

Zukunft des ÖPNV im ländlichen Raum – Planung und Betrieb vor dem Hintergrund der demografischen, siedlungsstrukturellen und fiskalischen Entwicklung

FA 70.770

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

Bearbeiter: Köhler, U. / Bertocchi, T. / Appel, L.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: August 2007

1 Aufgabenstellung

Der öffentliche Personennahverkehr im ländlichen Raum muss aufgrund der demografischen und siedlungsstrukturellen Entwicklung (in den einzelnen Teilräumen Deutschlands unterschiedliche Abnahmen der Bevölkerung, Veränderungen der Altersstruktur und dadurch Rückgang des Schülerverkehrs), aber auch wegen der Kürzung von Finanzmitteln (z. B. Ausgleichsleistungen für den Ausbildungsverkehr, Regionalisierungsmittel) auf eine neue Grundlage gestellt werden, die diese sich verändernden Rahmenbedingungen aufgreift, damit der ÖPNV auch in Zukunft noch einen Beitrag zur Gewährleistung der Mobilität in ländlichen Räumen leisten kann. Aus der heutigen Sicht scheint es unumgänglich, den ÖPNV so umzustrukturieren, dass er sich einer sinkenden Verkehrsnachfrage flexibel anpassen kann.

Neben den demografischen und siedlungsstrukturellen Entwicklungen werden in dem Forschungsprojekt die Grundlagen der Nahverkehrsplanung, die unter anderem Aussagen zu Nahverkehrsplänen und Wettbewerb im ÖPNV und die Eigenschaftsprofile unterschiedlicher ÖPNV-Bediensformen des ländlichen Raums (Regionalbahn, Linienbus, Anruf-Sammel-Taxi (AST) etc.) beinhalten, behandelt sowie ÖPNV-Konzepte zur Bedienung ländlicher Räume, die unter Zugrundelegung von Attraktivität und Kosteneinsparungen zukunftsfähig sind, näher beleuchtet.

Die eigentliche Zielsetzung der Arbeit besteht darin, Bediensformen des Linienbetriebes, nachfragegesteuerte Bediensformen und Kombinationen beider Formen so gegeneinander abzugrenzen, dass Einsatzbedingungen für diese ÖPNV-Bediensformen unter Einbeziehung von Leistungs- und Bedienstungsstandards definiert werden können. Dabei sollen die ÖPNV-Systeme in der Lage sein, auch unter den sich verändernden Rahmenbedingungen in den betroffenen Räumen neue Nutzergruppen zu aktivieren. Einen hohen Stellenwert nehmen dabei solche Systeme ein, die flexibel auf Änderungen der Rahmenbedingungen reagieren können und deren technischer Aufwand zur Kommunikation bzw. deren Handhabbarkeit für die zukünftigen Hauptzielgruppen akzeptabel ist.

2 Untersuchungsmethodik und -ergebnisse

Mithilfe eines Simulationsmodells, in das neben der Verkehrsnachfrage als weitere Variablen die Verteilung der Nachfrage über die einzelnen Haltestellen, die Platzkapazität der Fahrzeuge, die Struktur des Bedienssektors (Größe des Sektors und Haltestellendichte), der Umfang des Fahrtenangebots (Takt) und die spezifischen Betriebskosten eingehen, wird zunächst für einen Sektor als Prototyp einer dispersen Siedlungsstruktur, dessen Größe durch die beiden

Parameter "Anzahl der Haltestellen" und "mittlerer Haltestellenabstand" beschrieben wird, eine Abgrenzung zwischen den verschiedenen Bediensformen und Fahrzeugkapazitäten vorgenommen, um daraus Empfehlungen für deren sinnvollen Einsatz in einem Sektor ableiten zu können. Die Berechnung der gesuchten Aufwands- und Komfortgrößen erfolgt mithilfe eines dreistufigen Berechnungsansatzes, in dessen erster Stufe die optimalen Knotenkombinationen auf der Grundlage eines Travelling-Salesman-(TSP-)Algorithmus (Dynamische Optimierung) berechnet werden. Die Anwendung eines TSP-Algorithmus birgt zwar den Nachteil relativ hoher Rechenzeiten bei einer größeren Anzahl bedarfsabhängig bedienter Haltestellen, es war jedoch das Ziel, den folgenden Berechnungen die optimale Route und nicht nur eine Näherung zugrunde zu legen. In der zweiten Stufe werden die Anfahrwahrscheinlichkeiten A_i der einzelnen Bedarfshaltestellen sowie die Auftretenswahrscheinlichkeiten $P(K)$ der für jede der in der ersten Stufe ermittelten 2^n Knotenkombinationen berechnet, bevor in der dritten Stufe der Berechnung der nachfragebezogenen (Fahrtdürschschnitte, maximale Fahrzeugbelastung), komfortbezogenen (Reisedauer und -weite), technischen (Fahrzeit, Beförderungsleistung, erforderliche Fahrzeuge) und monetären (Erlöse, Kosten, Kostendeckungsgrad) Kenngrößen auf der Grundlage der Parameter des eingesetzten Verkehrsmittels (Art, Platzkapazität, Beförderungsgeschwindigkeit Erlös- und Kostensituation) errechnet werden.

