

## **DIE ANSATZMÖGLICHKEITEN ZUM UMSTIEG AUF ÖFFENTLICHEN PERSONEN NAHVERKEHRSSYSTEMEN.**

**Yrd. Doç. Dr. Filiz ÇALIŞKAN\***

### **Einleitung**

Immer wieder haben Wissenschaftler und Politiker betont, dass dem öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) Vorrang vor dem Individualverkehr (IV) mit dem eigene PKW gebühren sollte. Ihre Forderungen haben sie vorwiegend damit begründet, dass der Individualverkehr mit dem PKW gegenüber dem ÖPNV wesentlich mehr Raum beansprucht und Verdichtungsraeume unattraktiv werden laesst, einen wesentlich höheren Verbrauch an Mineralöl mit sich bringt und schlisslich ganz allgemein zu einer höheren Umweltbelastung führt. Gerade in der heutigen Zeit, in der Bewusstsein für die Umwelt wider enorm an Bedeutung gewonnen hat, ist es insbesondere auch Staetten ein grosses Anliegen den Individualverkehr zu reduzieren und die Bevölkerung zum Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel zu bewegen. Damit dieses Ziel, realisiert werden kann, müssen Schwachstellen von öffentlichen Nahverkehrsnetzen, vor allem im gegensatz zum Auto, erkannt und bestmöglichst gestaltet werden. Bei der Planung öffentlichen Nahverkehrssystem sollte vor allem auf ein für die Kunden ausreichend attraktives Angebot geachtet werden, um in der Konkurrenz mit dem Individualverkehr bestehen zu können.

### **1. Die fahrgastfreundliche Gestaltung des öffentlichen Nahverkehrssystems.**

Ansatzmöglichkeiten für die fahrgastfreundliche Gestaltung eines öffentlichen Nahverkehrssystems existieren in allen Planungsebenen. Im Bereich der Langfristigen Planung ist die Ausprägung grundsatzlicher Strukturmerkmale zu bestimmen. Hier zu gehört die Festlegung der Raeumlichen (geographischen) und

---

(\*) Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Öğretim Üyesi.

zeitlichen Netzstruktur. Diesbezüglich sind unter anderem folgenden Entscheidungen zu treffen (1).

— Welche Orte sollen überhaupt mit öffentlichen Nahverkehrsmitteln erreicht werden?

— Welche Streckenabschnitte werden befahren?

— Welche Linien werden gebildet?

— Welche Umsteigemöglichkeiten sollen zwischen den Linien bestehen?

— Wie sollen die Haltestellen festgelegt?

— In welchen Abständen sollen die Linien verkehren?

— Werden spezielle Strassen benötigt?

Der öffentliche Nahverkehr liegt jedoch im Spannungsfeld zwischen betriebswirtschaftlichen Interessen und den Wünschen der Fahrgäste. Deshalb orientieren sich diese langfristigen nicht ausschliesslich an Kundenwünschen. Viel mehr spielen neben der vorhandenen Bedarfsstruktur auch wirtschaftliche Überlegungen eine grosse Rolle. Eine grundsätzliche Verbesserung der vorhandenen Struktur bzw. der Neuaufbau eines öffentlichen Nahverkehrssystems im Sinne der Fahrgäste scheitert nicht zuletzt an einem überdimensional hohen finanziellen Aufwand, sondern auch an organisatorischen Schwierigkeiten, da es nahe zu unmöglich ist, sämtliche Wünsche potentieller Kunden zu ermitteln und dann geeignet umsetzen.

## **2. Die Grundzüge der Verkehrs und Betriebsplanung bei der ÖPNV.**

Verkehrs- und Betriebsplanung sind Voraussetzung dafür, dass die Nachfrage nach Ortsveränderungen befriedigt und der daraus resultierende Verkehr abgewickelt werden kann (2). Man unterscheidet zwischen,

— angebotsplanung (Verkehrsplanung)

und

— ablaufplanung (Betriebsplanung).

(1) Günther, R. «Untersuchung planerischer und betrieblicher Massnahmen zur Verbesserung der Anschlussicherheit», Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswegebau, Nr. 15, TU Berlin, 1985, S. 14.

(2) Bundesminister für Verkehr, Forschungstädtverkehr, 1987, A. 3, S. 15.

Die Nachfrage betrifft die Bereitstellung von Planungsdaten. Das Angebot an Verkehrsleistungen (Verkehrsplanung) hat eine räumliche, eine mengenmaessige und eine zeitliche Komponente. Der Verkehrsablauf (Betriebsplanung) wird bestimmt durch den Einsatz der Fahrzeuge. Die Verkehrsplanung und die Betriebsplanung müssen auf die folgende Fragen Antwort geben.

