

UNIVERSITÄT DORTMUND

**Fakultät Maschinenbau
Lehrstuhl für Verkehrssysteme und –logistik**

Studienarbeit

**Fahrplangestaltung im ÖPNV – Konzepte und Vorgehensweisen am
Beispiel der Vestischen Straßenbahnen GmbH**

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen
Dipl.-Ing. Jörg Weber

vorgelegt von: Jan Zbikowski
Matrikelnummer: 76067

Dortmund, Dezember 2002

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	4
1 Einleitung und Problemstellung	5
1.1 Einleitung	5
1.2 Definitionen, Vorgehensweise.....	6
1.3 Allgemeine Anforderungen an Fahrpläne.....	8
2 Ziele und Vorgehensweise während der einzelnen Planungsschritte	11
2.1 Festlegung der Linienwege	13
2.1.1 Ziele	13
2.1.2 Vorgehensweise	14
2.2 Festlegung von Anzahl und Lage der Haltestellen	22
2.2.1 Ziele	22
2.2.2 Vorgehensweise	22
2.3 Festlegung von Bedienungshäufigkeit und Betriebszeiten.....	25
2.3.1 Ziele	25
2.3.2 Vorgehensweise	26
2.4 Festlegung der Fahrzeiten	30
2.4.1 Ziele	30
2.4.2 Vorgehensweise	30
3 Ziele und Vorgehensweisen bei der Festlegung der Fahrplanlage	33
3.1 Ziele	33
3.2 Vorgehensweise.....	35
3.2.1 Das ITF-Konzept und daraus abgeleitete Konzepte	35
3.2.2 Vorgehensweise bei der Planung eines Anschlusskonzeptes	38
3.3 Einsatz von Softwareprogrammen zur Fahrplanerstellung.....	42
3.3.1 Beispiel Vestische Straßenbahnen	42
3.3.2 Entwurf eines Lastenhefts für ein Softwareprogramm zur Fahrplanerstellung.....	44
Literaturverzeichnis	47

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Die Abfolge der einzelnen Planungsschritte bei der Erstellung eines ÖPNV-Fahrplans.....	12
Abbildung 2-2: Verschiedene Typen von Liniennetzen	17
Abbildung 3-1: Ausschnitt aus einer Excel-Grafik zur Anschlussplanung bei der Vestischen.....	43

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schema der Betriebszeiten im Nahverkehrsplan des Kreises Recklinghausen.....	27
Tabelle 2: Auszug aus dem Taktschema des Kreises Recklinghausen	28

Abkürzungsverzeichnis

AST	Anrufsammeltaxi
Fzgr.	Fahrzeitgruppe
HVZ	Hauptverkehrszeit
IC	InterCity
ICE	InterCityExpress
ITF	Integraler Taktfahrplan
(M)IV	(Motorisierter) Individualverkehr
N(R)W	Nordrhein-Westfalen
NVP	Nahverkehrsplan
NVZ	Nebenverkehrszeit; Normalverkehrszeit
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
RB	RegionalBahn
RE	RegionalExpress
SB	StädteSchnellBus
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
SVZ	Schwachverkehrszeit; Spätverkehrszeit
TB	Taxibus
ZOB	Zentraler Omnibusbahnhof

1 Einleitung und Problemstellung

1.1 Einleitung

Der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) erlebt in den letzten Jahren eine Renaissance. Nicht zuletzt im Zuge der Regionalisierung wurden und werden Liniennetze neu strukturiert und teilweise sogar neu angelegt. Anders als dies vielfach früher geschehen ist, stehen dabei nicht nur Rationalisierung und andere Interessen der Kommunen und Verkehrsbetriebe im Mittelpunkt, sondern auch die Bedürfnisse und Wünsche der Fahrgäste¹. Gerade um den Wünschen aller Beteiligten gerecht zu werden, ist gute Fahrplangestaltung in ÖPNV-Netzen unabdingbar:

Dem Verkehrsunternehmen gestattet der Fahrplan die Planung des Einsatzes von Fahrzeug und Personal im Rahmen der vorhandenen Kapazitäten einerseits und der Fahrgastnachfrage andererseits². Ein guter Fahrplan kann sich unmittelbar finanziell auszahlen, da der Fahrzeug- und Personaleinsatz optimiert wird und dadurch die Kosten niedrig gehalten werden. Zudem wird durch die Orientierung an den Fahrgastbedürfnissen die Auslastung der Fahrzeuge erhöht und verfügbare Fahrgastpotentiale werden ausgeschöpft. Auch für den Fahrgast ist durch Fahrpläne eine Planungssicherheit vorhanden, gleichzeitig wird er aber in seiner Mobilität eingeschränkt: er kann sich – im Gegensatz zum Individualverkehr (IV) - nur im Rahmen der fahrplanmäßigen Fahrten fortbewegen. Dieser Nachteil des Fahrplans kann durch gute Planung gemildert werden, so dass die Mobilität des Fahrgastes so weit wie möglich erhalten bleibt.

¹ Im Rahmen der Serviceorientierung wird statt von Fahrgästen heute vielfach von Kunden gesprochen. In dieser Arbeit wird der Begriff „Fahrgast“ verwendet, da er in der Literatur verbreitet und in manchen Zusammenhängen eindeutiger ist (z.B. „Fahrgastzahlen“).

² vgl. zu diesem Abschnitt Weigand, W. (1981), S. 1

1.2 Definitionen, Vorgehensweise

Ein Fahrplan ist nach Weigand „die räumliche und zeitliche Festlegung der Bewegungen der Transportmittel, das heißt, die Festlegung der Abfahrts-, Ankunfts- und Streckenfahrzeiten“³.

Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) ist gesetzlich definiert⁴ als „die allgemein zugängliche Beförderung von Personen auf Schienen, Straßen, zu Wasser und auf Bahnen besonderer Bauart im Linienverkehr, die überwiegend dazu bestimmt ist, Verkehrsnachfrage im Stadt-, Vorort- oder Regionalverkehr zu befriedigen“. Bestandteil des ÖPNV ist auch der Schienenpersonennahverkehr (SPNV), „die allgemein zugängliche Beförderung von Personen in Zügen, die überwiegend dazu bestimmt sind, die Verkehrsnachfrage im Stadt-, Vorort- oder Regionalverkehr zu befriedigen.“⁵

Gemäß diesen Definitionen kann ÖPNV mittels verschiedener Verkehrsträger durchgeführt werden. Auch Fahrpläne können für verschiedene Verkehrsträger erstellt werden. Diese Arbeit befasst sich vorwiegend mit dem straßengebundenen ÖPNV und dessen Charakteristika (relativ flexibel planbare Linienwege, keine technischen Besonderheiten des Fahrweges, ...), bei Bedarf wird auch auf die Besonderheiten des schienengebundenen ÖPNV eingegangen.

Im Rahmen dieser Arbeit werden die einzelnen Planungsschritte für ein ÖPNV-Liniennetz mit den dabei entstehenden Zielkonflikten und Lösungsansätzen dargestellt. Besonderes Augenmerk ist dabei auf die Festlegung der Fahrplanlage für die einzelnen Linien gerichtet, da hier die meisten Gestaltungsmöglichkeiten für das Verkehrsunternehmen vorhanden sind. Die Vorgehensweise während der einzelnen Planungsschritte wird anhand von Beispielen aus der Praxis verdeutlicht. Hier spielen besonders die Erfahrungen aus meiner studienbegleitenden Tätigkeit bei den Vestischen Straßenbahnen (kurz Vestische) eine Rolle, einem kommunalen Verkehrsunternehmen, das

³ Weigand, W. (1981), S. 1

⁴ § 1 II 1 des Regionalisierungsgesetzes NW, die ÖPNV-Gesetze der anderen Bundesländer enthalten die gleiche Formulierung

⁵ § 2 V des Allgemeinen Eisenbahngesetzes (AEG)

einen Großteil des ÖPNV im Kreis Recklinghausen, der Stadt Bottrop sowie Teilen der Stadt Gelsenkirchen durchführt.

1.3 Allgemeine Anforderungen an Fahrpläne

Grobe Zielkriterien für einen optimalen Fahrplan sind nach Weigand⁶ aus der Sicht des Transportunternehmens wirtschaftliche Aspekte, aus der Sicht des Fahrgastes hingegen Schnelligkeit, Umsteigefreiheit, häufige Bedienung und Komfort.

Daraus können die nachfolgend genannten Ziele abgeleitet werden, die teilweise in Konflikt miteinander stehen. Sie alle können durch die Fahrplangestaltung beeinflusst werden und sind damit im Rahmen dieser Arbeit von Interesse.

1. Möglichst nahe Bedienung des Start-/Zielortes: Dieser Punkt ist wichtig, weil kurze Wege zur Einstiegs- und von der Ausstiegshaltestelle die Akzeptanz des ÖPNV bei den Fahrgästen steigern⁷ und sich somit auch für das Verkehrsunternehmen auszahlen. Ein Dilemma kann sich dadurch ergeben, dass eine nahe Bedienung nur durch Umwege (dies würde die Akzeptanz der durchfahrenden Fahrgäste senken) oder eine hohe Netzdichte (dies würde zusätzliche Linien erforderlich machen) realisierbar ist.
2. Hohe Reisegeschwindigkeit: Der ÖPNV steht in permanentem Wettbewerb insbesondere zum motorisierten Individualverkehr (MIV) und wird besonders anhand der Reisegeschwindigkeit beurteilt. Eine hohe Reisegeschwindigkeit steigert daher die Akzeptanz und somit die Fahrgastzahlen und die Linienauslastung drastisch, steht aber gleichzeitig im Konflikt mit anderen Zielen (z. B. nahe Bedienung).
3. Wenige Umsteigevorgänge mit angemessener Übergangszeit: Die meisten Fahrgäste sind an umsteigefreien Verbindungen interessiert⁸

⁶ vgl. Weigand, W. (1981), S. 3

⁷ zu den Auswirkungen der in den Punkten 1-4 genannten Parameter auf die Fahrgastnachfrage vgl. Zoellmer, J. (1991), S. 60-62

⁸ vgl. Walther, K./ Wendler, E. (2002), S. 31

(die Einführung eines Umsteigezwanges auf einer bestimmten Relation kann zu einer Halbierung der Fahrgastnachfrage führen⁹). Die Umsteigefreiheit einer bestimmten Verbindung lässt sich aber aus betrieblichen Gründen nicht immer realisieren. Wenn umgestiegen werden muss, führt eine zu kurze Übergangszeit schon bei geringen Verspätungen zum Verlust des Anschlusses, wovon mobilitätseingeschränkte Fahrgäste in besonderem Maße betroffen sind. Eine zu lange Übergangszeit senkt dagegen die Reisegeschwindigkeit; die dabei entstehenden Wartezeiten werden meist als unangenehm empfunden.

