

Prof. Dr.-Ing. Hans-Henning von Winning & Partner GbR
Architekt, Stadtplaner, Verkehrsplaner SRL

Westring 63, 34127 Kassel; T: 0561/85840, F: /898010
Osterdorf 8, 87534 Oberstaufen; T: 08325/366, F: /1310
v.winning@t-online.de

CONSULTING · STÄDTEBAU · VERKEHRSTECHNIK · ARCHITEKTUR

FLÄCHENSARENDER ÖPNV-VORRANG
ZUR STÄDTEBAULICHEN AUFWERTUNG
VON HAUPTVERKEHRSTRASSEN

BEISPIEL HALLE (SAALE)

ENDBERICHT, NOVEMBER 1999

FLÄCHENSWARENDER ÖPNV-VORRANG
ZUR STÄDTEBAULICHEN AUFWERTUNG VON HAUPTVERKEHRSSTRASSEN
BEISPIEL HALLE (SAALE)
ENDBERICHT, NOVEMBER 1999

Auftraggeber:

- Ministerium für Wohnungswesen, Städtebau und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt
- Stadt Halle (Saale), Dezernat Planung und Umwelt

Mitarbeit:

- Dipl.-Ing. Volker Knödler
- Dipl.-Geogr. Henning Krug
- Stephan Wagner

INHALTSVERZEICHNIS

1	Aufgabenstellung, Anlass und Fallbeispiele	5
	1.1 Aufgabenstellung	5
	1.2 Anlass	6
	1.3 Auswahl der Fallbeispiele.....	7
2	Grundlagen eines störungsfreien ÖV-Ablaufs	9
	2.1 Charakteristik innerstädtischer Hauptverkehrsstraßen	9
	2.2 Vorrang an Lichtsignalanlagen.....	10
	2.3 Staumanagement und Stauvorbeifahrt.....	10
	2.4 Pulkführung durch das ÖV-Fahrzeug.....	11
	2.5 Geeignete Querschnitte.....	13
3	Planungsvorschläge Städtebauliche Integration für Halle (Saale).....	15
	3.1 Beispiel Sektor Süd (Tor-/ Glauchaer Str./ Böllberger Weg, siehe Pläne 1 - 3)	15
	3.1.1 Entwurfsbeschreibung.....	15
	3.1.2 Leistungsfähigkeit Knotenpunkt Torstraße/ Glauchaer Straße/ Böllberger Weg (Berechnung im Anhang)	16
	3.1.3 Störungsfreiheit des ÖV-Ablaufes (siehe dazu Pläne 4 – 11).....	17
	3.1.4 Kosten und Kostenvergleich Teilabschnitt Böllberger Weg (siehe auch Anhang).....	19
	3.2 Beispiel Sektor Ost (Delitzscher Straße, siehe dazu Pläne 12 - 13)	21
	3.2.1 Entwurfsbeschreibung.....	21
	3.2.2 Leistungsfähigkeit.....	22
	3.2.3 Störungsfreiheit des ÖV-Ablaufes (siehe dazu Plan 14)	23
4	Ergebnisse	25
	4.1 Besondere Merkmale der abschnittswisen gemeinsamen Führung von MIV und Öffentlichem Verkehr	25
	4.1.1 Allgemein: Hoher Flächenwirkungsgrad.....	25
	4.1.2 Städtebau.....	25
	4.1.3 Fußgänger und Radfahrer	26
	4.1.4 Motorisierter Individualverkehr.....	26
	4.1.5 Öffentlicher Verkehr.....	27
	4.1.6 Besondere Sicherungsmaßnahmen für ÖV-Störungsfreiheit.....	288

4.2 Einsatzbereiche	309
4.3 Gesamtstädtische Einbindung.....	30
4.3.1 Netzeinbindung der Beispielprojekte.....	30
4.3.2 Gesamtstädtische Anwendung der Entwurfsprinzipien	31
4.3.3 Übertragbarkeit der Entwurfsprinzipien auf andere Einzelprojekte	322
4.4 Weiterer Klärungsbedarf	323
5 Zusammenfassung.....	35
6 Literatur und Material	36
7 Anhang	38

PLANVERZEICHNIS

Plan 1	Planungsvorschlag Städtebauliche Integration Torstraße
Plan 2	Planungsvorschlag Städtebauliche Integration Glauchaer Straße
Plan 3	Planungsvorschlag Städtebauliche Integration Böllberger Weg
Plan 4	Abfolge der Straßenquerschnitte im Bestand (Sektor Süd)
Plan 5	Abfolge der Straßenquerschnitte im Planungsvorschlag (Sektor Süd)
Plan 6	Abfolge der Straßenquerschnitte im Fall der bisherigen GVFG-Anwendung (Sektor Süd)
Plan 7	Staumengen im Bestand (Sektor Süd)
Plan 8	Staumengen im Planungsvorschlag (Sektor Süd)
Plan 9	Staumengen im Fall der bisherigen GVFG-Anwendung (Sektor Süd)
Plan 10	Maximale Staumengen ohne ÖV-Störung im Planungsvorschlag (Sektor Süd)
Plan 11	Maximale Staumengen ohne ÖV-Störung im Fall der bisherigen GVFG-Anwendung (Sektor Süd)
Plan 12	Planungsvorschlag Städtebauliche Integration Delitzscher Straße/ West
Plan 13	Planungsvorschlag Städtebauliche Integration Delitzscher Straße/ Büschdorf
Plan 14	Abfolge der Straßenquerschnitte im Planungsvorschlag (Sektor Ost)
Plan 15	Staumanagement im Gesamtnetz

1 AUFGABENSTELLUNG, ANLASS UND FALLBEISPIELE

1.1 Aufgabenstellung

Innerstädtische Hauptverkehrsstraßen sind Flächen größter Nutzungsvielfalt und Nutzungskonflikte. Die Integration aller verkehrlichen und städtebaulichen Ansprüche verlangt Kompromisse und die Ausschöpfung aller technischen und organisatorischen Möglichkeiten zur optimalen Nutzung dieser Flächen. Nur dann lassen sich städtische Boulevards erhalten bzw. schaffen, die mit hohen Aufenthaltsqualitäten und Naherreichbarkeiten auch zu einer Verringerung von Verkehrszwängen und Verkehrsbelastungen beitragen.

Der ÖPNV als Rückgrat des ökonomisch und ökologisch verträglichen Massenverkehrs in Städten stellt an Hauptverkehrsstraßen im wesentlichen zwei Ansprüche:

- auf der Strecke zwischen Haltestellen: schneller, zuverlässiger und unbehinderter Fahrtablauf
- an der Haltestelle: komfortabler Haltestellenzugang und -aufenthalt sowie städtebauliche Dichte und Nutzungsmischung im Haltestellenumfeld

Wesentlich für die Attraktivität des ÖPNV sind deshalb einerseits der Abbau MIV-bedingter Verzögerungen und andererseits die Einsparung reiner Verkehrsflächen im Haltestellenbereich und auf der Strecke.

Prima-vista-Überlegungen sprechen für völlig getrennte ÖV-Flächen, und dies wird bestärkt durch die Aussagen der ÖV-Betreiber, die neben der Kundenfreundlichkeit auch besonders das Ziel des einfachen Betriebsmanagements verfolgen. Dagegen spricht, daß Fahrspuren mit 10 oder auch 20 (ÖV-) Fahrzeugen pro Stunde wenig ausgelastet, also sehr flächenverschwendend sind. Sie könnten besser ausgelastet werden, wenn hinter einem ÖV-Fahrzeug gerade soviel MIV führe, daß das nächstfolgende ÖV-Fahrzeug nicht gestört wird. Dabei wirft die höhere Komplexität einer Verkehrssteuerung im teilweisen Mischverkehr einige Fragen auf, die zum Teil noch nicht ausreichend geklärt sind. Dies betrifft insbesondere folgende Bereiche:

- Störungsanfälligkeit und -sicherheit in Abhängigkeit von Straßenentwurf, Steuerungskonzept (Zeitpuffer u.a.), Stellplatzorganisation und Vernetzung mit nachgeordneten Straßen
- Möglichkeiten und Grenzen der MIV-Dichteprognosen und -steuerung im Netzzusammenhang
- Unterschiedliche Entwurfsprinzipien nach städtebaulichen und verkehrlichen Kriterien und Wirkungen

Zu untersuchen ist daher, ob, inwieweit, wo, und unter welchen Bedingungen der ÖV auch ohne eigene Fahrflächen störungsfrei betrieben werden kann und welche städtebaulichen sowie verkehrlichen Vor- und Nachteile damit verbunden sind. Ausgangsthese des Modellvorhabens ist, daß ein integriertes Verkehrsmanagement auf überwiegend gemeinsamer Fahrbahn auch für die Attraktivität der Straßenbahn und die allgemeine Leistungsfähigkeit der Verkehrsflächen vorteilhaft ist. Eine Trennung von ÖV und MIV wird demzufolge nur auf solchen Strecken für erforderlich gehalten, auf denen Überlastungen im MIV auftreten. Dies sind immer nur Teilstrecken, die in gewissem Umfang ihrer Lage nach disponibel sind. Die notwendigen Wartebereiche und ÖV-Überholstrecken müssen ausreichend dimensioniert und die Staulängen zuverlässig auf diese Streckenabschnitte begrenzt werden. Sowohl in räumlicher als auch in zeitlicher Hinsicht ist hierfür der haltestellenbedingte ÖV-Rhythmus zum wichtigen Maßstab der Straßengestaltung und Verkehrssteuerung zu entwickeln.

Das vorliegende Gutachten ist ein erster Beitrag zur Untersuchung dieser Annahme an Fallbeispielen, die zur vollständigen Umgestaltung anstehen. Es soll

- Vorschläge für Straßenentwurf und Verkehrssteuerung im teilweisen Mischverkehr erarbeiten (Kapitel 3),
- Vor- und Nachteile gegenüber einer prinzipiellen Trennung von MIV und ÖV darstellen (Kapitel 4),
- die MIV-Leistungsfähigkeit nachweisen und die notwendigen Steuerungen für einen störungsfreien ÖV-Ablauf darstellen (Kapitel 3),
- die erarbeiteten Planungsvorschläge in das gesamtstädtische Straßen- und ÖV-Netz einbinden (Kapitel 4.3),
- Hinweise für notwendige Änderungen hemmender Rahmenbedingungen erarbeiten (Straßenentwurf, Verkehrssteuerung, Verkehrsordnung und Finanzierung, Kapitel 4.4) und
- den weiteren Forschungsbedarf aufzeigen (Kapitel 4.4)

Die vorliegende Untersuchung hat dem Umfang nach den Stellenwert einer Vorstudie. Nicht alle wichtigen Teilfragestellungen können hier bereits geklärt werden. Insbesondere die Fragen der Verkehrsdichteprognose und der Verkehrsablaufsteuerung können hier nur grundsätzlich erläutert werden.

1.2 Anlass

Neubau-, Ausbau- bzw. Modernisierungsmaßnahmen an Straßenbahnstrecken sind gemäß der derzeitigen Förderpraxis für den schienengebundenen ÖV im städtischen Bereich nach § 2, Absatz 1, Nr. 2.a) des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes (GVFG) nur mit „besonderem Bahnkörper“ förderungsfähig. Die 1993 erlassenen Verwaltungsvorschriften des Landes

Sachsen-Anhalt zur Durchführung des GVFG übernehmen im Abschnitt II, Nr. 2.8. diese Forderung als Grundsatz. Der Begriff „**besonderer Bahnkörper**“ ist in § 16, Absatz 6 der Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (BOStrab) eingegrenzt:

„Besondere Bahnkörper liegen im Verkehrsraum öffentlicher Straßen, sind jedoch vom übrigen Verkehr durch Bordsteine, Leitplanken, Hecken, Baumreihen oder andere ortsfeste Hindernisse getrennt.“

Die derzeitige Förderpraxis legt den Schluss nahe, dass eine derartige Definition bei der GVFG-Auslegung verwendet wird: GVFG-Finanzhilfen für Mischverkehr mit zeitlicher Trennung von Straßenbahn und MIV werden seit 1. Januar 1996 in der BRD nicht mehr gewährt (vorher wurden Investitionen in Mischverkehrsstrecken in den Ost-Bundesländern noch gefördert). Die Städte stehen in vielen Fällen vor der Alternative, entweder auf eine Förderung zu verzichten (selten), oder (häufiger) städtebaulich und/ oder verkehrlich schädliche Nebenwirkungen in Kauf zu nehmen - vom Verzicht auf Radwege in Hauptverkehrsstraßen über den Verlust von Alleen oder Vorgärten bis hin zur Trassenführung durch ursprünglich ruhige Nebenstraßen, die dann für den allgemeinen Kfz-Verkehr auch noch entwidmet werden müssen.