Für die Sektoren wird eine bedarfsabhängige Anruf-Sammel-Taxi-Bediensform zugrunde gelegt (eine feste Verknüpfungshaltestelle mit dem Linienverkehr, ansonsten Bedarfshaltestellen bzw. Zu-Tür-Bediensform), wobei folgende Fahrzeugtypen betrachtet werden:

- Pkw mit 4 Fahrgastsitzplätzen,
- Kleinbus (Van) mit 8 Fahrgastsitzplätzen,
- Minibus mit 16 Fahrgastsitzplätzen und
- Standardlinienbus mit 44 Fahrgastsitzplätzen, der im reinen Linienbetrieb verkehrt.

Aus den Simulationsläufen kann abgeleitet werden, dass bedarfsgesteuerte Fahrzeuge im Sektor in den meisten Fällen kostengünstiger eingesetzt werden können als herkömmliche Linienverkehre, da diese im Wesentlichen nur dann Kosten verursachen, wenn auch tatsächliche Verkehrsnachfrage besteht. Bedarfsgesteuerte Pkw (als das Fahrzeug mit der geringsten Platzkapazität) können je nach zugrunde gelegtem Takt (30-min-Takt: 12 Fg/h, 60-min-Takt: 5,5 Fg/h, 120-min-Takt: 2,4 Fg/h) mit nur einem Fahrzeug innerhalb eines Sektors (Anzahl der Haltestellen und mittlerer Haltestellenabstand werden variiert) und einer vorgegebenen Anmeldezeit (30 und 60 Minuten) auf einer Rundfahrt am kostengünstigsten eingesetzt werden. Übersteigt die Nachfrage im Sektor die pro Takt ermittelten Grenzwerte der Nachfrage für einen Pkw, so muss aus betriebswirtschaftlichen Gründen ein größeres Fahrzeug im Sektor eingesetzt werden, um ein zweites oder drittes kleineres Fahrzeug zu vermeiden. Hierfür bieten sich z. B. der Kleinbus (8 Sitzplätze) (30-min-Takt: 26 Fg/h, 60-min-Takt: 12 Fg/h, 120-min-Takt: 5,5 Fg/h) oder der Minibus (16

Sitzplätze) (30-min-Takt: 54,9 Fg/h, 60-min-Takt: 26 Fg/h, 120-min-Takt: 12 Fg/h) an. Treten innerhalb des Sektors noch größere Verkehrsnachfragen auf, so ist ein Standardlinienbus einzusetzen, der den Sektor dann aber in das übergeordnete Liniennetz einbezieht.

Werden Sektoren mit einer Bedarfsbedienung an weiterführende Linienverkehre angehängt, entstehen kombinierte Bedienungsformen, bei denen Linienverkehre und Bedarfsverkehre so miteinander verknüpft werden, dass die (nachfragestärkeren) Hauptrelationen durch Regionalbahnen oder attraktive (d. h. schnelle) Busverkehre und die (nachfrage-schwachen) Sektoren durch Bedarfsverkehre (z. B. Anruf-Sammel-Taxi) abgedeckt werden.

Neben Sektoren werden auch Korridore – die untersuchten Korridore werden durch zwei Mittelzentren begrenzt, auf die die Verkehre in jeder der beiden Richtungen ausgerichtet sind – in die Untersuchung einbezogen und zwar sowohl solche Korridore, an die Sektoren "angehängt" sind (als Beispiel einer eher dispersen Siedlungsstruktur) als auch bandförmige Korridore (als Beispiel einer bandförmigen Siedlungsstruktur). Dabei stellt sich die Frage, welche Bedienungsformen für die Hauptrelationen, und welche Verkehrsmittel für die daran angehängten Nebenräume sinnvoll, d. h. kostengünstig eingesetzt werden sollen.

Für die Hauptrelationen werden folgende Bedienungsformen untersucht:

- Linienverkehr mit Bussen, die alle Haltestellen in dem Korridor fest bedienen.
- Linienverkehr mit Bussen, die nur die Haltestellen auf der direkten (kürzesten) Route im Korridor fest bedienen, während alle übrigen Haltestellen im Korridor bedarfsabhängig durch andere Verkehrssysteme bedient und an den Linienverkehr angehängt werden (Richtungsband-Expressbusbedienung).
- Linienverkehr mit Regionalbahnen, die nur die Haltestellen auf der direkten (kürzesten) Route im Korridor fest bedienen, während alle übrigen Haltestellen im Korridor bedarfsabhängig durch andere Verkehrssysteme bedient und an den Linienverkehr angehängt werden.
- Richtungsbandverkehr, wobei die Busse die Haltestellen auf der direkten (kürzesten) Route im Korridor fest und alle übrigen Haltestellen bedarfsabhängig bedienen.