4. Häufige Bedienung auch in Schwachverkehrszeiten: Um die Mobilität bzw. das Mobilitätsempfinden der Fahrgäste zu steigern, ist eine möglichst häufige Bedienung (= kurze Fahrzeugfolgezeit) aller Streckenabschnitte zu allen Tageszeiten und an allen Wochentagen anzustreben. Gleichzeitig soll wegen der leichteren Merkbarkeit ein Taktfahrplan (= ein Fahrplan mit sich regelmäßig wiederholenden Abfahrtszeiten) realisiert werden. Die genaue Fahrzeugfolgezeit wird sich aus wirtschaftlichen Gründen nach der Fahrgastnachfrage richten, die u.a. von der Besiedlungsdichte und -art im jeweiligen Gebiet abhängt.
5. Pünktlichkeit: Die Pünktlichkeit ist sowohl für den Fahrgast als auch für den Verkehrsbetrieb wichtig. Der Fahrgast möchte pünktlich an seinem Ziel eintreffen und alle vorgesehenen Anschlüsse erreichen. Nach Walther, K./ Norta, M. (2002) hat die Pünktlichkeit einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Fahrgastnachfrage.
Für den Verkehrsbetrieb ziehen Verspätungen Folgen für den Betriebsablauf nach sich, etwa weil die Ablösung nicht pünktlich erfolgen kann oder weil ein Anschluss abgewartet werden muss und Verspätungen sich so im Netz verbreiten. Dies gilt natürlich in besonderem Maße für den spurgebundenen ÖPNV (Straßenbahn, U-Bahn, SPNV), weil sich

⁹ vgl. Zoellmer, J. (1991), S. 62

Verspätungen dort auch durch technische Sicherungsmaßnahmen (Blockabstände, Weichenschaltzeiten) fortpflanzen.

6. Geringe Zahl eingesetzter Fahrzeuge und Personale: Ziel des Verkehrsbetriebes ist es, die Zahl der eingesetzten Fahrzeuge möglichst gering zu halten, um Kosten durch die Aufstockung des Fuhrparks zu vermeiden und weil ein effizienter Einsatz der vorhandenen Fahrzeuge die laufenden Kosten niedrig hält. Aus ähnlichen Gründen soll auch so wenig Personal wie möglich eingesetzt werden. Als Anhaltspunkt für die Effizienz eines vorhandenen Fahrplans können Fahrplan- und Dienstplanwirkungsgrad gelten.

Der Fahrplanwirkungsgrad¹⁰ einer Linie ist dabei definiert als die Fahrzeit für Hin- und Rückfahrt dividiert durch die gesamte Umlaufzeit (Umlaufzeit: Summe aller Fahr-, Halte- und Wendezeiten, bis sich ein Umlauf wiederholt). Dabei können Werte um 78% als realistische Zielvorgabe gelten.

Der Dienstplanwirkungsgrad berechnet sich nach der Formel

$$\frac{\text{Dienstplanmasse (Summe aller Zeitumläufe)}}{\text{Zahl der Dienste * mittlere Arbeitszeit}}$$

Für den Dienstplanwirkungsgrad kann von einem Anhaltswert von 74% ausgegangen werden.

Bei den einzelnen Planungsschritten sollen alle diese Ziele berücksichtigt werden. Wo diese sich widersprechen (z. B. häufige Bedienung \Leftrightarrow geringe Zahl eingesetzter Fahrzeuge), muss ein Kompromiss zwischen den beiden Extremen gefunden werden. Wie bei der Planung besonders auf die übergeordneten Ziele eingegangen werden kann, kann dem folgenden Kapitel entnommen werden.

¹⁰ zu Fahrplan- und Dienstplanwirkungsgrad vgl. Holz-Rau, C. et al. (2001), S. 50-51

2 Ziele und Vorgehensweise während der einzelnen Planungsschritte

Bei der Planung eines ÖPNV-Fahrplans können die folgenden Planungsschritte nach den Fragen unterschieden werden, die sich bei ihrer Durchführung jeweils stellen:

1. Festlegung der Linienwege: Wie viele Linien soll es im betrachteten Gebiet geben und über welche Straßen (Gleise, Fahrwege, ...) sollen diese verkehren?
2. Festlegung von Lage und Anzahl der Haltestellen: An welchen Stellen werden auf den geplanten Linien Halte vorgesehen?
3. Festlegung von Bedienungshäufigkeiten und Betriebszeiten: Zu welchen Tageszeiten und an welchen Wochentagen sollen Fahrzeuge auf den Linien verkehren? Wie dicht folgen sie aufeinander und wie regelmäßig (= vertaktet) ist diese Fahrzeugfolge?
4. Festlegung der Fahrzeiten: Wie lange soll die Fahrt zwischen den einzelnen Haltestellen jeweils dauern?
5. Festlegung der Fahrplanlage: Zu welchen Uhrzeiten sollen die Abfahrten an den einzelnen Haltestellen genau stattfinden?

Dieses Kapitel widmet sich der Durchführung der Planungsschritte 1-4, auf Planungsschritt 5 wird im Kapitel 3 eingegangen.

Die Abfolge der Planungsschritte ist nicht linear zu sehen, da nicht alle Schritte zwingend aufeinander aufbauen. So kann etwa die Planung der Bedienungshäufigkeiten und Betriebszeiten unabhängig von der Festlegung der Fahrzeiten geschehen. Außerdem sind Rückkopplungen zwischen den Schritten denkbar, so können etwa die Fahrzeiten revidiert werden, wenn es für die Einhaltung einer bestimmten Fahrplanlage nötig ist. Die Zusammenhänge sind

vereinfacht in der folgenden Skizze dargestellt. Am Anfang steht dabei das zu betrachtende Gebiet mit den zugehörigen Daten zu Geographie und Fahrgastverhalten, am Ende steht der ÖPNV-Fahrplan für das gesamte Gebiet, der natürlich nie endgültig ist, sondern stets an neue Gegebenheiten (Fahrgastbeschwerden, Veränderung der Infrastruktur oder der Siedlungsstruktur, ...) angepasst wird.

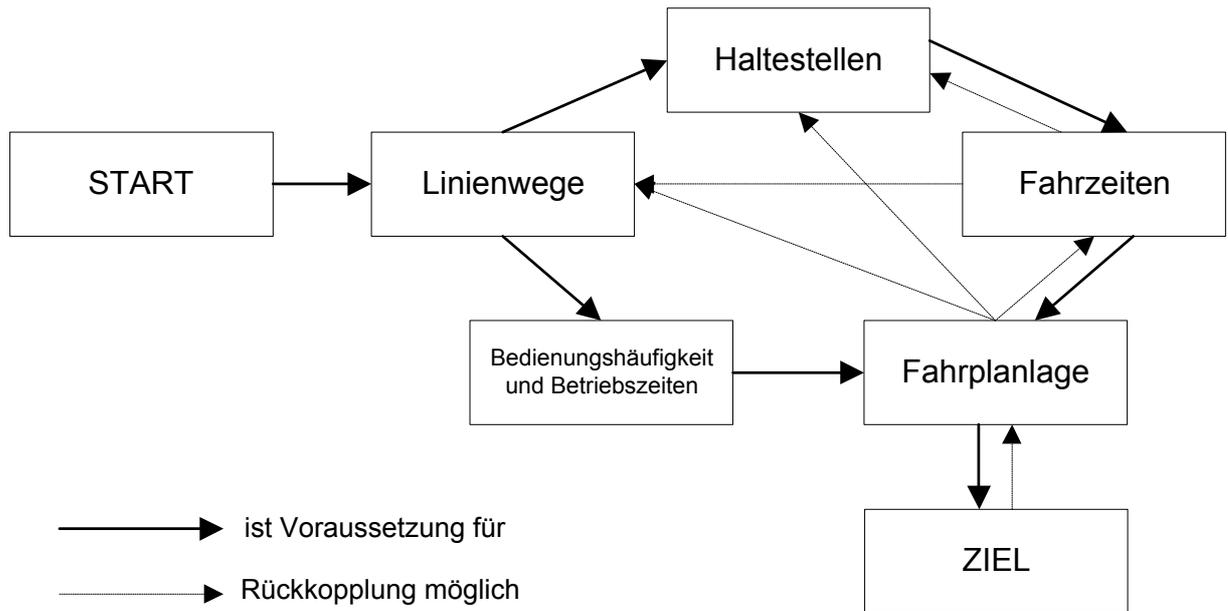


Abbildung 2-1: Die Abfolge der einzelnen Planungsschritte bei der Erstellung eines ÖPNV-Fahrplans (Quelle: eigene Darstellung)

2.1 Festlegung der Linienwege

2.1.1 Ziele

Aus den in Kap. 1.3 genannten Anforderungen an ÖPNV-Fahrpläne können für die Festlegung der Linienwege folgende Ziele und Zielkonflikte abgeleitet werden:

1. Zum einen soll der ÖPNV den Wohnort (bzw. Arbeits- oder Ausbildungsplatz, Einkaufsort etc.) der Fahrgäste möglichst nah anbinden (vgl. Kap. 1.3, Punkt 1). Zum anderen sollen aber durchfahrenden Fahrgästen keine allzu großen Umwege zugemutet werden (vgl. Kap. 1.3, Punkt 2); gleichzeitig führt ein engmaschiges Netz zu einem erhöhten Fahrzeugbedarf (vgl. Kap. 1.3, Punkt 6).
2. Zudem wirft die Erschließung von Wohngebieten das Problem der Fahrdynamik auf: es können nicht alle Straßen mit Bussen befahren werden, außerdem führen Fahrten durch Tempo-30-Zonen und verkehrsberuhigte Bereiche zu überproportionaler Verlangsamung der Linie und häufig auch zu Beschwerden der Anwohner.
3. Bezüglich des Endpunkts einer Linie ist nicht nur darauf zu achten, dass die Erschließung optimal gewährleistet ist (Linien sollten also nicht am Rand eines Wohngebietes enden, sondern sollten nach Möglichkeit hineinfahren). Es muss auch sichergestellt werden, dass die vorgesehenen Fahrzeuge an der Endstelle auch wenden können. Dieses Problem zeigt sich mit zunehmender Größe der Fahrzeuge (Minibusse, Midibusse, normale Solobusse, überlange Solobusse, Gelenkbusse) immer stärker.
4. Schließlich muss entschieden werden, inwiefern Direkt- oder Umsteigerverbindungen angeboten werden sollen (vgl. Kap. 1.3, Punkt 3). Die meisten Fahrgäste sind eher an Direktverbindungen interessiert. Durch

den Zwang, möglichst viele Wohn- und Gewerbegebiete zu erschließen, sinkt allerdings die Reisegeschwindigkeit, so dass eine Trennung der Linien nach verschiedenen Funktionen (zentrenverbindende Linie, Erschließungslinie) sinnvoll sein kann. Bei vermaschten Netzen, die in einem Taktfahrplan betrieben werden, kann ohnehin nicht jede Relation umsteigefrei angeboten werden.

