

Lange Verteilerfahrbahnen an Autobahnen mit dichter Knotenpunktfolge

FA 2.258
 Forschungsstelle: Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Verkehrswesen (Prof. Dr.-Ing. W. Brilon)
 Bearbeiter: Lohoff, J.
 Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn
 Abschluss: November 2010

1 Aufgabenstellung

Um auf Autobahnen den durchgehenden Fernverkehr vom regionalen Verkehr zu trennen, werden oftmals Verteilerfahrbahnen anstelle überbreiter durchgehender Fahrbahnen angelegt. Während diese Verkehrsführung in den Ballungsgebieten im Ausland erfolgreich Verwendung findet, sind in Deutschland bisher nur wenige lange Verteilerfahrbahnen realisiert worden.

Die Schwerpunkte der Untersuchung liegen in den folgenden Bereichen:

- Literaturanalyse und Expertengespräche im In- und Ausland,
- Empirische Untersuchung des Verkehrsablaufs auf bestehenden langen Verteilerfahrbahnen mit dichten Knotenpunktfolgen,
- Untersuchung des Verkehrsablaufs an verschiedenen realitätsnahen Beispielen mithilfe der mikroskopischen Simulation,
- Ganzjahresbetrachtung von verschiedenen realitätsnahen Beispielen mithilfe der makroskopischen Simulation.

Ziel der Untersuchung ist es, Einsatzkriterien für lange Verteilerfahrbahnen zu erarbeiten.

2 Untersuchungsmethodik

Zunächst wurden bestehende lange Verteilerfahrbahnen im In- und Ausland erfasst und hinsichtlich ihrer Besonderheiten in der Gestaltung oder dem Verkehrsablauf untersucht. In einer Literaturrecherche wurden die Kenntnisse zu langen Verteilerfahrbahnen zusammengetragen.

Aufbauend auf den bisherigen Erkenntnissen wurden in Expertengesprächen die Erfahrungen mit langen Verteilerfahrbahnen diskutiert. Die Expertengespräche wurden mit den Straßenbauverwaltungen Straßen.NRW, der Autobahndirektion Nordbayern und der Rijkswaterstaat in Delft (Niederlande) durchgeführt. Des Weiteren steuerte Herr Prof. Mauro (University of Trento, Italien) Informationen über die maubedingte Trennung von Fern- und Ortsverkehr in Italien bei.

In einem nächsten Schritt wurde in einer empirischen Untersuchung der Verkehrsablauf auf Verteilerfahrbahnen und auf Autobahnabschnitten in dichter Knotenpunktfolge untersucht. Aus den Daten von geeigneten automatischen Zählgeräten wurde neben den Verkehrsstärken auf Haupt- und Verteilerfahrbahn ebenfalls die Fahrstreifenaufteilung im Bereich der Verteilerfahrbahn ermittelt. Die Ermittlung der Kapazität erfolgte mithilfe der stochastischen und der deterministischen Kapazitätsanalyse.

Mit den Ergebnissen der empirischen Untersuchung wurde das mikroskopische Simulationsprogramm BABSIM für die Simulation von Verteilerfahrbahnen kalibriert. In den anschließenden Simulationen wurde jeweils unter gleichen Randbedingungen eine gemeinsame Verkehrsführung von Fern- und Ortsverkehr

der getrennten Führung (Haupt- und Verteilerfahrbahn) gegenübergestellt und verglichen. Insgesamt wurden vier unterschiedliche Netze, die sich alle an realen Autobahnabschnitten orientieren, entworfen.

Tabelle 1: Eigenschaften der simulierten Netze (AS = Anschlussstelle ins untergeordnete Netz; AK = Autobahnkreuz)

Netz	Länge Verteilerfahrbahn [km]	Typ	Anzahl Einfahrten	Anzahl Ausfahrten
Autobahnkreuz	4,7	AK	4	4
Ballungsgebiet 1	5,1	AS	4	4
Ballungsgebiet 2	7,5	AS	6	9
Kombination AS + AK	12,9	AS, AK	10	8

Diese Netze unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Länge, der Anzahl an angeschlossenen Anschlussstellen und der Lage innerhalb oder außerhalb von Ballungsräumen. Um möglichst umfassende Aussagen über den Verkehrsablauf auf Verteilerfahrbahnen zu erhalten, wurden nach einem zuvor festgelegten Untersuchungsplan in jedem der vier Netze Verkehrsstärken, Schwerververkehrsanteil oder Wechselmöglichkeiten variiert.