Die aktuelle kritische Diskussion dieser Problematik in der Fachwelt bezieht sich vornehmlich auf die Straßenbahn. Die Fragen des Vorranges und der eigenen Fahrspuren betreffen jedoch alle Formen eines attraktiven, schnellen und bevorrechtigten Massenverkehrs in großen Behältern, also auch den Bus.

1.3 Auswahl der Fallbeispiele

In Sachsen-Anhalt sind zahlreiche Städte mit dem Problem der ÖV-Beschleunigung bei begrenzt verfügbarem Straßenraum in innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen konfrontiert: Nicht nur die vier Straßenbahnstädte Dessau, Halberstadt, Halle und Magdeburg, sondern auch viele Mittel- und Kleinstädte mit bestehenden oder in Planung befindlichen Stadtbussystemen.

Für die Vorstudie wurde die Stadt Halle (Saale) ausgewählt, weil sie aufgrund folgender Merkmale im Hinblick auf die Aufgabenstellung besonders geeignet ist:

- Es liegt eine hohe ÖV-Dichte in einer kompakten, dichten und großstädtischen Stadtstruktur mit hohem Straßenbahnanteil vor (eine Untersuchung kann hier höchste Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des ÖV sowie die besonderen Anforderungen des spurgeführten ÖV berücksichtigen).
- Es gibt zahlreiche städtische Vorhaben der Gleisrekonstruktion und des Streckenneubaus.
- Es bestehen städtische Erfahrungen mit Verkehrssteuerung und -ordnung in Abschnitten gemeinsamer Führung von ÖV und MIV - auch im Rahmen von Gleisneubau- bzw. -rekonstruktionsvorhaben.

Auszuwählen waren Netzabschnitte, die

- im Investitionsprogramm der Stadt Halle (Saale) kurz- bis mittelfristig zur Gleisrekonstruktion bzw. Straßensanierung vorgesehen sind und
- in Charakter und Länge geeignet sind, den räumlichen Rhythmus der Differenzierung in Abschnitte mit Trennung und Mischung zu untersuchen und darzustellen. Die Planungsumgriffe waren so zu wählen, daß sie nicht nur die Mischungsabschnitte, sondern auch die Überlastungsabschnitte mit Trennung von ÖV und MIV umfassen.

Die Auswahl fiel in Abstimmung mit den Auftraggebern auf

- die Delitzscher Straße (Sektor Ost)
- die Straßen Torstraße, Glauchaer Straße und Böllberger Weg bis Wendeschleife an der Pestalozzischule (Sektor Süd)

2 GRUNDLAGEN EINES STÖRUNGSFREIEN ÖV-ABLAUFS

2.1 Charakteristik innerstädtischer Hauptverkehrsstraßen

Die Aufgabenstellung für das Verkehrsmanagement in innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen kann allgemein beschrieben werden als optimales Arrangement verschiedener Nutzungsansprüche auf begrenzter Fläche. „Innerstädtische Hauptverkehrsstraßen“ sind dadurch gekennzeichnet, dass sie

- gleichzeitig Hauptstrecke für den MIV, den ÖV sowie den Fuß- und Radverkehr sind,
- engmaschig mit nachgeordneten Straßen vernetzt sind,
- zahlreichen unterschiedlichen Nutzungsansprüchen dienen müssen (Erschließung, Durchgangsverkehr, Parken, Aufenthalt, Geschäfte, Wohnen, Begrünung etc.) und
- städtebaulich die Identität von Stadtteilen oder Städten prägen.

Die Anforderungen an innerörtliche Straßenbahnstrecken sind weitgehend deckungsgleich mit den klassischen Eigenschaften von innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen:

- Priorisierung im Verkehrsablauf
- geradlinige Streckenführung
- Bündelung der Immissionsbelastung
- hoher Öffentlichkeitsanspruch
- dichte Bebauung für hohe Fahrgastzahlen
- ca. 300-500 m Erschließungstiefe

Eine Ausweichstrategie der Führung des ÖV durch Nebenstraßen oder auf eigenen, anbau-freien Trassen erzeugt daher meist mehr neue städtebauliche und verkehrliche Probleme, als sie durch die Isolierung von Straßenbahn und/ oder Bus zu lösen vermag. Flächenknappheit und Nutzungskonflikte sind vielmehr als Wesensmerkmal auch von ÖV-Strecken anzusehen. Ein Konzept, das sich auf die Merkmale innerstädtischer Hauptverkehrsstraßen im Allgemeinen und die spezifischen Stärken des ÖV im Besonderen besinnt, muß daher äußerst sparsam mit Flächen umgehen und miteinander verträgliche Nutzungen auf gleicher Fläche überlagern, wo immer dies möglich ist. Dies gilt in Anbetracht der heutigen technischen Möglichkeiten der Verkehrserfassung und -steuerung auch für die Frage der Trennung oder Mischung von MIV und ÖV.

Die vier wichtigsten Handlungsfelder für einen störungsfreien ÖV-Fahrtablauf sind:

- Vorrang an Lichtsignalanlagen
- Staumanagement und Stauvorbeifahrt
- Pulkführung durch das ÖV-Fahrzeug
- Geeignete Querschnitte

2.2 Vorrang an Lichtsignalanlagen

Dass den ÖV-Fahrzeugen an lichtsignalgeregelten Knotenpunkten durch LSA-Beeinflussung Vorrang vor dem MIV einzuräumen ist, kann mittlerweile als allgemein anerkannt gelten. Gleichzeitig muß aber gesehen werden, daß in der Verwirklichung noch erhebliche Defizite bestehen. Das Prinzip stößt außerdem bei zu vielen ÖV-Linien an einem Knoten an Grenzen.

Für das hier diskutierte Prinzip der Pulkführung (siehe 2.4) ist die Vorrangschaltung an Lichtsignalanlagen in gleicher Weise von Bedeutung.

2.3 Staumanagement und Stauvorbeifahrt

Die Stauverteilung im Netz ist als Funktion der relativen Leistungsfähigkeiten der einzelnen Knoten grundsätzlich steuerbar. Entsprechende Festlegungen werden unvermeidlich bei jeder Knotenbemessung durch den Signalplan und durch die Größe der Aufstellbereiche in der Zufahrt getroffen. Die Realisierung der jeweils maximalen Leistungsfähigkeiten der Einzelknoten führt zu einer ungünstigen räumlichen Verteilung des Staus: Er tritt dann gerade dort am stärksten auf, wo er am meisten stört, in dicht bebauten Straßenabschnitten mit kurzen Knotenpunktabständen und geringer Flächenverfügbarkeit. Hier sind die Eigenbehinderungen des MIV, die Störung angrenzender Nutzungen und die Behinderungen des ÖV mangels Fläche für eigene Spuren tendenziell am größten. Die LSA-Steuerung sollte in Zukunft verstärkt für eine größere Verträglichkeit und günstigere Lage der unvermeidbaren Überlastungserscheinungen sorgen, nicht allein nur aus Gründen der ÖV-Störungsfreiheit im Mischverkehr.

Die Anlage eines eigenen Gleiskörpers bzw. separater Busspuren ist mindestens in dem Maße zu empfehlen, wie mit Stau gerechnet werden muß. Bezogen auf die Maßstäblichkeit von einzelnen Netz-Sektoren im Zulauf zu kritischen Knoten ist zu klären, welche Streckenabschnitte als MIV-Wartebereiche und damit als ÖV-Überholstrecke fungieren sollen und welche als Mischverkehrsstrecke ausgebildet werden sollen. Die Kriterien für die Einteilung sind jedoch nicht nur verkehrstechnischer, sondern auch städtebaulicher Art:

- Flächenangebot und Straßenraumquerschnitt
- Empfindlichkeit angrenzender Nutzungen
- Städtebaulicher und stadträumlicher Rhythmus
- ÖV-Takt und Haltestellenstandorte
- MIV-Mengen (jeweils längs und quer), getrennt nach Richtungen

Nicht als Überlastung gilt der normale, sich während der Rotphase in der Zufahrt eines LSA-geregelten Knotens aufbauende Rückstau. Dieser ist vielmehr Voraussetzung für die maximale Auslastung eines Knotens und fließt in der nächsten Grünphase ab. Eine Überlastung ist dann festzustellen, wenn der Zufluss im Viertelstundenmittel die Leistungsfähigkeit der Knotenzufahrt (Abfluss) übersteigt. Dieser Fall ist in Mischverkehrsstrecken durch Dosierung des Zuflusses an der nächsten hierfür vorhergehenden LSA mit Trennung von MIV und ÖV im Zulauf zu vermeiden. Die maximale Zuflussmenge ermittelt sich aus der maximalen Abflussmenge (Leistungsfähigkeit) abzüglich der Netto-Zuflüsse aus Nebenstraßen. Rechtzeitig vor Auslastung des MIV-Wartebereichs ist der Zufluss wiederum zu dosieren. Städtebauliche und verkehrliche Rhythmen (Raumgliederung, Lichtsignalanlagen/ Hauptknoten, Haltestellen) legen einen kleinteiligen Wechsel von Mischung und Trennung im Abstand von 50 – 500 m nahe. Größere Überlastungserscheinungen sind daher nach dem geschilderten Prinzip auf mehrere von Mischstrecken unterbrochene MIV-Wartebereiche aufzuteilen. Insofern unterscheidet sich die kleinteilige Dosierung von der großmaßstäblichen Pfortnerung: Das Ziel unbehinderten Verkehrs ist im Nahbereich noch erkennbar und einsehbar.

2.4 Pulkführung durch das ÖV-Fahrzeug

Neben dem kapazitätsbedingten Stau gibt es weitere Faktoren, die die Zügigkeit und Zuverlässigkeit des ÖV beeinträchtigen können. Sie resultieren aus den Unregelmäßigkeiten des Fahrtablaufs im MIV und der Erschließungsfunktion einer Hauptverkehrsstraße für die angrenzenden Grundstücke und Quartiere. Auch in diesem Konfliktfeld geht es um Wahrscheinlichkeiten verschiedener Störereignisse und deren Abwägung mit anderen Aspekten bzw. den Möglichkeiten ihrer Verringerung.

Wesentliches Element der Störungsminimierung im Mischverkehr ist die Pulkführung des ÖV-Fahrzeuges. Die EAHV 93 definieren dies unter der Nummer 4.2.7.2. so:

"Bei der zeitlichen Trennung der Verkehrsarten werden in Streckenabschnitten ohne ÖPNV-Fahrstreifen

- *die Nahverkehrsfahrzeuge durch eine ÖPNV-abhängige Lichtsignalsteuerung (Vorlauf der Nahverkehrsfahrzeuge und Zwangsrot für nachfolgende Kraftfahrzeuge) an die Spitze von Fahrzeugpulks gesteuert,*

- *die Streckenabschnitte beim Einfahren von Nahverkehrsfahrzeugen erforderlichenfalls priorisiert von vorausfahrenden Kraftfahrzeugen geräumt,*
- *das Überholen der Nahverkehrsfahrzeuge durch Parkstreifen und Haltestellen mit "Zeitinseln" oder durch Haltestellenkaps verhindert und*
- *der nachfolgende Kraftfahrzeugverkehr so dosiert (verlagerter Stau), daß er mit den Nahverkehrsfahrzeugen auf den gleichen Fahrbahnflächen verträglich ist.*

Die zeitliche Trennung der Verkehrsarten setzt allerdings voraus, daß

- *in den Zulaufstrecken zumindest partielle ÖPNV-Fahrstreifen ausreichender Länge zur Stauraumumfahrung geschaffen werden können,*
- *alle betroffenen Nahverkehrsfahrzeuge signaltechnisch priorisierbar sind“.*

Schnüll hat diese Zusammenhänge 1995 unter dem Titel "Dynamische Straßenraumfreigabe für Straßenbahnen und Stadtbahnen" dargelegt. In dieser Studie wurde für acht Untersuchungsstrecken in fünf Städten jeweils eine Konzeption mit abgestimmten Maßnahmen der Verkehrsordnung, der LSA-Steuerung und des Teilumbaus erarbeitet, die auch in Abschnitten mit Mischbetrieb einen störungsfreien Betrieb des ÖV ermöglichen. Stichworte sind die rechtzeitige Fahrbahnräumung im Knotenpunktbereich, die Verhinderung von Überholvorgängen des MIV an Haltestellen, die nicht störende Organisation anderer Verkehrsnutzungen (Radstreifen, Parken etc.) auf der freien Strecke sowie die störungsfreie Ein- und Ausfahrt am Anfang bzw. am Ende der gemeinsamen Trasse. Im "Merkblatt für Maßnahmen zur Beschleunigung des öffentlichen Personennahverkehrs mit Straßenbahnen und Bussen" der FGSV sind der Begriff "Dynamische Straßenraumfreigabe" sowie die dargestellten Prinzipien weitgehend übernommen.