- Zwischen welchen Punkten wird eine Beförderung angeboten
- Wieviel Beförderungsleistung wird angeboten?
- Zu welcher Zeit findet die Beförderung statt?
- Auf welchen Routen verkehren die Fahrzeugen?
- Wann und wo wird das Personal eingesetzt?

Aus diesen Fragestellungen ergeben sich die zusammengestellten Planungsaufgaben<sup>3</sup>

	RAUM	NETZPLANUNG
VERKEHRSPANUNG :	MENGE	KAPAZITAETSPLANUNG
	ZEIT	FAHRZEITPLANUNG
BETRIEBSPLANUNG :	PLANUNG DES FARZEUGEINSATZEG	
	PLANUNG DES PERSONALEINSATZES	

**Abb. 1 : Planungsaufgaben**

Bundesminister für Verkehr, *Forschungstadtverkehr*, 1987, A 3, s. 9.

Die Gesamtaufgabe der Planung im ÖPNV wurde in Teilschritte zerlegt. Diese Teilschritte bauen aufeinander auf, wobei die Ergebnisdaten des einen Teilschritts Eingangsdaten für den naechsten Teilschritt darstellen. Zwischen den Teilschritten können Rückkopplungen bestehen, in dem die Ergebnisse des folgenden Schrittes die Vorgaben für den vorhergehenden Schritt beeinflussen. Die Teilschritte sind :

- Netzbildung und Angebotsmessung.
- Planung von Fahrzeitvorgaben und Anschlusszeiten.
- Planung der Fahrzeug - und Personal.

Um das ÖPNV fahrgastfreundlich Gestalten zu können muss die Nachfragereaktionen in dem allen Planungsschritten berücksichtigt werden.

(3) A.g.k., A. 3, s. 16.

## 2.1. Nachfrageorientierte Netzbildung und Angebotmessung.

Das Ziel nachfrageorientierte Netzgestaltung ist derart komplex, dass es nur in einem mehrstufigen Planungsprozess erreicht werden kann. Die Komplexität ergibt sich vor allem aus Vielzahl zum Teil konkurrierender Zielkriterien, die bei der geforderten Nachfrageorientierung zu berücksichtigen sind. Dies sind:

- gute Erreichbarkeit des Strassennetzes,
- kurze Fahrzeiten,
- geringe Umsteigehäufigkeit.

Aufgrund der unterschiedlichen zu beachtenden Zielsetzungen bei einer nachfrageorientierten Netzgestaltung soll eine Dreiteilung Gesamtproblems vorgenommen werden (4).

**Verkehrswegeplanung** : Bei der Verkehrsplanung steht im Vordergrund die schnelle Erreichbarkeit des Wegenetzes, dass der Richtung nach grossen Verkehrsströmen angepasst ist. Weiterhin sind Restriktionen der Umweltbelastung (Laerm, Abgase) und baulicher Gegebenheiten zu beachten.

**Haltstellenpositionierung** : Auf dem Graphen des Verkehrswegenetzes wird die Haltstellenpositionierung so vorgenommen, dass ein maximales ÖPNV-Verkehrsaufkommen bei minimalen Zuwegzeiten zum Verkehrsangebot erzeugt wird.

**Linienplanung** : Ziel der Linienplanung ist es schliesslich, unter Berücksichtigung betrieblicher Restriktionen die Gesamtfahrzeit und Umsteigefälle aller Fahrgäste zu minimieren.

Methodisches Ziel bei nachfragegerechter Planung der ÖPNV-Netzstruktur muss es sein, das Netz unmittelbar aus der Nachfragestruktur zu deduzieren.

---

(4) Klemmt, W. D. «Untersuchungen zur Nachfrageorientierten Netzerzeugung für den ÖPNV Systems auf der Grundlage eines Planungsinformationssystem», Berlin 1978, D. 83. s. 3.

### 2.1.1. Das Verfahren der Liniennetzbildung

Die Verkehrsbelastung bildet die Grundlage, um Netzvarianten zu bewerten und die Netzelemente zu dimensionieren. Wichtige Verfahrensschritte sind dabei die Suche zeitgünstiger Routen und die Umlegung der Verkehrsnachfrage auf diese Routen. Bei der Netzplanung im ÖPNV ist weiter gefasst: Zunaechts muss festgelegt werden, auf welchen Netzelementen und in welcher Betriebsform öffentliche Verkehrsmittel überhaupt verkehren sollen (Linienbildung). Für die Liniennetzbildung gibt es folgende Lösungsansätze, die sich in ihrer Vorgehensweise grundsatzlich unterscheiden (5).