Nachdem in der mikroskopischen Simulation Erkenntnisse über den Verkehrsablauf und die Dimensionierung von Verteilerfahrbahnen ermittelt werden konnten, erfolgt im Anschluss eine makroskopische Simulation mit dem Programm KAPASIM II. In der makroskopischen Simulation werden die gleichen Netze wie in der mikroskopischen Simulation untersucht und einer Ganzjahresanalyse unterzogen. Aus der Analyse wurden Informationen über den volkswirtschaftlichen Nutzen gewonnen und eine Formel entwickelt, mit der der aus dem zeitlichen Gewinn resultierende wirtschaftliche Nutzen ermittelt werden kann.

Die im Rahmen einer Nutzen-Kosten-Analyse zu berücksichtigenden Investitionskosten, die Auswirkungen auf die Umwelt sowie ein möglicher volkswirtschaftlicher Nutzen aus Gründen der Verkehrssicherheit waren kein Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

3 Untersuchungsergebnisse

3.1 Expertengespräche

Die Expertengespräche haben neben den offensichtlichen Vor- und Nachteilen der Verteilerfahrbahn, wie zum Beispiel dem erhöhten Platzbedarf oder dem fehlenden Kapazitätsausgleich, auch weitere nicht so offensichtliche Gesichtspunkte aufgezeigt. So sind zum Beispiel zusätzliche Öffnungsmöglichkeiten in der Schutzeinrichtung nötig, um die Erreichbarkeit der Hauptfahrbahn für Rettungsfahrzeuge sicherzustellen. Auch stellt sich die Frage nach einer Aufteilung der Autobahn auf unterschiedliche Baulastträger, weil die Hauptfahrbahn dem Fernverkehr dient und die Verteilerfahrbahn vom örtlichen Verkehr genutzt wird. Des Weiteren sind in der Vergangenheit Probleme in der RWBA-konformen Wegweisung von Verteilerfahrbahnen aufgetreten. Die Gespräche zeigten jedoch auch Situationen auf, in denen eine lange Verteilerfahrbahn in der Praxis als insgesamt vorteilhaft angesehen wird.

3.2 Empirische Analyse

In der empirischen Analyse konnte auf der Hauptfahrbahn im Bereich von Anschlussstellen eine ausgeglichene Fahrstreifen-aufteilung beobachtet werden. Über die Fahrstreifen-aufteilung auf einer Verteilerfahrbahn konnten keine empirischen Erkenntnisse gewonnen werden, da in Deutschland kein langer zweistreifiger Bereich auf einer Verteilerfahrbahn gefunden werden konnte.

Die im HBS (2001) angegebene Kapazität einer einstreifigen Verteilerfahrbahn von 1800 Kfz/h bzw. die derzeit diskutierte Kapazität von 2000 Pkw-E/h für die Fortschreibung des HBS wurde nur an wenigen der untersuchten einstreifigen Querschnitte erreicht. Dies begründet sich dadurch, dass eine Verteilerfahrbahn funktionsbedingt dem Einfluss von Ein- und Ausfahrten, sowie Fahrstreifen-subtraktionen und -additionen ausgesetzt ist. Für die unbeeinflusste Verteilerfahrbahn kann der vorgesehene Wert von 2000 Pkw-E/h bestätigt werden. Zu beachten ist jedoch, dass jeder kritische Querschnitt einer Verteilerfahrbahn einzeln auf seine Leistungsfähigkeit überprüft werden muss.

3.3 Mikroskopische Simulation

In der mikroskopischen Simulation wurden verschiedene reale sowie fiktive Autobahnabschnitte jeweils mit und ohne Verteilerfahrbahn simuliert und miteinander verglichen. Die wesentlichen Ergebnisse sind im folgenden Abschnitt dargestellt.

3.3.1 Verkehrsstärken

Auf der breiten gemeinsamen Fahrbahn können im Einflussbereich von Anschlussstellen die hohen Verkehrsstärken einer vierstreifigen Richtungsfahrbahn außerhalb des Einflusses von Anschlussstellen nicht erreicht werden. Die Fahrstreifenwechsel und die geringeren Geschwindigkeiten verhindern ein Aufteilen der schnellen Fahrzeuge auf die linken Fahrstreifen und der langsamen Fahrzeuge auf die rechten Fahrstreifen.