2.1.2 Vorgehensweise

Im Zuge der Regionalisierung des ÖPNV werden die Linienwege meist nicht mehr von den Verkehrsunternehmen völlig frei festgelegt. Vielmehr sind die Kreise bzw. kreisfreien Städte die Aufgabenträger (Besteller) und damit auch für die Bezahlung des ÖPNV verantwortlich (§ 3 Regionalisierungsgesetz NW). Sie stellen so genannte Nahverkehrspläne (NVP, § 8 Regionalisierungsgesetz NW) auf, in denen „Ziele und Rahmenvorgaben“ für das dem jeweiligen Gebiet angemessene Netz mit Linienwegen, Funktionen der Linien (z. B. zentrenverbindend oder erschließend) und Bedienungshäufigkeiten verzeichnet sind. Ein NVP betrachtet das Stadt- oder Kreisgebiet jedoch nicht isoliert, sondern stets in Abstimmung mit den benachbarten Aufgabenträgern (§ 9 III Regionalisierungsgesetz NW).

Die Umsetzung der Nahverkehrspläne geschieht dann im Auftrag der Besteller durch die (meist kommunalen) Verkehrsunternehmen in deren jeweiligem Bedienungsgebiet. Dabei werden die Vorgaben des NVP nicht immer exakt umgesetzt, sondern es bleibt (immer in Absprache mit den Aufgabenträgern) ein gewisser Spielraum für die Verkehrsunternehmen. So können etwa Linien, die im NVP als getrennte Linien vorgesehen sind, zusammengefasst werden und umgekehrt. Ebenso können Linienwege leicht verändert werden, um den Bedürfnissen von Fahrgästen wie Verkehrsbetrieben entgegen zu kommen. In Absprache mit den Aufgabenträgern können auch Erweiterungen oder Einschränkungen des Liniennetzes gegenüber dem NVP realisiert werden. Die folgende Beschreibung der Vorgehensweise bezieht sich somit sowohl auf die Erstellung des Liniennetzes im NVP als auch auf dessen Umsetzung durch die Verkehrsbetriebe.

2.1.2.1 erstmalige Erstellung eines Liniennetzes

Zur erstmaligen Erstellung eines Liniennetzes können verschiedene Verfahren angewandt werden¹¹. Alle diese Verfahren basieren auf dem Netz der befahrbaren Strecken mit der Lage der Haltestellen, der Angabe, welche Haltestellen als Endstellen geeignet sind, der Angabe von Fahrzeiten und Entfernungen sowie der Verkehrsnachfrage auf den einzelnen Streckenabschnitten.

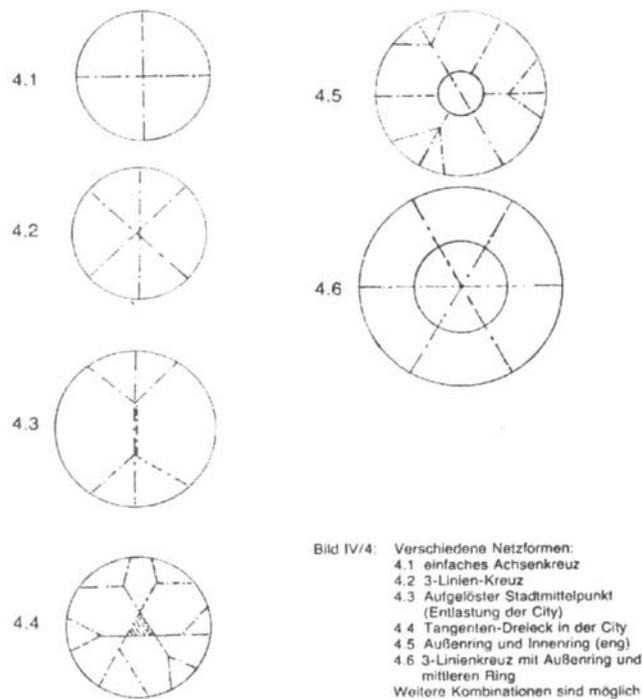
- Im *Reduktionsverfahren* wird zunächst davon ausgegangen, dass alle Strecken befahren werden. Anschließend werden die am wenigsten belasteten herausgenommen und die Nachfrage umverteilt, bis das Netz die gewünschte Dichte erreicht hat. Dann werden Liniendenpunkte definiert und jede Strecke mit derjenigen Nachbarstrecke zusammengefasst, zu der es den höchsten Anteil an durchfahrenden Fahrgästen gibt. Vorteil dieses Verfahrens ist die Entstehung von umsteigefreien Verbindungen für die Mehrheit der Fahrgäste.
- Beim *Progressivverfahren* wird die Netzbildung an der Strecke mit der höchsten Verkehrsbelastung begonnen (z. B. Zulaufstrecken zu Bahnhof, Busbahnhof, Marktplatz) und das Streckennetz von dort aus anhand der Nachfrage durchfahrender Fahrgäste entwickelt. Dieses Verfahren ist besonders für ein monozentrisches Liniennetz und im Hinblick auf den Integralen Taktfahrplan (s. Kap. 3.2.1) vorteilhaft.
- Beim *Verkehrstromverfahren* werden die einzelnen Streckenelemente (= Strecke zwischen zwei benachbarten Haltestellen) des Netzes so verknüpft, dass die Benutzerattraktivität maximiert wird. Dabei wird die Netzbildung so lange iteriert, bis sich keine Verbesserung mehr ergibt.

¹¹ vgl. zu diesem Kapitel: BMV (1987), S. 22-32

- Im *Fahrtensummenverfahren* wird zunächst zwischen je zwei Haltestellen im Netz der jeweils kürzeste Weg berechnet. Anschließend werden Linien auf den kürzesten Wegen zwischen den potentiellen Endhaltestellen definiert und die Nachfragewerte auf den Streckenelementen, die gleichzeitig den kürzesten Weg zwischen zwei anderen Haltestellen darstellen, addiert. Dieses Verfahren bietet den Vorteil hoher Reisegeschwindigkeiten auf den entstehenden Linien.

Durch die Verwendung der streckenbezogenen Nachfrage ist bei Anwendung dieser Verfahren in der Regel bereits dafür gesorgt, dass Orte, die von vielen Fahrgästen besucht werden, besser angebunden werden als Orte mit geringerer Nachfrage. Auf diese Weise wird auch z. B. die Verknüpfung mit anderen Verkehrsmitteln sichergestellt (z. B. die Bedienung von Bahnhöfen). Im Rahmen des ITF-Konzeptes (Integraler Taktfahrplan, vgl. dazu Kap. 3.2.1) ist es zudem sinnvoll, alle Linien (soweit möglich) an einem zentralen Punkt halten zu lassen, um dort ein einfaches Umsteigen zu ermöglichen. Im Idealfall (der aus topographischen und historischen Gründen nicht immer eintritt) werden diese Funktionen des Liniennetzes zusammengefasst, indem etwa der Zentrale Omnibusbahnhof (ZOB) am Bahnhof angelegt wird.

Die Gestalt der so entstandenen Netze kann auf die folgenden Grundtypen zurückgeführt werden:



Groche, G./ Thiemer, E. (Hrsg.): *Elsners Handbuch für den Öffentlichen Personen-Nahverkehr*, S. 195, Darmstadt 1980.

Abbildung 2-2: Verschiedene Typen von Liniennetzen (Quelle: Holz-Rau, C et al. [2001], S. 47)

Diese idealtypischen Netze werden in der Praxis selten genau so realisiert. Die einfacheren Typen werden häufig für Stadtbusnetze in kleineren Städten (beispielsweise Typ 4.1 in Korbach, Typ 4.3 ähnlich in Lemgo) oder für Schnellbahnnetze in Großstädten (Typ 4.3 mit 7 Linien bei der S-Bahn München, Typ 4.4 vereinfacht bei der Prager Metro, Typ 4.5 ähnlich in Berlin) verwendet.

Für die Erschließungsdichte des Netzes gibt es folgende Anhaltswerte: Bei Bussen sollte die nächste Haltestelle in 300 (in bebautem Gebiet) - 600 m (in ländlichen Gegenden) fußläufiger Entfernung liegen, bei Straßenbahnen, U-Bahnen und SPNV steigt der Wert entsprechend, da Fahrgäste bei diesen Verkehrsmitteln einen größeren Fußweg zu den Haltestellen in Kauf nehmen.¹²

¹² vgl. zu diesem Kapitel Holz-Rau, C. et al. (2001), S. 45

Nicht immer werden die Linienwege eines Netzes während der gesamten Betriebszeit in unveränderter Form befahren. Häufig werden in Schwachverkehrszeiten bei einzelnen Linien geänderte Linienwege gefahren. Im Bedienungsgebiet der Vestischen Straßenbahnen kann hier als Beispiel die Linie 231¹³ dienen, die in Recklinghausen außerhalb der Geschäftsöffnungszeiten einen abweichenden Linienweg befährt, um eine andere Linie zu ersetzen. Die Linie SB 26 fährt in Dorsten-Wulfen nach Ladenschluss einen schleifenartigen Linienweg, der das Wenden des Fahrzeuges ohne Aufenthaltszeiten ermöglicht.

Manchmal wird auch ein völlig verändertes Netz für Zeiträume mit geringer Nachfrage konzipiert. Beispiele hierfür sind etwa das Nachtliniennetz (täglich von 20 - 24 Uhr) in Bamberg, das inzwischen nicht mehr existierende Sonntagsliniennetz in Gladbeck oder die in vielen Großstädten existierenden Nachtbusnetze für Fahrten nach Mitternacht. Da mit dem Tagesnetz praktisch keine Wechselwirkungen bestehen, kann ein solches Schwachverkehrsnetz unabhängig vom Tagesnetz geplant und somit während der einzelnen Planungsschritte separat behandelt werden. Dabei ist allerdings darauf zu achten, dass die Abweichungen zum Tagesnetz nicht allzu groß werden, insbesondere sollten die Linienwege zumindest teilweise übereinstimmen und auch weitgehend dieselben Haltestellen angedient werden.

2.1.2.2 Feinabstimmung eines bestehenden Netzes

Ein völlig neu erstelltes Netz ist in der Praxis selten. Meist wird (auch bei der Erstellung von Nahverkehrsplänen) auf dem historisch gewachsenen Bestandsnetz aufgebaut. Für die Feinabstimmung dieser Netze sind insbesondere folgende Punkte wichtig:

1. Der Konflikt zwischen wohnortnaher Bedienung und Vermeidung von Umwegen kann durch einen Kompromiss gelöst werden. Zum Beispiel kann eine Siedlung oder ein anderer peripher gelegener Ort nur bei jeder zweiten oder dritten Fahrt angedient werden (wie etwa das Alten-

¹³ im bis zum 6. Januar 2003 gültigen Fahrplan

zentrum in Esslingen¹⁴ oder die Zeche Franz Haniel in Bottrop). Alternativ wird ein Linienweg gewählt, von dem aus die Siedlung noch in angemessener fußläufiger Entfernung liegt. Möglich ist auch die strikte Trennung von erschließenden und zentrenverbindenden Linien, die aber aus wirtschaftlichen und fahrplantechnischen Gründen nicht immer realisiert werden kann. Zudem wäre eine Erschließung von Wohn- oder Gewerbegebieten mit geringem Fahrgastpotential nicht wirtschaftlich, da nicht nur der Umweg selbst Kosten verursacht, sondern ggf. durch ein weiteres Fahrzeug (Kurs) auf der Strecke Sprungkosten entstehen würden.