Auch für die Korridore wird eine Abgrenzung zwischen den verschiedenen Bedienungsformen vorgenommen. Dabei werden die straßengebundenen Formen Richtungsband- und Linienbetrieb mit Standardbussen sowie die kombinierte Bedienungsform Richtungsband-Expressbus-Betrieb (REx) gegeneinander abgegrenzt. Die Simulationsläufe machen deutlich, dass die Siedlungsstrukturen im Korridor ganz wesentlichen Einfluss auf den kostengünstigen Einsatz einer Betriebsform nehmen. Bandförmige Strukturen (die Bedarfshaltestellen liegen in einer ersten Annäherung in einem Abstand bis maximal zwei Kilometer von der direkten Linie entfernt) lassen sich günstiger durch einen Richtungsbandbetrieb bedienen. Liegt die Anfahrwahrscheinlichkeit der Bedarfshaltestellen über 75 %, so wird aus dem Richtungsbandbetrieb ein Linienbetrieb. Sektorförmige Bandausprägungen hingegen, wie sie bei dispersen Siedlungsstrukturen auftreten, lassen sich besser (kostengünstiger) durch die kombinierte Bedienungsform REx befahren, da die Bedienung abseits liegender Gebiete oder Haltestellen durch kostengünstigere, bedarfsgesteuerte Fahrzeuge realisiert wird. Hinzu kommt bei der kombinierten Be-

dienungsform REx noch der fahrzeittechnische Vorteil für den Fahrgast, der durch die direkte Routenführung zwischen den Mittelzentren eine attraktive Beförderungsmöglichkeit erhält, während beim Richtungsbandbetrieb mit systembedingten Umwegzeiten gerechnet werden muss. Unter der Voraussetzung, dass ein Standardbus den Korridor pro Richtung befährt, lassen sich mit der Bedienungsform REx auch größere Korridorlängen (km) zwischen zwei Mittelzentren bedienen, da die Fahrzeit auf der Hauptroute kalkulierbar ist.

Auch die Regionalbahn wird in den Vergleich mit einem Standardbus im Linienverkehr einbezogen, wobei drei unterschiedliche Regionalbahntypen gewählt werden, die sich sowohl in ihrer Kapazität (maximale Sitzplatzanzahl) als auch in ihrem Antrieb (Diesel- bzw. Elektroantrieb) unterscheiden und im regionalen Schienenverkehr häufiger eingesetzt werden. Bei den drei Regionalbahntypen handelt es sich um

- LINT 41 H mit 130 Sitzplätzen (Dieselantrieb),
- FLIRT 4/10 mit 200 Sitzplätzen (Elektroantrieb) und
- FLIRT EMU5 mit 300 Sitzplätzen (Elektroantrieb).

Die Regionalbahntypen stehen stellvertretend für die jeweilige Kapazität einer Bahn und können durch andere Typen ersetzt werden. Die Betriebskosten für die drei Regionalbahntypen werden aufgrund von Kostensätzen, die einer Literaturrecherche und Befragungen von Bahnherstellern entstammen, kalkuliert. Hinzu kommen Trassen- und Stationspreise für den Fahrweg der Regionalbahn, die auf die Betriebskosten hinzuzurechnen sind. Auch hier werden Kostenbandbreiten gewählt, da aufgrund einer Vielzahl von Parametern (Strecken-kategorie, Trassenproduktfaktor, Regionalfaktor, Lastkomponenten etc.) kein einheitlicher Trassenpreis ermittelt werden kann.

Da die Vergleichbarkeit Regionalbahn/Linienbus aber nur durch eine über eine rein betriebswirtschaftliche Betrachtung hinausgehende Gesamtbewertung gewährleistet wird, werden zwei unterschiedliche Betrachtungsweisen in die Analyse einbezogen. Zunächst werden neben den Betriebskosten die nur bei der Regionalbahn anfallenden Infrastrukturkosten (Trassen- und Stationspreise) in der Bewertung berücksichtigt, woraus sich ein kostengünstiger Einsatz einer Regionalbahn ab rund 350 Fahrgästen pro Stunde an den stärksten belasteten Querschnitten der Hin- und Rückrichtung ergibt. Ab diesem Wert wird die Regionalbahn FLIRT 4/10 wegen der größeren Kapazität das kostengünstigere Verkehrsmittel, da sich ab diesem Abgrenzungswert die erhöhten Betriebs- und Infrastrukturkosten gegenüber dem Einsatz mehrerer Standardlinienbusse rechnen. Ohne Infrastrukturkosten (d. h. beim Vergleich nur der auftretenden Betriebskosten) liegt dieser Abgrenzungswert bei rund 90 Fahrgästen pro Stunde und verdeutlicht, wie sehr die Infrastrukturkosten die Einsatzbedingungen einer Regionalbahn mit beeinflussen.