Bei der getrennten Fahrbahn hingegen kann auf der unbeeinflussten Hauptfahrbahn eine sehr hohe Kapazität beobachtet werden. Diese liegt im Bereich von Anschlussstellen oberhalb der Kapazität des 3. und 4. Fahrstreifens einer vierstreifigen Richtungsfahrbahn. Die höchste Gesamt-Verkehrsstärke kann auf einer jeweils voll ausgelasteten Haupt- und Verteilerfahrbahn bei einer getrennten Verkehrsführung festgestellt werden.

Des Weiteren konnte in den Simulationen beobachtet werden, dass ein gestauter Verkehrszustand auf der Verteilerfahrbahn schneller wieder in den synchronen Verkehrszustand übergeht als auf der gemeinsamen Fahrbahn.

3.3.2 Geschwindigkeit

Ein Vergleich der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten von 80 km/h und 100 km/h auf der Verteilerfahrbahn zeigte, dass aufgrund der höheren Geschwindigkeit keine Nachteile hinsichtlich des Verkehrsablaufs zu beobachten waren. Mögliche Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit waren kein Untersuchungsgegenstand.

3.3.3 Fahrstreifenwechsel

Bei der Trennung der Verkehrsströme geht die Anzahl der Fahrstreifenwechsel des durchfahrenden Verkehrs um bis zu 60 % zurück.

3.3.4 Wechselmöglichkeiten

Aus Gründen des Kapazitätsausgleichs kann an einer langen Verteilerfahrbahn eine Wechselmöglichkeit zwischen Haupt- und Verteilerfahrbahn erforderlich werden. In der Simulation wurden verschiedene Wechselmöglichkeiten hinsichtlich ihrer Eignung untersucht und bewertet.

3.3.5 Schwerverkehr

Bei der getrennten Verkehrsführung verteilt sich der Schwerverkehr auf die beiden rechten Fahrstreifen der Haupt- und der Verteilerfahrbahn. Im Anschlussstellenbereich werden aufgrund dieser geringeren Lkw-Anzahl auf dem rechten Fahrstreifen die Ein- und Ausfädelungsprozesse erleichtert. Auf der zweistreifigen Hauptfahrbahn wird aus Sicherheitsüberlegungen ein Lkw-Überholverbot empfohlen.

3.3.6 Fahrstreifen-aufteilung

Im Bereich der Fahrstreifen-aufteilung auf Haupt- und Verteilerfahrbahn konnten aufgrund der erhöhten Anzahl an Fahrstreifenwechseln vermehrt Beeinträchtigungen beobachtet werden. Aufgrund des Capacity Drops wirken sich diese kapazitätsmindernd auf den Fernverkehr aus. Die Simulationen zeigen, dass in diesem Bereich mithilfe von frühzeitiger Wegweisung, einer geeigneten Markierung oder einem zusätzlichen Fahrstreifen die Kapazität gesteigert werden kann.

3.4 Makroskopische Simulation

Die makroskopische Simulation zeigt eine starke Abhängigkeit der Reisezeiten von der jeweiligen zulässigen Höchstgeschwindigkeit in der Verkehrsführung. Die Aufteilung des Gesamtverkehrs auf Haupt- und Verteilerfahrbahn hat hingegen nur einen geringen Einfluss auf die Gesamtreisezeit.

- Im Fall einer im Vergleich zur Verteilerfahrbahn höheren zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf der gemeinsamen Fahrbahn bietet diese für den Quell- und Zielverkehr Reisezeitvorteile.
- Der Fernverkehr auf der getrennten Hauptfahrbahn erzielt bei überwiegend Ortsverkehr trotz einer im Vergleich zur gemeinsamen Fahrbahn geringeren zulässigen Höchstgeschwindigkeit bessere Reisezeiten. Dieser Effekt wird durch eine niedrige zulässige Höchstgeschwindigkeit auf der gemeinsamen Fahrbahn noch weiter verstärkt.

Zusammengefasst wird beobachtet, dass eine getrennte Fahrbahn für den Ortsverkehr nur selten Reisezeitvorteile liefert. Für den Fernverkehr können sich jedoch bei ähnlichen zulässigen Geschwindigkeiten Reisezeitvorteile ergeben.