2. Das Problem der Fahrdynamik kann gelöst werden, indem in engen Straßen (z. B. Wohnsiedlungen, Straßen in Hanglage) kleinere Fahrzeuge eingesetzt werden (in Esslingen wurde etwa eine Midibuslinie in das Wohngebiet Neckarhalde eingerichtet¹⁵). Gleichzeitig kann auf diese Weise die Wirtschaftlichkeit verbessert werden, da kleine Fahrzeuge geringere Betriebskosten verursachen als große. In Oerlinghausen wurde mit der Einrichtung einer Midibuslinie sogar eine Trennung zwischen erschließender und zentrenverbindender Linie auf ähnlichen Linienwegen erreicht¹⁶. Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer Linie durch bisher nicht bediente Gebiete können die dortige Einwohnerzahl und der zu erwartende Betriebsaufwand herangezogen werden¹⁷.
3. Ist die Wirtschaftlichkeit einer Verbindung sehr gering, kann eine alternative Bedienungsform eingerichtet werden (z. B. Anrufsammeltaxi oder Taxibus), mit der zudem wegen der kleineren Fahrzeuge eine noch kleinräumigere Bedienung möglich ist.

¹⁴ vgl. Obenland, R. et al. (2002), S. 14

¹⁵ vgl. Obenland, R. et al. (2002), S. 14

¹⁶ vgl. Artschwager, D./ Seibert, B. (2002), S.27-28

¹⁷ vgl. Zoellmer, J. (1991), S. 63

4. Eine Wende kann an verschiedenen Stellen durchgeführt werden: mittels einer Schleife z. B. durch eine Siedlung oder um einen Platz, mittels einer eigens eingerichteten Wendestelle, an einem entsprechend gestalteten Busbahnhof, auf einer Straße mit breitem Mittelstreifen etc. In den meisten Fällen muss an der Endstelle auch noch ein Pausenplatz vorgesehen werden, an dem der Bus ohne Behinderung des fließenden Verkehrs einige Minuten stehen bleiben kann. Wenn der Linienweg eine Schleife durch enge Straßen beinhaltet, soll diese aus fahrdynamischen Gründen gegen den Uhrzeigersinn geführt werden (Linksabbiegen ist günstiger, da der Bus dafür weniger stark ausholen muss und dadurch den Gegenverkehr nicht unnötig behindert).
5. Ist eine Wende nicht möglich, kommt als Alternative auch die Verknüpfung (Übergang auf eine andere Linie) in Frage. Dazu müssen beide Linien einen gemeinsamen Endpunkt besitzen und stets im gleichen Takt betrieben werden. Ein Beispiel sind hier die Linien 221 und 223 an der Riegestraße in Marl: Da ein Wenden an dieser Stelle nicht möglich ist (der Kreuzungsbereich ist zu eng und von Wohngebieten mit engen Straßen umgeben), sildern hier die Linien um. Nachteil einer Verknüpfung ist allerdings, dass Verspätungen von der einen auf die andere Linie übertragen werden können.
6. Die Frage, ob eine Linie direkt oder als Umsteige Verbindung angeboten wird, ist nicht nur anhand von Fahrgastinteressen, sondern auch durch die betrieblichen Bedürfnisse zu entscheiden. Zur Bewertung des Sachverhaltes kann sowohl die Zahl der potentiellen wie auch die der tatsächlich betroffenen Fahrgäste herangezogen werden¹⁸.
7. Unterscheidet sich die Nachfrage auf zwei Linienästen stark voneinander, so kann es sinnvoll sein, die Linie aufzuteilen (= zu brechen) und auf den beiden entstandenen Linien verschiedene Fahrzeuggrößen

¹⁸ vgl. Zoellmer, J. (1991), S. 63

einzusetzen. Manchmal fällt die Entscheidung, eine bestimmte Linie zu brechen, auch erst bei der Festlegung der Fahrplanlage, weil zu lange Standzeiten der mit Fahrgästen besetzten Busse vermieden werden sollen.

8. Umgekehrt ist gelegentlich eine Linie auch betrieblich durchgebunden, wechselt aber zur besseren Fahrgastinformation die Liniennummer. Durch eine solche Verknüpfung können Fahrzeuge eingespart werden. Die Beibehaltung der unterschiedlichen Liniennummern kann der besseren Fahrgastinformation dienen (wenn beide Linien z. B. vom Verknüpfungspunkt in die selbe Richtung führen), wie etwa bei den Linien 243 und 246 in Herten.

9. Auch Regionalisierung und Konzessionsrecht können sich auf Linienwege und –nummerierung auswirken, wie folgende Beispiele aus dem Bedienungsgebiet der Vestischen zeigen¹⁹:

Die Linien 282 (Datteln – Olfen) ist betrieblich mit der Linie 286 in Datteln verknüpft. Die unterschiedliche Nummerierung der Linien hat mehrere Gründe: Zum einen erfüllen beide Linien lt. NVP verschiedene Aufgaben (282 zentrenverbindend, 286 erschließend), zum anderen ist die Linie 282 konzessionsrechtlich eine Gemeinschaftslinie mit einem anderen Unternehmen. Darüber hinaus verlässt diese Linie das Gebiet des Verkehrsverbundes Rhein-Ruhr und wird daher finanziell anders behandelt. Aus letzterem Grund ist auch die Linie 284 (Waltrop – Lünen-Brambauer) formal von der Linie 231 (Recklinghausen – Waltrop) getrennt, obwohl diese Linien betrieblich eine Einheit bilden.

¹⁹ vgl. zu diesem Abschnitt Höpel, S. (2002)

2.2 Festlegung von Anzahl und Lage der Haltestellen

2.2.1 Ziele

Auch bei der Frage der Haltestellenstandorte zeigt sich der Konflikt zwischen hoher Reisegeschwindigkeit und wohnortnaher Bedienung. Werden zu viele Haltestellen eingerichtet, sinkt die Reisegeschwindigkeit und die Linie wird durch die Abwicklung der vielen Halte verspätungsanfällig. Hat eine Linie zu wenige Haltestellen, sinkt wegen der damit verbundenen längeren Fußwege die Akzeptanz der Fahrgäste und damit die ÖPNV-Nutzung.

Da sich im ÖPNV ein Trend zu immer besser ausgebauten Haltestellen zeigt (Buskaps, Hochborde, Wartehäuschen, ...), sind auch die Kosten für Investition und Unterhalt zu berücksichtigen.

2.2.2 Vorgehensweise

In der Praxis wird von einem durchschnittlichen Haltestellenabstand ausgegangen, der bei der Einrichtung nach Möglichkeit eingehalten wird²⁰. Aus der angestrebten maximalen Entfernung zur Haltestelle von 300 Metern im innerstädtischen Bereich (vgl. Kap. 2.1.2.1) folgt ein Haltestellenabstand auf erschließenden Linien von ca. 500 m. Bei Schnellbussen werden die Haltestellenpositionen so ausgewählt, dass sie möglichst zentral liegen (ZOB, Bahnhöfe, Marktplätze, Krankenhäuser, Siedlungsschwerpunkte) und dass außerhalb dieser zentralen Punkte möglichst wenig gehalten wird.

Nach Möglichkeit sollten alle Linien (außer Schnellbussen), die eine Haltestelle passieren, auch dort halten. Nahe beieinander liegende Haltestellen von verschiedenen Linien sollten zusammengefasst werden, um das Liniennetz für den Fahrgast möglichst überschaubar zu halten. Dieses Ziel wurde u.a. bei der Neukonzeption des Stadtverkehrs Esslingen verfolgt²¹. Bei der Neukonzeption von Netzen sollten bestehende Haltestellenpositionen beibehalten werden, soweit dies möglich ist und nicht einem der anderen Ziele widerspricht.

²⁰ vgl. zu diesem Kapitel Höpel, S. (2002)

²¹ vgl. Obenland, R. et al. (2002), S. 17

Die konkreten Standorte für neu eingerichtete Haltestellen werden vom Verkehrsunternehmen in Abstimmung mit der Kommune und den jeweils zuständigen Ordnungsbehörden (Ordnungsamt, Tiefbauamt, Straßenverkehrsamt, Polizei, ...) festgelegt. Als Grundlage dafür dient hauptsächlich die Straßenverkehrsordnung:

An der Haltestelle muss Ein- und Aussteigen gefahrlos möglich sein. Eine Gefährdung der Fahrgäste durch unzureichende Befestigung des Fahrbahnrandes oder durch den Straßenverkehr muss ausgeschlossen werden. Ist das nicht bereits durch die Wahl eines entsprechenden Standortes möglich, so müssen bauliche Maßnahmen getroffen werden. Gleiches gilt für die Gefährdung des fließenden Verkehrs durch an- und abfahrende Busse. So darf etwa eine Haltestelle nicht in oder direkt hinter einer Kurve oder zu nah an einer Kreuzung liegen.

Außerdem ist z. B. zu vermeiden, dass die Haltestelle direkt vor einem Wohngebäude liegt, um die dortigen Anwohner nicht unnötig zu belästigen. Verschiedene Haltestellenpositionen ein und derselben Haltestelle (z. B. für Hin- und Rückrichtung oder für verschiedene dort verkehrende Linien) sollten nicht zu weit auseinander liegen, um Fahrgästen den Antritt der Rückfahrt bzw. das Umsteigen zu erleichtern.

Ist eine Haltestelle technisch besonders ausgestattet (Hochbordanlage, Buskap, Wartehäuschen, Toilettenanlage für Personal, ...), ist natürlich darauf zu achten, dass diese Haltestellen auch bei Umplanungen des Liniennetzes weiterhin angefahren werden. Bei der Neueinrichtung von Haltestellen kann der Bau solcher Infrastruktur nach dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz öffentlich gefördert werden. In der Regel ist das Verkehrsunternehmen dann verpflichtet, die Haltestelle während eines bestimmten Zeitraums auch tatsächlich anzufahren.

Haltestellen werden immer in beiden Fahrtrichtungen angefahren, Ausnahmen davon können sein:

- Die Linie verkehrt an dieser Stelle oder auf dem gesamten Linienweg nur in einer Richtung (etwa bei einer Wendeschleife durch eine Siedlung).
- Für die Einrichtung einer Haltestelle in der Gegenrichtung gibt es nach den oben genannten Kriterien keinen geeigneten Standort.

2.3 Festlegung von Bedienungshäufigkeit und Betriebszeiten

2.3.1 Ziele

Als weiterer Planungsschritt ist festzulegen, zu welchen Zeiten die einzelnen Linien des Netzes befahren werden sollen. Anschließend wird entschieden, wie dicht die Fahrzeuge der Linie aufeinander folgen sollen und ob ein Taktfahrplan (also ein Fahrplan mit festem Abstand zwischen den Abfahrten) gefahren wird.

Zu unterscheiden sind hierbei²²:

- starre Fahrpläne: Fahrpläne mit festen und damit gut merkbaren Takten; starre Fahrpläne sind in Schwachverkehrszeiten allerdings häufig unwirtschaftlich,
- flexible Fahrpläne: das Angebot wird der Nachfrage angepasst, dadurch variieren die Abfahrtszeiten zu Lasten der Merkbarkeit,
- teilflexible Fahrpläne: Grundtakt mit Ergänzungen in den Spitzenzeiten und Anpassung in den Schwachverkehrszeiten.

