

Qualitätsstufen im straßengebundenen ÖPNV

FGSV 2/2005

Forschungsstelle: Universität Kassel, Fachgebiet Verkehrssysteme und Verkehrsplanung (Prof. Dr.-Ing. U. Köhler)

Bearbeiter: Eikenberg, O.

Auftraggeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen

Abschluss: November 2007

1 Aufgabenstellung

Verkehrswege und Verkehrsanlagen, die darauf verkehrenden Fahrzeuge und die Leit- und Steuertechnik sind durch Wechselwirkungen eng miteinander verbunden. Ein Problem des straßengebundenen öffentlichen Personennahverkehrs (Straßenbahnen und Busse) besteht in der gemeinsamen Nutzung von Verkehrswegen mit dem sonstigen Kraftfahrzeugverkehr. Aber auch auf Sonderfahrstreifen für den ÖPNV können bei hoher Nutzungsfrequenz Behinderungen zwischen den ÖV-Fahrzeugen auftreten, was ebenso wie die Behinderungen durch den sonstigen Kraftfahrzeugverkehr zu Störungen des Betriebsablaufs führt.

Während auf Mischverkehrsstrecken besonders die Interaktionen von ÖV-Fahrzeugen mit dem übrigen Kraftfahrzeugverkehr auf Strecken, an Lichtsignalanlagen sowie an Haltestellen (hier spielt auch die Haltestellenform eine bedeutende Rolle) maßgebend für die Qualität des straßengebundenen ÖPNV sind, spielen auf Sonderfahrstreifen die ÖV-Takte sowie die eventuell vorhandene Mitnutzung der Sonderfahrstreifen durch andere Verkehre (z. B. Taxis, Radfahrer) eine wesentliche Rolle.

Das Forschungsvorhaben "Qualitätsstufen im straßengebundenen ÖPNV" dient der Ermittlung von notwendigen Grundlagen für eine Bewertung der Verkehrsqualität des Bus-

verkehrs im "Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen" (HBS, Fassung 2005) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV).

Das 9. Kapitel behandelt den "straßengebundenen öffentlichen Personennahverkehr". In diesem Kapitel werden Berechnungsverfahren definiert, die dem Nachweis einer bestimmten Qualität des Verkehrsablaufs von Bus- und Straßenbahnverkehr dienen sollen. Die Verfahren können bei folgenden Fahrstreifentypen angewendet werden:

- gemeinsame Fahrstreifen für den IV/ÖV (Mischverkehrsstrecken),
- Busfahrstreifen (mit und ohne Zulassung sonstiger Fahrzeuge) sowie
- Nahverkehrsstraßen.

In diesem Zusammenhang werden im HBS Berechnungsverfahren für Fahrbahnrandhaltestellen bzw. Haltestellenkaps und Busbuchten angeboten. Da allerdings z. T. nur punktuell auf die jeweiligen Verfahren eingegangen wird, besteht noch weiterer Forschungsbedarf insbesondere zum Busverkehrsablauf auf innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen (zwei- und vierstreifig) ohne Busfahrstreifen mit den Haltestellenformen Buskap bzw. Halt am Fahrbahnrand und zum Verkehrsablauf an Haltestellen auf Busfahrstreifen/Nahverkehrsstraßen mit einer oder mehreren Haltepositionen pro Richtung.

2 Untersuchungsmethodik

Aufbauend auf den in den aktuellen Richtlinien (u. a. RAS 06) und in der Fachliteratur vorliegenden Erkenntnissen zum Themenbereich des Verkehrsablaufs im straßengebundenen ÖPNV erfolgte zunächst eine empirische Ermittlung relevanter Verkehrsdaten im Stadtgebiet von Kassel. Die Daten wurden mithilfe des Video-Verkehrsanalyse-Systems VIVATraffic erhoben und verarbeitet. Ergänzt wurden die Ergebnisse durch Erkenntnisse aus weiteren Forschungsprojekten sowie Er-

hebungsdaten der Kasseler-Verkehrsgesellschaft (KVG).