4 Folgerungen für die Praxis

4.1 Verkehrsstärken

- Bei einer einseitigen Ausrichtung des Verkehrs, d. h., entweder bei überwiegendem Durchgangsverkehr oder bei überwiegendem ortsbezogenem Verkehr, ist eine breite gemeinsame Fahrbahn sinnvoller. In diesem Fall kommt der Kapazitätsausgleich der gemeinsamen Fahrbahn zur Geltung. Für die gemeinsame vierstreifige Richtungsfahrbahn wird aus Sicherheitsgründen eine Streckenbeeinflussungsanlage oder eine statische Geschwindigkeitsbeschränkung für erforderlich erachtet.
- Bei relativ ausgeglichenen Verhältnissen zwischen Durchgangs- und ortsbezogenem Verkehr liefert die getrennte Haupt- und Verteilerfahrbahn in Abhängigkeit von den jeweils zulässigen Höchstgeschwindigkeiten Vorteile aufgrund der daraus resultierenden höheren Fahrtgeschwindigkeiten. Des Weiteren stellt sich ein harmonischerer Verkehrsablauf ein.

Eine wichtige Voraussetzung für den Bau einer langen Verteilerfahrbahn sind zuverlässige Prognosen über die Verkehrsbelastungen der nächsten Jahrzehnte. Aufgrund des fehlenden Kapazitätsausgleichs zwischen Fern- und Ortsverkehr ist eine geteilte Fahrbahn ungeeignet für große Änderungen in der Verkehrs-

belastung. Im Kapitel 3.3 des Schlussberichts werden verschiedene nachträgliche Umbaumöglichkeiten von langen Verteilerfahrbahnen vorgestellt.

4.2 Folgerungen für den Straßenentwurf

- Um Verkehrsbeeinträchtigungen im Bereich der Fahrstreifenaufteilung auf Haupt- und Verteilerfahrbahn zu vermeiden, wird eine ausreichend lange Vorlaufstrecke und eine geeignete Markierung empfohlen.
- Das Risiko von Überlastungen der Verteilerfahrbahnen bei zukünftigen Entwicklungen kann reduziert werden, indem besonders stark belastete Ströme getrennt von der Verteilerfahrbahn direkt auf die Hauptfahrbahn geführt werden.
- Aus Gründen des Kapazitätsausgleichs kann an einer langen Verteilerfahrbahn eine Wechselmöglichkeit zwischen Haupt- und Verteilerfahrbahn erforderlich werden.
- Für eine geeignete Wegweisung von langen Verteilerfahrbahnen werden im Kapitel 2.7 des Schlussberichts Vorschläge unterbreitet.

4.3 Steigerung von Komfort und Sicherheit

- Auf der Hauptfahrbahn kann der durchfahrende Verkehr komfortabel und zügig die Anschlussstellen passieren, ohne durch den ein- und ausfahrenden Verkehr be-

einträchtig zu werden. Spontane Ausweichmanöver oder Fahrstreifenwechsel an den Anschlussstellen sind nicht nötig, sodass weniger Aufmerksamkeit vom Verkehrsteilnehmer gefordert wird. Dieser Komfortgewinn zeigt sich auch in der im Vergleich zur gemeinsamen Fahrbahn um 60 % zurückgegangenen Anzahl an Fahrstreifenwechseln. Es ist zu erwarten, dass dadurch letztlich auch die Verkehrssicherheit verbessert wird.

- Auf der Verteilerfahrbahn ist ebenfalls ein Komfortgewinn zu verzeichnen. Aufgrund der geringeren Anzahl an Fahrzeugen des Schwerverkehrs auf dem rechten Fahrstreifen werden die Verflechtungsvorgänge im Bereich der Anschlussstellen erleichtert.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass bei relativ ausgeglichenen Verhältnissen zwischen Durchgangs- und ortsbezogenem Verkehr die getrennte Haupt- und Verteilerfahrbahn eingesetzt werden kann. Als maßgeblich hat sich die Anordnung von zulässigen Höchstgeschwindigkeiten auf die Fahrzeiten gezeigt, deren mögliche Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit im Rahmen dieser Untersuchung jedoch nicht berücksichtigt wurden. Weitere Vorteile gegenüber der gemeinsamen Fahrbahn ergeben sich durch die Trennung der Verkehrsströme jedoch auch aufgrund der höheren Kapazität, weniger Fahrstreifenwechseln und einem nicht näher quantifizierbaren Komfort- und Sicherheitsgewinn.