Im Interesse der Fahrgäste liegt eine möglichst häufige (= kurze Fahrzeugfolge) und zeitlich ausgedehnte Bedienung einer Linie (vgl. Kap. 1.3, Punkt 4). Generell ist außerdem wegen der Merkbarkeit ein Taktfahrplan (starrer oder teilflexibler Fahrplan) zu bevorzugen. Ein gänzlich unvertakteter (flexibler) Fahrplan sollte vermieden werden, aber auch z. B. ein 40-Minuten-Takt, da auch dieser zu schwer merkbaren Abfahrtszeiten führt (6.08, 6.48, 7.28, 8.08 etc.).

Diese Wünsche der Fahrgäste können nur soweit erfüllt werden, als es für das Verkehrsunternehmen wirtschaftlich ist. Je kürzer der Takt ist, desto

²² vgl. Holz-Rau, C. et al. (2001), S. 49

mehr Fahrzeuge werden benötigt und desto höhere Kosten entstehen demzufolge (vgl. Kap. 1.3, Punkt 6). Der Takt sollte sich über den Tag verteilt auch nicht allzu stark verändern, da die Anzahl der Fahrzeuge und damit die Kosten für deren Anschaffung und Betrieb sich nach dem Takt in den Spitzenzeiten richtet und zudem die Merkbarkeit der Fahrpläne darunter leidet.

2.3.2 Vorgehensweise

2.3.2.1 Prinzip

Im Rahmen der Regionalisierung des Nahverkehrs können Takte und Betriebszeiten nicht mehr vom Verkehrsunternehmen in Eigenregie festgelegt werden. Diese Parameter des Netzes sind Bestandteil der Nahverkehrspläne (NVP, vgl. Kap. 2.1.2), alle Abweichungen davon müssen mit dem Aufgabenträger vereinbart werden. Das geschieht in der Regel, indem ein gegenüber dem NVP modifiziertes Konzept erstellt wird, aus dem die endgültigen Linienverläufe, Takte und Betriebszeiten ersichtlich sind. Im NVP bzw. dem modifizierten Konzept ist außerdem dargestellt, welche Linien in einer alternativen Bedienungsform (z. B. Taxibus oder AST) betrieben werden sollen.

Takte (sofern ein vertakteter Fahrplan vorhanden ist) und Betriebszeiten werden meist schematisch dargestellt. Dazu werden verschiedene Betriebszeiten festgelegt und benannt, anschließend wird jeder Linie zu jeder Betriebszeit ein Takt zugewiesen. Dabei gibt es häufig einen Grundtakt, auf dem die Takte im gesamten Netz basieren. Um Wirtschaftlichkeit und Merkbarkeit gleichermaßen zu gewährleisten, ist dieser so gewählt, dass Schwankungen der Fahrgastzahlen im Laufe des Tages ausgeglichen werden. In den morgendlichen und nachmittäglichen Spitzenstunden werden die Fahrzeuge also eher zu voll sein (dies kann ggf. durch Einsatzwagen abgemildert werden), während vormittags die Wagen unterdurchschnittlich besetzt sind.

Von diesem festgelegten Grundtakt können einzelne Linien abweichen, wenn sie eine besonders starke oder schwache Nachfrage haben. Prinzi-

piell sollte der Takt jeder Linie aber ein Vielfaches oder ein Bruchteil des Grundtaktes sein. Basiert das Netz z. B. auf einem 30-Minuten-Takt, so sollten dort alle Linien z. B. im 10-, 15-, 30- oder 60-Minuten-Takt verkehren. Es ist dagegen in diesem Fall zu vermeiden, eine Linie alle 20 Minuten verkehren zu lassen, weil der Umstieg zu einer Linie im 30-Minuten-Takt dann nur noch einmal pro Stunde ohne größere Wartezeiten möglich ist.

2.3.2.2 Beispiel Kreis Recklinghausen

Im Nahverkehrsplan des Kreises Recklinghausen sind für die meisten Städte des Kreises folgende Betriebszeiten festgelegt:

	Hauptverkehrszeit (HVZ)	Nebenverkehrszeit (NVZ)	Schwachverkehrszeit (SVZ)
montags-freitags	5 – 19.30 Uhr	19.30 – 21 Uhr	21 – 24 Uhr
samstags	6 – 16.30 Uhr	16.30 – 21 Uhr	21 – 24 Uhr
sonn- und feiertags		11 – 21 Uhr	8 – 11 Uhr 21 – 24 Uhr

Tabelle 1: Schema der Betriebszeiten im Nahverkehrsplan des Kreises Recklinghausen (Quelle: Kreis Recklinghausen [1999], S. 4.1-5)

In anderen Städten und Kreisen können die Verkehrszeiten nicht nur andere Uhrzeiten umfassen, sondern auch andere Namen tragen (z. B. gibt es im NVP Herne eine Normalverkehrszeit [NVZ] und eine Schwachverkehrszeit [SVZ]²³. Die Abkürzung SVZ bedeutet vielfach auch „Spätverkehrszeit“).

Im NVP bzw. im modifizierten Konzept des Verkehrsunternehmens sind nun für jede Linie die Takte aufgeführt, in denen die Linie zur jeweiligen Betriebszeit verkehrt. Das Busnetz im Kreis Recklinghausen hat (mit Ausnahme von Gladbeck) einen 30-Minuten-Grundtakt, an dem sich alle Linien orientieren. Im Folgenden sind beispielhaft einige Taktzeiten von Linien des mittleren Kreises Recklinghausen aufgeführt:

²³ vgl. PRO BAHN (2001), S. 1

Linie	HVZ	NVZ	SVZ
SB 25 Recklinghausen Hbf – Dorsten ZOB	30'	30' (So 60')	60'
SB 25 Dorsten ZOB – Dorsten- Holsterhausen	30'	30'	60'
SB 26 Dorsten-Wulfen – Marl Mitte	30'	60'	60'
SB 26 Marl Mitte – Marl-Sinsen Bf	60' (zeitweise 30')	60'	60'
SB 27 Wanne-Eickel Hbf - Marl Mitte	30'	30'	60'
SB 27 Marl Mitte – Chemiepark Marl	30'	60'	60'
205	10'	15'	30'
223	30'	60'	60' TB
229	60' TB	60' TB	-
240	60'	-	-
249	15'	30'	30'

Tabelle 2: Auszug aus dem Taktschema des Kreises Recklinghausen, Stand 16.6.2002 (Quelle: Vestische Straßenbahnen GmbH)

Alle Linien fahren in einem Takt, der ein Vielfaches oder ein Bruchteil von 30 Minuten ist. Manche Linien haben auf unterschiedlichen Abschnitten unterschiedliche Taktzeiten. Auf einigen Linien werden auch zu bestimmten Zeiten Taxibusse (TB) eingesetzt oder die Linie hat zu dieser Zeit Betriebsruhe.

Bei der Festlegung der Takte sollte auch auf Takte anderer Verkehrsmittel, insbesondere des SPNV, Rücksicht genommen werden. In Gladbeck und Bottrop ist beispielsweise der Grundtakt für die HVZ montags-freitags auf 20 Minuten festgelegt worden²⁴, um einen optimalen Anschluss an die S-Bahn zu bieten, die Bottrop zu dieser Tageszeit alle 20 Minuten erreicht. Im mittleren Kreis Recklinghausen besteht auf der wichtigsten Schienenstrecke Essen – Recklinghausen – Münster durch Überlagerung einer

²⁴ vgl. Kreis Recklinghausen (1999) S. 4.4-5, Stadt Bottrop (1998) S. 82

RE- und einer RB-Linie der Deutschen Bahn ein angenäherter 30-Minuten-Takt, so dass auch hier der Anschluss an den SPNV gewährleistet werden kann.

2.4 Festlegung der Fahrzeiten

2.4.1 Ziele

Auch bei der Festlegung der Fahrzeiten muss die „goldene Mitte“ innerhalb eines Zielkonflikts gefunden werden:

Zu kurze Fahrzeiten machen die Linie verspätungsanfällig mit allen daraus entstehenden Nachteilen: Anschlüsse an andere Linien können nicht mehr sichergestellt werden, aber auch die Anschlussaufnahme von anderen Linien wird dadurch gefährdet, dass unbedingt pünktlich abgefahren werden muss. Zudem verleiten zu kurze Fahrzeiten das Fahrpersonal manchmal zu verkehrswidrigem Verhalten (z. B. Nichtbeachtung von Geschwindigkeitsbeschränkungen), so dass eine Gefahr für Fahrgäste und andere Verkehrsteilnehmer entstehen kann.

Sind die Fahrzeiten zu lang, verliert die Linie an Attraktivität, da nicht nur der Unterschied in der Reisedauer zum MIV deutlicher wird, sondern auch die Linie an sich langsam erscheint. Zudem können Anschlussblöcke (Rendezvousanschlüsse, ITF-Knoten) dadurch „verwässert“ werden, dass einzelne Linien wegen zu langer Fahrzeiten nicht daran teilnehmen können (siehe dazu auch Kap. 3). Ein zu starkes Strecken der Fahrzeiten etwa zur Verspätungsverminderung kann auch dazu führen, dass die Linie häufig vor Plan („zu früh“) verkehrt und somit aus Sicht der zusteigenden Fahrgäste unzuverlässig wird.

2.4.2 Vorgehensweise

Bei der Festlegung der Fahrzeiten werden meistens mehrere Messungen mit dem für die Strecke vorgesehenen Fahrzeug zu unterschiedlichen Tageszeiten vorgenommen und ein Mittelwert gebildet^{25,26}. Auch bei den Vestischen Straßenbahnen wird meist zweimal zur Hauptverkehrszeit gemessen, die dritte Messung dient zur Bestätigung der Ergebnisse oder zur Messung des Wochenendverkehrs. An den Messungen wird auch das

²⁵ vgl. zu diesem Kapitel Holz-Rau, C. et al. (2001), S. 50

²⁶ vgl. zu diesem Kapitel Höpel, S. (2002)

Fahrpersonal (vertreten durch den Betriebsrat) beteiligt. Selbstverständlich werden bei den Messfahrten alle Verkehrsregeln eingehalten. Zu den gemittelten reinen Fahrzeiten wird ein bestimmter Zuschlag (bei der Vestischen 14 Sekunden) für Haltzeiten addiert, so dass die Nettofahrzeiten für die einzelnen Linien entstehen. Auch Infrastrukturumbauten, die in naher Zukunft realisiert werden, werden mit einem Fahrzeitzuschlag berücksichtigt (etwa der Umbau des ZOB in Marl oder die Neugestaltung des ZOB am Bahnhof Esslingen²⁷). Bei Linien, die auf Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen verkehren, ist es außerdem sinnvoll, eine Pufferzeit am nächsten Knotenpunkt einzuplanen, um die starken Schwankungen in der tatsächlichen Fahrdauer aufzufangen.