Aufbauend auf der Systematik des Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen wurden in diesem Forschungsprojekt die Bemessungsgrundlagen für die Qualitätsstufenbewertung des Verkehrsablaufs auf städtischen Hauptverkehrsstraßen mit ÖPNV-Haltestellen sowie an Haltestellen von Sonderfahrstreifen überprüft und teilweise neu definiert. Es wurden ein aktuelles Qualitätsstufenkonzept für eine Bewertung erarbeitet und Qualitätskriterien für den Verkehrsablauf von Bussen definiert.

Die Qualitätskriterien für den Verkehrsablauf des straßengebundenen ÖPNV wurden mittels mikroskopischer Verkehrsflusssimulationen festgelegt. Zur Simulation des Verkehrsablaufs wurde das Simulationsmodell VISSIM verwendet, welches ein mikroskopisches und verhaltensbasiertes Modell zur Nachbildung des innerstädtischen Verkehrsgeschehens darstellt.

Mit dem Simulationsmodell wurde jeweils eine zweistreifige und eine vierstreifige innerstädtische Hauptverkehrsstrecke mit darauf verkehrenden Buslinien simuliert. Bei den Simulationen wurden die Verkehrsabläufe bei verschiedenen Verkehrsstärken, Bustakten und Haltestellenformen (Busbucht oder Fahrbahnrandhaltestelle) untersucht. Weiterhin wurde der Verkehrsablauf an Bushaltestellen auf Sonderfahrstreifen untersucht. Hierbei wurde unterschieden nach Haltestellen mit einer, zwei und drei Haltepositionen (ohne Überholmöglichkeit). Es wurden verschiedene Bustakte und Haltestellenaufenthaltszeiten simuliert. Insgesamt wurden 1 500 Simulationsläufe mit 300 verschiedenen Belastungskombinationen und Strecken durchgeführt.

Auf der Grundlage der Simulationsergebnisse wurden Konzepte zur Ableitung eines Qualitätsstufenkonzepts für den Mischverkehr und für ÖV-Sonderfahrstreifen hergeleitet. Abschließend sollte ein Textvorschlag zur Fortschreibung des HBS formuliert werden.

3 Untersuchungsergebnisse

Die Auswertungen der Mischverkehrsstrecken (zweistreifige und vierstreifige Hauptverkehrsstraßen innerorts) umfassten die Kenngrößen Verkehrsstärke, Verkehrsdichte, Reisezeiten und Geschwindigkeiten sowie Staulängen von ÖV- und IV-Fahrzeugen. Aussagekräftig war bei den Mischverkehrsstrecken besonders die Auswertung der Reisezeiten, aus denen sich durchschnittliche Reisegeschwindigkeiten der IV- und ÖV-Fahrzeuge ableiten ließen.

Um eine Bewertung des Verkehrsablaufs im MIV und ÖPNV auf Mischverkehrsstrecken zu ermöglichen, wurde als Qualitätskriterium die mittlere Reisegeschwindigkeit auf dem Hauptverkehrsstraßenzug gewählt. Die Grenzen der Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs wurden getrennt für den MIV und den ÖPNV festgelegt, da im MIV Reisegeschwindigkeiten und im ÖPNV Beförderungsgeschwindigkeiten (die Haltezeiten beinhalten) betrachtet werden.

Die Grenzen der einzelnen sechs Qualitätsstufen für den MIV wurden nach verkehrstechnischen Gesichtspunkten in Anlehnung an bisherige Untersuchungen definiert, die Grenzwerte für den ÖPNV entsprechen den Grenzwerten, welche auch im HBS verwendet werden (Ausnahme: Die Grenze der Qualitätsstufe A wurde von 24 auf 23 km/h gesenkt).

Aus den jeweiligen mittleren Reisezeiten des MIV und des ÖPNV wurden dann in Kombination mit den definierten Grenzen für die Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs Diagramme entwickelt, aus denen die Verkehrsqualität des MIV und des ÖPNV auf zwei- und vierstreifigen Hauptverkehrsstraßen mit ÖPNV-Haltestellen als Kap oder Bucht abgelesen werden kann. Beispielhaft sind die Diagramme für die zweistreifigen Hauptverkehrsstraßen (Bild 1 und Bild 2) hier dargestellt.