**Reduktionsverfahren** : Das von Hüttmann (1978) entwickelte Reduktionsverfahren baut einer Arbeit von Heck (1976) auf der den Reduktionsansatz für Individual Verkehrs-Netze entwickelt hat. Im Reduktionsverfahren wird vom Netz aller befahrbaren Strecken ausgegangen. Durch schrittweise Herausnahme von geringbelasteten Strecken und eine entsprechende Umverteilung der Nachfrage wird aus dem Maximalnetz ein reduziertes Netz mit einer Konzentration der Verkehrsströme gebildet. In dem reduzierten Netz werden anschliesend Linienendpunkte definiert und dazwischen jeweils Verbindungen mit der maximalen Direktfahreranzahl gesucht.

**Progressivverfahren** : Das von Simonis (1982) vorgestellte Progressivverfahren steht in der Tradition der Wegewahlmodelle von Maecke/Haensel (1976). Im Progressivverfahren beginnt der Prozess der Linienbildung an einer Stelle des vorhandenen Strassennetzes, die im Zentrum des Netzes liegt und eine hohe Verkehrsbelastung aufweist. An diese Strecke werden progressiv fortschreitend andere Strecken angefügt, so dass schrittweise Linien bis in die Randbereiche entstehen.

**Verkehrsstromverfahren** : Das Verkehrsstromverfahren wurde von Sonntag (1972) entwickelt. Im Verkehrsstromverfahren wird das Liniennetz durch aneinanderreihen von Streckenabschnitten mit den jeweils höchsten Belastungen gebildet. Durch einen Aufbau des Netzes von innen noch aussen wird jedoch der

(5) Filiz Çalışkan, «Belediye Otobüs İşletmeciliğinde Sefertarifesinin Belirlenmesine Yönelik Bir Matematiksel Model Önerisi», Basılmamış Doktora Tezi, Kayseri 1994, s. 27.

betrieblichen Forderung nach Durchmesserlinien zu wenig Rechnung getragen.

**Fahrtensummenverfahren:** Das Fahrtensummenverfahren wurde von Sahling entwickelt (1981). Im Fahrtensummenverfahren wird ebenfalls von einem Maximalnetz der befahrbaren Wege ausgegangen. Dieses Maximalnetz ist im Gegensatz zum Reduktionsverfahren aber bereits das Ausgangsnetz für die Linienbildung, in dem die Verbindungen mit dem jeweils grössten Direktfahreranteil zwischen allen Haltestellen ~~heraus~~ gesucht werden.

## 2.2. Planung von Fahrzeitvorgaben und Anschlusszeiten im ÖPNV.

Die Planung von Fahrzeitvorgaben stellt ein besonderes Problem beim strassengebundenen ÖPNV dar, denn Bus und Strassenbahn sind Teil des allgemeinen Strassenverkehrs und unterliegen dessen Gesetzmässigkeiten. Schwankungen in der Verkehrsdichte und Störungen im Verkehrsablauf wirken sich unmittelbar auf ihre Fahrzeiten aus und verursachen Abweichungen vom Fahrplan. Für den Fahrgast führen solche Abweichungen häufig zu längeren Wartezeiten und zu einer verspäteten Ankunft am Ziel.

Bei der Festlegung der Fahrzeitvorgaben müssen eine Reihe widersprüchlicher Ziele verfolgt werden. Die Fahrgäste erwarten vom ÖPNV kurze Beförderungszeiten, hohe Pünktlichkeit und eine gute Merkbarkeit des Fahrplans. Der Betreiber fordert hohe Produktivität, hohe Zuverlässigkeit. Wegen der Gegenläufigkeit dieser Ziele handelt es sich bei der Festlegung der Fahrzeitvorgaben um ein Optimierungsproblem. Eng verbunden mit der Festlegung von Fahrzeitvorgaben ist auch die Festlegung der Wendezeiten. Zwischen Ankunft an der Endhaltestelle und der Weiterabfahrt wird eine Pufferzeit vorgesehen, die den Ausgleich von Verspätungen dient. Der Planer muss entscheiden, welches Gewicht er den einzelnen Zielen beimisst.

## 2.3. Die Fahrzeugeinsatz und Dienstplanung

Ein Planungsgebiet mit eher mittelfristigem Charakter, kann sich hauptsächlich nur an der bestehenden Struktur orientieren. Die Fahrzeugeinsatz und Dienstplanung muss mindestens soweit mit

der Netzstruktur korrespondieren, dass ein Fahrplan mit den gegebenen Linienverläufen, Fahr- und Taktzeiten sowie Haltestellenaufenthaltszeiten überhaupt durchführbar ist. Eine Aufstochung von Personal und Fahrzeugen als attraktivitätssteigernde Massnahme ist aus Kostengründen meist nicht oder nur in geringem Umfang möglich.