An dieser Stelle der Planung kann evtl. schon erkannt werden, wenn die Fahrzeiten auf einer bestimmten Strecke zu lang sind (etwa im Hinblick auf die Wendezeit oder auf den Abstand zwischen zwei ITF-Knoten, vgl. Kap. 3.2.1). Zur Abhilfe können verschiedene Maßnahmen dienen: die Straffung der Fahrzeiten im Minutenbereich, das Auslassen von Haltestellen (meist nur bei Schnellbuslinien sinnvoll), die Verkürzung des Linienweges, der Tausch eines Linienabschnittes mit einer anderen Linie oder infrastrukturelle Beschleunigungsmaßnahmen (Einrichtung einer Busspur oder einer Ampelvorrangschaltung).

Als Anhaltspunkt für die Reisegeschwindigkeit bei fertig vermessenen Fahrzeiten kann bei Erschließungslinien ein Wert von 16-20 km/h dienen.

Nicht immer bleiben die Fahrzeiten über den ganzen Tag gleich. Häufig wird in verkehrsschwachen Zeiten die Fahrzeit gekürzt, so dass sich auch automatisch die Abfahrtszeiten der Linie verschieben – es entsteht eine neue so genannte Fahrzeitgruppe. Bei der Festlegung dieser verkürzten Fahrzeiten treten wiederum die bereits beschriebenen Zielkonflikte auf. Zusätzlich sollte bei der Festlegung angepasster Fahrzeiten darauf geachtet werden, dass nicht zu viele Fahrzeitgruppen entstehen, da dies zur Lasten der Merkbarkeit des Fahrplans geht. Bei den Vestischen Straßenbahnen werden z. B. nicht mehr als zwei Fahrzeitgruppen definiert: Fahrzeitgruppe

²⁷ vgl. Obenland, R. et al. (2002), S. 14

(Fzgr.) 1 für die Hauptverkehrszeit (HVZ) und ggf. Fzgr. 2 für die Neben- und Schwachverkehrszeit (NVZ/SVZ). Fahrzeitgruppe 2 wird dabei aus Fzgr. 1 aufgrund von Erfahrungswerten abgeleitet, künftig sollen aber verstärkt Messungen aus dem laufenden Betrieb in die Ergebnisse einfließen.

3 Ziele und Vorgehensweisen bei der Festlegung der Fahrplanlage

3.1 Ziele

Die Festlegung der Fahrplanlage der einzelnen Linien ist derjenige Planungsschritt, bei dem das Verkehrsunternehmen den größten Entscheidungsspielraum besitzt. Zugleich kann hier die richtige Vorgehensweise entscheidend zur Attraktivität des ÖPNV beitragen.

Folgende Ziele sind bei der Planung der Fahrplanlage hauptsächlich zu beachten:

1. In den Fällen, wo eine Direktverbindung nicht angeboten werden kann, müssen die Anschlüsse optimiert werden (vgl. Kap. 1.3, Punkt 3), so dass der Komfortverlust durch das Umsteigen minimiert wird.
2. Der Fahrplan sollte über den ganzen Tag und die ganze Woche verteilt leicht merkbar sein, d.h. zu starke und zu häufige Sprünge bei den Abfahrtszeiten sind zu vermeiden (vgl. Kap. 1.3, Punkt 4). Nach Möglichkeit sind die Fahrpläne auch so zu gestalten, dass Anschlüsse, die in einer Richtung bestehen, auch in der Gegenrichtung funktionieren.
3. Wo Linien über längere Strecken parallel verlaufen, sollen sie möglichst nicht gleichzeitig verkehren, um die Anzahl der effektiven Fahrtmöglichkeiten auf dieser Strecke zu erhöhen. An den Stellen, an denen sich parallel verlaufende Linien trennen, ist ein Anschluss zwischen den beiden nach außen führenden Ästen anzustreben (sog. Über-Eck-Anschluss).
4. Die Fahrpläne sollten so konstruiert werden, dass an den Endhaltestellen eine angemessene Wendezeit (= Zeit zwischen Ankunft und Abfahrt des Fahrzeuges) verbleibt. Diese sollte ausreichend sein, um Verspätungen nicht in die Gegenrichtung zu übertragen. Die Wende-

zeit darf aber auch nicht zu groß sein, da das die Linie unwirtschaftlich machen würde (niedriger Fahrplanwirkungsgrad).

3.2 Vorgehensweise

3.2.1 Das ITF-Konzept und daraus abgeleitete Konzepte

3.2.1.1 Prinzip des ITF-Konzepts

Ein Konzept, das in den letzten Jahren im öffentlichen Nah- wie auch im Fernverkehr immer häufiger verwendet wird, ist der Integrale Taktfahrplan (ITF)²⁸.

Der ITF im engeren Sinne (sog. idealer ITF) umfasst folgende Punkte:

1. Alle Linien sind unternehmensunabhängig netzweit unter- und miteinander verknüpft,
2. alle Linien fahren in einem einheitlichen Takt,
3. alle Fahrpläne haben dieselbe Symmetriezeit. Unter Symmetriezeit wird derjenige Zeitpunkt verstanden, zu dem sich in einem Taktfahrplan die Fahrzeuge von Richtung und Gegenrichtung treffen. Für ITF-Konzepte im 60-Minuten-Takt in Deutschland ist die Symmetriezeit vereinbarungsgemäß auf die Minuten 28 und 58 festgelegt. Für andere Takte können die Symmetriezeiten analog entwickelt werden (z. B. 13, 28, 43, 58 für den 30-Minuten-Takt).
4. Das Angebot bleibt während der gesamten Betriebszeit gleich, d.h. es gibt keine Verstärkungen oder Schwächungen zu Zeiten mit besonders starker oder schwacher Verkehrsnachfrage.

Zum ITF im engeren Sinne können in einem erweiterten ITF noch weitere Maßnahmen kommen, die den ÖPNV attraktiver machen. Dazu zählen etwa Angebotsausweitungen, die Beschaffung von neuen Fahrzeugen (z.

²⁸ vgl. zu Kapitel 3.2.1 FGSV (2001)

B. mit Niederflurtechnik), die Vereinheitlichung und Vergünstigung der Tarife oder die Verbesserung der Kundeninformation.

Der Ort, an dem sich die Fahrzeuge von Richtung und Gegenrichtung treffen, wird Taktknoten genannt. Im idealen ITF fallen diese Taktknoten immer mit zentralen Verknüpfungspunkten mehrerer Linien zusammen (ITF-Knoten). Zur Symmetriezeit treffen sich also alle Linien in diesen Knoten, wobei die Fahrzeit zwischen den einzelnen ITF-Knoten immer genau die halbe Taktzeit des ITF-Systems ist. Die Anschlüsse untereinander werden durch eine kurze Wartezeit der einzelnen Linien sichergestellt, in der die Fahrgäste umsteigen können. Gleichzeitig kann diese Zeit als Pufferzeit zum Ausgleich von Verspätungen dienen. Durch die Symmetriezeit zur Minute 28 und 58 ist es möglich, nach der Begegnung der Linien unter Berücksichtigung dieses Puffers genau zur vollen bzw. halben Stunde abzufahren. Dadurch wird die Merkbarkeit des Fahrplans erhöht.

3.2.1.2 Einschränkungen und Variationen des ITF-Konzepts

Die Umsetzung eines idealen ITF ist in der Praxis selten möglich. So kann die Einrichtung eines Knotenpunktes daran scheitern, dass die Fahrzeit zum nächsten Knotenpunkt zu lang oder zu kurz ist. Das kann etwa in Großstädten vorkommen, wo die Maschen des Liniennetzes so eng sind, dass zu viele Knotenpunkte der Linien untereinander vorhanden sind. Da in solchen Netzen aber meist auch die Takte relativ kurz sind, ist in diesem Fall die Einrichtung eines ITF aus Fahrgastsicht auch nicht unbedingt erforderlich, kann aber betriebliche Vorteile bringen.

Ebenfalls ist die Einrichtung eines ITF dann nicht sinnvoll, wenn der Direktfahreranteil allgemein sehr hoch ist – aus der Sicht der meisten Fahrgäste wirkt sich in diesem Falle der ITF durch die Wartezeiten an den Knoten eher nachteilig aus. Hier kann aber der Fahrplan durch vom ITF abgeleitete Maßnahmen (wie die Einführung einer einheitlichen Symmetriezeit oder eines Rendezvousanschlusses) sowohl aus betrieblicher Sicht als auch aus Sicht des Fahrgastes optimiert werden.

Die Einrichtung eines einheitlichen Taktes für alle Linien wird häufig an der doch sehr unterschiedlichen Fahrgastnachfrage scheitern. Hier muss bei der Festlegung der unterschiedlichen Takte darauf geachtet werden, dass zur Optimierung der Anschlusssituation die Takte Vielfache bzw. Bruchteile voneinander sind (vgl. Kapitel 2.3.2.1; in FGSV (2001) wird dafür der Begriff „Taktfamilien“ verwendet). Gleiches gilt sinngemäß für die Aufrechterhaltung des Angebotes zu allen Betriebszeiten.

Ist ein „idealer ITF“ aus einem der oben genannten Gründe nicht durchführbar, können vereinfachte Formen eingesetzt werden. Zum einen gibt es die Möglichkeit eines modifizierten ITF, zum anderen die der Rendezvous-Technik.

Unter einem modifizierten ITF wird ein Fahrplankonzept verstanden, bei dem nicht alle Parameter nach den Regeln des idealen ITF gestaltet sind. So können beispielsweise einzelne Linien einen abweichenden Takt besitzen oder zu bestimmten Zeiten ausgedünnt oder erweitert werden. Auch die festgelegte Symmetriezeit muss nicht für alle Linien eingehalten werden. Ebenso ist es in einem modifizierten ITF möglich, dass Anschlüsse zwischen bestimmten Linien an einem Knoten nicht funktionieren.

Als noch stärkere Vereinfachung des ITF-Konzeptes kann das Rendezvous-Konzept angesehen werden. Beim Rendezvous-Konzept gibt es einen zentralen Verknüpfungspunkt, an dem sich die Linien zu einem bestimmten Zeitpunkt treffen (im Rahmen der Symmetrieforderung sollten es jeweils die vollen und halben Stunden sein). Der Verknüpfungspunkt kann Anschlüsse zu weiteren Verkehrsmitteln (Überlandbusse, SPNV) bieten, dies muss aber nicht der Fall sein. Ein Rendezvous-Konzept muss auch nicht über den gesamten Tag betrieben werden, viele Verkehrsbetriebe wenden diese Technik nur für die Schwachverkehrszeiten an (Beispiele: Herne, Nachtliniennetz Bamberg, NachtExpress Kreis Recklinghausen).

