Literaturrecherche zur Definition und Berechnung der verschiedenen Kosten des Verkehrs (Staukosten)

Bachelor‘s Thesis von Andrea Zitzlsperger

Mentoren:
M.Eng. Barbara Metzger
Dr.-Ing. Matthias Spangler

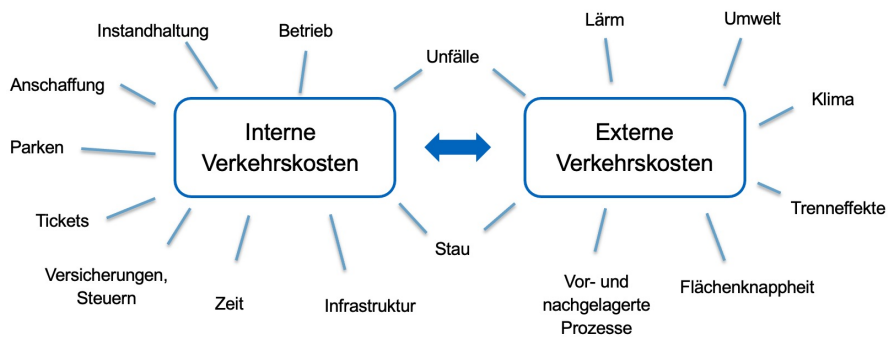

Abb. 1: Die verschiedenen Kosten des Verkehrs

Verkehr verursacht eine Reihe von Kosten. Zu diesen zählen vor allem Infrastruktur-, Umwelt-, Klima-, Energie-, Unfall-, Lärm und Staukosten. Auch Kosten aus vor- und nachgelagerten Prozessen, wie sie beispielsweise bei der Kraftstoffgewinnung oder Fahrzeugherstellung entstehen, spielen eine Rolle. Diese Kosten lassen sich in zwei Gruppen einteilen: interne Kosten und externe Kosten. Die internen Kosten beinhalten alle Kosten, die von den Verursachern (hier die Verkehrsteilnehmer) selbst getragen werden. Darunter fallen zum Beispiel die Kraftstoffkosten. Externe Kosten werden dagegen von der Allgemeinheit getragen (z.B. Lärmkosten). Abb. 1 zeigt die verschiedenen Kosten des Verkehrs.

Im Fokus dieser Arbeit liegen die Staukosten. Mittels einer Literaturrecherche und einem Vergleich verschiedener, ausgewählter Studien werden unterschiedliche Methoden zur Berechnung der Staukosten herausgearbeitet. Den Schwerpunkt bilden dabei die Staukosten im Straßenverkehr. Die Berechnung der Staukosten erfolgt in manchen Studien über die Gesamtkosten und in anderen über die Grenzkosten. Bei der Berechnung der Grenzkosten liegt das Ziel meist in der Internalisierung der Staukosten.

Gesamtkosten werden über zwei Kenngrößen berechnet. Einerseits werden dazu die gesamten Verzögerungskosten und manchmal zusätzlich dazu die staubedingten Umwelt-, Klima-, Energie- und Unfallkosten und andererseits der Wohlfahrtsverlust berechnet. Die Verzögerungskosten ergeben sich meist aus der Differenz der Reisezeit während einer Stausituation und der bei freiem Verkehrsfluss multipliziert mit dem Verkehrsvolumen und einem Zeitwert (Value of Time). Daten zu Geschwindigkeiten stammen dabei überwiegend aus Echtzeitdaten (Floating Car Data und Floating Phone Data) und sogenannten Speed-Flow-Beziehungen (siehe Abb. 2). Diese geben die Geschwindigkeit in Abhängigkeit des Verkehrsflusses an und zeigen, dass die Geschwindigkeit mit zunehmendem Verkehrsfluss abnimmt. Staubedingte Umwelt-, Klima- und Energiekosten werden über die bei Stau entstehenden Emissionen und entsprechende Kostensätze ermittelt. Die staubedingten Unfallkosten werden mithilfe von Unfallprotokollen bestimmt.