Die Ergebnisse der zweistreifigen Hauptverkehrsstraßen zeigen, dass der Verkehrsablauf für den MIV (siehe Bild 1) bei der Anlage von Busbuchten günstiger ausfällt als bei der Anlage von Haltestellenkaps. Besonders bei einem dichten ÖPNV-Takt (z. B. 2-Minuten-Takt) können Haltestellenkaps nicht mehr empfohlen werden, da der Verkehr schon bei Verkehrsstärken ab etwa 1 200 Kfz pro Stunde und Richtung erheblich gestört werden kann. Bei den Auswertungen der vierstreifigen Hauptverkehrsstraßen konnten zwischen den Haltestellenarten keine wesentlichen Unterschiede im Verkehrsablauf des MIV ausgemacht werden. Lediglich bei einem sehr dichten ÖPNV-Takt ist die Anlage von Haltestellenbuchten günstiger.

Der Verkehrsablauf des ÖPNV auf städtischen Hauptverkehrsstraßen erreicht bei den zweistreifigen und vierstreifigen Strecken nur bei sehr geringen ÖV-Takten und Verkehrsstärken die Qualitätsstufe A. Dies kann dadurch erklärt werden, dass eine Verkehrsqualität A für den ÖPNV nur dann auftritt, wenn keine Interaktionen mit anderen Fahrzeugen erfolgen. Im Mischverkehr sind bei geringen Verkehrsstärken Vorteile der Haltestellenkaps bei der Reisezeit auszumachen, was mit der Zeit zum Wiedereinordnen der Busse aus den Haltestellenbuchten zu erklären ist. Bei höheren Verkehrsstärken kommen diese Vorteile der Haltestellenkaps nicht mehr zum Tragen, da die Nachteile für den gesamten Verkehrsablauf überwiegen. Generell sollte im ÖPNV eine Verkehrsqualität der Stufe C angestrebt werden. Das ist bei zweistreifigen Hauptverkehrsstraßen (siehe Bild 2) bis etwa 1 000 Kfz pro Stunde und Richtung und bei vierstreifigen Hauptverkehrsstraßen bis etwa 2 000 Kfz pro Stunde und Richtung zu erreichen.

Die Bewertung der Qualität des Verkehrsablaufs an Haltestellen geschieht mithilfe der mittleren Wartezeit eines ÖV-Fahrzeugs vor der Haltestelle (wenn die Haltestelle selbst noch belegt ist und ein folgendes Fahrzeug vor der Haltestelle warten muss). Derartige Wartezeiten können entstehen, wenn die Anzahl der ankommenden Fahrzeuge die Anzahl der freien Haltepositionen an der Haltestelle übersteigt oder wenn freie Haltepositionen nicht angefahren werden können und damit Warteschlangen vor der Haltestelle entstehen.

Die Grenzen der einzelnen sechs Qualitätsstufen für die mittlere Wartezeit wurden ausgehend von der Grenze der Stufe F (Verkehrszusammenbruch) sinnvoll festgelegt und sind eine Weiterentwicklung der Grenzen der Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Störungen vor Haltestellen aus dem HBS.

Aus den Simulationsergebnissen wurden in Kombination mit den Grenzen der Qualitätsstufen Diagramme entwickelt, aus denen die Qualität des Verkehrsablaufs an Haltestellen mit einer, zwei und drei Haltepositionen pro Richtung abgelesen werden kann. Beispielhaft ist nachfolgend das Diagramm für Haltestellen mit einer Halteposition dargestellt.

Die Ergebnisse der Qualitätsstufen an Haltestellen mit einer Halteposition zeigen einen gleichmäßigen Verlauf der verschiedenen Kurven in Abhängigkeit der ÖV-Stärke und der mittleren Haltestellenaufenthaltszeit. Die Größenordnungen der einzelnen Qualitätsabgrenzungen entsprechen in etwa den bisherigen Qualitätsstufen für Haltestellen mit einer Halteposition im HBS. Für die Haltestellen mit zwei oder drei Haltepositionen fallen die Qualitätsstufendiagramme jedoch wesentlich günstiger aus. So werden dort erst bei sehr großen ÖV-Verkehrsstärken in Kombination mit langen mittleren Haltestellenaufenthaltszeiten die Qualitätsstufen D und schlechter erreicht.