3.2.2 Vorgehensweise bei der Planung eines Anschlusskonzeptes

Bei der Grobplanung eines Liniennetzes muss zunächst einmal die Entscheidung für eines der oben genannten Anschlusskonzepte getroffen werden. Dabei spielt die topographische Anordnung des Liniennetzes (Welche Haltestellen kommen als ITF- oder Rendezvous-Knoten in Frage?) ebenso eine Rolle wie die Fahrplangestaltung angrenzender Verkehrsunternehmen (Wird bei angrenzenden Verkehrsunternehmen oder dem SPNV in der Region ein ITF angewandt und wo liegen die Knoten?) und das (erwartete) Fahrgastverhalten im Liniennetz (Auf welchen Umsteigeverbindungen besteht die höchste Nachfrage?). Hierbei sind auch die rechtlichen Rahmenbedingungen, die sich aus dem jeweils gültigen ÖPNV-Gesetz und dem NVP ergeben, zu beachten (in einigen Bundesländern, darunter auch NRW, ist die Einrichtung eines ITF vorgeschrieben²⁹).

Ist die Entscheidung für ein Grobkonzept gefallen, kann mit der Planung der Fahrplanlage der einzelnen Linien begonnen werden. Dabei wird nach Priorität vorgegangen, wobei als Anhaltspunkte für die Priorität die folgenden Kriterien gelten können:

1. Begonnen wird bei der Planung dort, wo Zwänge im Fahrplangefüge bestehen, die als unabänderlich gelten können, wie etwa ein wichtiger Anschluss an den SPNV oder ein ITF-Taktknoten bzw. Rendezvousanschluss. Ausgehend von diesen festen Punkten kann die Fahrplanlage für das gesamte Liniennetz fortlaufend entwickelt werden.
2. Vorrangig sind dabei immer Anschlüsse sicherzustellen, bei denen (aufgrund von Untersuchungen oder praktischen Erfahrungen) die größte Zahl an Umsteigern zu erwarten ist.

²⁹ vgl. FGSV (2001), S. 9

3. Häufig werden außer ITF- bzw. Rendezvousanschlüssen auch abseits der zentralen Knotenpunkte wechselseitige Anschlüsse zwischen zwei Linien (Korrespondenzanschlüsse) vorgesehen. Dies wird insbesondere dort geschehen, wo eine hohe Zahl von Umsteigern zu erwarten ist (z. B. weil starke Verkehrsströme in die entsprechende Richtung vorhanden sind oder früher eine durchgehende Linie existierte). Korrespondenzanschlüsse sind bei der Konstruktion der Fahrplananlage mit hoher Priorität zu berücksichtigen. Ein Beispiel im Bedienungsgebiet der Vestischen ist der Anschluss zwischen den Linien 231 und 233 an der Haltestelle „Wittener Straße“ in Datteln. Korrespondenzanschlüsse werden auch im Schienennah- und -fernverkehr vielfach eingerichtet, etwa in Duisburg Hbf³⁰ zwischen den Linien RE 1 und RE 3 oder in Dortmund Hbf zwischen den IC- und ICE-Zügen von und nach Hamm/ Münster bzw. Düsseldorf/ Wuppertal.
4. Eine höhere Priorität haben auch Anschlüsse zwischen weniger häufig verkehrenden Linien. Beim Umstieg zwischen zwei im 60-Minuten-Takt betriebenen Linien kann im schlimmsten Fall eine Wartezeit von 59 Minuten entstehen, die ÖPNV-Fahrgästen nicht zuzumuten ist. Bei Linien im 10-Minuten-Takt beträgt die maximale Wartezeit dagegen 9 Minuten, so dass die Umsteigezeiten selbst dann kurz sind, wenn die Abfahrtszeiten hierfür nicht optimiert wurden.
5. Insbesondere, wenn beide Endpunkte einer Linie kurz hinter einem ITF-Knoten liegen, kann die Wendezeit der Linie sehr lang werden. Dadurch sinkt der Fahrplanwirkungsgrad (vgl. Kap. 1.3, Punkt 6) und damit die Effizienz des Fahrplanes. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn gegenüber dem Ist-Zustand oder der ursprünglichen Planung ein zusätzliches Fahrzeug (Kurs) benötigt wird, da dadurch hohe Sprungkosten entstehen.

³⁰ im bis zum 14. Dezember 2002 gültigen Fahrplan

Zur Kürzung der Wendezeit können verschiedene Maßnahmen geprüft werden. Zunächst sollte, falls möglich, eine Verknüpfung (betriebliche Durchbindung) mit einer anderen Linie (vgl. Kap. 2.1.2.2, Punkt 8) erwogen werden, da dadurch die Fahrplanlage der betroffenen Linien erhalten bleibt. Dabei darf die Pufferzeit beim Übergang auf die andere Linie nicht zu kurz sein, da sonst unweigerlich Verspätungen von der einen auf die andere Linie übertragen würden.

Eventuell kann hier auch das Ergebnis eines der vorherigen Planungsschritte revidiert werden, etwa durch Tausch von Linienwegen oder Auslassen von Haltestellen. Falls diese Maßnahmen keinen Erfolg versprechen, kann die Herausnahme einer Linie aus einem Anschlussknoten oder die Einführung einer abweichenden Symmetriezeit in Betracht gezogen werden. Erstere verschlechtert die Anschlüsse der Linie in beiden Fahrrichtungen, letztere führt zu unterschiedlichen Anschlüssen in beiden Richtungen. In beiden Fällen können die Folgen gemildert werden, wenn anschließende Linien entsprechend angepasst werden oder einen dichteren Takt besitzen.

6. Aus zwei Gründen darf die Wendezeit an den Endstellen auch nicht zu kurz sein: Zum einen würden etwaige Verspätungen der Linie auf die Gegenrichtung übertragen, zum anderen ist für das Fahrpersonal eine bestimmte Erholungszeit notwendig und gesetzlich vorgeschrieben. Mit diesem Planungsschritt kann bereits der Dienstplanung vorgegriffen werden: Die Wendezeit kann ab einer bestimmten Dauer als gesetzliche Ruhepause angerechnet werden. Wenn bei der Fahrplangestaltung auf diesen Aspekt Rücksicht genommen wird, führt das dazu, dass das Fahrpersonal auf der Linie weniger oft abgelöst werden muss und damit effizienter eingesetzt wird: der Dienstplanwirkungsgrad steigt (vgl. Kap. 1.3, Punkt 6).
7. Laufen zwei oder mehr Linien über längere Streckenabschnitte parallel, so sollten ihre Abfahrtszeiten nach Möglichkeit so festgelegt wer-

den, dass sich die Fahrten der verschiedenen Linien auf dem gemeinsamen Streckenabschnitt gegenseitig ergänzen. Verkehren die Linien im gleichen Takt, so kann durch versetzte Gestaltung der Abfahrtszeiten eine Halbierung der Taktzeit erreicht werden. Auf den Linien SB 27 und 243, die zwischen Herten Mitte und Herten-Langenbochum parallel verlaufen, konnte etwa durch diese Methode die gesamte Bedienungshäufigkeit zur Hauptverkehrszeit von einem 30- auf einen fast exakten 15-Minuten-Takt erhöht werden (siehe dazu auch Abbildung 3-1).

3.3 Einsatz von Softwareprogrammen zur Fahrplanerstellung

Auch im Bereich der Verkehrsplanung wird heute ein Großteil der Arbeit mit Hilfe von EDV-Programmen erledigt. Jedoch werden vielfach für verschiedene Planungsschritte verschiedene Programme verwendet, darüber hinaus gibt es Planungsschritte, für die keine spezialisierte Software eingesetzt wird. Das gilt in besonderem Maße für die in diesem Kapitel behandelte Festlegung der Fahrplanlage. In diesem Abschnitt wird zunächst beispielhaft der Softwareeinsatz bei der Vestischen dargestellt und anschließend ein Lastenheft für eine Software entwickelt, die für diesen Planungsschritt eingesetzt werden kann.

3.3.1 Beispiel Vestische Straßenbahnen

Bei den Vestischen Straßenbahnen werden im Laufe der Fahrplanerstellung unterschiedliche Softwareprodukte eingesetzt: Zur Eingabe der Haltestellen und Linienwege mit den entsprechenden Entfernungs- und Fahrzeitdaten dient das Programm EPON der Firma ISIDATA. Die genannten Daten werden während der ersten Planungsschritte (Schritte 1, 2 und 4, vgl. Kap. 2) schrittweise in EPON eingegeben.

Der Planungsschritt 5 (Planung der Fahrplanlage) wird jedoch hauptsächlich mit Hilfe der Tabellenkalkulation Microsoft Excel durchgeführt. Zu diesem Zweck sind verschiedene Tabellen mit Formeln und grafischen Elementen angelegt worden, in denen verschiedene Varianten für die Fahrplanlage der einzelnen Linien angelegt und verglichen werden können. Dabei genügt es in der Regel, die Abfahrtszeiten an den Endstellen einzufügen, die Abfahrtszeiten an den anderen Haltestellen der jeweiligen Linie werden mit Hilfe von Formeln automatisch berechnet. An den Verknüpfungspunkten ist somit die Qualität der Anschlüsse zu den anderen Linien sofort ersichtlich. Wichtige Umsteigebeziehungen sind zusätzlich mit Pfeilen markiert, damit dort besonderer Wert auf die Sicherheit der Anschlüsse gelegt werden kann. Eine solche Excel-Tabelle existiert für jede Variante des zu planenden Netzes jeweils für alle in Planungsschritt 3 festgelegten Ver-

kehrzeiten (im Gebiet des Kreises Recklinghausen HVZ, NVZ, SVZ) und wird für größere Projekte jeweils durch Kopieren neu erzeugt. Ein Ausschnitt aus dieser Grafik ist in Abbildung 3-1 dargestellt. In Herten Mitte sind die Rendezvousanschlüsse zu den Minuten 00/30 und 15/45 erkennbar, an denen jeweils ein Teil der Linien teilnimmt. Die Linien 239 und 249 verkehren dabei im 15-Minuten-Takt. Mit Pfeilen sind wichtige Umstiege an anderen Haltestellen dargestellt (Salentinstraße, Herner Straße, Josefstraße). Außerdem ist erkennbar, dass die Fahrplanlage der Linien 210, 211 und 234 eine von den übrigen Linien abweichende Symmetriezeit hat, so dass in Richtung und Gegenrichtung jeweils unterschiedliche Anschlüsse vorhanden sind.