Aus einer mittleren Nachfrage-Tagesganglinie des SPNV im ländlichen Raum können unter Zugrundelegung der Abgrenzungsergebnisse, eines vorgegebenen Kostendeckungsgrades von 50 % (mit Infrastrukturkosten) bzw. 100 % (ohne Infrastrukturkosten) in Abhängigkeit der Anzahl der Fahrten (Angebot), der Streckenlänge und des eingesetzten Fahrzeugtyps Anhaltswerte für die Mindestnachfrage an Fahrgästen pro Tag im Korridor ermittelt werden, ab denen der Einsatz einer Regionalbahn günstig wird. Diese liegen mit Infrastrukturkosten zwischen 1 000 bis 1 350 Fahrgästen, ohne Infrastrukturkosten zwischen 1 000 und bis über 1 500 Fahrgästen pro Tag. Dennoch wird bei diesem Verfahren auch deutlich, dass eine Vielzahl von Faktoren mit entscheidend für den günstigen Einsatz einer Regionalbahn ist. Daher sollten die angegebenen Werte von Fahrgästen pro Tag auch nur als Anhaltswerte verstanden werden, da jede einzelne Regionalbahnstrecke bezüg-

lich der Streckenlänge, des Angebots, der Fahrgastnachfrage und der eingesetzten Fahrzeuge zu analysieren ist. Des Weiteren sind nicht nur betriebswirtschaftliche Faktoren in einer Gesamtbewertung Bus oder Bahn mit einzubeziehen, da auch systembedingte Vor- und Nachteile (z. B. Reisezeit, Zuverlässigkeit, Unfallhäufigkeit, Komfort, Siedlungsentwicklung etc.) die Einsatzbedingungen beeinflussen.

3 Folgerungen für die Praxis

Letztlich wird aus dem Forschungsvorhaben deutlich, dass bedarfsgesteuerte Verkehre bzw. die Kombination mit Linienverkehrsmitteln (wie z. B. REx) erhebliche Einsparpotenziale mit sich bringen, deren Planung im Forschungsprojekt in konkreten Handlungsempfehlungen dargestellt werden. Allerdings können auch so geringe Nachfragen auftreten, dass selbst der Einsatz eines Pkw im bedarfsgesteuerten Verkehr an seine wirtschaftlichen Grenzen stößt. Bei Unterschreitung eines Kostendeckungsgrades von 20 % bei Einsatz bedarfsgesteuerter Verkehre sollten deshalb andere Varianten zur Erhaltung der ÖPNV-Daseinsvorsorge (multifunktionale Bedienungsformen, privater Mitnahmeverkehr, Vergabe von Taxigutscheinen an Bedürftige usw.) eingesetzt werden.

Ferner muss auch darüber nachgedacht werden, die abnehmenden Finanzmittel für den öffentlichen Verkehr und die im Wesentlichen durch höhere Energiekosten steigenden Kosten für den ÖV-Betrieb durch eine stärkere Nutzerfinanzierung zu kompensieren, um somit die Qualität des ÖV zu erhalten. Denkbar ist dabei auch eine unterschiedliche Preisung je nach Qualität des Angebots, wie es im Fernverkehr (z. B. ICE-Zuschlag), aber auch im öffentlichen Personennah-

verkehr (z. B. AST-Zuschlag für eine Zu-Tür-Bedienung) schon andeutungsweise geschieht. Diese Aussagen gelten auch dann, wenn ab dem Jahr 2009 die Regionalisierungsmittel jährlich wieder um 1,5 % ansteigen sollten.

Insgesamt bleibt es eine politische Entscheidung (d. h. eine Entscheidung der Aufgabenträger), wie gut (und das bedeutet auch häufig: wie teuer) das ÖPNV-Angebot in einem Raum sein soll bzw. sein wird. Allerdings gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher ÖPNV-Bedienungsformen, die zu unterschiedlichen Kosten (Investitions- und Betriebskosten) führen und die unterschiedlich eingesetzt werden können. Die Ergebnisse dieses Forschungsprojekts sollen deshalb auch eine Hilfestellung geben, um verschiedene Bedienungsformen nach ihren wirtschaftlichen Auswirkungen und ihrer Attraktivität beurteilen zu können. Denn unter weiter erschwerten Bedingungen leerer Kassen und demografischer Entwicklungen können bedarfsgesteuerte Bedienungsformen eine Maßnahme – aber sicher kein Allheilmittel – sein, ÖPNV im ländlichen Raum aufrechtzuerhalten.