In der nun vorliegenden Studie wird ein vollständiger Umbau der untersuchten Streckenabschnitte unterstellt. Dadurch ergeben sich weitere Lösungsmöglichkeiten und Freiheitsgrade für die städtebaulich-verkehrliche Integration, die in der o. g. Studie von Schnüll nicht zur Diskussion standen. Das Prinzip der Pulkführung ist dabei das gleiche: Der Einfluß von Verzögerungen im MIV auf das nachfolgende ÖV-Fahrzeug, hervorgerufen durch Ein- und Ausparker sowie Ab- und Einbieger, wird durch einen Zeitpuffer minimiert. Dieser Zeitpuffer (ca. 20-30 Sekunden) entsteht im Mischverkehr automatisch durch die an der vorherigen Haltestelle stehende Straßenbahn. Die Straßenbahn führt somit stets den Fahrzeugpulk an. Dies gilt gleichermaßen auch für Busse, sofern Kaphaltestellen eingerichtet werden, die kein Überholen durch den MIV ermöglichen. Dafür ist eine feine Abstimmung folgender Entwurfs- und Steuerungsparameter notwendig:

- *zeitliche Koordination von Haltestellenaufenthalt und MIV-Rotphasen am Knotenpunkt*
- *Haltestellenlage in Bezug auf die signalgeregelten Knotenpunkte (in der Zufahrt, in der Ausfahrt oder auf der freien Strecke)*

- Haltestellenart (Bürgersteig-, Kap-, dynamisch/ Zeitinsel oder Haltestelleninsel)
- Größe der signaltechnisch verursachten Zeitlücke (nicht relevant bei Haltestellenlage in der Knotenpunktausfahrt)
- zusätzliche Überholstrecken zum Neuaufbau der Pulkführung bei zu großem Haltestellenabstand.

Form und Lage der Haltestellen haben dabei wesentlichen Einfluß auf den Erfolg der "dynamischen Straßenraumfreigabe". Die für den Aufbau der Pulkführung günstigste Lösung stellt die Bürgersteig- oder Kaphaltestelle in der Knotenpunktausfahrt dar.

Innerhalb der pulkgeführten Abschnitte sollten stärker belastete Einmündungen und Ausfahrten (z.B. von großen Tiefgaragen) ebenfalls signalisiert sein. Sonstige Nettoeinbieger können mittels entsprechend abgestimmter Leistungsfähigkeiten in Zu- und Abfluß einberechnet werden. Die Pulkführung bedarf also einer stärker an ÖV-Belangen orientierten Signalprogrammierung, weniger jedoch zusätzlicher Hard- und Software. Geeignete Querschnitte ermöglichen eine störungsfreie Abwicklung von Linksab- und einbiegern (Mittelstreifen, s. u.).

2.5 Geeignete Querschnitte

Neben der Pulkführung muß die richtige Querschnittsusbildung der Straßen das Störungsrisiko für den ÖV weiter verringern. Wichtig zu erwähnen ist hier, daß die abschnittsweise Mischung mit Pulkführung die Gestaltungsspielräume insgesamt nicht verkleinert, sondern durch den flexibleren Umgang mit den zur Verfügung stehenden Flächen erheblich vergrößert. Vorgeschlagen werden:

- Mittelstreifen zwischen den Richtungsfahrbahnen bzw. -gleisen zur Nutzung als Wartefläche für Linksab-/ einbieger und querende Fußgänger,
- Gleismittenlage in der Richtungsfahrbahn, um Abstand zu Radfahrern, ausbiegenden Fahrzeugen auf beiden Seiten und das Verhindern des Überholens zu erreichen. Leichte Gleisverschwenkungen zum Bürgersteig an den Haltestellen ("Bürgersteighaltestelle"),
- überbreite Fahrspuren ermöglichen Pufferzonen am Fahrbahnrand; bei Richtungsfahrbahnbreiten von mehr als ca. 5 m bedarf es ggf. zusätzlicher Mittel, um ein Überholen der haltenden Straßenbahn zu verhindern (z.B. Signalisierung),
- breite fahrbahnseitige Radwege/ Radstreifen als zusätzlicher Sicherheits-/ Pufferstreifen und für Rettungsdienste, Baustellen, Unfälle etc.

Die "Einsatzbereiche überbreiter - von Pkw zweistreifig, von Lkw einstreifig befahrbarer - Fahrstreifen auf städtischen Hauptstraßen" wurden von Topp et. al. 1987 an neun Beispielstrecken mit einer Spitzenstundenbelastung zwischen etwa 800 und 1.800 Kfz je Richtung umfassend untersucht. Topp kommt bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit zum Ergebnis, daß sie

in den Hauptverkehrszeiten an diejenige von zweistreifigen Richtungsfahrbahnen heran reichen und "eine Einschränkung der Einsatzbereiche der 'fast vierstreifigen' Stadtstraße auf Grund der Leistungsfähigkeit" nicht gegeben ist. Die EAHV 93 schlagen "überbreite, einstreifige Richtungsfahrbahnen" (Fahrstreifenbreite 4,75 bis 5,50 m) explizit auch zur Erleichterung der Anlage von Bahnkörpern oder Mittelstreifen vor.

3 PLANUNGSVORSCHLÄGE STÄDTEBAULICHE INTEGRATION FÜR HALLE (SAALE)

3.1 Beispiel Sektor Süd (Tor-/ Glauchaer Straße/ Böllberger Weg, siehe dazu Pläne 1 - 3)

3.1.1 Entwurfsbeschreibung

Die allgemeinen Überlegungen und Abwägungen zu den gewählten Querschnitten und Steuerungen sind in Kapitel 2 erläutert. In diesem Kapitel werden zusätzlich einige Spezifika der untersuchten Straßenabschnitte bzw. des vorgeschlagenen Entwurfs dargestellt. Alle drei Straßen liegen in einem Stadtgebiet der Gründerzeit, dessen städtebaulicher Charakter relativ starke Vorgaben für Geometrie und Symmetrie in Rhythmus bzw. Achse von Straße und Alleenanordnung macht. Die Glauchaer Straße ist heute noch keine ÖV-Trasse, jedoch als Straßenbahn-Trasse von der Stadt vorgesehen, so daß eine Liniengabelung aus dem Böllberger Weg (2 Linien) in Tor- (1) und Glauchaer Straße (1) entsteht.

In der **Torstraße** ist der Erhalt der Vorgärten Bedingung für einen integrierten Straßentwurf. Somit ist auf der Gesamtlänge der Torstraße keine Trennung von MIV und ÖV möglich. Der empfohlene Querschnitt sieht seitliche Puffer- und Radfahrerschutzbereiche auf einer überbreiten Fahrbahn vor und bietet mit ca. 3,5 m dennoch breitere Seitenflächen für Fußgänger und Anlieferung als im Bestand. Um die strenge Linearität des Straßenraums zu wahren und eine durchgehende Alleepflanzung in gleicher Achse zu ermöglichen, wurden Fahrbahnversätze für kurze getrennte Abschnitte vermieden. Lediglich die leichte Richtungsänderung der Straßenraumachse auf Höhe der Wittestraße kann für eine angepasste Aufweitung für kurze Linksabbiegespuren genutzt werden. Die notwendigen Rückstaulängen für Rechtsabbieger in die Glauchaer Straße werden in diese verlagert, durch freien Ablauf gering gehalten und so auch eine Aufweitung für eine getrennte Rechtsabbiegespur in der Torstraße vermieden.

In der **Glauchaer Straße** ist angesichts unbebauter Flächen bzw. ruinöser Bausubstanz eine stärkere gegenseitige Abstimmung von städtebaulichem und verkehrlichem Rhythmus möglich. Aufgrund der Schlüssigkeit des städtebaulichen und verkehrlichen Gesamtentwurfs wurde von einer Variante mit teilweiseem Abriss ruinöser Gebäude auf der Ostseite ausgegangen. Ein weitgehender Erhalt wäre jedoch verkehrlich ebenfalls denkbar. In Anbetracht der stark eingeschränkten Möglichkeiten, im Zulauf aus Böllberger Weg und Torstraße MIV-Überlastungsstrecken einzurichten, werden in der Glauchaer Straße eine weitgehende Trennung von MIV und ÖV sowie durchgehende überbreite Richtungsfahrbahnen bzw. Aufstellspuren für den MIV empfohlen. Lediglich im Abschnitt zwischen Lange Straße und Kefersteinstraße ist Mischverkehr vorgesehen, um östlich der Glauchaer Straße noch brauchbare Grundstückstiefen zu ermöglichen. Der zwischen Tor- und Lange Straße vorgesehene breite Gleisachsab-

stand von ca. 6,5 m erlaubt eine gute MIV-Vernetzung und Verkehrsentslastung durch zahlreiche Linksabbiegemöglichkeiten. Der dadurch bedingte breite besondere Gleiskörper erscheint angesichts der städtebaulichen Proportionen und Raumgliederung vertretbar. Trotz bewegter städtebaulicher Entwicklung wird die Gleistrasse möglichst geradlinig geführt. Im Zweifelsfall wird eher dem MIV eine gelegentlich unvermeidbare Verschwenkung zugemutet.

Im **Böllberger Weg** wird zwischen den Haltestellen Künstlerhaus und Ludwigstraße beidseitig Mischverkehr vorgeschlagen. Mit Mittelstreifen, der wiederum die Linksabbiegemöglichkeiten ohne ÖV-Störung sowie die Querbarkeit für Fußgänger sichert, ist ein um gut 3 m schmalerer Fahrbahnquerschnitt gegenüber einer Trennung von MIV und ÖV möglich. Diese Einsparung wird im vorgelegten Entwurf vor allem für attraktivere weil breitere Seitenräume (7 m Fußgänger-, Park-, Aufenthaltsflächen) genutzt. Das erscheint insbesondere für die bestehende östliche Straßenrandbebauung existentiell; Bei zu knappen Seitenräumen ist ein Bruch fallen etwa nach dem Beispiel der Delitzscher Straße wahrscheinlich. Südlich der Straße am Töpfertor ist zudem die Einsparung an Gebäudeabriss und Grundstücksankauf gegenüber einer Lösung mit Trennung und Inselhaltestellen erheblich. Generell ist auch hier darauf hinzuweisen, daß die Flächenvorteile der Überlagerung von MIV und ÖV bei schlüssigem Gesamtentwurf auf verschiedene Weise genutzt werden können. So könnte im Bereich des Künstlerhauses auch entweder ein Verzicht auf eine teure Arkadenlösung (siehe Kap. 3.1.4) oder eine größere MIV-Leistungsfähigkeit durch eine überbreite Spur stadteinwärts vorgesehen werden. Letzteres ist angesichts der Prognosewerte nicht erforderlich. Die dargestellte Arkadenlösung verringert die notwendigen Gleis- und Fahrbahnversätze und entschärft das Problem von Gleisbogen und Straßenecke an der Torstraße. Zudem wirkt sie sich günstig auf die Aufenthaltsqualität an der Haltestelle aus. Inwiefern dies die hohen Kosten rechtfertigt, kann hier nicht beurteilt werden.

Alle **Haltestellen** sind als Bürgersteighaltestellen und somit in bzw. am Anfang von Abschnitten mit Mischverkehr vorgesehen - gelegentlich unter kleinräumiger Anpassung der Haltestellenlage. In der Mitte der Torstraße wird aus Gründen des Verkehrsablaufes (Neuaufbau der ÖV-Pulkführung) eine neue Haltestelle angeordnet, die im Hinblick auf Haltestellenabstand (300 statt 600 m), Bebauungsdichte und Schulstandort auch angemessen erscheint.

3.1.2 Leistungsfähigkeit Knotenpunkt Torstraße/ Glauchaer Straße/ Böllberger Weg (Berechnung im Anhang)

Die künftige Verkehrsbelastung geht nach einer Prognoserechnung des Büros Cordes im Jahr 2010 in der Knotenpunktzufahrt der Glauchaer Straße deutlich auf etwa 2/3 des derzeitigen Wertes zurück. Die Leistungsfähigkeit ist mit dem gewählten Signalprogramm auch bei den heutigen Werten noch knapp gegeben, erreicht dann allerdings ihre Grenzen. Für die Linksabbieger aus der Glauchaer Straße in die Torstraße kann der derzeitige Wert von etwa 230 Fahrzeugen in der Spitzenstunde nur erreicht werden, wenn dieser Knotenstrom (Signalgrup-

pe K 2) nach Möglichkeit auch bei Freigabe des Gegenverkehrs aus dem Böllberger Weg in die Glauchaer Straße (Signalgruppe K 3) grün erhält ist. Der wartepflichtige Linksabbiegerstrom kann dann die Räumzeiten und mögliche Lücken im Fahrzeugstrom des Gegenverkehrs ausnutzen.