Planungsziel ist es, die im Fahrplan festgelegten Fahrten mit möglichst geringen Kostenaufwand zu erbringen. Dabei ist eine Vielzahl von unterschiedlichen Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Die sind: Fahrplanbildungen, tageszeitliche und wöchentliche Schwankungen des erforderlichen Fahrtenangebots, Einsatz unterschiedlicher Fahrzeugtypen, Arbeitszeitbestimmungen, soziale Anforderungen an die Fahrdienste sowie wirtschaftliche Erfordernisse.

Um diese Komplexität, die mit der Fahrzeug- und Fahrereinsatzplanung verbunden ist, überhaupt bewältigen zu können, muss die Planungsaufgabe in einzelne Planungsschritte zerlegt werden. Unterschieden werden die Planungsschritte Fahrzeugumlaufbildung, Dienstplanbildung und Dienstreihenfolgenbildung (6). Die Koppelung zwischen diesen Planungsschritten ist sehr eng. Der vorhergehende Planungsschritt liefert jeweils die Eingangsdaten für den folgenden und die Ergebnisse des folgenden Planungsschrittes haben häufig Rückwirkungen auf den Vorhergehenden.

Vorrangige Zielsetzung der Fahrzeugumlaufbildung ist es, die Gesamtzahl der Fahrten eines Betriebstages den Fahrzeugen so zuzuordnen, dass eine minimale Anzahl an Fahrzeugen benötigt wird. Bei der Dienstplanbildung wird das Ziel verfolgt, die im Fahrzeugumlaufplan vorgegebenen Fahrzeugbewegungen mit einem Minimum an Fahrern durchzuführen. Bei der Planung der Dienstreihenfolgen werden die täglichen Dienste der Fahrer zu Turnussen zusammengefasst. Ziel dieses Planungsschrittes ist es, mit der Summe der über einen vorgegebenen Zeitraum zu leistenden Dienste möglichst nahe an die Soll-Arbeitszeiten heranzukommen.

---

(6) Bundesminister für Verkehr, S. 55.

## Zusammenfassung

In der öffentlichen Diskussion ist der Verkehrsbereich in den letzten Jahren immer mehr in den Vordergrund getreten. Während zunächst angesichts der steigenden Strassenbelastung, der als Folge davon sinkenden Durchschnittsgeschwindigkeit in den Städten und der steigenden Zahl von Verkehrsunfällen und Bedeutungszunahme für die Umwelt nur über den Individualverkehr geredet wurde, beschäftigt sich die Öffentlichkeit vor kurzer Zeit verstärkt mit den Problemen des ÖPNV. Die bestehende Hoffnung ist Trend zum Auto umkehren oder zumindest abschwächen können. Damit dieses Ziel realisiert werden kann, müssen Schwachstellen von öffentlichen Nahverkehrssystemen erkannt und bestmöglichst gestaltet werden. Bei der Planung ÖPNV sollte daher vor allem auf ein für die Kunden ausreichend attraktives Angebot geachtet werden, um in der Konkurrenz mit dem Individualverkehr bestehen zu können. Ansatzmöglichkeiten für die fahrgastfreundliche Gestaltung eines öffentlichen Nahverkehrssystems existieren in allen Planungsebenen und besonders bei der Netzgestaltung. In allen Planungsebenen hauptsächlich bei der Liniennezbildung sollen die Wünsche der Fahrgäste möglichst berücksichtigt werden.

## LITERATURWERZEICHNIS

Bundesminister für Verkehr, **Forschung Stadverkehr**, A. 3. 1987.

Çalışkan, Filiz, «Belediye Otobüs İşletmeciliğinde Sefer tarifesinin Belirlenmesine Yönelik Bir Matematiksel Model Önerisi», Basılmamış Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü: Kayseri 1994.

Sönke, Alber, «Schätzung von Nachfragereaktionen auf Variationen des Tarif- und Leistungsangebots im ÖPNV, Zeitschrift für Verkehrswissenschaft», J.54. H 4 : 1983, ss. 207 - 218.

Stumpf, Petra, **Synchronisierung von Taktfahrplänen in Öffentlichen Nahverkehrsnetzen**, Diplomarbeit, Universität Augsburg: Augsburg, 1993.

R, Günther, **Untersuchung planerischer und betrieblicher Massnahmen zur Verbesserung der Anschlusssicherheit**, Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswegebau, Nr: 15, TU Berlin: Berlin, 1985.

W. D., Klemmt, **Untersuchungen zur nachfrageorientierten Netzerzeugung für den ÖPNV Systems auf der Grundlage eines Planungsinformationssystems**, Dissertation 83, Technische Universität Berlin, Berlin 1978.