4 Folgerungen für die Praxis

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Zielsetzung der Herleitung von differenzierten Bewertungsmöglichkeiten des Verkehrsablaufs an Haltestellen des ÖPNV und auf städtischen Hauptverkehrsstraßen mit ÖPNV-Haltestellen erreicht werden konnte. Das Qualitätsstufenkonzept der städtischen Hauptverkehrsstraßen wurde verfeinert und jeweils für den MIV und den ÖPNV erarbeitet, während für die Qualität an Haltestellen ein neues Qualitätskriterium entwickelt wurde, welches den Verkehrsablauf noch besser beschreiben kann als das schon im HBS enthaltene Qualitätskriterium.

Mithilfe der Ergebnisse dieses Forschungsprojekts wurde ein Textvorschlag für die Fortschreibung des Kapitels 9 des HBS formuliert.

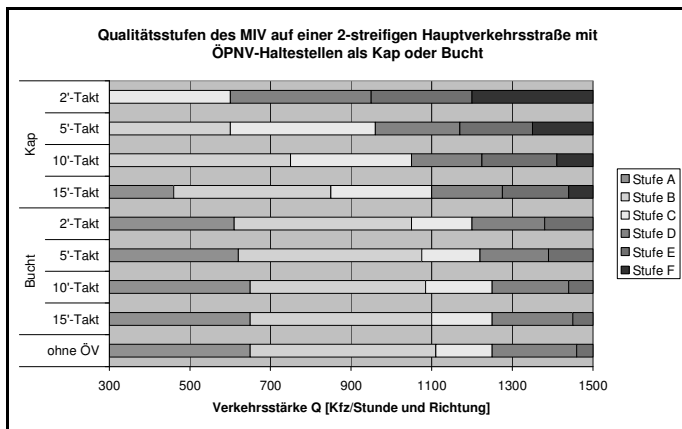


Bild 1: Qualitätsstufen des MIV-Verkehrsablaufs auf zwei-streifigen Hauptverkehrsstraßen mit ÖPNV-Haltestellen als Kap oder Bucht in Abhängigkeit der Verkehrsstärke und des ÖPNV-Taktes

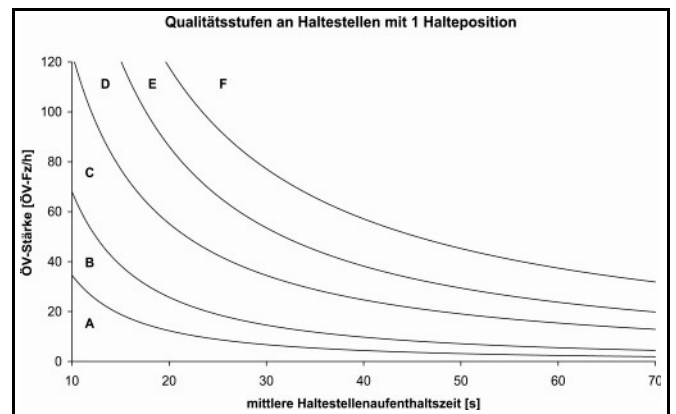


Bild 3: Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs an Haltestellen mit einer Halteposition in Abhängigkeit der ÖV-Stärke und der mittleren Haltestellenaufenthaltszeit

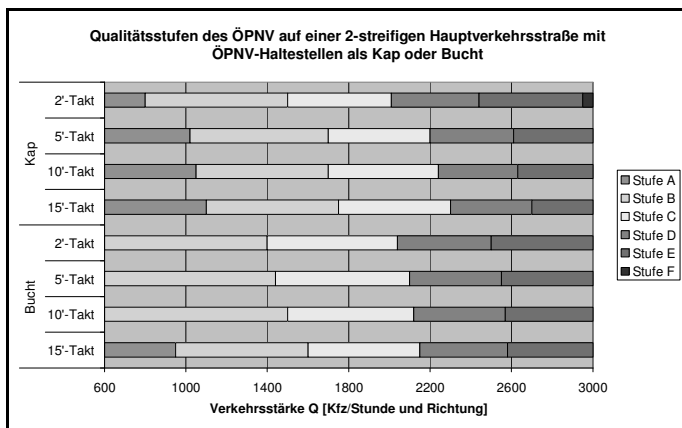


Bild 2: Qualitätsstufen des ÖPNV-Verkehrsablaufs auf zwei-streifigen Hauptverkehrsstraßen mit ÖPNV-Haltestellen als Kap oder Bucht in Abhängigkeit der Verkehrsstärke und des ÖPNV-Taktes