Die Verzweigung der ÖV-Linien erfordert häufige Eingriffe in das Regelumlaufprogramm der LSA-Steuerung. Dennoch kann der Knotenpunkt mit drei Phasen geregelt werden, da es sich lediglich um eine Einmündung mit entsprechend geringerer Anzahl der Verkehrsströme handelt.

Aufgrund der hohen Verkehrsbelastung im Böllberger Weg und in der Glauchaer Straße sowie des vergleichsweise geringen Verkehrsaufkommens in der Torstraße, können die Fußgängerfurten in der Phase III nur 8 bzw. 12 Sekunden freigegeben werden, so daß relativ lange Wartezeiten von bis zu 82 Sekunden entstehen. Dies wird zwar als problematisch angesehen, die vorliegende Planung nach bisheriger GVFG-Anwendung benötigt jedoch aus Kapazitätsgründen bei einer Umlaufzeit von 120 s sogar Fußgängerwartezeiten von ca. 110 Sekunden.

3.1.3 Störungsfreiheit des ÖV-Ablaufes (siehe dazu Pläne 4 – 11)

Die Rahmendaten für das **Staumanagement** werden im Rahmen dieses Vorhabens aus den Bestandswerten, den geplanten Änderungen im Verkehrsangebot und den vorliegenden Verkehrsprognosen für das Jahr 2010 abgeleitet (zur allgemeinen Problematik der Stauprognose siehe Kap. 4.3). Die Überlastungsbereiche werden so bemessen, daß weitere Zunahmen der Verkehrsnachfrage ebenfalls bewältigt werden können.

Im Ist-Zustand treten MIV-Überlastungen vor allem im Zulauf auf den Glauchaer Platz und in kleinerem Umfang auch im Zulauf auf den Knoten TGB (Torstraße/ Glauchaer Straße/ Böllberger Weg) von Norden auf (siehe Plan 7). Durch die Umbauvorhaben am Glauchaer Platz und am Knoten TGB werden sich die relativen Leistungsfähigkeiten in etwa folgendermaßen verändern:

- Fahrbeziehungen aus Böllberger Weg und Torstraße Richtung Glauchaer Platz: Es wird davon ausgegangen, daß der geplante Umbau des Glauchaer Platzes keine wesentlichen Leistungsfähigkeitsverbesserungen aus Richtung Süden verursacht (Berechnungen lagen den Bearbeitern nicht vor). Falls doch, würde sich dies mindernd auf die Überlastung aus Richtung Torstraße auswirken, während für die Zuflussmenge aus dem Böllberger Weg bereits der Knoten TGB begrenzend wirkt.
- Fahrbeziehungen vom Glauchaer Platz Richtung Böllberger Weg oder Torstraße: Während am Knoten Glauchaer Platz keine wesentlich Erhöhung des Ablaufs nach Süden zu erwarten ist, werden am Knoten TGB durch die Anlage einer zusätzlichen Linksabbiegerspur erheblich höhere Leistungsfähigkeiten realisiert als im Bestand.

Der Vergleich der Pläne 7 und 10 zeigt, daß in der Glauchaer Straße in Richtung Süden ausreichend große Überlastungsbereiche zur Verfügung stehen. Dies gilt ebenso für die **Fahrbeziehung Böllberger Weg – Glauchaer Straße in Richtung Norden**. Im Planungsvorschlag Städtebauliche Integration sind in der Glauchaer Straße Überlastungsbereiche vorgesehen, die bereits ca. 90 % des heutigen Staus in allen drei Straßen in Richtung Glauchaer Platz aufnehmen können. Südlich der Haltestelle an der Pestalozzischule schließt ein weiterer und langer Abschnitt getrennter Führung von MIV und ÖV an den näher untersuchten Abschnitt an, der bereits heute zur Dosierung und Verflüssigung des engen Abschnitts im nördlichen Böllberger Weg genutzt werden könnte. Das Ausmaß von unerwünschten Verlagerungen und von Schleichverkehr kann und muß in allen Planungsfällen durch Einbeziehung möglicher Ausweichstrecken in das Management (z.B. Max-Lademann-Straße) und durch Verkehrsberuhigung in Wohnstraßen vermindert werden. Durch den Planungsvorschlag Städtebauliche Integration werden hier keine besonderen Problemlagen geschaffen.

Der **Zufluss aus der Torstraße** zum Knoten TGB ist nur eingeschränkt regelbar. Der Rannische Platz konnte im Rahmen dieser Studie zwar nicht bearbeitet werden, allein die Komplexität des Knotens und die beengten Situationen in den anderen Zulaufstrecken zeigt aber, daß eine Koordination der Leistungsfähigkeiten beider Knoten nur sehr eingeschränkt möglich ist. Zahlreiche Einmündungen mit prognostizierten maximalen Nettoeinbiegern von ca. 100 Kfz pro Richtung sind zudem zu berücksichtigen. Das Verkehrsmanagement sieht daher am Knoten TGB für den Rechtsabbiegestrom aus der Tor- in die Glauchaer Straße besondere Leistungsreserven für Nachfragespitzen vor (freilaufender überbreiter Rechtsabbieger mit ca. 60 m Verflechtungsstrecke in der Glauchaer Straße). Dies bedeutet, daß extreme Nachfragespitzen aus der Torstraße zumindest erfasst werden müssen, damit sie dann gegebenenfalls über eine Zuflussdosierung des konkurrierenden Stroms aus dem Böllberger Weg aufgefangen werden können.

Die **Pulkführung der Straßenbahn in der Torstraße** wird ausschließlich durch die Haltestellen herbeigeführt. Zu diesem Zweck wird eine zusätzliche Haltestelle in der Mitte der Torstraße empfohlen. Die Haltestellenabstände sind in diesem Fall mit 300 – 350 m der Nutzungsdichte des Quartiers durchaus angemessen. Der vorausfahrende Fahrzeugpulk hat während des Haltestellenaufenthalts der Straßenbahn (20 – 30 s) die jeweils nächste Haltestelle bzw. den nächsten Hauptknoten fast erreicht. Zur Abwicklung von Linksabbiegern auf der Strecke steht angesichts der nur mäßigen Prognosebelastung der Torstraße von 4.200 Kfz DTV ausreichend Zeit zur Verfügung - ebenso für die Anmeldung einer Grünphase mit Kfz-Vorlauf am LSA-Knoten TGB. Die schwachen Netto-Einbiegerströme (jeweils maximal ca. 50 Kfz in der Spitzenstunde zwischen den Haltestellen) sind pauschal in die LSA-Steuerung bei Straßenbahnannäherung einzubeziehen. Obwohl in der Torstraße kein Mittelstreifen als Wartefläche für Linksab- oder einbieger eingerichtet werden kann, wird angesichts mäßiger Kfz-Belastung und kurzer Haltestellenabstände von nur minimalen Beeinträchtigungen des ÖV-Ablaufes ausgegangen. Sollten sich dennoch unvermeidbare Störungen einstellen, sind punktuelle Linksab- und/ oder -einbiegeverbote zu erwägen.

Die Pulkführung der Straßenbahn im **Böllberger Weg** wird ebenfalls vor allem durch den Aufenthalt der Straßenbahn an den Haltestellen an der Pestalozzischule, an der Ludwigstraße und am Künstlerhaus herbeigeführt. Als zusätzliche Sicherheit für die Pulkführung stadteinwärts wird vor der Haltestelle Ludwigstraße eine weitere ÖV-Überholstrecke vorgesehen. Die abgeschätzten Nettoeinbiegerströme zwischen Pestalozzistraße und Torstraße Richtung Norden von maximal ca. 50 Kfz in der Spitzenstunde sind von der Steuerung entsprechend zu berücksichtigen. Als Warteflächen für Linksab- oder einbieger steht südlich des Künstlerhauses ein durchgehender Mittelstreifen zur Verfügung.

Die **Glauchauer Straße** ist heute nicht Bestandteil des ÖV-Netzes, eine Straßenbahntrasse ist mittelfristig jedoch vorgesehen. Für diesen Fall sieht der Planungsvorschlag überwiegend eine getrennte Führung von MIV und ÖV vor. Die Frage der Pulkführung stellt sich nur auf einem sehr kurzen und relativ unproblematischen Streckenabschnitt nördlich der Lange Straße. Die Funktionsfähigkeit des Konzeptes in **Böllberger Weg und Torstraße** ist von der Umgestaltung der Glauchaer Straße unabhängig. Der Staubereich in der Glauchaer Straße ist im Bestand etwas kleiner als im Planungsvorschlag. Ohne den Umbau der Glauchaer Straße muss also die Dosierung von Süden im Böllberger Weg lediglich zeitlich etwas früher einsetzen, damit der Rückstau in der Glauchaer Straße nicht den Knotenpunkt Böllberger Weg/ Glauchaer Straße/ Torstraße beeinträchtigt. Hierfür ist in der Glauchaer Straße eine Anlage zur Verkehrserfassung vorzusehen.

Im Böllberger Weg könnte auch heute bereits auf Höhe Max-Lademann-Straße oder Pestalozzischule eine LSA-Dosierung eingerichtet werden, um den Rückstau aus der Glauchaer Straße bzw. vom Knoten Torstraße zu verringern. Dabei muß jedoch klar sein, daß ohne Umgestaltung und neue Querschnitte im Hinblick auf fast alle Ziele nur Teilerfolge erreicht werden können. Auch die Akzeptanz ist schwieriger zu erzielen, solange keine bauliche Aufwertung die integrierte Zielsetzung der Dosierung deutlich macht.

3.1.4 Kosten und Kostenvergleich Teilabschnitt Böllberger Weg (siehe auch Anhang)

Die Kostenzusammenstellung dient dem Vergleich der Investitionen des Planungsvorschlages Städtebauliche Intergration mit der vorliegenden Planung des Büro CPB Cordes GmbH nach bisheriger GVFG-Anwendung (weitgehend baulich getrennter Bahnkörper). Der Umgriff entspricht daher der Planung "Umgestaltung Böllberger Weg" des Büros CPB Cordes GmbH, in der Fassung vom 12. April 1999 (Wendeschleife Pestalozzischule bis Torstraße Höhe Röpziger Straße bzw. Glauchaer Straße bis Höhe nördliches Eckgebäude Brauereigelände). Die Kostenansätze und Einzelpreise wurden der für o. g. Planung erstellten Kostenschätzung vom 22. Februar 1999 entnommen. Aus der Gegenüberstellung der Kosten (siehe Tabelle im Anhang) ergeben sich folgende Einsparpotentiale:

- **Fahrflächen:** Reduzierung der für MIV und ÖV notwendigen Fahrbahnflächen durch das Prinzip der abschnittswisen gemeinsamen Führung, einschließlich der dort vorgesehenen Mittelstreifen. Gegenüber der Planung nach bisheriger GVFG-Anwendung können diese Flächen um insgesamt etwa 20 % reduziert werden. Dies führt zu **Kosteneinsparungen** von etwa **700.000.- DM**.
- **Seitenräume:** Gleichzeitig werden im Planungsvorschlag die für andere Verkehrsarten und sonstige Nutzungen zur Verfügung stehenden Seitenräume (Stellplätze, Radwege, Gehwege und Aufenthaltsbereiche) erheblich ausgeweitet. Dadurch stehen gegenüber der Planung nach bisheriger GVFG-Anwendung mehr als 50 % zusätzliche Flächen zur Verfügung - mit **Kosten** von etwa **700.000.- DM**.
- **Signalisierungsaufwand:** Eine Signalisierung der Einmündung Ludwigstraße wird bei getrennter Führung von MIV und ÖV für die auf dem Gleis angeordneten Linksabbieger notwendig (Grünvorlauf). Bei gemeinsamer Führung bleibt Platz für einen Mittelstreifen auf dem die Linksabbieger unsignalisiert angeordnet werden können. Weiterhin erübrigt sich bei gemeinsamer Führung die Signalisierung einer "dynamischen Haltestelle" in der Torstraße. Die für die Dosierung notwendigen LSA können dagegen in die in beiden Planungsfällen zweckmäßigen Fußgänger-LSA an den Haltestellen Ludwigstraße und an der Pestalozzischule ohne wesentlichen Zusatzaufwand integriert werden. Im Saldo ergibt sich so eine **Kosteneinsparung** von etwa **470.000.- DM**.
- **Freianlagen:** Die geringeren Fahrbahnquerschnitte lassen südlich des Künstlerhauses im gesamten Straßenverlauf die beidseitige Pflanzung von Alleebäumen zu. Insgesamt werden im Vergleichsabschnitt 108 Bäume neu gepflanzt (bei CPB: 88). Unter Berücksichtigung des Verzichts auf Baumscheiben in beiden Lösungen errechnen sich Mehrkosten von DM 18.000.-. Der gesamte Kostenpunkt "Freianlagen" wurde bei CPB nach Rücksprache auf 226.700.- DM reduziert. Das bei CPB vorgesehene Straßenbegleitgrün in Form von Rasen- und Gehölzstreifen ist im Planungsvorschlag Städtebauliche Integration als Seitenraum (s. o.) eingeordnet und dort kostenmäßig berücksichtigt. Es ergeben sich daher für die Freianlagen trotz der höheren Anzahl von Bäumen **Kosteneinsparungen** von **130.000.- DM**.
- **Grunderwerb:** Der notwendige Ankauf von Privatgrundstücken ist in der Kostenschätzung von CPB noch nicht berücksichtigt. Für den Vergleich wurden die notwendigen Flächen in beiden Lösungen grob ermittelt und mit einem Kaufpreis von DM 400.- pro Quadratmeter angesetzt. Hier ergeben sich im Planungsvorschlag Städtebauliche Integration **Kosteneinsparungen** von **700.000.- DM**.
- **Bahnanlagen:** Der geringere Aufwand für Bahnsteige (keine Inselbahnsteige), Haltestellenaustattung (Wegfall des Spritzschutzes) und Gleisbau (teilweise geringere Trassenbreite) läßt **Kosteneinsparungen** erwarten von etwa **350.000.- DM**.
- **Umbau Künstlerhaus:** In der CPB-Planung wird aufgrund der breiteren MIV- und ÖV-Flächen (Trennung stadteinwärts) der Einbau von Arkaden in das Künstlerhaus notwendig, um ausreichend Platz zur Unterbringung von Geh- und Radweg sowie Haltestelleneinrichtungen auf der Westseite des Böllberger Weges zu gewinnen. Für diese Maßnahme

sind 2 Mio. DM veranschlagt. Auch für den Planungsvorschlag Städtebauliche Integration hätte diese Arkadenlösung Vorteile (siehe Kap. 3.1.1), sie ist jedoch nicht zwingend notwendig. Der vorhandene Straßenraumquerschnitt reicht aus, um bei beidseitig gemeinsamer Führung von MIV und ÖV alle notwendigen Verkehrsflächen ohne Eingriff in das Gebäude ausreichend dimensionieren zu können. Die Kosten von 2,0 Mio. DM können hier also einer Abwägung im Entscheidungsprozess unterliegen.

Insgesamt ergibt sich im Planungsvorschlag Städtebauliche Integration eine Kostenreduzierung um ca. 1,7 Mio DM; von ca. 18,7 auf ca. 17 Mio DM bzw. 91 %. Ohne Arkadenlösung am Künstlerhaus verringert sich die Summe um weitere 2 Mio DM auf ca. 15 Mio DM bzw. 80 %.

Dabei werden im Planungsvorschlag Städtebauliche Integration höhere Qualitäten für nicht-motorisierten Verkehr und bebauungsbezogene Straßenraumnutzungen erzielt (breitere Seitenräume). Wird dies nivelliert, werden im Planungsvorschlag Städtebauliche Integration Grunderwerbskosten in Höhe von ca. 2,0 Mio. DM vermieden und es kann von weiteren Einsparungen beim Kostenpunkt Seitenräume in Höhe von mindestens 0,5 Mio. DM ausgegangen werden. Dies wird zwar nicht empfohlen, stellt aber im Grundsatz erst den geforderten Vergleichsfall dar.

Die echten Vergleichskosten betragen somit ca. 14,5 Mio. DM bzw. 78 %; ohne Arkadenlösung am Künstlerhaus ca. 12,5 Mio. DM bzw. 67 %.

3.2 Beispiel Sektor Ost (Delitzscher Straße, siehe dazu Pläne 12 - 13)

3.2.1 Entwurfsbeschreibung

Die allgemeinen Überlegungen und Abwägungen zu den gewählten Querschnitten und Steuerungen sind in Kapitel 2 erläutert. In diesem Kapitel werden zusätzlich einige Spezifika der untersuchten Straßenabschnitte bzw. des vorgeschlagenen Entwurfs dargestellt.

Die Nähe zum Hauptbahnhof begünstigt eine ausgesprochen urbane städtebauliche Entwicklung der Delitzscher Straße, die sich infolge der Straßenbahnanbindung auch auf die Quartiere östlich der Freimfelder Straße erstrecken kann. In welchem Maße und mit welchem Ergebnis sich diese Aufwertung vollzieht, wird hier, wie auch in Böllberger Weg und Glauchaer Straße, in starker Abhängigkeit von den zukünftigen Qualitäten des stadtteilprägenden öffentlichen Raumes Hauptverkehrsstraße gesehen.

Die Maßstäblichkeit und Proportionen sowie der Rhythmus der Delitzscher Straße sind in ihrem inneren Abschnitt zwischen Hauptbahnhof und Freimfelder Straße in starkem Maße durch die vorhandene Blockrandbebauung und die Bahnbrücken vorgegeben. Östlich der

Freiimfelder Straße ist die vorhandene Allee eine Maßgabe für Linearität und Achsensymmetrie des Straßenentwurfs. Sie sollte erhalten und ergänzt werden. Die Baufluchten selbst sind hier demgegenüber noch wenig definiert und können im Entwurf abschnittsweise mit den für die MIV-Überlastungsstrecken zweckmäßigen Fahrbahnverbreiterungen abgestimmt werden.

Mit Ausnahme des schwächer belasteten äußeren Abschnitts in Büschdorf werden durchgehend überbreite MIV-Richtungsfahrbahnen empfohlen. Im Mischverkehr mit Mittelstreifen (u.a. für Linksabbieger) sind weder an Haltestellen noch für die Vernetzung oder für die Leistungsfähigkeit an Knotenpunkten Aufweitungen erforderlich. Daher wird gerade vor den maßgeblichen Knotenpunkten (z.B. Freiimfelder Straße oder Grenzstraße) Mischverkehr vorgesehen. Die notwendigen Rückstrecke für den MIV werden etwas von den Knoten abgerückt und über ein Vorsignal gesteuert. In Abschnitten getrennter Führung von MIV und ÖV ist aufgrund der Alleeachsen ein geringerer Gleisachsabstand als im Mischverkehr mit Mittelstreifen vorzusehen. Die notwendige Gleisverschwenkung im Übergang von Mischung zu Trennung von jeweils ca. 1,5 m erscheint vertretbar.

Unter der Maßgabe eines eigenen Gleiskörpers wäre der Erhalt der Allee im Bereich der Haltestelleninseln nicht möglich. Für vergleichbare Leistungsfähigkeiten müßten größere Straßenraumbreiten vorgehalten werden. Am Knoten Freiimfelder Straßen wären diese nur durch den Abriss intakter Gebäude zu erzielen. In Büschdorf müßte in erheblichem Umfang in die anliegenden (Vor-)Gärten eingegriffen werden.

3.2.2 Leistungsfähigkeit

Knotenpunkt Delitzscher Straße / Freiimfelder Straße (Berechnung im Anhang)

Aufgrund der Verzweigung zweier ÖV-Linien wird durch die Straßenbahn entsprechend oft in das Regelumlaufprogramm der LSA-Steuerung eingegriffen. Die Haltestellen in Richtung stadtauswärts werden nicht gemeinsam vor dem Knoten, sondern liniengetreunt jeweils in der Knotenpunktausfahrt angelegt, um die Pulkführung der Straßenbahn zu gewährleisten. Dennoch kann der Knotenpunkt noch mit drei LSA-Phasen gesteuert werden, da verhältnismäßig geringe Nebenströme zu bewältigen sind.

Für alle Knotenströme stehen ausreichende Freigabezeiten zur Verfügung, mit denen die Prognosewerte der Verkehrsstärke in der Spitzenstunde für das Jahr 2010 bewältigt werden können. An allen Signalgruppen stehen zudem noch ausreichende Reserven zur Verfügung.

Die Freishaltung der Fußgängerfurten in der Freiimfelder Straße ist problemlos möglich. Sie sollte zur Gewährleistung einer ausreichenden Räumzeit allerdings im nördlichen Abschnitt nicht die vollen 39 Sekunden der Phase I betragen, sondern lediglich 30 Sekunden lang sein. Im südlichen Abschnitt ist dagegen eine Ausdehnung in die Phase II möglich, so daß 60 Se-

kunden Grünzeit zur Verfügung stehen. Aufgrund der geringen Verkehrsmengen ist gegenwärtig an dieser Stelle eine Signalisierung der Fußgänger nicht zwingend erforderlich.

Bei der Fahrplangestaltung des ÖV ist darauf zu achten, daß nicht an mehreren der drei Haltestellen im Knotenpunktbereich Fahrzeuge zeitgleich halten. Wäre dies regelmäßig der Fall, so würde sich die MIV-Leistungsfähigkeit des Knotenpunktes reduzieren.

Knotenpunkt Delitzscher Straße / Grenzstraße (Berechnung im Anhang)

Aufgrund der hohen Verkehrsbelastung in Verbindung mit starken Zweigströmen in und aus Richtung Grenzstraße erfordert der Knotenpunkt eine LSA-Regelung in vier Phasen. Die Signalgruppen K 3 und K 7 aus der Grenzstraße erreichen dennoch, bezogen auf die Prognosewerte für das Jahr 2010, zur Spitzenstunde Vollausslastung. Weitere Reserven wären nur, wie auch im Gutachten von Obermeyer (1997), durch mehrere Richtungsfahrspuren oder zumindest durch überbreite Fahrspuren in den Knotenpunktzufahrten der Grenzstraße möglich.

Die Fußgängerfurten sowohl über die Delitzscher als auch über die Grenzstraße können mit 24 bzw. 22 Sekunden ausreichend lange freigegeben werden. In der Delitzscher Straße kann die anschließende Phase IV als Räumzeit genutzt werden. In der Grenzstraße ist in der Phase I eine Freigabezeit von 22 Sekunden möglich. Die restlichen 4 Sekunden der MIV-Freigabezeit werden als Räumzeit genutzt, um keine zu lange Schutzzeit zwischen den Phasen I und II einschalten zu müssen. Die maximale Wartezeit beträgt also 66 bzw. 68 Sekunden.

3.2.3 Störungsfreiheit des ÖV-Ablaufes (siehe dazu Plan 14)

Die Rahmendaten für das **Staumanagement** werden im Rahmen dieses Vorhabens aus den Bestandswerten, den geplanten Änderungen im Verkehrsangebot und den vorliegenden Verkehrsprognosen für das Jahr 2010 abgeleitet (zur allgemeinen Problematik der Stauprognose siehe Kap. 4.3). Die Überlastungsbereiche werden so bemessen, daß weitere Zunahmen der Verkehrsnachfrage ebenfalls bewältigt werden können.

Die ermittelten Leistungsfähigkeiten in der Delitzscher Straße legen im Vergleich mit den Prognosewerten die Annahme nahe, daß auch in Zukunft der Knoten Riebeckplatz einen relativen Engpass für den Verkehr auf der Delitzscher Straße stadteinwärts darstellen wird. Demgegenüber kann im Planungsvorschlag für den Zulauf des Knotens Freimfelder Straße von Westen zunächst mit einer erheblichen Verringerung der MIV-Überlastungserscheinungen gerechnet werden.

Zwischen der geplanten Wendeschleife in Büschdorf und dem Riebeckplatz sind ca. 65 % der Strecke in getrennter Führung von MIV und ÖV (überbreite Richtungsfahrbahnen) vorgese-

hen. Diese sind ausgewogen zwischen alle größeren Knoten mit relevanten Nettozuflüssen verteilt. Es sind somit weit ausreichende Möglichkeiten der verträglichen Stauverlagerung vorgesehen. Sollten die Kapazitätsreserven des Knotens Käthe-Kollwitz-Straße infolge spezifischer Entwicklung der relevanten Ströme aufgebraucht werden, sind östlich der geplanten Wendeschleife für die aus Osten kommenden Busse ebenfalls ÖV-Überholstrecken zu empfehlen.