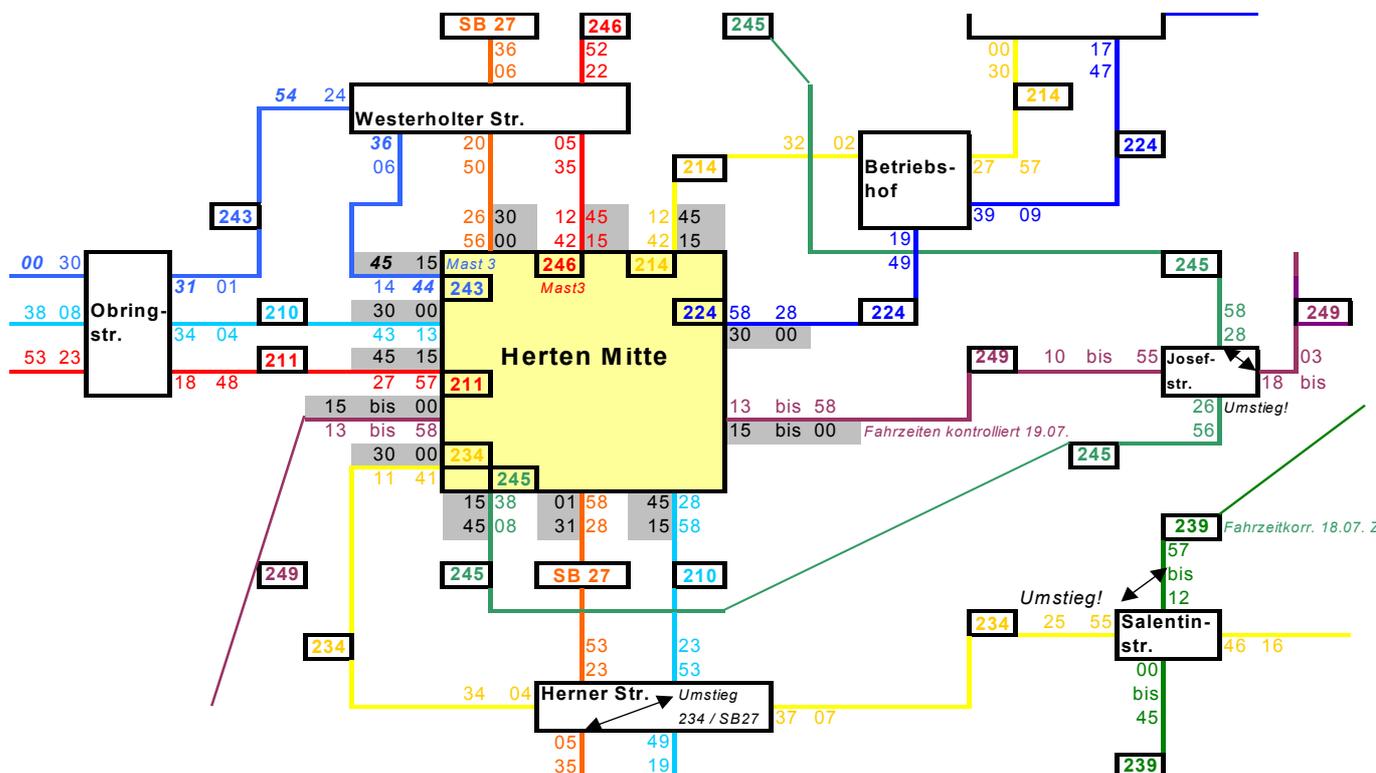


Abbildung 3-1: Ausschnitt aus einer Excel-Grafik zur Anschlussplanung bei der Vestischen: hier das Schema für den Fahrplan der HVZ mit Stand vom 16.6.2002 (Quelle: Vestische Straßenbahnen GmbH)

Nach der Festlegung der Fahrplanlage für die einzelnen Linien werden Excel-Tabellen mit Fahrplanentwürfen erstellt, die den fertigen Fahrplan jeder Linie in vereinfachter Form darstellen. Dieser dient als Bearbeitungsgrund-

lage für die Eingabe der Daten in EPON, mit dessen Hilfe anschließend die Umlauf- und später die Dienstplanung durchgeführt werden.

3.3.2 Entwurf eines Lastenhefts für ein Softwareprogramm zur Fahrplanerstellung

Im vorangegangenen Kapitel wurde beispielhaft auf die bei der Vestischen genutzte Software eingegangen. Bei anderen Verkehrsbetrieben herrscht eine ähnliche Situation vor: Softwareprogramme dienen vorwiegend zur Verwaltung der Netzdaten sowie für Arbeiten wie Umlaufplanung etc., nicht aber zur Planung von Fahrplanlagen und Anschlusskonzepten.

In diesem Kapitel wird daher ein Lastenheft für ein Softwareprogramm beschrieben, das die Planer auch bei der Durchführung dieser Schritte unterstützen kann. Dabei sollte der zu erstellende Fahrplan vertaktet (starr oder teilflexibel) sein, da nur bei so bei der Konstruktion des Fahrplans eines Netzes ein Softwareprogramm sinnvoll eingesetzt werden kann.

Die Gesichtspunkte, nach denen die beschriebene Software aufgebaut sein sollte, werden im Folgenden genannt.

3.3.2.1 Grundlegende Anforderungen

1. Die Software kann entweder in einem vorhandenen Programm für die übrigen Planungsschritte integriert sein oder aber ein eigenständiges Paket darstellen. In letzterem Fall ist allerdings für eine Schnittstelle zu sorgen, die ohne Informationsverlust und aufwendige Handarbeit bei der Konvertierung den Datenaustausch mit anderen Programmen ermöglicht.
2. Die Software sollte die Möglichkeit bieten, die Planung sowohl automatisch als auch manuell durchzuführen. Alle Planungsschritte (ob manuell oder automatisch durchgeführt) müssen nachträglich bearbeitet werden können.

3. Da die Abfolge der einzelnen Planungsschritte nicht linear ist (vgl. Kap. 2), muss zu jedem Zeitpunkt die Möglichkeit bestehen, die eingegebenen oder importierten Daten, die in den anderen Planungsschritten erzeugt wurden, zu revidieren. Dabei sollte im Idealfall die Software in der Lage sein, einfache Änderungen an diesen Daten (z. B. Tausch von zwei Linienästen in einem sternförmigen Liniennetz) selber vorzuschlagen und ggf. durchzuführen.
4. Die Software sollte die Möglichkeit bieten, Anschlusskonzepte anhand der Daten zum Fahrgastverhalten (Umsteigerzahlen, Streckenbelastungen) zu erstellen und zu bewerten. Für den Fall, dass diese Daten nicht vorhanden sind oder bestimmte Beziehungen besonders bewertet werden sollen (z. B. Korrespondenzanschlüsse), muss auch die Möglichkeit bestehen, Bewertungen – ausschließlich oder zusätzlich - manuell einzugeben.
5. Um die Fahrplangestaltung übersichtlicher zu machen, sollte in der hier besprochenen Planungsphase nicht jede Fahrt einzeln betrachtet werden, sondern nur die sich wiederholenden Abfahrtsminuten, ggf. für die im NVP festgelegten Betriebszeiten (z. B. HVZ, NVZ, SVZ) getrennt.

3.3.2.2 Funktionsweise

1. Die Eingabe des Programms besteht aus den in den vorherigen Planungsschritten 1, 2 und 4 festgelegten Daten: Linienwege mit Halte- und Endstellen sowie die dazugehörigen Haltestellenabstände in Metern und Minuten. Zur Eingabe gehören auch die Daten der Fahrgastnachfrage (Streckenbelastung und Umsteigerzahlen), falls sie vorhanden sind und eine automatische Planung anhand dieser Daten erwünscht ist. Abfahrtszeiten von Linien, die nicht geändert werden können oder sollen (SPNV, bereits früher umgesetzte ITF-

Konzepte etc.) sollten mit in den Datenbestand aufgenommen und im Programm entsprechend markiert werden können.

2. Das Programm sollte anhand der Netzstruktur (Anzahl der Verknüpfungspunkte zwischen den Linien sowie Entfernungen und Fahrzeiten zwischen diesen Punkten) eins der in Kap. 3.2.1 dargestellten Konzepte mit den zugehörigen Knotenpunkten vorschlagen können. Die Festlegung dieser Parameter muss aber in jedem Falle auch manuell möglich sein, um betriebliche oder gesetzliche Vorgaben umsetzen zu können.
3. Anschließend sollte die Software bereits einen Vorschlag für die Fahrplanlage aller Linien machen. Dabei sollte der Anfangspunkt, von dem das gesamte Netz entwickelt wird, vom Programm gewählt werden, wenn keine abweichenden Vorgaben gemacht werden (z. B. SPNV-Anschlüsse). Die Priorität der Anschlüsse sollte dabei anhand der in Kap. 3.2.2 beschriebenen Regeln und der eingegebenen Gewichtsdaten vom Programm bestimmt werden.
4. Das entstandene Anschlusskonzept kann nun manuell oder (mit geänderten) Parametern nachbearbeitet werden. Dabei ist nicht immer nur eine gültige Variante vorhanden, sondern es muss die Möglichkeit bestehen, mehrere Varianten parallel bearbeiten und anhand der eingegebenen Gewichtsdaten bewerten zu können.
5. Das fertige Anschlusskonzept soll mit Hilfe der Daten aus Planungsschritt 3 in einen kompletten Fahrplan umgewandelt werden, der dann zur Weiterverarbeitung für Dienst- und Umlaufplanung zur Verfügung steht. Je nach Wunsch des Verkehrsunternehmens können auch diese Schritte mit den entsprechenden Softwaremodulen automatisch durchgeführt werden.

Literaturverzeichnis

Artschwager, D./ Seibert, B. (2002): Oerlinghausens ÖPNV ist „preis-wert“, in: Der Fahrgast – PRO BAHN Zeitung 3/02, S. 27-30

BMV (Bundesministerium für Verkehr) (1987): Forschung Stadtverkehr A 3, Reihe Auswertungen – Verkehrs- und Betriebsplanung, Hof/ Saale, Hoermann-Verlag, 1987

FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen) (2001): Merkblatt zum Integralen Taktfahrplan, Köln, FGSV-Verlag, Ausgabe 2001

Holz-Rau, C. et al. (2001): Verkehrsnetze (Verkehrsplanung V), Vorlesungsskript Univ. Dortmund 2001

Höpel, S. (2002): eigenes Interview mit Herrn Höpel (Vestische Straßenbahnen) am 21.11.2002

Kreis Recklinghausen (Hrsg.) (1999): Nahverkehrsplan des Kreises Recklinghausen, Recklinghausen 1999

Obenland, R. et al. (2002): Der Integrale Taktfahrplan: Auf den Busverkehr übertragbar? Anwendung des ITF-Konzeptes am Beispiel von Esslingen am Neckar, in: Der Nahverkehr, 6/2002, S. 14-19

PRO BAHN (2001): Konzept zur Verbesserung des Busliniennetzes und zur Fortschreibung des Nahverkehrsplans in Herne, URL: http://www.probahn-ruhr.de/download/probahn_nvp_konzept_herne.pdf, besucht am 12.12.02

Stadt Bottrop (Hrsg.) (1998): Nahverkehrsplan der Stadt Bottrop, Bottrop 1998

Walther, K./ Norta, M. (2002): Der Einfluss der Wartezeit auf die ÖPNV-Qualität, Berechnungsgrundlagen und praktische Anwendung, in: Der Nahverkehr 7-8/2002, S. 36-38

Walther, K./ Wendler, E. (2002): Metrorapid: Werden Fahrgäste Umsteigezwang akzeptieren?, in: Der Nahverkehr 1-2/2002, S.31-33

Weigand, W. (1981): Graphentheoretisches Verfahren zur Fahrplangestaltung in Transportnetzen unter Berücksichtigung von Pufferzeiten mittels interaktiver Rechen-technik, Diss. Univ. Braunschweig 1981

Zoellmer, J. (1991): Ein Planungsverfahren für den ÖPNV in der Fläche, Diss. Univ. Karlsruhe 1991