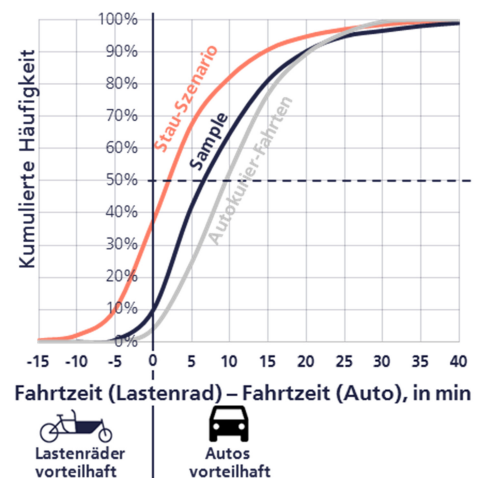


Abbildung 4: Fahrtzeitenunterschiede von Lastenrädern und Autos im *Sample*-Datensatz (blaue Kurve), im Datensatz mit *Autokurier-Fahrten* (graue Kurve), und in einem *Stau-Szenario* (orange Kurve).

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

- Das Auto ist derzeit im Schnitt noch dem Lastenrad überlegen, aber wir sehen deutliche Überlappungen im Bereich bis etwa drei Kilometer Fahrtweite. Praktiker können in diesem Bereich die besondere Wettbewerbsfähigkeit von Lastenrädern ableiten, etwa als Grundlage für Mikrodepot-Konzepte.
- Unser Regressionsmodell bietet wertvolle Hinweise für die Erklärung der unterschiedlichen Fahrtzeiten von Lastenrädern und Autos.
- 50 % der Fahrten wären bei einem Wechsel vom Auto zum Lastenrad höchstens zwei bis zehn Minuten später angekommen. Dabei wurden bei dieser Betrachtung noch keine zusätzlichen Zeiten berücksichtigt (etwa für das Suchen von Parkplätzen oder den Fußweg vom Parkplatz zum Zielpunkt), die den bestehenden Vorsprung des Autos spürbar verringern könnten.
- Bereits kleine Änderungen an den noch bestehenden Fahrtzeitenvorteilen von konventionellen Lieferfahrzeugen (mittelbar etwa durch konsequentere Ahndung von Zweite-Reihe-Parken) können also bereits zu einem substanziellen Effekt führen. Dies ist ein relevantes Ergebnis für die Verkehrspolitik.

Der Weg zu einem nachhaltigen und effizienten Verkehrssystem auf der letzten Meile ist weit. Mit seinen Forschungsergebnissen leistet das DLR-Institut für Verkehrsforschung anhand realer Erfahrungswerte von Firmen und Einrichtungen hierfür seinen Beitrag.