Der Zulauf zu den maßgeblichen Knotenpunkten (z.B. Freimfelder Straße und Grenzstraße) wird als Mischverkehrsstrecke ausgelegt. Dies ermöglicht die Anordnung zusätzlicher Spuren und damit eine höhere Leistungsfähigkeit. Mögliche Überlastungen werden an den vorhergehenden teilsignalisierten Knoten aufgefangen. Diese Signale sichern die Pulkführung der Straßenbahn im Zulauf auf den Hauptknoten und sind zeitlich entsprechend zu koordinieren. Die Straßenbahn überfährt den Knoten am Ende eine Grünphase. Während des Haltestellenaufenthalts in der Knotenausfahrt werden Quer- oder Abbiegeverkehre grün geschaltet und die ÖV-Pulkführung neu aufgebaut.

4 ERGEBNISSE

4.1 Besondere Merkmale der abschnittswisen gemeinsamen Führung von MIV und ÖV

4.1.1 Allgemein: Hoher Flächenwirkungsgrad

Das vorgeschlagene Konzept einer abschnittswisen gemeinsamen Führung von MIV und ÖV führt zu einem hohen Flächenwirkungsgrad (Verkehrsleistung pro Fläche). Schmalere Gesamtfahrbahnquerschnitte in Teilabschnitten können in vielen Fällen für Radwege, Alleen, Andienung oder Gehwegbreiten entscheidend sein - vor allem an Punkten besonders hoher Nutzungskonflikte wie Kreuzungen und Haltestellen. In anderen Fällen mag ein eingesparter Gleiskörper für zusätzliche Kfz-Spuren oder Parkplätze genutzt werden. Je nach städtebaulich-verkehrlicher Abwägung wird man sich im Einzelfall für mehr Verkehrsleistung, mehr Freifläche oder aber auch für die geringeren Kosten durch geringeren Flächenbedarf entscheiden. An den Kreuzungszufahrten heute vierstreifiger Straßen ermöglichen integrierte Entwurfs Querschnittsreduzierungen in einer Größenordnung von durchschnittlich 11,5 Metern (kein eigener Gleiskörper 6,0 m, keine Haltestelleninsel 2,5 m, überbreite einstreifige statt normale zweistreifige Richtungsfahrbahnen 2 x 1,5 m).

Das Gebot der Sparsamkeit im Umgang mit dem Stadtraum erhält aus der Sicht eines attraktiven Massenverkehrs noch zusätzliches Gewicht. Auf eigenen ÖV-Spuren treten je nach Takt Zeitlücken von mehreren Minuten auf, in denen diese Flächen ungenutzt bleiben. Der prinzipielle Anspruch auf ausschließliche Eigennutzung macht damit einen wesentlichen ökonomischen und ökologischen Effizienzvorteil des öffentlichen Massenverkehrs zunichte: Den sparsameren Umgang mit der knappen Stadtfläche. Gemischte Fahrbahnen für ÖV und MIV können dagegen flexibel genutzt werden und reduzieren so entweder die notwendige Verkehrsfläche oder erhöhen bei gleicher Fläche die Gesamtleistungsfähigkeit des Verkehrsweges.

4.1.2 Städtebau

Städtebauliche Vorteile ergeben sich aus der absoluten Einsparung von Verkehrsflächen sowie aus den Möglichkeiten, den verbleibenden Verkehrsflächenbedarf flexibler und in höherem Maß nach städtebaulichen Kriterien räumlich anzuordnen.

Flächengewinne können für mehr private Freiflächen, für mehr öffentliche Freiflächen oder auch für dichtere Bebauung genutzt werden. Sie können als Grün- und Pflanzflächen oder aber als Fußgänger- und Aufenthaltsflächen genutzt werden.

Flexibilitäten bei der Flächenverschiebung ermöglichen mehr Rücksicht und Korrespondenz zwischen Verkehr und den städtebaulichen Eigenschaften von Straßenabschnitten. Das betrifft Art und Maß der Nutzung, Raumfolgen, Platzformen, Maßstäblichkeiten, Proportionen, Zäsuren, Einzelgebäude, Sichtbeziehungen, Denkmalschutz, Grün- und Freiflächen, Alleenachsen und -rhythmen, Einzelbäume usw. Auch Fragen von Immissionsschutz, Anlieferung, Haltestellen und deren Bezug zu neuer und vorhandener Randbebauung können flexibler beantwortet werden.

Insgesamt wird eine dichte, urbanere, attraktivere und im Erscheinungsbild etwas weniger verkehrsdominierte Konzeption verfolgt. Dies trägt entscheidend zur Attraktivitätssteigerung der Stadt bei und ist die Grundvoraussetzung für dauerhaft hohe Fahrgastzahlen an den Haltestellen eines hochleistungsfähigen ÖV-Netzes. Damit wird die Nutzung der entstehenden Freiheiten für städtebauliche Verbesserungen zu einem wichtigen Faktor der ÖV-Förderung.

4.1.3 Fußgänger und Radfahrer

Der eigene Gleiskörper leistet als Querungshilfe schlechtere Dienste als ein baulich gesicherter Mittelstreifen, auch wenn er, wie empirische Untersuchungen von Schnüll (1997) belegen, sehr häufig als Querungshilfe in Anspruch genommen wird. Bei eigenem Gleiskörper beträgt die ungesicherte Kreuzungsstrecke ca. 13 bis 20 m (ein- oder zweistreifige Richtungsfahrbahn). Bei Mischverkehr mit Mittelstreifen reduziert sie sich auf zwei überschaubare Abschnitte von jeweils 3,5 bis 6,5 Metern. Das subjektive Sicherheitsgefühl mag sich in beiden Fällen ähneln, die objektive Sicherheit unterscheidet sich jedoch stark. Bei einem eigenen Gleiskörper wird infolge der relativen Seltenheit einer Straßenbahnannäherung die objektive Gefahr unterschätzt. Dies hat nicht selten tödliche Folgen.

In Teilabschnitten mit Mischverkehr können breitere Bürgersteige und/ oder Radwege angeboten werden. Wie die Beispielprojekte zeigen, empfiehlt sich häufig die Anlage des Radwegs unmittelbar neben der Fahrbahn. Für den Radverkehr halten sich die daraus entstehenden Nach- und Vorteile in etwa die Waage.

Die schmaleren Fahrbahnquerschnitte ermöglichen an LSA-Knoten kürzere Querungszeiten und damit tendenziell kürzere Umlaufzeiten und Wartezeiten.

4.1.4 Motorisierter Individualverkehr

Die vorgeschlagene Lösung der städtebaulichen Integration von ÖV-Trassen bietet durch die flexiblere Nutzbarkeit der zur Verfügung stehenden Verkehrsflächen auch Vorteile für den MIV. Die erhebliche Reduzierung der Querschnitte (siehe auch 2.5) ermöglicht beispielsweise häufig die Anordnung von Längsparkstreifen oder Lade- und Lieferzonen am Fahrbahnrand.

Bei einem getrennten, nicht überfahrbaren Gleiskörper in Mittellage stellen zudem Linksabbieger ein erhebliches Problem dar. Die "Nebenwirkungen" der verschiedenen Lösungen sind:

- störende Fahrbahnversätze bei Linksabbiegespur neben dem Gleiskörper
- hoher Signalisierungsaufwand oder ÖV-Störung bei Linksabbiegeraufstellung auf dem Gleis
- Umwegfahrten und damit höhere Verkehrsbelastung auf angrenzenden Haupt- und Nebenstraßen bei Linksabbiegeverboten.

Diese Probleme entfallen bei Mischverkehr mit Mittelstreifen. Der Mittelstreifen wird zur Aufstellfläche für Linksabbieger in Hauptstraße, Nebenstraße oder Grundstückszufahrt. Linksabbiegerströme bis ca. 100/ 150 Kfz in der Spitzenstunde können störungsfrei abgewickelt werden. Ähnliches gilt für Linkseinbieger.

Mischverkehr in der Zufahrt der für die Netzleistungsfähigkeit entscheidenden Knotenpunkte ermöglicht zusätzliche Fahrspuren bei gleicher Fläche und somit tendenziell höhere Netzleistungsfähigkeiten. Wird die Überlagerung nicht für zusätzliche Fahrspuren genutzt, können die kürzeren Fußgängerfurten und insgesamt kompakteren Knoten dennoch Leistungsvorteile bewirken – zumindest jedenfalls die Leistungs Nachteile durch die Anforderungen der Koordination und durch den ÖV-Anteil im MIV-Strom ausgleichen. Zusätzliche Wartezeiten infolge geringerer Mengenleistungsfähigkeiten lassen sich in den Projektbeispielen nicht feststellen. Daher kann auch von gleichen MIV-Reisegeschwindigkeiten wie im Fall einer durchgehenden Trennung ausgegangen werden.

4.1.5 Öffentlicher Verkehr

Die Maßstäblichkeit und der Rhythmus des Verkehrsmanagements erlauben es in den untersuchten Beispielprojekten, alle Haltestellen als **Bürgersteighaltestellen** (Kap-Haltestelle) auszubilden. Dies wird als einer der entscheidenden Vorteile des Konzepts der abschnittsweisen gemeinsamen Führung von MIV und ÖV angesehen. Attraktive Zugangspunkte zu ÖV-Angeboten stellen höchste Anforderungen an ihr Umfeld in Hinblick auf Nähe, Platzangebot, Nutzungsvielfalt und Zugänglichkeit. Der Qualitätsgewinn für den Fahrgast durch den direkten Zustieg vom Bürgersteig ist sehr hoch zu bewerten. Er kann unabhängig von Zugangsrichtung und Fahrzeug-/ Haltestellenlänge ohne Umweg oder Zeitverzögerung sowie - bei Einsatz von Niederflurfahrzeugen - barrierefrei einsteigen. Die Nutzung von Geschäften und Schaufenstern an der Haltestelle kann die reale Wartezeit erheblich verkürzen. Die höhere Aufenthaltsqualität auf dem Bürgersteig verkürzt zusätzlich die empfundene Wartezeit. Die bei getrennter Führung von Straßenbahn und MIV übliche Haltestelleninsel bewirkt zunächst genau das Gegenteil. Die zusätzliche Flächeninanspruchnahme im Vergleich zum Mischverkehr erhöht sich auf 4 bis 6 m im Querschnitt pro Richtung. Das Verpassen der Straßenbahn,

weil die Haltestelleninsel im entscheidenden Moment von ihrem Umfeld abgeschnitten ist, gehört aus Fahrgastsicht zu den größten Zumutungen heutiger Verkehrsorganisation.

Im Hinblick auf **Beförderungsgeschwindigkeit und Reisezeit** sowie **Zuverlässigkeit und Fahrplantreue** von Straßenbahnen und Bussen ist die Annahme plausibel, daß sich das etwas höhere Konfliktpotential in den Teilstrecken mit Mischverkehr nicht entscheidend auswirkt. Insgesamt kann davon ausgegangen werden, daß sich bei richtiger Organisation keine signifikanten Unterschiede in den ÖV-Reisegeschwindigkeiten im Vergleich zu einer prinzipiellen Trennung ergeben. Den Vorteilen für die Fahrgäste und das städtebauliche Umfeld stehen gewisse Erschwernisse für **Verkehrsmanagement und Betrieb des ÖV** gegenüber. Die dort vorliegenden Vorbehalte gegenüber dem Prinzip der abschnittswisen Mischung von MIV und ÖV sind berechtigt und müssen ernst genommen werden. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die **empirischen Erfahrungen mit Mischverkehr** in der Regel auf Straßen basieren, die weder im Sinne der "dynamischen Straßenraumfreigabe" entworfen wurden, noch entsprechend gesteuert werden. Andererseits ist es angesichts der geringen Forschungsaktivität zu diesem Thema nicht verwunderlich, wenn in den wenigen Pilotprojekten die richtige Ausprägung noch nicht fehlerfrei bestimmt werden konnte. Die wenigen bisherigen Untersuchungen über Streckenabschnitte, in denen Teile des vorgeschlagenen Konzeptes realisiert wurden (in der Regel die Pulkführung, selten das Staumanagement oder die vorgeschlagenen Querschnitte) lassen eher eine positive Einschätzung zu (siehe Schnüll 1995). Der wesentliche Vorteil des vorgeschlagenen Konzeptes in puncto Reisezeit und Zuverlässigkeit liegt dabei in den attraktiveren Haltestellen und im Imageplus für den ÖV. Höhere Verkehrsanteile im ÖV sind schließlich ein wesentlicher Beitrag zur Verringerung von Störungen des ÖV durch den MIV.