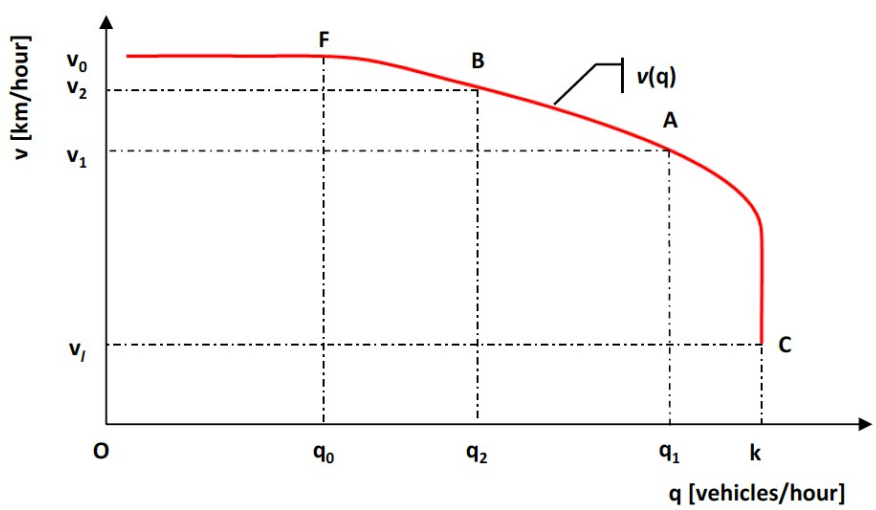

Abb. 2: Speed-Flow-Diagramm, Quelle: CE Delft (2019)

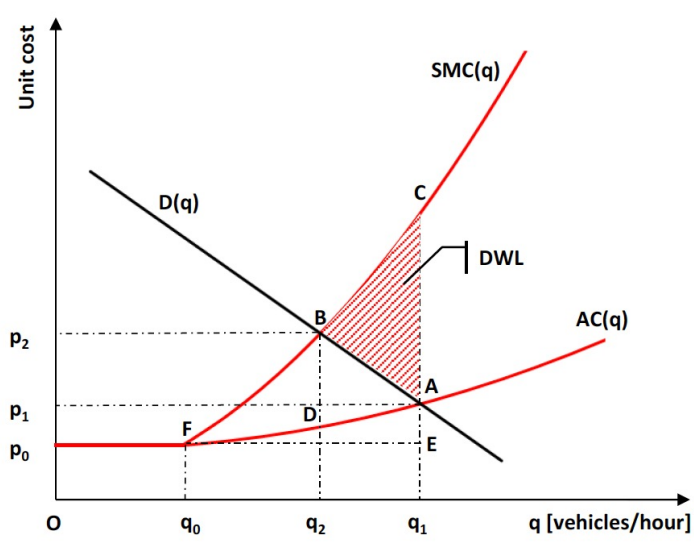

Abb. 3: Kostenkurven, Quelle: CE Delft (2019)

Der Wohlfahrtsverlust lässt sich mithilfe von Abb. 3 ermitteln. Die Abbildung zeigt die soziale Grenzkostenkurve (SMC), die private Kostenkurve (AC) und die Nachfragekurve (D) in Abhängigkeit des Verkehrsflusses q. Die private Kostenkurve beschreibt die internen Kosten und beinhaltet meist die Zeit- und Kraftstoffkosten jedes Verkehrsteilnehmers. Die soziale Kostenkurve beinhaltet zusätzlich noch die externen Kosten und ermittelt sich aus der Ableitung der privaten Kostenkurve. Der Schnittpunkt von SMC(q) und D(q) wird oft als das Optimum aus Nachfrage und Kosten bezeichnet (Punkt B). Der Wohlfahrtsverlust ergibt sich aus der Differenz der SMC und der Nachfragekurve von diesem Punkt an bis zum tatsächlichen Verkehrsfluss (rote Fläche).

Die externen Grenzkosten beschreiben die Kosten, die ein zusätzliches Fahrzeug, das eine Straße befährt, den anderen Verkehrsteilnehmern verursacht und wird aus der Differenz der SMC(q)-Kurve und der privaten Kostenkurve bestimmt. Sie dienen oft als Maß für die Einführung von Staugebühren.

Für die Berechnung der Staukosten gibt es nicht eine richtige Lösung, sondern je nach Zweck unterschiedliche Herangehensweisen. Die Ergebnisse hängen dabei stark von getroffenen Annahmen und Definitionen ab. Für die Zukunft könnte interessant sein, wie sich die Staukosten in Zusammenhang mit autonomem Fahren und Angeboten wie Carsharing entwickeln.

Quelle: CE Delft. (2019). *Handbook on the external costs of transport*. Delft: CE Delft.