Im Hinblick auf die Verbesserung von **Image und Marktanteil** des ÖV ist das vorgeschlagene Konzept gegenüber der prinzipiellen Trennung von MIV und Straßenbahn klar im Vorteil. Neben den attraktiveren Haltestellen spielen hier noch vorwiegend psychologische Aspekte eine Rolle: Im Mischverkehr fährt das ÖV-Fahrzeug voraus (Pulkführung), in Abschnitten mit getrennter Führung überholt es einen möglichen Stau. Bei prinzipieller Trennung dagegen wird der durchfahrende Fahrgast an jeder Haltestelle von Autofahrern überholt.

4.1.6 Besondere Sicherungsmaßnahmen für ÖV-Störungsfreiheit

Die gebräuchlichen Modelle des Verkehrsgeschehens prognostizieren die Funktionsfähigkeit des Verkehrs für den Fall, dass die Leistungsfähigkeit der Knoten für die prognostizierten Verkehrsmengen ausreicht – nicht für den Fall an der Grenze der Überlastung. Die Grenze der Überlastung aber wird in den an die Beispielprojekte angrenzenden großen Hauptknoten in der Spitzenstunde auch in Zukunft voraussichtlich erreicht ("Stau von außen"). Obwohl innerhalb der vorgeschlagenen Entwürfe die Forderung nach ausreichender Leistungsfähigkeit für die vorgegebenen Prognosewerte erfüllt werden, kann auch dort der Fall an der Grenze der

Überlastung nicht ausgeschlossen werden. Mangels dafür geeigneter Modelle ist ein präziser Nachweis der Störungsfreiheit nicht möglich. In Kapitel 2 und 3 sind Strategien der Verkehrssteuerung genannt, wie eine Abstimmung der Leistungsfähigkeiten im Streckenverlauf erreicht werden kann, die den Störfall vermeidet. Dennoch wird hier nochmals zusammengefasst, wo noch Reserven gegen eventuelle Störungen liegen.

Bei Unachtsamkeiten, Unfällen, Baustellen und Havarien haben die engen Fahrräume kaum Reserven. Daher sind die Radwege in der Regel fahrbahnseitig angeordnet, mit einem überfahrbaren Bord abgetrennt und auch für schwere Fahrzeuge befahrbar. Die Rand- und Gehbereiche können zwar im Einzelfall – etwa bei vorhandenen Bauwerken – eingengt sein; insgesamt sollten sie aber eher großzügig bemessen sein und für Pannenfahrzeuge, Baustelleneinrichtungen, extreme Schneeablagerungen o.ä. geeignet sein, wofür sonst Reserven der Fahrflächen genutzt würden. Bei überbreiten Richtungsfahrbahnen wird die Gleisachse mittig gelegt: So stören Unachtsamkeiten aus dem Mittel- und Seitenbereich wie etwa ab- oder einbiegende Fahrzeuge seltener. Insoweit werden nicht mehr Störungen der ÖV-Fahrt erwartet als im Zuge des getrennten Gleiskörpers (s. auch Kap. 4.1.5).

Linksabbieger sind durch den meist durchgehenden Mittelstreifen weniger störend als bei getrennter Führung: Sie verlassen das Gleis, statt auf dieses aufzufahren; Außerdem bewegen sie sich im Normalfall aufgrund der Pulkführung der Straßenbahn hinter dieser nach links. Einbiegevorgänge finden dagegen häufig in Ausnutzung der Zeitlücke vor der als Pulkführende fahrenden Straßenbahn statt. Rechts- oder Linkseinbieger in Fahrtrichtung der Straßenbahn verursachen dabei keine Störungen. Unsignalisierte querende Kfz oder Einbieger in Gegenrichtung sind auf stark belasteten Straßen im Mischverkehr in gleichem Maße ein Problem wie bei getrenntem Gleiskörper. Ggf. müssen diese Fahrbeziehungen verboten werden.

Störungen durch querende Fußgänger werden durch den Mittelstreifen ebenfalls weitgehend vermieden. Selbst in Abschnitten mit getrennter Führung ist in den Planungsvorschlägen in der Regel ein mindestens 1,5 m breiter Not-Sicherheitsstreifen für Fußgänger vorgesehen („Fluchtraum“ bei Straßenbahnbegegnung).

Schließlich ist die Möglichkeit denkbar, daß durch Nachlässigkeit, falsche Nachjustierung oder gezielte Absicht die Dosierung der LSA-Strecke wieder rückgängig gemacht wird und so gegen die Ziele der Flüssigkeit des ÖV-Ablaufs Behinderungen erzeugt werden. Um dies zu kontrollieren, müssen die ÖV-Betreiber das Recht und die Möglichkeit erhalten, sich jederzeit über die aktuellen Signalprogramme und ihre Steuerung zu informieren (Online-Lesezugriff). Gegen städtische Ursachen wäre eine Klausel im Bewilligungsbescheid hilfreich, daß die Zuschüsse in einem solchen Fall zurückgezahlt werden müssen. Sollten Bund oder Land dafür verantwortlich sein (Vollzug der StVO), könnte die Kommune Vertrauensschutz für den kommunalen Kostenanteil geltend machen.

4.2 Einsatzbereiche

Das vorgeschlagene Konzept mit abschnittsweiser Trennung und Mischung von ÖV und MIV zeichnet sich durch eine hohe Flexibilität und einen breiten Einsatzbereich aus. Es besteht kein Anlaß zu der Annahme, daß Mischverkehr von MIV und ÖV besondere Kapazitätsgrenzen habe, die ihn auf schwächer belastete Straßen beschränken. Für die MIV-Leistungsfähigkeit bleiben die Grünzeiten und die Anzahl der Fahrspuren vor dem Knotenpunkt maßgeblich. Leichte Verschiebungen der Grünzeiten können durch Aufstell- bzw. Abbiegespuren - für die durch den Verzicht auf getrennte ÖV-Spuren und den vielfach vorgesehenen Mittelstreifen eher Spielraum vorhanden ist - mehr als ausgeglichen werden. Mit zwei (bzw. einer überbreiten) Geradeausspur(en) pro Richtung plus Links- und gegebenenfalls Rechtsabbiegespuren sind auch noch 3.500 Kfz pro Stunde und Richtung durchaus möglich, inklusive 12 bis 16 Straßenbahnen. Selbst mehr als zwei Geradeausspuren sind denkbar. Dass dann einzelne Pkw das ÖV-Fahrzeug während der Fahrt überholen, erscheint tolerierbar. Entscheidend ist die Wartezeit-Koordinierung von ÖV und MIV - ggf. per Zusatzsignal - an der Haltestelle. Wichtiger scheint dagegen, dass die Umlaufzeiten nicht zu lang sind, denn dies bedingt immer längere Aufstellflächen und größere Varianzen der Menge der wartenden Fahrzeuge. Dem kommt das vorgeschlagene Prinzip mit kürzeren Räumzeiten für Kfz und Fußgänger entgegen.

Auch im ÖV sind keine spezifischen Mengenprobleme zu erwarten: Eine Fahrzeugfolgezeit von unter 3 bis 4 Minuten ist für die ÖV-Bevorrechtigung ein generelles Problem – insbesondere, wenn in Querrichtung weitere Linien bevorrechtigt werden sollen. ÖV-Taktverdichtungen über einen 3-4 Minuten-Takt hinaus bringen auch für den Fahrgast keine wesentliche Verbesserung mehr. Besser wären in diesem Fall größere Fahrzeuge oder zusätzliche Parallelstrecken, also das Angebot eines dichteren Netzes. In vielen Innenstädten entstehen trotz Trennung vom MIV allein aufgrund der Linienkonzentration im ÖV erhebliche Verzögerungen an Signalanlagen und Haltestellen.

4.3 Gesamtstädtische Einbindung

4.3.1 Netzeinbindung der Beispielprojekte

Netze und Betrieb des ÖV – Straßenbahn und Busse – im näheren Umfeld der Beispielprojekte und im gesamtstädtischen Netz werden durch die Beispielprojekte nicht anders beeinflusst als durch die Anlage vollständig getrennter ÖV-Spuren: Es gibt keine Verzögerungen auf der Strecke und die Vorrangschaltung an den Knoten ist in gleicher Weise notwendig. Damit sind die Beispielstrecken vollwertige Netzteile des ÖV.

Netze und Betrieb des MIV werden durch räumliche Verlagerung von Stau und Wartezeiten beeinflusst. Die Beispielprojekte sind ausreichend leistungsfähig für die prognostizierten Verkehrsmengen. Stau ist in den Beispielprojekten nach der klassischen Modellvorstellung durch andere Engpässe am Rand der untersuchten Streckenabschnitte bedingt. Zusätzlicher Stau tritt nicht auf. In diesem Zusammenhang sei nochmals erwähnt, dass die derzeitigen Staus im nördlichen Abschnitt des Böllberger Weges auch heute schon durch eine Dosierung des Zuflusses von Süden mindestens deutlich vermindert werden könnte (siehe auch 3.1.3). Es muß aber auch der Fall betrachtet werden, daß sich die Prognosen als zu gering erweisen und somit größere Überlastungen auftreten. Unterstellt man dementsprechend Stau mit etwa 120 % des heutigen Umfangs, so wird dieser nur zum Teil und weitgehend innerhalb der Beispielprojekte verlagert – hat also keinen Einfluss auf die umliegenden Netzteile oder gar die Gesamtstadt. Selbst im Fall noch größerer Überlastungen können diese auf Strecken außerhalb der Untersuchungsbereiche ohne ÖV oder mit getrennter Führung verlagert werden. Ein wissenschaftliches Modell, das eine derartige Annahme begründen könnte, gibt es jedoch nicht. Schon infolge von Sickereffekten und Steuerung können und werden die realistischen MIV-Überlastungen sich so im Netz verteilen, daß auf Einzelstrecken kaum relevante Zusatzbelastungen feststellbar sein werden. Dazu wird daran erinnert, daß die Planungsvorschläge nicht zu Vergrößerungen, sondern nur zu Verlagerungen der Wartezeiten führen.

Natürlich ist die Unbedenklichkeit der Planungsvorschläge damit nur insoweit nachgewiesen, als die hier betrachteten Beispielstrecken lediglich einen geringen Teil der Gesamtnetze umfassen.

4.3.2 Gesamtstädtische Anwendung der Entwurfsprinzipien

Die Überlegungen zur Funktionsfähigkeit von Einzelprojekten oder Einzelkorridoren gelten, wenn nicht mehr als etwa 30 – 50 % des Hauptstraßennetzes betroffen sind. Darüber hinaus muß neben der Stauverlagerung auch eine Staubegrenzung betrachtet werden: Der Stau darf flächenhaft nicht über das Maß hinausgehen, in dem MIV-Wartebereiche mit getrennter ÖV-Führung vorgesehen sind (abzüglich notwendiger Reserven für Steuerung und Sicherheit).

Über den städtischen Stau, den Stadtverkehr an der Grenze zur Überlastung oder auch nur die Verteilung von Verkehrsdichten gibt es keine allgemein anerkannte Theorie. Die Verfasser sehen folgende Hypothese als die plausibelste an: Mittelfristig regelt sich der Stau einer Stadt auf einem relativ stabilen Niveau; darin drückt sich im wesentlichen die begrenzte Bereitschaft der Autofahrer aus, Verzögerungen in Kauf zu nehmen. Dies würde auch zum Teil die erheblichen Unterschiede der MIV-Anteile am Gesamtverkehr in unterschiedlichen Städten erklären, deren Autoverkehr trotz ebenfalls sehr unterschiedlich leistungsfähigem Straßennetz immer an der Grenze der Überlastung operiert. Lediglich starke Entwicklungsschübe, wie der Motorisierungsschub oder die Straßenbaustellen in den Ost-Bundesländern, verursachen Abweichungen von diesem Niveau nach oben oder unten. Das Niveau der Staumenge liegt bei

höchstens 30 % der Fläche des städtischen Hauptstraßennetzes, in der Regel jedoch deutlich darunter. Einige Hinweise auf die Plausibilität dieser Theorie liefern Luftfotos dichter Stadtgebiete, die in Spitzenzeiten der Verkehrsnachfrage aufgenommen wurden: dort sind die relativ geringen Stauflächen ablesbar.

Diese Selbstregulierung vorausgesetzt, ist eine gesamtstädtische Anwendung von streckenweise gemeinsamer Führung von MIV und ÖV möglich. Die Entwürfe der Beispielstrecken gehen von einer langfristig gesamtstädtischen Anwendung aus. Die Maßstäblichkeit und Verteilung von längeren Wartebereichen und kürzeren Pufferbereichen könnte – auf die Gesamtstadt übertragen – etwa der Darstellung in Plan 15 entsprechen.

Derzeit sind die Probleme einer gesamtstädtischen Anwendung nicht virulent. In den nächsten zehn Jahren dürften die realisierbaren Projekte in städtischen Hauptverkehrsstraßen noch keine relevante Größenordnung erreichen.

4.3.3 Übertragbarkeit der Entwurfsprinzipien auf andere Einzelprojekte

Die Bearbeitung der Beispielprojekte in Halle (Saale) ergab keine Hinweise darauf, daß Einzelheiten und Entwurfsprinzipien nicht auch auf andere Strecken und Situationen übertragbar wären. Die Beispielstrecken sind bereits in sich sehr vielgestaltig. Es ist zu erwarten, daß bei neuen Aufgabenstellungen noch wesentlich mehr Varianten denkbar sind. Das betrifft z.B.

- die Größe und Lage von MIV-Warte- und Pufferbereichen,
- die Anordnung von Linksabbiegern und Haltestellen,
- die Zuordnung von Radfahr-, Fußgänger-, Park-, Aufenthalts- und Grünflächen,
- die Entsprechung von Raumfolgen, Wänden und Bäumen mit den Straßenflächen und Bewegungsrichtungen und
- die Anzahl und Anordnung von Fahrspuren und die Verkehrsmengen von MIV und ÖV

Neue Einsatzgrenzen im Sinne von Verkehrsmengen scheinen durch die streckenweise gemeinsame Führung von MIV und ÖV nicht zu entstehen. Theoretisch ist die Anzahl der Fahrstreifen auf der Strecke und am Knoten nicht begrenzt. Grundsätzlich können bei gemeinsamer Führung aufgrund der Flächeneinsparung eher mehr Fahrstreifen angelegt werden. Mangels qualifizierter Beispiele liegen darüber jedoch keine empirischen Erkenntnisse vor.

4.4 Weiterer Klärungsbedarf

Es wird vorgeschlagen, für den in der Stadt Halle (Saale) anstehenden Bauabschnitt Böllberger Weg die Projektierung zu beginnen. Die noch offenen Fragen der anderen Bauabschnitte

sollten vor Beginn konkreter Projektarbeiten in einem weiteren Gutachten geklärt werden. Die Möglichkeiten der Verkehrssteuerung durch Telematik und die Überwachungsmöglichkeiten ihrer Dauerhaftigkeit lassen bei abschnittsweiser Mischung von MIV und ÖV die gleiche Störungsfreiheit des ÖV-Fahrtablaufes wie durchgehend getrennte Fahrspuren zu.

Es wird weiterhin empfohlen, die Entwurfsprinzipien zeitnah an den übrigen ausgewählten Beispielen sowie darüber hinaus an weiteren möglichst verschiedenartigen Einzelbeispielen anzuwenden. Bei der vertieften Betrachtung von Strecken mit Busverkehr dürfte eher ein Defizit an ÖV- (= Bus-) Spuren mit MIV-Wartebereichen festzustellen sein.

Die vorliegenden Planungsvorschläge für die Straßenräume entsprechen in ihrem Detaillierungsgrad einer Vorstudie. Sie stellen eine Grundlage für die erforderlichen Abstimmungen zur vertiefenden Planung und Realisierung dar, sind jedoch keine Entwürfe nach HOAI. So sind etwa die Bezüge zu Städtebau und Grünordnung noch nicht ausreichend konkret; Der Arbeitsschwerpunkt im vorliegenden Gutachten lag auf Prinziplösungen und Übertragbarkeit.

Bei der weiteren Projektierung muß die Verkehrssteuerung unter der Zielsetzung der ÖV-Störungsfreiheit breiten Raum einnehmen; Es sind besonders innovative und integrierende Arbeiten erforderlich; Herkömmliche Standard-EDV-Programme lösen die Aufgabe nicht. Räumliche Anordnung, Art der Hardware und Sensitivität von Erfassung, Berechnung und Steuerung müssen sorgfältigst überlegt werden. Über den Nachweis der Leistungsfähigkeit hinaus müssen auch Leistungsobergrenzen über Sektoren und Straßenzüge abgestimmt werden. Aufgrund der Prognoseungenauigkeiten muß die Möglichkeit zu Nachjustierungen während des Betriebes gegeben sein. Es sollte überlegt werden, ob nicht wegweisende Arbeiten hierzu im Rahmen eines Technologie- bzw. Telematikprojektes vom Land Sachsen-Anhalt initiiert werden können.

Durch eine Begleitforschung der geplanten Projekte sollten im Vorher-Nachher-Vergleich die Wirkungen des Konzeptes empirisch überprüft werden. Darüber hinaus ist es erforderlich, eine allgemeine Theorie des städtischen Staus, aus der man eindeutig Maßnahmen zum Stau-management ableiten könnte, zu entwickeln. Hierzu wären Verkehrsdichteanalysen (z.B. über Luftfotos) über längere Zeitreihen erforderlich.

Die stadtplanerische, verkehrsplanerische und verkehrstechnische Eignung des Konzeptes wird insgesamt positiv beurteilt. Der Baulastträger ist darauf angewiesen, eine Lösung zu planen, für die ihm die größtmögliche Förderung durch Zuschussmittel gewährt wird. Hier könnten bei GVFG, BOStrab sowie den zugehörigen Verwaltungsvorschriften die neuen Erkenntnisse zu modifizierter Auslegung, Änderungsinitiativen oder auch zur Anwendung von Sonderregelungen im Zuge eines Modellvorhabens führen.

Insbesondere ist der Begriff des "Besonderen Bahnkörpers" weder im GVFG noch in der VWV-GVFG des Landes Sachsen-Anhalt näher bestimmt. Möglicherweise wird die Besonderheit "ÖV-Störungsfreiheit durch Telematik und nicht störende zeitweise Bahnkörperfrei-

gabe für MIV" angesichts der Weiterentwicklung der Technik bereits heute durch die gesetzlichen Grundlagen abgedeckt.

Ziel der Auslegung oder Überarbeitung der Förderprogramme sollte jedenfalls sein, zeitnah den durchgehend getrennten Bahnkörper nicht mehr als notwendiges Förderkriterium heran zu ziehen, weil er in keinem ausreichend positiven Zusammenhang mit den Zielen der Förderung steht und diese auch auf andere Weise erreicht werden können.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Die abschnittsweise Führung des ÖV auf mit dem MIV gemeinsam genutzter Fläche hat gegenüber dem durchlaufenden getrennten Gleiskörper erhebliche Vorteile. Sie verbessert den Komfort des ÖV, die Leistungsfähigkeit des MIV, den Fußgänger- und Radverkehr sowie Städtebau, Grünordnung, Flächenbedarf und Kostensituation – je nach Entwurf in unterschiedlicher Relation. Es sind keine Beeinträchtigungen, Nachteile oder Risiken bezüglich Verkehrsablauf und –sicherheit zu erwarten. Voraussetzungen dafür sind allerdings situationsangepasste Entwürfe sowie eine differenzierte LSA-Steuerung.

Für einzelne Strecken sind keine Leistungsfähigkeitsgrenzen erkennbar, die nicht auch für eine durchlaufend getrennte Führung gültig wären. Bei flächenhafter Anwendung für mindestens ca. 30 % des Hauptstraßennetzes muß neben der Stauverlagerung auch die Staubbegrenzung überprüft werden. Dies ist mangels einer allgemeinen Theorie des innerstädtischen Staus derzeit umstritten.

Es wird empfohlen, die vorgeschlagenen Entwurfsprinzipien möglichst bald, an möglichst verschiedenartigen Einzelbeispielen anzuwenden. Dazu müssen Wege gefunden werden, die Förderung nach GVFG auch auf Projekte bzw. Teilabschnitte mit zeitlicher Trennung von MIV und ÖV anzuwenden und weitere Forschungsaktivitäten zu initiieren.

6 LITERATUR UND MATERIAL

- Bielefeldt, C.: Hinweise zur Staubekämpfung an lichtsignalgesteuerten Knotenpunkten, in: Straßenverkehrstechnik, Heft 5/ 1987
- Brilon, W./ Großmann, M./ Blanke, H: Verfahren für die Berechnung der Leistungsfähigkeit und Qualität des Verkehrsablaufs auf Straßen. Bonn – Bad Godesberg, 1994
- CPB Cordes GmbH: Umgestaltung des Böllberger Weges – Planung und Kostenschätzung. 1999
- DB GB Netz: Planungen zur Strab-Unterführung des Hauptbahnhofes. 1998
- Erlenkötter, W./ Häckelmann, P.: Pfortneranlagen und Stauschleifen, in: Der Nahverkehr, Heft 5/ 1991
- Fellendorf, M./ Wiedemann, R.: Berechnung signal geregelter Knotenpunkte, in: Straßenverkehrstechnik, Heft 2/ 1990
- Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen EAHV. Ausgabe 1993
- Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Merkblatt für Maßnahmen zur Beschleunigung des öffentlichen Personenverkehrs mit Straßenbahnen und Bussen. Ausgabe 1999
- Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil Knotenpunkte (RAS-K-1). Ausgabe 1988
- Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien für Lichtsignalanlagen RiLSA. Ausgabe 1992
- Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) in der Fassung vom 27.12.1993
- Hallesche Verkehrs AG: Unterlage zur Planfeststellung Straßenbahn Riebeckplatz/ Hbf. 1997
- Köhler, U./ Strauß, S./ Wichmann, S: Auswirkungen von Haltestellen auf Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität innerstädtischer Hauptverkehrsstraßen.1998 (= BASt-Berichte Heft V57)
- Krug, H: Der eigene Gleiskörper oder wer überholt hier wen? Anmerkungen zur städtebaulichen Integration von Straßenbahnen. Kassel, 1999(= Berichte zur Verkehrsplanung der Arbeitsgruppe Integrierte Verkehrsplanung der Gesamthochschule Kassel, Nr. 9)
- Leutzbach, W: Introduction to the Theory of Traffic Flow. Berlin, 1988

- Obermeyer Planung und Bauen: Verkehrsplanerische und städtebauliche Leistungen im Zusammenhang mit dem Ausbau der Delitzscher Straße in Halle (Saale). 1997
- Schnüll, R./ Albers, A: Dynamische Straßenraumfreigabe für Straßenbahne/ Stadtbahnen. Hannover, 1995
- Schnüll, R./ Wilms, A: Verkehrssicherheitsbelange bei der Bevorrechtigung von Bussen und Bahnen im Stadtverkehr. Hannover, 1997
- Stadt Halle (Saale): Flächennutzungsplan – Vorentwurf Erläuterungsbericht. 1994
- Stadt Halle (Saale): Nahverkehrsplan. 1997
- Stadt Halle (Saale): Verkehrsentwicklungsplan. 1995
- Stadt Halle (Saale): Verkehrspolitische Leitbild, Beschlußtext. 1997
- Stadt Halle (Saale): Verkehrskonzeption Altstadt, Beschlußtext. 1998
- Stadt Halle (Saale): Verkehrszählungen und –simulationen für die Bereiche Glauchauer Platz, Böllberger Weg/ Glauchauer Straße/ Torstraße, Rannischer Platz, Delitzscher Straße, Riebeckplatz
- Schlabbach, K: Verkehrsbeeinflussung mit Lichtsignalanlagen. in: Handbuch der Kommunalen Verkehrsplanung
- Steigerwald, G./ Heinz, G: Untersuchung zur Signalisierung städtischer Straßennetze unter besonderer Berücksichtigung vorhandener Stauräume. Bonn – Bad Godesberg, 1984
- Topp, H.H./ Götsche, Z: Einsatzbereiche überbreiter – von Pkw zweistreifig von Lkw einstreifig befahrbarer – Fahrstreifen auf städtischen Hauptstraßen. Bonn – Bad Godesberg, 1988
- Verordnung über den Bau und Betrieb von Straßenbahnen (BOStrab) 1987
- Verwaltungsvorschriften des Landes Sachsen-Anhalt zur Durchführung des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes (VV-GVFG) vom 21.10.1993
- v. Winning, H.-H. u.a.: Verschiedene Projekte und Gutachten zur städtebaulichen Integration von Hauptverkehrsstraßen, z.B. Dresden: Königsbrücker Straße, Bautzener Straße, Striesener Straße

7 ANHANG

1. Berechnung der Leistungsfähigkeit des Knotenpunkts Torstraße/ Glauchaer Straße/ Böllberger Weg
2. Kostenschätzung Böllberger Weg
3. Berechnung der Leistungsfähigkeit des Knotenpunkts Delitzscher Straße/ Freimfelder Straße
4. Berechnung der Leistungsfähigkeit des Knotenpunkts Delitzscher Straße/ Grenzstraße